ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของ
ออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นางสาวราวรรณ แสงอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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.

EFFECTS OF 5E LEARNING CYCLE WITH QUESTIONING TECHNIQUE BASED ON OSBORN'S APPROACH ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Rawan Saengyoo

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	นางสาวราวรรณ แสงอยู่
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ราวรรณ แสงอยู่ : ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF 5E LEARNING CYCLE WITH QUESTIONING TECHNIQUE BASED ON OSBORN'S APPROACH ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี, 138 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสังกัดสำนักเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง และกลุ่มควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.67 และ (2) แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.47-0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.60 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบสมมติฐานที (t-test)

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 70.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70

4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5383396927 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: 5E LEARNING CYCLE / QUESTIONING TECHNIQUE BASED ON OSBORN' S APPROACH / INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS

RAWAN SAENGYOO: EFFECTS OF 5E LEARNING CYCLE WITH QUESTIONING TECHNIQUE BASED ON OSBORN'S APPROACH ON INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: WATCHARAPORN KAEWDEE, Ph.D., 138 pp.

This study was a quasi-experimental research. The purposes of this study were 1) to compare integrated science process skills of the group learning by the 5E learning cycle with questioning technique based on Osborn's approach between, before, and after learning, 2) to compare integrated science process skills between the group learning by the 5E learning cycle with questioning technique based on Osborn's approach and the group learning by conventional instruction, 3) to study the science learning achievements of lower secondary school students group learning by the 5E learning cycle with questioning technique based on Osborn's approach, and 4) to compare the science learning achievement levels between the group learning by the 5E learning cycle with questioning technique based on Osborn's approach and the group learning by conventional. The samples were two classes of Mathayom Suksa 1 students at the school of Ladkrabang district office in Bangkok Metropolitan during the second semester of academic year 2013. The samples were divided into two groups: an experimental group and a control group. The research instruments were (1) test on integrated science process skills with the level of reliability at 0.92, the level of difficulty between 0.20-0.73, and the level of discrimination between 0.20-0.67. And (2) test on science learning achievement with reliability at 0.80, the level of difficulty between 0.47-0.77, and the level of discrimination between 0.20-0.60 .The collected data were analyzed by arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The research findings were summarized as follows:

1) The experimental group had mean scores of integrated science process skills higher than before the experiment at the .05 level of significance.

2) The experimental group had mean scores of integrated science process skills higher than the control group at the .05 level of significance.

3) The experimental group had mean scores of science learning achievement at 70.79 percent, which was higher than the criterion score set at 70 percent.,

4) The experimental group had mean scores of science learning achievement higher than the control group at a .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....

Field of Study: Science Education Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาและความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา คำแนะนำที่มีประโยชน์ในการทำวิจัยและการทำงาน จากอาจารย์ ดร.วัชราภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลิศรา ชูชาติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พเยาว์ ยินดีสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ดร.พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ที่ได้ให้ประสบการณ์คำสอน ชี้แนะแนวทางในการทำงาน ทำให้ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือที่ในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสังฆราชาตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำให้รู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจที่ได้รับ และที่สำคัญขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และ 1/2 ประจำปีการศึกษา 2556 ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

อนึ่งผู้วิจัยได้รับทุนการศึกษาต่อภายในประเทศระดับปริญญาโท ของกรุงเทพมหานคร จึงขอขอบพระคุณสถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานครเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชายซึ่งเป็นผู้ให้การสนับสนุนทั้งในด้านกำลังใจกำลังกายและให้ความช่วยเหลือด้วยความรักความห่วงใยแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 7

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

สมมติฐานการวิจัย 8

ขอบเขตการวิจัย 9

ข้อตกลงเบื้องต้น 10

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 15

1.1 ความสำคัญและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 15

1.2 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 17

ขั้นบูรณาการ 17

1.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 20

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 22

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 22

2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 23

2.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 24

2.4 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 26

3. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 29

3.1 ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) 29

หน้า

3.2 การเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 30
3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 32
4. การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 34
4.1 ความสำคัญของการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 35
4.2 ประเภทของคำถามในการเรียนการสอน 36
4.3 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น 38
4.4 เทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอน 42
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 44
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย 46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 47
1. รูปแบบการวิจัย 47
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 48
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 49
1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 49
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 54
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 57
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 60
1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 61
1.1 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 61
1.2 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 62
1.3 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 64
2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน 67

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 67
2.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง 68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 69
สรุปผลการวิจัย 70
อภิปรายผลการวิจัย 70
1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 73
ข้อเสนอแนะ 75
1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 75
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 75
รายการอ้างอิง 76
ภาคผนวก 81
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 82
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 84
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 101
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 128
ภาคผนวก จ คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น 134
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 138

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 18

ตารางที่ 2 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 32

ตารางที่ 3 รูปแบบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 41

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ห้องเรียน 49

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น..... 50

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบสอบผลสัมทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนจำแนกตามหัวข้อและองค์ประกอบที่ต้องการวัด..... 52

ตารางที่ 7 เนื้อหาและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานความร้อน..... 54

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 55

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 59

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 61

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 62

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการรายทักษะของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 63

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 65

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการรายทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 66

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 67

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังเรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นของนักเรียนกลุ่มทดลอง(n=34) 68

ตารางที่ 17 พฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 86

ตารางที่ 18 หัวข้อเรื่องและจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดผลสัมทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน 95

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับข้อคำถาม 129

ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 131

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน 132

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน 133

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 23 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E 135

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design..... 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสถานการณ์ต่างๆ ในโลกส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต ความต้องการและมุมมองของประชาชนที่มีต่อโลก ทำให้ความคาดหวังของผู้คนเกี่ยวกับมาตรฐานการดำรงชีวิตของสังคมได้เพิ่มสูงขึ้น (Sibel & Sema, 2011) และผลจากการวิจัยพัฒนาทดสอบองค์ความรู้ความคิดใหม่ๆ ทั่วโลก ทำให้ความรู้ในด้านต่างๆ ในสังคมได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Karsli, Yaman, & Ayas, 2009) ประกอบกับสภาพสังคมและเศรษฐกิจการค้าที่แข่งขันกันอย่างหนักหน่วงยิ่งทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่มีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมมีความเจริญก้าวหน้า (ข้อมูลข่าวสารอาเซียน, 2556) เพราะวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม และที่สำคัญ คือ ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (ศึกษาธิการ, 2544)

การจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบสอบหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (ศึกษาธิการ, 2552) โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีความสามารถไม่เพียงแต่การเข้าถึงข้อมูลแต่มีความเข้าใจในข้อมูลเป็นอย่างดี (Bati, Erturk, & Kaptan, 2009) ด้วยเหตุนี้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลายประเทศจึงได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (AAAS., 1967; NRC., 1996) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาและเป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sandra K. Enger. & Yager, 2001) โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนตามจุดมุ่งหมายหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งยึดตามแนวของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS., 1967) จำแนกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การใช้เลขจำนวน การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา การลงความเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การทดลองและการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ(พ. เ. วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2542) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเปรียบเสมือนทักษะขั้นสูงที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาและการทำการทดลองเพื่อให้เข้าใจกระบวนการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Beaumout-Walters & Soyibo, 2001)

ในส่วนของประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยจัดการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้คนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ โดยเฉพาะในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด พัฒนาทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และการทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ รวมทั้งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ดังนั้นการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสังคม จึงมีการเน้นทั้งในเรื่องของเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) โดย National Science Education Standards (2007) ได้กำหนดมาตรฐานเนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย ข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ ทฤษฎี และแบบจำลองต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนทุกคนควรมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาเหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน ส่วนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นเกิดจากการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ตามจากรายงานผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ(Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่มีความต้องการให้นักเรียนแสดงความสามารถทางทักษะทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจด้านการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความจากหลักฐานและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์(ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550) พบว่าภาพรวมนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยปี 2006 2009 และ 2012 เท่ากับ 421 425 และ 427 คะแนนตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของประเทศในกลุ่ม OECD ที่กำหนด 497 คะแนน (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

นอกจากนี้ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติของสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา(International Association for Assessment in Education:IEA) หรือที่เรียกว่าTIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study) ตั้งแต่ปี 1995 ถึง 2011 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 510 482 471 และ 451 คะแนนตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับนานาชาติ คือ 500 คะแนน ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดลงนับตั้งแต่ปี 1995 จนถึงปี 2011 (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ตลอดจนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test:O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2553-2555 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 25.12 44.26 และ 30.52 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมาตรฐาน ว8.1 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.54 33.06 และ 26.78 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยในระดับสังกัดกรุงเทพมหานครและในระดับประเทศ (ทดสอบทางการศึกษา, 2556) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนสังกัดสำนัก

การศึกษา กรุงเทพมหานคร พบว่าปีการศึกษา 2553-2555 นักเรียนในสังกัดดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28.16 30.58 และ 32.18 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแต่ยังต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ50 และคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวยังต่ำกว่าระดับจังหวัดและระดับประเทศเช่นเดียวกัน (ทดสอบทางการศึกษา, 2556) ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหาครจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย (Wu H. & Hsieh, 2006) ตลอดจนการเรียนรู้สิ่งใหม่หรือความพยายามที่จะทำความเข้าใจสิ่งที่คุ้นเคยในลักษณะที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น โดยที่นักเรียนนำสิ่งที่ค้นพบหรือที่ได้เรียนรู้ใหม่มาผนวกรวมกับทั้งประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Newby, 2004) ซึ่งมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนมีทัศนคติและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น (Bybee, 2006) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (BSCS, 2005) ได้ระบุขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ไว้ 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น โดยอาจสาธิตหรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบสมมติฐาน สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบและลงมือปฏิบัติ (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ และสรุปผลอภิปรายผลการทดลอง (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนในการประยุกต์สัญลักษณ์ นิยามคำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ และ (5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E สามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ ดังผลงานวิจัยของ (Sibel & Sema, 2011) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือคู่มือการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และงานวิจัยของ เปรมจิต บุญสาย (2541) ที่ศึกษาการใช้วงจรการ

เรียนรู้แบบ 5E สอนบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าวงจรการเรียนรู้ 5Eทำให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง)ภายหลังการทดลองสอนสูงกว่าก่อนทดลองสอน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยการใช้คำถามนำอภิปรายเพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบ (Carin & Sund, 1971) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน (inquiry-based) ร่วมกับเทคนิคการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งคำถามนั้นอาจอยู่ในรูปแบบของสมมติฐานที่ท้าทาย คำถามที่แสดงให้เห็นความขัดแย้งของข้อมูลจะช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและจินตนาการของนักเรียน ส่งเสริมการแสวงหาความรู้ใหม่และช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน อีกทั้งครูที่มีความชำนาญในการใช้คำถามจะช่วยยกระดับความคิดของนักเรียนด้วย (Omairah O., 2009) ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามไปใช้การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ดังเช่นงานวิจัยของ สุพลา ทองแป้น (2552) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้นหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

การใช้คำถามเป็นสื่อนำในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูอาจจะเป็นผู้ถามคำถามให้ผู้เรียนตอบ ครูและนักเรียนร่วมกันถามคำถาม ร่วมกันอภิปราย และนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม ซึ่งการใช้คำถามที่เหมาะสมจะทำให้ได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542) โดยเฉพาะคำถามขั้นสูงซึ่งเป็นคำถามที่นักเรียนต้องใช้ความคิดระดับสูงกว่าความคิดพื้นฐานเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งคำถามประเภทนี้มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายแนวทาง นักเรียนมีอิสระในการค้นหาคำตอบ ช่วยฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตลอดจนการศึกษาค้นคว้า

ทดลองนำไปสู่ความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์., 2548) แต่ทั้งนี้พบว่าคำถามโดยทั่วไปครูจะเป็นผู้ถามและคำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามวัดระดับของการจำ ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการคิดระดับต่ำจึงทำให้ผู้เรียนขาดโอกาสพัฒนากระบวนการคิดในระดับสูง ขาดความสนใจในการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2541)ตลอดจนจากงานวิจัยพบว่า ครูขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของคำถาม ขาดความมั่นใจและขาดเทคนิคในการตั้งคำถามที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการตอบคำถามของครูและตอบคำถามของครูแบบสั้นๆ ไม่ชัดเจนและไม่สมบูรณ์ (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเป็นรายการของคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นการคิดในแง่มุมที่แตกต่างจากเดิม ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาและพัฒนาพื้นฐานของความรู้เดิมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง เกิดจินตนาการ ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Glen, 1997) ซึ่งจินตนาการและความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ทั้งนี้การนำคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมาใช้ในห้องเรียนอย่างเหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในด้านต่างๆ คือ เป็นผู้ที่สามารถรับกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ดี สามารถคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการให้ความเคารพต่อความคิดเห็นของคนอื่นซึ่งเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางทักษะกระบวนการเป็นอย่างดี (Afolabi, 2011) คำถามตามแนวคิดขอออสบอร์น ประกอบด้วยแนวทางการถามคำถาม 9 แนวทางที่นำทางความคิดของนักเรียน ได้แก่ 1.การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น (Put to the other uses) คือ คำถามให้คิดว่าเราจะนำความรู้ กระบวนการที่เรามีอยู่ไปประยุกต์ใช้หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อย่างไร 2.การปรับเปลี่ยน (Adapt) คือ คำถามให้คิดว่าเราสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะเดิมของสิ่งของ กระบวนการ อย่างไร 3.การดัดแปลง(Modify) คือ คำถามให้คิดเปลี่ยนแปลงบางส่วนหรือทั้งหมดของสิ่งของหรือกระบวนการเพื่อทำให้ดีขึ้น ง่ายขึ้นหรือแปลกไปจากเดิม 4.การขยาย/เพิ่ม (Magnify) คือ คำถามให้คิดเพื่อเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น แข็งแรงขึ้น มากขึ้น 5.การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) คือ คำถามให้คิดเพื่อเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดเล็กลง ลดจำนวนลง 6. การแทนที่ (Substitute) คือ คำถามให้คิดเกี่ยวกับการแทนที่หรือหาสิ่งอื่นมาทดแทนบางส่วนของสิ่งของหรือกระบวนการ 7.การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) คือ คำถามให้คิดว่าจะเป็นอย่างไร ถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานมีลำดับแตกต่างจากเดิม 8.การเปลี่ยนทิศทางใหม่ (Reverse) คือ คำถามให้คิดว่าจะเป็นอย่างไร ถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานกลับทิศทางไปทางจากเดิม และ 9. การผนวกรวม (Combine) คือ คำถามให้คิดเกี่ยวกับการนำสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่ามารวมกันเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่ง

ต่อมารายการคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นนี้ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาความคิดและนำมาใช้ในด้านการศึกษามากขึ้น และปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อการจดจำรายการคำถาม โดย Bob Eberle ในปี 1971 โดยเรียกชื่อเทคนิคนี้ใหม่ว่า เทคนิค SCAMPER ทั้งนี้จากงานวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคคำถาม SCAMPER มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (Afolabi, 2011)

จากความสำคัญและความเป็นมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแบบสืบสอบร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของสมมติฐานที่ท้าทาย คำถามที่แสดงให้เห็นความขัดแย้งของข้อมูลจะช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและจินตนาการของนักเรียน ส่งเสริมการแสวงหาความรู้ใหม่และช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน (Omairah O., 2009) และการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้นช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาจากหลากหลายแง่มุม ได้แนวทางใหม่ที่เหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ (Park & Seung, 2008) เกิดจินตนาการความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจินตนาการและความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน และการวางแผนการทดลอง (Hu & Adey, 2002) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำวงจรการเรียนรู้ 5E ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบสืบสอบร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถามการวิจัย

นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นอย่างไร และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปนักเรียนจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E และการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังผลการวิจัยของ สุพลา ทองแป้น (2552) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับกิตติชัย สุธาสิโนบล (2541) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ใช้ขั้นตอนการสอนแบบ 5E สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนปกติ และงานวิจัยของ นงนุช สหัสดี (2545) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยเฉพาะทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูลทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเป็นโครงสร้างของคำถามที่เป็นแนวทางในการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง เกิดจินตนาการ ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Glen, 1997) ซึ่งจินตนาการและความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น

การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) อีกทั้งการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในห้องเรียนนั้นครูสามารถถามชุดของคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนได้แนวทางใหม่ที่เหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ โดยคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาจากหลากหลายแง่มุมซึ่งนักเรียนอาจจะไม่เคยนึกถึงมาก่อน (Park & Seung, 2008) จากแนวคิดและผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนมัธยมศึกษา เขตลาดกระบัง สังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร

2. ตัวแปรในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment Variable) คือ

2.1.1 การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

2.1.2 การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่

2.3.1 เนื้อหาวิชาและจำนวนเรื่องที่ใช้ในการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเป็นเนื้อหาเดียวกัน คือ พลังงานความร้อน ประกอบด้วย พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ การเกิดพลังงานความร้อน การถ่ายโอนความร้อนและการใช้ประโยชน์ การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกันและการใช้ประโยชน์ ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร การคำนวณค่าปริมาณความร้อน และสมดุลความร้อน

2.3.2 ผู้สอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

2.3.3 ระยะเวลาที่สอน โดยมีจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการสอนเท่ากันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ตามหลักสูตรของโรงเรียนวัดสังฆราชา ปีการศึกษา 2556

ข้อตกลงเบื้องต้น

การเรียนการสอนทั้ง 2 แบบ คือ (1) การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น และ (2) การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ถือว่า ไม่มีผลต่อคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น หมายถึง คำถามที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาจากหลากหลายแง่มุม เพื่อให้ได้แนวทางของคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหาที่กำหนดให้ ประกอบด้วยแนวทางการถามคำถาม 9 แนวทาง ได้แก่

(1)การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น (Put to the other uses) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะนำความรู้ กระบวนการที่มีอยู่ไปประยุกต์หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อย่างไร

(2) การปรับเปลี่ยน (Adapt) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะเดิมของสิ่งของกระบวนการอย่างไร

(3) การดัดแปลง (Modify) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงบางส่วนหรือทั้งหมดของสิ่งของหรือกระบวนการเพื่อทำให้ดีขึ้น ง่ายขึ้นหรือแปลกไปจากเดิม

(4) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น แข็งแรงขึ้น มากขึ้น

(5) การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดเล็กลงลดจำนวนลง

(6) การแทนที่ (Substitute) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเกี่ยวกับการแทนที่หรือหาสิ่งอื่นมาทดแทนบางส่วนของสิ่งของหรือกระบวนการ

(7) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะเป็นอย่างไรถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานมีลำดับแตกต่างจากเดิม

(8) การเปลี่ยนทิศทางใหม่ (Reverse) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะเป็นอย่างไรถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานกลับทิศทางไปทางจากเดิม

(9) การผนวกรวม (Combine) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเกี่ยวกับการนำสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่ามารวมกันเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่แตกต่างไปจากเดิม

2. การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบสอบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนและนำเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมาใช้ใน 4 ขั้นตอนของการสอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) และขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมที่มุ่งกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถามคำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การแทนที่ (Substitute) เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้คำตอบ ซึ่งจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ ทำการทดลองและลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยครูสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การปรับเปลี่ยน (Adapt) การแทนที่ (Substitute) การเปลี่ยนทิศทางใหม่ (Reverse) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้ามาวิเคราะห์ แปลผลและอภิปรายผลร่วมกันเพื่อสรุปความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนอธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ โดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น (Put to the other uses) การดัดแปลง (Modify) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การแทนที่ (Substitute) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ยืนยันความคิดและความเชื่อของตน ปรับความคิดให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเองหรือครูเป็นผู้ตรวจสอบโดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอธิบายความรู้ในทุกขั้นตอนการเรียนรู้

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้และแก้ปัญหา โดยยึดตามแนวทางสมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

(1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน

(2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

(3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

(4) ทักษะการทดลอง

(5) ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ซึ่งวัดด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียนอันเกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูกระตุ้นความสนใจและทบทวนประสบการเดิมของนักเรียนให้เกิดความสนใจในการเรียน และเกิดปัญหาทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนาตั้งคำถาม

(2) ขั้นกิจกรรม ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้แก่นักเรียน เช่น การบรรยาย การสืบค้นหาข้อมูล และการปฏิบัติการทดลอง เป็นต้น

(3) ขั้นสรุป ครูนำนักเรียนอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อชักนำให้นักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่สำคัญของบทเรียน

6. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนในเขตลาดกระบัง สังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ รูปแบบคำถามตามแนวคิดของออสบอร์น การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E และนำการศึกษามากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละหัวข้อนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
    1.1 ความสำคัญและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    1.2 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
    1.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    2.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
    2.4 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E
    3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนวงจรการเรียนรู้ 5E
    3.2 ขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E
    3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E
4. การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
    4.1 ความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
    4.2 ประเภทของคำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
    4.3 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น
    4.4 เทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.1 ความสำคัญและความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นทักษะการคิดที่สำคัญประการหนึ่ง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

Yeam (2007 อ้างถึงใน Punia and Kamisah (2012, pp. 110-116) กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ครูหรือนักเรียนนำมาใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการสำรวจตรวจสอบโดยนักวิทยาศาสตร์ในบริบทของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เช่น ในการตรวจสอบข้อเท็จจริงและการตีความเพื่อให้เกิดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Nwosu and Okeke (1995 อ้างถึงใน Akinyemi and Afolabi (2010, pp. 234-240)) ที่กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นความสามารถทางความคิดและความสามารถทางการปฏิบัติที่จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ในแก้ปัญหาและการพัฒนาบุคคลและสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ และ กันต์ อัญชันภาติ (2549) ได้อธิบายถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า การเรียนวิทยาศาสตร์จำต้องมีทักษะที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การควบคุมตัวแปร การทดลอง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ เป็นต้น โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เหล่านี้เป็นแหล่งกำเนิดความรู้ใหม่ ประดิษฐกรรมใหม่ การค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ทางวิศวกรรม ทางแพทยศาสตร์ และอื่นๆ ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในการนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ อย่างมากมาย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหาและเป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Sandra K. Enger. & Yager, 2001) ทั้งนี้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Klopfer (1971, p. 568) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Gega (1990, p. 96) กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนคิดและรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การจำแนก การวัด การลงข้อสรุป และการทดลอง

ศึกษาธิการ (2544) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งรวมทั้งการค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมในการสังเกต การเลือกเครื่องมือ การตั้งสมมติฐาน การหาข้อยุติหรือการแสดงความคิดเห็นอย่างมีหลักเกณฑ์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป อย่างคล่องแคล่วถูกต้องแม่นยำ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548) กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (psychomotor skills / hand on skills) เพราะเป็นการทำงานของสมองและเป็นการคิดทั้งในระดับพื้นฐานและการคิดในระดับสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งเกิดจากการสืบสอบหาความรู้อย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548) ได้สรุปประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยยึดตามแนวของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรฝึกให้เกิดความชำนาญเป็นพื้นฐานก่อนทำการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต (observing)

1.2 ทักษะการจำแนกประเภท (classifying)

1.3 ทักษะการวัด (measuring)

1.4 ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space and space, space and time relationships)

1.6 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring)

1.7 ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data)

1.8 ทักษะการพยากรณ์ (predicting)

(2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (integrated science process skills) เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยการบูรณาการจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนได้ฝึกจนเกิดความชำนาญ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (hypothesizing)

2.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling the variable)

2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (operational defining of the variable)

2.4 ทักษะการทดลอง (experimenting)

2.5 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)

1.2 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเปรียบเสมือนทักษะขั้นสูงที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาและการทำการทดลองเพื่อให้เข้าใจกระบวนการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Beaumout-Walters & Soyibo, 2001) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ ซึ่งยึดตามหลักของสมาคมอเมริกันเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (AAAS., 1967, pp. 129-173) และ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์., 2548) สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (hypothesizing)	ความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป	(1) จำแนกความแตกต่างระหว่างการสังเกตที่สนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้ (2) คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าของปัญหาจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม
2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (controlling the variable)	ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาในปรากฏการณ์หนึ่ง มีตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้นและตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามซึ่งมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของสาเหตุและผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา	(1) บ่งชี้หรือบอกตัวแปรจากสถานการณ์หรือสมมติฐานที่กำหนดให้ได้ (2) ระบุ/เลือก ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมจากสมมตฐานหรือการทดลองที่กำหนดให้ได้
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (operational defining of the variable)	ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย	(1) กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยการสังเกตและวัดได้ (2) แยกแยะความแตกต่างระหว่างนิยามเชิงปฏิบัติการและนิยามทั่วไปได้ (3) บ่งชี้ตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการนิยามเชิงปฏิบัติการได้

ตารางที่ 1 (ต่อ) ความหมายและพฤติกรรมบ่งชี้ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	ความหมาย	พฤติกรรมบ่งชี้
4.ทักษะการทดลอง (experimenting)	ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานโดยปฏิบัติการหาคำตอบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง	(1) ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองอย่างถูกต้องและเหมาะสม (2) ระบุอุปกรณ์และสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองได้ (3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม (4) บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง (5) รวบรวมข้อมูลและนำเสนอสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and making conclusion)	- การแปลความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำแล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ - การลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้เป็นความรู้ใหม่ อันเป็นคำตอบของปัญหา	(1) บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (3) สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 แนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดทักษะการคิดประเภทหนึ่ง โดยนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้อธิบายถึงแนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถสรุปได้ดังนี้

หน่วยทดสอบและประเมินผลสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518) กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องแจกแจงให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษาจุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมีทั้งภาคสถานการณ์ ภาคพฤติกรรมที่คาดหวัง และเกณฑ์ในการกำหนดพฤติกรรมนั้นๆ

(1) การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่จำเป็นที่ขาดเสียมิได้ในบทหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้นก็ควรจะปรากฏในข้อสอบ

(2) การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายอยู่ที่จะกำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าไร อย่างละกี่ข้อ จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออกข้อสอบยังจะต้องทราบต่อไปอีกว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด

(3) การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงจะสามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้นๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตลอดทั้งเหมาะสมกับวัยของเด็ก ประหยัดเวลา และง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2544, p. 166) กล่าวถึง การวัดและการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 รูปแบบ คือ

(1) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-choice paper and pencil)

(2) การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment)

(ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ได้เสนอว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปนิยมใช้การทดสอบด้วยข้อเขียน เพราะเป็นวิธีการวัดและประเมินผลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและมีการประเมินในรูปแบบต่างๆ

Kabba (2008, p. 68) เสนอแนวทางการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าควรใช้การประเมินที่เน้นแนวทางการปฏิบัติ (Performance-based assessment) เนื่องจากนักเรียนสามารถแสดงความสามารถของการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง เป็นต้น จากการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมาย โดยครูกำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบขณะทำการทดลองต่างๆ จนถึงขั้นที่นักเรียนนำเสนอผลงานของตนเอง

Sandra K. Enger. and Yager (2001, p. 94) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 วิธี ดังนี้

(1) การสังเกตพฤติกรรม เป็นการสังเกตการลงมือปฏิบัติการทดลองของนักเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

(2) การประเมินจากสมุดบันทึก เป็นการให้นักเรียนบันทึกวิธีการดำเนินการทดลองขณะทำการทดลอง โดยใช้แบบประเมินแบบมาตรประมาณค่า

(3) การตอบคำถามสั้นๆ เป็นการให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบสอบประเภทต่างๆ เช่น แบบสอบแบบเลือกตอบ แบบสอบแบบเขียนตอบ เป็นต้น

Solano (2000) กล่าวถึงแนวทางการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนขณะปฏิบัติการทดลองด้วยแบบตรวจสอบรายการ และประเมินผลการทดลองด้วยแบบประเมินแบบมาตรประมาณค่า โดยครูจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองจริง

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปแนวทางการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ได้ว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสามารถกระทำได้หลากหลายวิธี เช่น การวัดโดยใช้ข้อสอบ การสังเกตพฤติกรรมขณะทำการทดลอง และการตอบคำถามสั้นๆ เป็นต้น ทั้งนี้ควรพิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ต้องการวัดและประเมินเป็นสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งประเด็นที่ศึกษาได้ ดังนี้

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากนักการศึกษาและนักวิชาการ พบว่ามีการให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Van and Frances (2001, pp. 20-32) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย มีทักษะในการปฏิบัติการ มีลักษณะเป็นแบบแผน และมีความรู้เชิงกลยุทธ์”

Third International Mathematics and Science Study (TIMMS) ที่รายงานโดย Rice and Islas (2001, pp. 5-9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่า เป็นความรู้ความสามารถระดับลึกของนักเรียนทุกคนในแต่ละระดับพัฒนาการ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548: 125) กล่าวว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน”

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 8) กล่าวว่า“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ยึดตามแนวของ Klopfer แบ่งการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความคิดเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้”

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดความสำเร็จทางการเรียนด้านความรู้ความคิดและการปฏิบัติของนักเรียนในแต่ละระดับพัฒนาการอันเกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

2.2 พฤติกรรมการเรียนรู้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบว่า ได้มีการกำหนดพฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสต์ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 11-15) กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นการวัดผลและประเมินผลการเรียนที่จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่างๆ อย่างเป็นสัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ด้านดังนี้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนมติ ข้อตกลง ลำดับขั้นและแนวโน้ม การจดจำพวกและเกณฑ์ต่างๆ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

Klopfer (อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 126-129) เสนอแนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการ โดยวัดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ 4 ด้าน คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับความจริง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ ข้อตกลง ลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ เกณฑ์ในการจำแนกประเภท เทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สำคัญ

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ และความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนทัศน์ หลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถสรุปพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการรับรู้ข้อเท็จจริงและจำเรื่องราวต่างๆได้ อาจจำแนกย่อยเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ กฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการแปลความหมายและอธิบายเกี่ยวกับข้อเท็จจริง กฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ สำรวจตรวจสอบ และการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คือ ความสามารถในการนำความรู้เกี่ยวกับกฎ ทฤษฎี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

2.3 แนวทางการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการวัดความสามารถด้านความรู้และความคิดของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการวัดทั้งหมด 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535) ได้เสนอไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่เป็นตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี และ สมมติฐาน

2. ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ เป็นกระบวนการคิดและการทำงานอย่างมีระบบ การค้นหาความรู้ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผลและการนำไปใช้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 239) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ เป็นความสามารถของนักเรียนในการให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้ ซึ่งการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ เป็นความสามารถของนักเรียนในการสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ (1) ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (2) ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่ และ (3) ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งการวัดพฤติกรรมด้านความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของนักเรียนเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริงมโนทัศน์ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความสัญลักษณ์รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในกระบวนการสืบสอบหาความรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังต่อไปนี้

(1) การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆการบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลง การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้

(2) การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหาการตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

(3) การแปลความหมายข้อสรุปและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูล ที่ได้จากการทดลอง และการสังเกต

ต่างๆ การแปลความและการขยายความจากข้อมูลภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

(4) การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย การตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่างๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหม่ๆ จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบทดลอง การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ๆ หรือปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ รวมทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินค่าตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหานั้น การประเมินผลการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ ไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ โดยทั่วไป ครูควรประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการแก้ปัญหา เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถวัดได้จากพฤติกรรม 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิดซึ่งประกอบด้วย ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ และด้านกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตั้งปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง และขั้นสรุปผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Brown (1983, p. 259) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างเอง (Teacher-Made Classroom Achievement Test) หมายถึง แบบสอบที่ผู้สอนในวิชานั้นเป็นผู้ออกข้อสอบ เพื่อใช้ในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นแบบทดสอบที่คลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรสถาบันใดสถาบันหนึ่ง เป็นการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบเรียงความ (Essay or Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหา หรือตั้งคำถามให้นักเรียนเขียนคำตอบในลักษณะบรรยายหรือพรรณนา โดยใช้ความรู้ความคิด และภาษาของตนเอง ตอบภายในเวลาที่กำหนดให้

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบตอบสั้นๆ (Objective or Short Answer) ซึ่งแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-False Test)

(2) แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

(3) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

(4) แบบทดสอบแบบเลือกคำตอบ (Multiple-Choice Test)

2. แบบทดสอบแบบมาตรฐาน (Standardized Achievement Test)หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีวิธีให้คะแนน และแปรความหมายคะแนน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบปรนัยหรือแบบตอบสั้นๆ (Objective or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่มีความเป็นมาตรฐานใน 2 ประเภท คือ

2.1 มาตรฐานในลักษณะของการสร้างเนื้อหา ข้อคำถาม มีการทดลองใช้วิเคราะห์ และทบทวนข้อคำถามอย่างมาก

2.2 มาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบและมาตรฐานการให้คะแนน ไม่ว่าจะนำแบบสอบนี้ไปใช้ที่ไหนเมื่อไร ต้องดำเนินการสอบเหมือนกันหมด และมีเกณฑ์ปกติไว้สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนอย่างชัดเจน เพื่อจะบอกได้ว่าการที่ผู้สอนได้คะแนนอย่างหนึ่งอย่างใด หมายถึง ผู้นั้นมีความสามารถเช่นไร

สสวท. (2546: 24-35) ได้เสนอแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 แบบ โดยวัดและประเมินตามองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบที่เป็นคำถามเดี่ยว สามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านการนำไปใช้ รวมทั้งมีเกณฑ์การตรวจหรือการให้คะแนนที่ชัดเจน

2. แบบเลือกตอบ 2 ตอน มีตัวเลือกถูกต้อง 1 ข้อ สามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งมีเกณฑ์การตรวจหรือการให้คะแนนที่ชัดเจน

3. แบบถูกผิดเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้และความเข้าใจแนวคิดหลัก หลักการ ทฤษฎี การแปลความหมายหรือการกำหนดตัวแปร สามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความเข้าใจ

4. แบบจับคู่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอคำหรือข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน

ส่วนที่ 1 คือ ปัญหาที่เขียนเป็นคำหรือข้อความซึ่งเป็นแนวความคิดหลักเรียงไว้เป็นแนวตั้ง 1 แถว

ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นคำหรือข้อความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหาเขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีก 1 แถว

โดยทั่วไปจำนวนข้อของ โดยทั่วไปจำนวนข้อของปัญหามีประมาณ 6-12 ข้อ และจำนวนข้อของคำตอบมีมากกว่าคำถาม ซึ่งลักษณะของแบบสอบประเภทแบบจับคู่ สามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความจำ

สสวท. (2555: 24-43) ได้เสนอแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แบบ โดยวัดและประเมินตามองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบคำถามเดี่ยวลักษณะที่ไม่มีสถานการณ์ สามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความเข้าใจ

2. แบบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น เป็นแบบสอบที่ให้นักเรียนบอกเหตุผลของการตอบคำถามที่ 1 โดยเขียนอธิบายเหตุผล รวมทั้งสามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งลักษณะตัวอย่างของแบบสอบมีดังต่อไปนี้

3. แบบเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้น ซึ่งประกอบด้วยคำสั่งและข้อความที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะมีส่วนเว้นไว้เพื่อให้เติมคำหรือข้อความสั้นๆ ที่ทำให้ข้อความข้างต้นถูกต้องหรือสมบูรณ์ นอกจากนี้ข้อสอบเขียนตอบแบบเติมคำหรือเขียนตอบอย่างสั้นอาจประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่นักเรียนตอบโดยการเขียนอย่างอิสระ แต่สถานการณ์และคำถามจะเป็นสิ่งที่กำหนดคำตอบให้มีความถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งสามารถวัดองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความจำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถของการรับรู้ที่นักเรียนได้เรียนมา สามารถสรุปประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-Made Classroom Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นมาใช้เอง ทำหน้าที่วัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเอง เป็นแบบทดสอบที่คลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรสถาบันใดสถาบันหนึ่ง เป็นการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบเรียงความ (Essay or Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหา หรือตั้งคำถามให้นักเรียนเขียนคำตอบในลักษณะบรรยายหรือพรรณนาโดยใช้ความรู้ความคิด และภาษาของตนเอง ตอบภายในเวลาที่กำหนดให้

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบตอบสั้นๆ (Objective or Short Answer) ซึ่งแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

(1) แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-False Test)

(2) แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test)

(3) แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

(4) แบบทดสอบแบบเลือกคำตอบ (Multiple-Choice Test)

2. แบบทดสอบแบบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญมีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีวิธีให้คะแนน และแปรความหมายคะแนน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบปรนัยหรือแบบตอบสั้นๆ (Objective or Short Answer)

3. รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีประเด็นที่นำเสนอ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) (2) การเรียนการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E และ (3) บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E

3.1 ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการสืบสอบมีแนวคิดพื้นฐานจากทฤษฎีสรรคนิยมซึ่งอธิบายการเรียนรู้ว่าเกี่ยวข้องกับการใช้สติปัญญา แนวทางการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้อย่างกระตือรือร้น นักเรียนเข้ามาเรียนรู้โดยมีความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเองมาด้วย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนเพื่อแปลความหมายและสร้างความหมายในการเรียน (Llewellyn, 2005)

ทฤษฎีสรรคนิยม มีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget’ s theory of cognitive development) ซึ่งอธิบายว่าบุคคลแต่ละคนพยายามที่จะนำความ

เข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือเรียกว่า“Schema” โครงสร้างทางปัญญานี้เป็นผลมาจากความพยายามทางความคิด (Mental Effort) หากการใช้ความรู้เดิมสามารถทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้องจะทำให้โครงสร้างทางปัญญาคงเดิมและมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่หากคาดคะเนไม่ถูกต้องหรือที่ เพียเจต์กล่าวว่า “เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium)” โดยภาวะที่ไม่สมดุลเกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงโลกภายนอกและโลกภายในของนักเรียนผ่านประสาทสัมผัส กลไกทางประสาท สรีรวิทยา ชีวเคมี การรับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา เรียกว่า “กระบวนการดูดซึม (Assimilation)” จะส่งผลให้เกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาโดยกระบวนการที่เรียกว่า“กระบวนการปรับให้เหมาะ (Accommodation)” ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีความหมายต่อตนเอง (ศศิธร วิทยะสิรินันท์ ทิศนา แขมมณี และพิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 32-33)

การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยมเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยจัดสภาพแวดล้อมและเหตุการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมมดุล ซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ซึ่งผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548: 24) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีสรรคนิยม คือ การที่ผู้สอนจัดกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง เพื่อให้ได้ความรู้ที่จะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 146-147)

3.2 การเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม ออกแบบการสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การคิดค้นประดิษฐ์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสื่อสารคำอธิบาย (Wu H. & Hsieh, 2006) รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E พัฒนาจากวงจรการเรียนรู้ของ Atkin and Karplus (1967) ซึ่งนำมาใช้ในการศึกษาและการปรับปรุงหลักสูตร

วิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study: SCIS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (Bybee, 2006) คือ

(1) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่เกี่ยวกับปราฏการณ์ธรรมชาติ

(2) ขั้นสร้าง (Invention) นักเรียนได้รับการแนะนำให้รู้เกี่ยวกับข้อตกลงใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่เป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษา

(3) ขั้นค้นพบ (Discovery) นักเรียนนำความรู้และข้อตกลงไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เดิม

ต่อมา Bybee et al. (1989) ได้พัฒนาขั้นตอนการเรียนการสอน 5E ในการศึกษาหลักสูตรชีววิทยา (Biological Sciences Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูต้องสร้างความสนใจและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เพื่อนำไปสู่การกำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาและสร้างความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่

(2) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) คือ ขั้นตอนของการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน ด้วยการลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด การทดลอง

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น เพื่อนำมาสู่การสรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นตอนที่เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปประยุกต์เพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจกับสถานการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมที่ได้สำรวจและค้นหา

(5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) คือ ขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียนและเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินผลนักเรียนตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

ตารางที่ 2 บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee, 2006)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	(1) กระตุ้นความความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน (2) ตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด	(1) ถามคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์นี้คืออะไร (2) แสดงความสนใจต่อหัวข้อที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	(1) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (2) สังเกตและฟังการโต้ตอบกันของนักเรียนขณะปฏิบัติการ (3) ตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ (4) ให้คำปรึกษาแนะนำ	(1) คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมที่ศึกษา (2) สร้างและตรวจสอบสมมติฐาน (3) พยายามค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและอภิปรายร่วมกับผู้อื่น (4) บันทึกผลการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	(1) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนว คิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง (2) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมแสดงหลักฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้	(1) อธิบายวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ (2) ฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ (3) ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้อื่นอธิบาย

ตารางที่ 2 (ต่อ) บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee, 2006)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	(3) ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนว คิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง (4) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมแสดงหลักฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ (5) ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้	(4) ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย (5) อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว (6) ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก/สังเกตในการอธิบาย (7) ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	(1) ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือทักษะที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ (2) ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้	(1) ประยุกต์ความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม (2) ใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษามาในการตอบคำถามหาหนทางแก้ปัญหา (3) ตัดสินใจและออกแบบการทดลองในสถานการณ์ใหม่ (4) ตรวจสอบความเข้าใจกับครูและเพื่อน

ตารางที่ 2 (ต่อ) บทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E (Bybee , 2005)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)	(1) สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดหรือทักษะที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ (2) ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน (3) แสวงหาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม (4) ให้นักเรียนประเมินตนเอง (5) ถามคำถามเพื่อประเมินการเรียนรู้ เช่น เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง นักเรียนอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่าอย่างไร	(1) ตอบคำถามโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว (2) แสดงว่ามีความรู้ ความเข้า ใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและทักษะ (3) ประเมินความก้าวหน้าและความรู้ของตนเอง (4) ถามคำถามที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบในประเด็นอื่นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีประเด็นนำเสนอ 5 ประเด็น ได้แก่ (1) ความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (2) ประเภทของคำถามในการเรียนการสอน (3) คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น (4) ลักษณะของคำถามที่ดีในการเรียนการสอนและ (5) วิธีการถามคำถามที่ดีในการเรียนการสอน แต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความสำคัญของการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

คำถามเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนการสอนและเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ การใช้คำถามเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการคิด นักการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมายนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการสอนแบบสืบสอบเป็นฐาน (inquiry-based) ร่วมกับเทคนิคการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งการใช้คำถามที่มีประสิทธิภาพของครูในการจัดการเรียนการสอนนั้นอาจอยู่ในรูปแบบของสมมติฐานที่ท้าทายและคำถามที่แสดงให้เห็นความขัดแย้งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนและช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการที่จะส่งเสริมการแสวงหาความรู้ใหม่ (Omairah O., 2009) ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม นำไปสู่ข้อสรุป อีกทั้งครูที่มีความชำนาญในการใช้คำถามก็จะช่วยยกระดับความคิดของนักเรียน ฝึกให้คิดและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักเรียงลำดับขั้นตอนในการคิดด้วย (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2527) ซึ่งสอดคล้องกับ Carin and Sund (1971) ที่กล่าวว่า “การใช้คำถามของครูช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ถ้าครูใช้คำถามที่ดี คำถามนั้นจะเป็นสิ่งเร้าและจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สนใจค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง” และ Sund and Trowbridge L. W. (1973) กล่าวว่า “ในการเรียนการสอนแบบสืบสอบนั้น การใช้คำถามเป็นวิธีการหนึ่งที่ครูใช้เพื่อช่วยนำทางนักเรียนไปในทิศทางที่ถูกต้องและให้นักเรียนได้ใช้ความคิด และท้ายที่สุดประสบผลสำเร็จในการค้นพบมโนทัศน์ หรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์”

การคัดเลือกคำถามเพื่อใช้ถามนักเรียนมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นครูจึงควรพิจารณาลักษณะของคำถามที่ดีที่จะใช้ในการเรียนการสอนด้วย นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีในการเรียนการสอน ดังนี้

Schiver (1991) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของคำถามที่ดีในการเรียนการสอนว่า คำถามที่ดีควรเป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) เพราะคำถามประเภทนี้จะช่วยให้นักเรียนมีความคิดในระดับที่ซับซ้อน ซึ่งหากได้รับการพัฒนาความคิดในระดับที่ซับซ้อนนักเรียนก็จะสามารถใช้กระบวนการคิดที่ได้รับการพัฒนาอย่างสม่ำเสมอนั้นในระดับที่สูงขึ้นไป นั่นคือระดับที่เป็นนามธรรมและระดับที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของคำถามว่าครูวิทยาศาสตร์ควรใช้คำถามปลายเปิด (Open Question) ซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องใช้ความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) และได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีในการเรียนการสอน ดังนี้

(1) มีความหมายชัดเจน ไม่คลุมเครือ ใช้ภาษาง่ายๆ ชัดเจน เจาะจง เมื่อนักเรียนฟังคำถามแล้วจะเข้าใจอย่างถูกต้อง

(2) เป็นข้อความที่กะทัดรัด และไม่ควรมีข้อคำถามหลายประเด็นพร้อมกัน

(3) เป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่ควรละข้อความบางส่วนของคำถามให้นักเรียนคิดเอง

(4) มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน มีระดับความยากง่ายพอเหมาะ ไม่เป็นคำถามที่ยากจนเกินไป หรือ ง่ายจนเกินไป

(5) เป็นคำถามที่ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม

จากความสำคัญของคำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คำถามมีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมพัฒนาการคิดและสติปัญญาของผู้เรียน ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งคำถามที่ดีและเหมาะสมในการใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ คำถามปลายเปิดซึ่งเป็นคำถามที่ทำให้เกิดการคิดในระดับสูง

4.2 ประเภทของคำถามในการเรียนการสอน

คำถามที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีหลายประเภท ซึ่งคำถามแต่ละประเภททำให้ผู้เรียนใช้ความคิดในระดับที่แตกต่างกันเพื่อหาคำตอบ นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของคำถาม ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Bloom (1956, pp. 201-207) ได้จำแนกคำถามเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของผู้เรียน โดยแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ตามระดับการใช้ความคิดจากระดับต่ำไปยังระดับสูง ดังนี้

(1) คำถามขั้นความรู้ (Knowledge) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว

(2) คำถามขั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ โดยนักเรียนจะต้องสื่อความหมายออกมาเป็นความคิดหรือคำพูดของตนเอง

(3) คำถามขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำความรู้ความจำ และความเข้าใจของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหาเรื่องใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน

(4) คำถามขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบ และหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยของข้อเท็จจริงของเรื่องราว เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการณ์หนึ่ง

(5) คำถามขั้นสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการรวบรวมหรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวมที่มีรูปแบบหรือโครงสร้างใหม่ และมีคุณภาพหรือความหมายมากกว่าเดิม

(6) คำถามขั้นประเมินค่า (Evaluating) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และสังเคราะห์มาใช้ในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่างๆ ของเหตุการณ์ หรือ ผลงานตลอดจนความคิดเห็นและทัศนคติอย่างมีหลักเกณฑ์

Cunningham (อ้างถึงใน Weigand, 1971) ได้จำแนกคำถามออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) คำถามประเภทแคบ (Narrow questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดระดับพื้นฐานหรือความคิดระดับต่ำ คำตอบของคำถามประเภทนี้เป็นข้อเท็จจริงสั้นๆ ซึ่งได้จากการจำการสังเกต คำตอบของคำถามแบบนี้สามารถทำนายได้ล่วงหน้าเพราะเป็นคำตอบที่เฉพาะเจาะจงแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ (1) คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ(Cognitive memory questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบบอกข้อเท็จจริง คำนิยามหรือข้อมูลที่จำได้ คำตอบมักจะเป็นคำตอบเดียวหรือเป็นการบอกชื่อสิ่งของ (2) คำถามที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว (Convergent questions) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบอธิบาย บอกความสัมพันธ์ เปรียบเทียบหรือบอกความแตกต่าง

(2) คำถามประเภทกว้าง (Broad questions) ผู้ตอบจะใช้ความคิดระดับสูง (Higher levels of thinking) ไม่จำกัดคำตอบที่ถูกต้อง ไม่สามารถทำนายคำตอบได้ล่วงหน้า และเป็นคำถามที่กระตุ้นให้คิด คำถามแบบกว้างนี้ต้องการให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน ทำนายหรือสรุปอ้างอิง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็น การตัดสินและความรู้สึกโดยไม่เกี่ยวข้องกับคำตอบที่ดีที่สุด ได้แก่ (1) คำถามที่มีหลายคำตอบ (Divergent questions) เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล และเรียบเรียงเป็นรูปแบบใหม่ตามความคิดริเริ่มของตน คำถามประเภทนี้เป็นการตั้งสถานการณ์ปัญหาใหม่ให้นักเรียนรวบรวมความคิด แล้วสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (2) คำถามเกี่ยวกับการประเมิน (Evaluation questions) เป็นคำถามระดับสูงที่ต้องการให้นักเรียนรวบรวมความรู้ ความคิดเห็นเพื่อ

ตัดสิน บอกคุณค่า เลือก หรือโต้แย้งด้วยตนเอง การตัดสินจะต้องมีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานเพื่อตัดสินว่า ดี-เลว หรือ ถูก-ผิด

4.3 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเป็นรายการของคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นความคิดของนักเรียนในแง่มุมที่แตกต่างจากเดิม ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาขยายโครงสร้างพื้นฐานของกระบวนการและความรู้เดิมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง เกิดจินตนาการ ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Glen,1997:67) ซึ่งจินตนาการและความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อทักษะกระบวนการทางทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) ประกอบด้วยแนวทางการถามคำถาม 9 แนวทาง ได้แก่

(1) การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น (Put to the other uses) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะนำความรู้ กระบวนการที่มีอยู่ไปประยุกต์หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อย่างไร

ตัวอย่างคำถาม

สามารถใช้แนวความคิดนี้กับบทเรียน/วิชาอื่นได้หรือไม่

ถ้าสามารถสร้างระบบที่ทำให้ผลผลิตการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด ระบบนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อย่างไร (Park & Seung, 2008: 46)

(2) การปรับเปลี่ยน (Adapt) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะเดิมของสิ่งของกระบวนการอย่างไร

ตัวอย่างคำถาม

กระบวนการใดที่สามารถปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้นได้

จะเกิดอะไรขึ้นถ้าปรับเปลี่ยนแสงที่ให้กับพืชตระกูลถั่วเป็นสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน (Park & Seung, 2008: 46)

(3) การดัดแปลง (Modify) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงบางส่วนหรือทั้งหมดของสิ่งของหรือกระบวนการเพื่อทำให้ดีขึ้น ง่ายขึ้นหรือแปลกไปจากเดิม

ตัวอย่างคำถาม

จะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการดัดแปลงกระบวนการบางอย่าง

(4) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น แข็งแรงขึ้น มากขึ้น

ตัวอย่างคำถาม

จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเพิ่มขนาดให้ใหญ่โตเกินจริง

(5) การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate**)** เป็นคำถามเพื่อให้คิดเปลี่ยนแปลงให้บางสิ่งมีขนาดเล็กลง ลดจำนวนลง

ตัวอย่างคำถาม

จะเกิดอะไรขึ้นถ้าเราดัดแปลงใบของต้นไม้โดยการลดจำนวนของใบหรือห่อใบบางใบด้วยอลูมิเนียมฟรอย (Park & Seung, 2008: 46)

(6) การแทนที่ (Substitute) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเกี่ยวกับการแทนที่หรือหาสิ่งอื่นมาทดแทนบางส่วนของสิ่งของหรือกระบวนการ

ตัวอย่างคำถาม

สามารถหาสิ่งอื่นใดบ้างมาแทนที่หรือสามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนได้หรือไม่

สามารถนำสิ่งใดมาทดแทนแล้วทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น (Park & Seung, 2008: 46)

(7) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะเป็นอย่างไรถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานมีลำดับแตกต่างจากเดิม

ตัวอย่างคำถาม

จะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการลำดับการทำงานใหม่

สามารถเปลี่ยนลำดับของขบวนการทางชีวภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร (Park & Seung, 2008: 46)

(8) การเปลี่ยนทิศทางใหม่ (Reverse) เป็นคำถามเพื่อให้คิดว่าจะเป็นอย่างไรถ้าบางส่วนของกระบวนการหรือการทำงานกลับทิศทางไปทางจากเดิม

ตัวอย่างคำถาม

จะเกิดอะไรขึ้น ถ้ากระบวนการทำงานมีทิศทางตรงกันข้ามกับกระบวนการทำงานเดิม

(9) การผนวกรวม (Combine) เป็นคำถามเพื่อให้คิดเกี่ยวกับการนำสิ่งสองสิ่งหรือมากกว่ามารวมกันเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่แตกต่างไปจากเดิม

ตัวอย่างคำถาม

สามารถนำสิ่งใดบ้างมาประกอบเข้าด้วยกันแล้วทำให้มีประโยชน์ในการใช้งานเพิ่มขึ้น

ปัจจัยใดบ้างที่สามารถรวมกันแล้วทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น (Park & Seung, 2008)

Bob Eberle ได้นำรายการคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมาพัฒนาให้ง่ายต่อการจดจำ โดยเขียนไว้ในหนังสือ ชื่อ SCAMPER: Games for Imagination Development ในปี 1971 และเรียกรายการคำถามนี้ว่า เทคนิค SCAMPER ซึ่งเป็นชื่อย่อที่เกิดจากพยัญชนะตัวแรกของแต่ละคำถามตามลำดับดังนี้ คือ การแทนที่ (Substitute) การผนวกรวม (Combine) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การดัดแปลง (Modify) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) การลดลง (Minify) การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น (Put to the other uses) ตัดออก (Eliminate) และเปลี่ยนทิศทางใหม่/จัดเรียงใหม่ (Reverse /Rearrange**)** (Michako, 2006)

Eberle (1971) คือ ผู้ที่นำเทคนิค SCAMPER มาใช้เป็นครั้งแรกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พัฒนาวิธีคิดที่มีความยืดหยุ่นและหลากหลาย โดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนระดมความคิด คิดในลักษณะที่ยังไม่ได้คุ้นเคยมาก่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาปรับปรุงความคิดของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้ (Yıldız and Israel (2001 อ้างถึงใน Sinem, 2013: 166-185) ดังที่ Michalko (2000 อ้างถึงใน Sinem, 2013: 166-185) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปรัชญาพื้นฐานของเทคนิคนี้ว่า "ความคิดทุกความคิดเกิดขึ้นจากความคิดหนึ่งที่มีอยู่แล้ว" อย่างไรก็ตาม Serrat (2009) กล่าวว่า เทคนิค SCAMPER นอกจากช่วยให้นักเรียนมีวิธีการคิดที่แตกต่างจากเดิมแล้วยังช่วยปรับปรุงทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกด้วย

Yağcı (2012: 486 อ้างถึงใน Sinem and Sertel (2013)) กล่าววว่า “SCAMPER เป็นเทคนิคการระดมความคิดที่นำมาใช้ได้จริงและมีความสนุกสนาน ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ประกอบอยู่ในวิธีการอภิปราย ซึ่งการทำให้วิธีการสอนนี้ประสบความสำเร็จได้โดยการนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Buser at al. (2011 อ้างถึงใน Sinem and Sertel (2013)) ได้ทำการศึกษาและพบว่าลักษณะสำคัญของเทคนิค SCAMPER ที่สามารถสังเกตได้มีสามลักษณะ คือ เป็นวิธีการที่ช่วยขยายความคิด มีความสำคัญต่อโครงสร้างทางความคิดสร้างสรรค์ และมีความยืดหยุ่นในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย

ตารางที่ 3 รูปแบบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด	รูปแบบคำถาม
ทักษะการตั้งสมมติฐาน 1. คาดคะเนคำตอบของปัญหาจากสถานการณ์บนพื้นฐานของความรู้เดิมและประสบการณ์เดิม 2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้	● จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อ... เพราะเหตุใด ● ถ้า...คาดการณ์ว่าจะเกิดอะไรขึ้น
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 1. บ่งชี้หรือบอกตัวแปรจากสถานการณ์หรือสมมติฐานที่กำหนดให้ได้ 2. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้	● ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการทดลองนี้ ● สิ่งใดที่เป็นสาเหตุให้การทดลองนี้แตกต่างกัน ● การทดลองนี้ควรควบคุมปัจจัยใดให้เหมือนกัน
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 1. กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้ 2. แยกแยะนิยามเชิงปฏิบัติการกับนิยามทั่วไปได้ 3. ระบุวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองได้	● มีคำ/ข้อความ/ตัวแปรสำคัญอะไรบ้าง ● บรรยาย/อธิบาย...ว่าอย่างไร ● คำ/ข้อความใดที่สนับสนุน..... ● มีวิธีการวัดอย่างไร
ทักษะการทดลอง 1. ออกแบบการทดลองโดยกำหนดวิธีทดลองอย่างถูกต้องและเหมาะสม 2. ระบุอุปกรณ์และสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลองได้ 3. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม 4. บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	● แนวทางใดที่จะใช้ในการทดลอง/ทดสอบนี้ ● จะดำเนินการศึกษาด้วยวิธีการใดและอย่างไร ● วัสดุอุปกรณ์ใดบ้างที่จะใช้ในการทดสอบสมมติฐานนี้ ● ขั้นตอนของการทดลองมี่กี่ขั้นตอนอะไรบ้าง จะมีการบันทึกข้อมูลอะไรบ้างและมีวิธีการเก็บข้อมูลอย่างไร

HULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3 (ต่อ) รูปแบบคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

พฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด	รูปแบบคำถาม
ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	
1. บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้	● สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง..กับ...ได้อย่างไร
2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้	● สรุปผลการทดลองได้อย่างไร

4.4 เทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอน

Bonwell & Eison (1991 อ้างถึงใน Omairah, 2009) แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถามในการเรียนการสอนว่า “การใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนั้นประกอบด้วย การระบุคำถามอย่างรัดกุม การพิจารณาองค์ความรู้ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดระดับของการถามคำถาม การพิจารณาลักษณะของคำถามให้มีลำดับขั้นตอนและมีความเป็นเหตุเป็นผลกัน การให้เวลาในการตอบคำถามของนักเรียนอย่างเพียงพอและส่งเสริมให้นักเรียนที่จะถามคำถามด้วยเช่นกัน” ซึ่งการใช้คำถามในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น ประกอบด้วย

(1) โครงสร้างคำถาม (Structuring)

การถามคำถามที่ดีควรประกอบด้วยคำถามที่เป็นลำดับขั้น จากคำถามที่คุ้นเคยหรือง่าย หรือจากคำถามที่ทบทวนความรู้เดิมไปสู่คำถามที่ยากและสลับซับซ้อน หรือมีการอธิบายบทเรียนก่อนหรือแจ้งจุดประสงค์ของการถามก่อนเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามของนักเรียน (Turney, Eltis, & Hatton, 1987)

(2) การกระจายคำถาม (Distributing)

การถามคำถาม ครูควรถามนักเรียนให้ทั่วถึง ไม่ว่าจะเป็นการถามทั้งชั้นเรียนหรือสุ่มถามจากตัวแทนของกลุ่ม (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2527) ควรมั่นใจว่าได้กระจายคำถามให้นักเรียนครบทุกคน เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมและรับผิดชอบต่อคำถาม ควรใช้คำถามยากและง่ายสลับกันไป เพื่อให้นักเรียนที่เรียนรู้ช้าสามารถตอบคำถามได้ (Turney et al., 1987)

(3) เวลารอคอยคำตอบ (Wait-time)

การใช้คำถามที่ดีนั้น ครูควรหยุดเพื่อเว้นระยะให้นักเรียนได้คิด ซึ่งจากการศึกษาของ Tobin (1980) และ Jones (1980) พบว่า การรอคอยคำตอบของครูประมาณ 3 วินาที จะทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเรียนสูง มีความสามารถในการลงข้อสรุป เมื่อครูใช้คำถามที่มีความชัดเจน คำถามที่เกี่ยวข้องกัน และการใช้คำถามที่มีระดับการคิดแบบต่างๆ จะทำให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น ซึ่งความตั้งใจเรียนของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนการสอนที่ดีของครู และพฤติกรรมของครู จะทำให้นักเรียนได้คิดในระดับสูง และ Turney et al. (1987) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการรอคำตอบของนักเรียน พบว่า การรอคำตอบนักเรียนน้อยกว่า 1 วินาที หากไม่ได้คำตอบจากนักเรียนแล้วมีการถามใหม่หรือเปลี่ยนคำถาม หรือตอบเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นการรบกวนการคิดของผู้เรียนให้หยุดชะงัก ผู้สอนควรเงียบรอคำตอบ 3-5 วินาที เพราะผู้เรียนอาจพูดเสริมคำตอบของตนเองหรืออาจมีคนอื่นต้องการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม แต่ไม่ควรปล่อยให้ชั้นเรียนเงียบนานกว่า 15 วินาที เพราะผู้เรียนจะรู้สึกว่านั่นคือ การทำโทษ

(4) การตอบสนองคำถามของนักเรียน (Reacting to the Response)

การตอบสนองของนักเรียนต่อคำถามเป็นไปได้ 4 ลักษณะ คือ 1) เงียบไม่ตอบ 2) ถามคำถามเพิ่มเติม 3) ตอบไม่ครบหรือไม่ตรงประเด็นที่ถาม และ 4) ตอบตรงประเด็นที่ต้องการ นอกจากครูจะต้องมีการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ต่อทุกกรณีแล้ว แต่ละลักษณะอาจมีรายละเอียดเพิ่มเติม ดังนี้ (Turney et al., 1987)

4.1 ผู้เรียนไม่ตอบคำถาม

ในกรณีนี้ ครูควรถามคำถามเดิมซ้ำ (Repeat) พร้อมสอบถามนักเรียนว่าได้ยินหรือเข้าใจคำถามหรือไม่ ประเด็นใดที่เข้าใจยากก็อธิบายประเด็นนั้นมากขึ้น หากนักเรียนยังไม่เข้าใจ ครูควรถามคำถามใหม่ (Rephrase) ด้วยรูปประโยคใหม่แต่เนื้อหาสาระยังคงเหมือนเดิม (Reword) หรือจำแนกคำถามนั้นออกเป็นคำถามที่ง่ายหลายๆ คำถาม

4.2 ผู้เรียนถามคำถามเพิ่มเติม

เมื่อนักเรียนถามคำถามเพิ่มในสิ่งที่สำคัญต่อการเรียน ครูควรเรียบเรียงข้อความใหม่ (Paraphrase) และเน้นย้ำสิ่งที่นักเรียนถามด้วยภาษาของครู เพื่อให้นักเรียนทราบว่าครูตั้งใจฟังและเข้าใจในสิ่งที่ถาม ควรกระจายคำถามนั้นในชั้นเรียนหรือนักเรียนคนอื่น รวมถึงพยายามถามคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้หรือนักเรียนในชั้นเรียนสามารถช่วยตอบคำถามได้ นอกจากนี้หากเห็นว่าคำถามนั้นเป็นคำถามที่สำคัญ อาจกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับคำถามหรือปัญหานั้นได้

4.3 ผู้เรียนตอบไม่ตรงประเด็นหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด

เมื่อนักเรียนตอบไม่ตรงประเด็นหรือไม่ถูกต้อง ครูควรถามคำถามซ้ำ ถามคำถามใหม่ หรือพยายามถามคำถามเพิ่มเติม

4.4 ผู้เรียนตอบตรงประเด็นหรือถูกต้อง

เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ครูควรชมเชยและให้กำลังใจ เพื่อให้นักเรียนกล้าแสดงออกและเกิดเจตคติที่ดีในการตอบคำถาม

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยที่ศึกษาผลของการใช้คำถามและการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Afolabi (2011) ศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์การสอน SCAMPER ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐาน ในระดับชั้นประถมศึกษา พบว่า กลยุทธ์การสอน SCAMPER มีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นกว่าวิธีการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Sibel (2011) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือคู่มือการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาลินี ผิวขม (2555) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle, 5Es) พบว่า จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 78.26 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70

ประภารัตน์ สิงหเสนา (2552) ศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพลา ทองแป้น (2552) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2541) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองทั้งในรายภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับแก้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้น หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในรายภาพรวมและในรายสมรรถภาพย่อย ยกเว้นทักษะการวัดและทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism)

ลักษณะสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้ คือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างและจัดระบบโครงสร้างความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างและปรับโครงสร้างด้วยตัวเอง
2. นักเรียนเป็นผู้ให้ความหมายกับประสบการณ์ที่ได้รับให้เป็นไปตามความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เป็นพื้นฐาน
3. การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้แลกเปลี่ยนหรือตรวจสอบความรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น
4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนแก้ปัญหาหรือสืบสอบเพิ่มเติมเพื่อลดความขัดแย้งทางความคิดของตนเองโดยนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

เป็นคำถามที่ใช้ในการกระตุ้นความคิดของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของความรู้เดิม และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง เกิดจินตนาการ ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Glenn,1997:67) ซึ่งจินตนาการและความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อทักษะกระบวนการทางทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเชิงเทคนิคใหม่ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์(Hu, 2002) ประกอบด้วยคำถาม แทนที่(Substitute) ผนวกรวม (Combine) ปรับเปลี่ยน(Adapt) ดัดแปลง(Modify) ขยาย(Magnify) ลดลง(Minify) นำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น(Put to other use) ตัดออก(Eliminate) กลับทิศทาง(Reverse) และจัดเรียงใหม่ (Rearrange)

การเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมที่มุ่งกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ในส่วนของคำถาม **Eliminate Adapt** และ **Substitute** เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนำไปสู่การกำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการตรวจสอบปัญหาตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐานโดยการค้นคว้า สำรวจตรวจสอบและปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกับการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในส่วนของคำถาม **Adapt Substitute** และ **Combine** เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง

(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้ามาวิเคราะห์ แปลผล และอภิปรายผลร่วมกันเพื่อสรุปความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในส่วนของคำถาม **Magnify Combine** และ **Eliminate** เพื่อให้นักเรียนอธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้

(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมที่ได้สำรวจและค้นหาโดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในส่วนของคำถาม **Put to other use Modify Substitute Combine Reverse** และ **Rearrange** ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเอง หรือครูเป็นผู้ตรวจสอบโดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอธิบายความรู้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการคิดเพื่อค้นหาความรู้และแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
2) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
3) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
4) ทักษะการทดลอง
5) ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

หมายถึง ความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียนอันเกิดจากการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ความรู้ความจำ
2) ความเข้าใจ
3) การนำความรู้ไปใช้

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

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

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

~X หมายถึง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เขตลาดกระบัง สังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวัดสังฆราชา เขตลาดกระบัง สังกัดสำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกโรงเรียนวัดสังฆราชา กรุงเทพมหานคร เป็นแหล่งของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาที่เป็นรูปแบบสหศึกษา มีจำนวนนักเรียนเพียงพอสำหรับการทดลอง และมีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อีกทั้งผู้บริหารและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนให้การสนับสนุนและร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งมีจำนวน 3 ห้องเรียน โดยกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบจากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างค่าคะแนนเฉลี่ย($\bar{x}$) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับกำหนดห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 ห้องเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้ง 3 ห้องเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ห้องเรียน

ห้องเรียน / ค่าสถิติ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	(F-test)
ม. 1/1	75.41	5.18	
ม. 1/2	73.58	4.72	28.33*
ม. 1/3	66.06	6.02	

*p < 0.05 และ Levene Statistic = 1.10

1.2.2 นำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบภายหลัง (Post Hoc Test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ (Pairwise Comparisons) ด้วยวิธีของ Scheffe ซึ่งพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 กับ 1/2 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 75.41 และ 73.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.18 และ 4.72 ตามลำดับ จากนั้นทำการจับฉลากห้องเรียนเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 เป็นกลุ่มควบคุม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.2 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 2 ประเภท ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์และการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งมี 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

1.1.2 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ และสร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดตามประเภทของทักษะและนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยใช้แนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของ Richard J. Rezba. (2006)

1.1.3 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน

1.1.4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบพฤติกรรมบ่งชี้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง ความถูกต้องเหมาะสมของการใช้ภาษา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

1.1.5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจพิจารณาเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้งฉบับ ในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง (Structure Validity) ความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการและพฤติกรรมบ่งชี้ของแต่ละทักษะ และความเหมาะสมของการใช้ภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม โดยจำนวนข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจำแนกตามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	จำนวนข้อ
1. การตั้งสมมติฐาน	4
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	4
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	4
4. การออกแบบการทดลอง	4
5. การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4
รวม	**20**

1.1.6 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขโดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

1) การใช้ภาษา สิ่งที่ต้องปรับปรุง มีดังนี้

1.1 เรียงคำและประโยคให้ถูกต้อง เพื่อให้อ่านแล้วสื่อความหมาย เช่น “นำขวดโหลที่มีฝาปิด จำนวน 3 ใบ มาใส่น้ำ ขวดละ 100 ml” แก้ไขเป็น “นำขวดโหล 3 ใบ ใส่น้ำขวดละ 100 ml แล้วปิดฝา”

1.2 คำย่อของหน่วยวัด เช่น ขนาด (ซม.) ควรแก้ไขเป็น ขนาด (cm.)

2) ความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก โดยข้อคำถามบางข้อมีตัวแปรที่สามารถส่งผลต่อการทดลองได้มากกว่า 1 ตัวแปร ซึ่งอาจไม่สามารถที่จะสรุปผลการทดลองได้ และตัวเลือกของข้อคำถามบางข้อมีตัวเลือกที่ถูกมากกว่า 1 ข้อ จึงตวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกให้มีความชัดเจนมากขึ้น

1.1.7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดสังฆราชา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดรายข้อในด้านความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (Brown, 1983, pp. 276-279) และตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทั้งฉบับในด้านความเที่ยง โดยใช้สูตร KR-20 (Brown 1983: 67) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) จากนั้นนำไปใช้ทดลองอีกครั้งกับนักเรียนกลุ่มเดิม ซึ่งสามารถคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในช่วงเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดไว้ข้างต้นจำนวน 20 ข้อ คือ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20–0.73 ค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.67 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.92 (รายละเอียดดังตารางที่ 20 ในภาคผนวก ง.)

1.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาตำรา หนังสือและเอกสารทั้งในและต่างประเทศ ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ได้แก่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ทิศนา แขมมณีและคณะ (2544) และ Nitko (2005) สร้าง

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดเรื่อง พลังงานความร้อน ให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ และ 3) การนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละเรื่อง ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนข้อสอบของแบบสอบผลสัมทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อนจำแนกตามหัวข้อและองค์ประกอบที่ต้องการวัด

หัวข้อ	องค์ประกอบที่ต้องการวัด			รวม (ข้อ)
	ความจำ (ร้อยละ 27)	ความเข้าใจ (ร้อยละ 30)	การนำไปใช้ (ร้อยละ 43)	
1. พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	2	1	-	3
2. เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ	1	3	2	6
3. การเกิดพลังงานความร้อน	1	-	1	2
4. การถ่ายโอนความร้อนและการใช้ประโยชน์	1	3	2	6
5. การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกัน และการใช้ประโยชน์	1	1	1	3
6. ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	2	-	2	4
7. การคำนวณค่าปริมาณความร้อน	-	-	3	3
8. สมดุลความร้อน	-	1	2	3
รวม (ข้อ)	8	9	13	30

1.2.2 สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นแบบสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน แล้วนำมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.2.3 นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านพิจารณาเพื่อหาคุณภาพของแบบสอบ ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความตรงเชิงโครงสร้าง (Structure Validity) โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (Item Objective

Congruence, IOC) เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดรรชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 (รายละเอียดดังตารางที่ 21 ในภาคผนวก ง.)

1.2.4 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

(1) ปรับปรุงข้อคำถามให้สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน ได้แก่ ข้อคำถามที่ 2 จาก “เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้เหล็กหรืออะลูมิเนียมมาทำหม้อ” เป็น “เหตุใดจึงนิยมใช้เหล็กหรืออะลูมิเนียมมาทำภาชนะที่ใช้ในการหุงต้ม” ข้อคำถามที่ 14 จาก “จากภาพข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนของน้ำในบีกเกอร์” เป็น “จากภาพการถ่ายโอนความร้อนของน้ำในบีกเกอร์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง” และข้อคำถามที่ 22 จาก “ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับค่าความจุความร้อนของสาร” เป็น “ค่าความจุความร้อนของสาร ในข้อใดกล่าวถูกต้อง”

(2) ปรับปรุงตัวเลือกตัวลวงให้เหมาะสมมากขึ้น ได้แก่ ตัวเลือกข้อที่ 3 ควรปรับจาก “ความร้อนไม่มีการเคลื่อนที่” เป็น “ความร้อนเคลื่อนที่ในอุณหภูมิที่ต่างกัน” ตัวเลือกข้อที่ 4 ในตัวเลือกควรมีหน่วยต่อท้าย เช่น จากองศาเซลเซียส เป็น องศาเซลเซียส (^{0}C) ตัวเลือกข้อที่ 7 ควรจะมีตัวเลือก 293 องศาเซลเซียส เพราะจะเป็นตัวลวงที่ดี และตัวเลือกข้อที่ 29 จาก “อุณหภูมิของน้ำมีการถ่ายโอนพลังงานให้สิ่งแวดล้อม เช่น บีกเกอร์เทอร์โมมิเตอร์และอากาศรอบๆ บีกเกอร์ทำให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำร้อนไม่เท่ากับอุณหภูมิที่ลดลงของน้ำเย็น” ควรเขียนเป็น “อุณหภูมิของน้ำมีการถ่ายโอนพลังงานทำให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำร้อนไม่เท่ากับอุณหภูมิที่ลดลงของน้ำเย็น”

(3) ควรสลับตัวเลือกโดยเรียงลำดับตามความสั้นยาวของข้อความ

1.2.5 นำแบบวัดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง พลังงานความร้อนมาแล้ว เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบรายข้อ โดยแบ่งการวิเคราะห์แบบสอบเป็น 2 ส่วน คือ

(1) วิเคราะห์ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ (Test Analysis Program:TAP) โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกแบบสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544: 222) พบว่าแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความยาก (Difficulty) อยู่ในช่วง 0.47-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) อยู่ในช่วง 0.20-0.60 (รายละเอียดดังตารางที่ 22 ในภาคผนวก ง.)

(2) วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson พบว่า แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80

1.2.6 นำแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเป็นครั้งสุดท้ายเพื่อพิจารณาอนุมัติ ให้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากลุ่มตัวอย่างต่อไป (แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในภาคผนวก ค.)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มีขั้นตอนดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.2.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน และศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E และการเรียนการสอนที่ใช้เทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น จากเอกสาร ตำรา วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 กำหนดเนื้อหาและจำนวนคาบเรียน เพื่อจัดทำแผนสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ซึ่งแบ่งได้เป็น 8 แผน จำนวน 26 คาบ สรุปได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 **เนื้อหาและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง พลังงานความร้อน**

แผนลำดับที่	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	3
2	เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ	4
3	การเกิดพลังงานความร้อน	3
4	การถ่ายโอนความร้อนและการใช้ประโยชน์	3
5	การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกันและการใช้ประโยชน์	3
6	ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	4
7	การคำนวณค่าปริมาณความร้อน	3
8	สมดุลความร้อน	3
	รวม	**26**

2.2.3 สร้างคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นโดยคำนึงถึงเนื้อหา และลักษณะกิจกรรมของแต่ละขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ 5E ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ (คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ในภาคผนวก จ.)

2.2.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ ตามเนื้อหาและจำนวนคาบที่กำหนด โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและกลุ่มเปรียบเทียบที่จัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป รายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองแบบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น	การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
(1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมที่มุ่งกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การแทนที่ (Substitute) เพื่อให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนำไปสู่การกำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ	1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูกระตุ้นความสนใจและทบทวนประสบการเดิมของนักเรียนให้เกิดความสนใจในการเรียน และเกิดปัญหาทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนา ตั้งคำถาม เป็นต้น
(2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนทำการตรวจสอบปัญหา ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่ต้องการศึกษา ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน โดยการค้นคว้า สำรวจตรวจสอบและปฏิบัติการทดลอง ซึ่งครูมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกับการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นได้แก่ การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาแนวทางในการตรวจสอบปัญหาและหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง	2.ขั้นกิจกรรม ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนทำการสืบค้นหาข้อมูล และการปฏิบัติการทดลอง ด้วยตนเอง

ตารางที่ 8 (ต่อ) เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น	การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
(3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้ามาวิเคราะห์แปลผล และอภิปรายผลร่วมกันเพื่อสรุปความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การลดลง/ตัดออก (Minify/Eliminate) การขยาย/เพิ่ม (Magnify) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนอธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้	3.ขั้นสรุป ครูนำนักเรียนอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สำคัญของบทเรียน
(4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์เดิมที่ได้สำรวจและค้นหาโดยครูใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ การนำไปใช้เพื่อประโยชน์อื่น(Put to the other uses) การดัดแปลง (Modify) การปรับเปลี่ยน (Adapt) การแทนที่ (Substitute) และการผนวกรวม (Combine) เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ยืนยันความคิดและความเชื่อของตน ปรับความคิดให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป	
(5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือตรวจสอบความถูกต้องของความรู้โดยนักเรียนเองหรือครูเป็นผู้ตรวจสอบโดยใช้คำถาม เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอธิบายความรู้	

2.2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น ความถูกต้องภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก.) ตรวจพิจารณาความถูกต้องภาษาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ดังนี้

(1) ด้านเนื้อหาสาระ เสนอให้พิจารณาสาระสำคัญควรเขียนให้ครอบคลุมจุดประสงค์ และมีความชัดเจนไม่ต้องมีการกล่าวนำ

(2) ด้านขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน เสนอให้ปรับแก้ดังนี้

2.1 ขั้นสำรวจและค้นหา ซึ่งควรเพิ่มกิจกรรมการคัดเลือกการออกแบบการทดลองของนักเรียนที่ถูกต้อง เพื่อนำมาใช้ทำกิจกรรมการทดลองจริงตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดลองมาสรุปแล้วจึงนำเสนอตารางพลังงานความร้อนในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

2.2 ขั้นขยายความรู้ ควรพิจารณากิจกรรมให้สอดคล้องกับคำจำกัดความ คือ เป็นการนำความรู้จากการทดลอง การอธิบายและลงข้อสรุป มาใช้อธิบายสถานการณ์ใหม่หรือเป็นการปรับความคิดให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ควรพิจารณาว่าบทเรียนมีความรู้ที่สรุปได้คืออะไรแล้วนำประเด็นหลักนั้นมาขยายความรู้ทั้งในเชิงประยุกต์ และให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนมากขึ้น

(3) ด้านการใช้ภาษา เสนอให้ปรับแก้ โดยเปลี่ยนหน่วยที่ใช้วัดจากหน่วยนิ้วเป็น เซนติเมตร แก้ไขคำผิด และตัดสัญลักษณ์ (,) ออกจากประโยค

(4) ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เสนอให้ปรับแก้ตารางบันทึกผลโดยควรออกแบบตารางบันทึกผลให้คอลัมภ์ตัวแปรต้นอยู่ทางด้านซ้ายและตัวแปรตามอยู่ทางด้านขวา และควรมีชื่อตารางบันทึกผล และเขียนสรุปรวม สื่อที่ใช้โปรแกรม Power point ไว้ในข้อเดียวกัน

2.2.7 นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดลาดกระบัง ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 การเตรียมนักเรียนและการเก็บข้อมูลก่อนดำเนินการทดลอง

4.1.1 แนะนำรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา การวัดและประเมินผลให้แก่นักเรียนทั้งสองกลุ่ม

4.1.2 แนะนำวิธีการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองเข้าใจ

4.1.3 ทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในสัปดาห์แรกก่อนดำเนินการทดลอง โดยใช้เวลาในการสอบ 30 นาที

4.2 การดำเนินการทดลองและการเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นกับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไปกับกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้ระยะเวลาในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากัน คือ ระยะเวลา 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน เพื่อนำคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาทำการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ค่าสถิติสำเร็จรูป SPSS for windows ดังนี้

(1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.1 วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

1.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งก่อนและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test independent) แบบกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

(2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 วิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test independent) แบบกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

2.2 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง จากนั้นทำการประเมินผลโดยนำค่าเฉลี่ยร้อยละเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกรมวิชาการ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2550: 4) ดังปรากฏในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 **เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

ช่วงคะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
80-100	มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก
70-79	มีความสามารถอยู่ในระดับดี
60-69	มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง
50-59	มีความสามารถอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
0-49	มีความสามารถอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.3 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองกับเกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกรมวิชาการ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2550: 4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	df	t-test
กลุ่มทดลอง	20	8.00	40.00	1.71	33	.76
กลุ่มเปรียบเทียบ	20	7.67	38.35	1.82	33	

$t_{.05}$ = .45

จากตารางที่ 10 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.00 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.71 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.00 ขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.67 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.82 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.35 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.2.1 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	df	t-test
กลุ่มทดลอง	20	13.67	68.35	1.22	33	7.46*
กลุ่มเปรียบเทียบ	20	11.29	56.45	1.40	33	

*p < .05

จากตารางที่ 11 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.67 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.22 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยนร้อยละ 68.35 ขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 11.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.40 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 56.45 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนรายทักษะของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยการเปรียบเทียบคะแนนรายทักษะหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายทักษะของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าทางสถิติ / ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			df	t-test
		$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.		
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	20	2.65	52.94	.49	2.21	55.14	.41	33	4.05*
2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	20	2.79	55.88	.41	2.55	51.18	.50	33	2.11*
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	20	2.56	51.18	.50	1.85	37.06	.66	33	4.97*
4. ทักษะการทดลอง	20	2.62	52.35	.55	2.00	40.00	.43	33	5.17*
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	20	3.06	61.18	.42	2.68	53.53	.59	33	3.08*

*p < .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 12 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการทดลองทุกทักษะสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังทดลองสูงกว่าร้อยละ 50 เพียง 2 ทักษะ คือ ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.53 และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.18 ในขณะที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปเท่ากับ 3.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.18 และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เท่ากับ 2.79 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.88

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.12 ทักษะการทดลองมีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 37.06 ในขณะที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการตั้งสมมติฐานเท่ากับ 2.65 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.94 ทักษะการทดลอง 2.62 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 52.35 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 2.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.18 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นรายทักษะ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทักษะสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

1.3 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

1.3.1 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) ปรากฏผล ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t-test
		$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.		
กลุ่มทดลอง	20	8.00	40.00	1.71	13.67	68.35	1.22	33	15.76*

*p < .05

จากตารางที่ 13 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนเรียนเท่ากับ 8.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.71 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 13.67 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.22 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 68.35 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายทักษะของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) ปรากฏผล ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการรายทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ค่าทางสถิติ / ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			df	t-test
		$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.		
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	20	1.47	29.41	.56	2.65	52.94	.49	33	9.23*
2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	20	1.82	36.47	.52	2.79	55.88	.41	33	8.54*
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	20	1.15	22.94	.56	2.56	51.18	.50	33	10.95*
4. ทักษะการทดลอง	20	1.38	27.64	.49	2.62	52.35	.55	33	9.74*
5. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	20	2.21	44.11	.64	3.06	61.18	.42	33	6.48*

*p < .05

จากตารางที่ 14 แสดงคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายทักษะพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม โดยคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปมีคะแนนสูงสุด คือ 2.21 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.11 และทักษะที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 22.94

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทุกทักษะสูงกว่าร้อยละ 50 โดยทักษะที่มีคะแนนสูงสุด คือ ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 3.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.18 รองลงมาคือ ทักษะการกำหนดและควบคุม

ตัวแปร มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.79 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 55.88 ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.65 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.94 และทักษะการทดลอง มีคะแนนฉลี่ยเท่ากับ 2.62 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.35 ตามลำดับ ส่วนทักษะที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.18 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายทักษะ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทุกทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน

2.1 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป โดยการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test independent) ปรากฏผลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ค่าทางสถิติ / กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ร้อยละ	S.D.	df	t-test
กลุ่มทดลอง	30	21.29	70.97	2.80	33	2.72*
กลุ่มควบคุม	30	19.26	64.20	3.31	33	

*p < .05

จากตารางที่ 15 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 21.29 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.80 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.97 ขณะที่กลุ่มควบคุมมี

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 19.26 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.31 คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 64.20 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองโดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ สูงกว่าร้อยละ 70 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2550: 4) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}$ ร้อยละ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังเรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นของนักเรียนกลุ่มทดลอง(n=34)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$ ร้อยละ
กลุ่มทดลอง	30	21.29	2.80	70.97

จากตารางที่ 16 พบว่าหลังจากที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน เท่ากับ 21.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละที่กำหนดไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น 2) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) ศึกษาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและ 4) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นและนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดสังฆราชา ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียนการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดสังฆราชา สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 34 คน โดยกำหนดเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับคำถามตามแนวคิดของออสบอร์น และกลุ่มเปรียบเทียบ คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตัวเอง โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเก็บข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. หลังเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป

3. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบทั่วไป

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลแบ่งเป็น 2 ประเด็น คือ 1) ผลของการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ 2) ผลของการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5Eร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่พบว่า วงจรการเรียนรู้ 5E ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติการทดลอง ภายหลังการทดลองสอนสูงกว่าก่อนทดลองสอน (เปรมจิตร บุญสาย, 2541) และคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามซึ่งผู้วิจัยออกแบบขึ้นหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง (กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2541) เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการคาดคะเนคำตอบจากปัญหาที่ต้องการศึกษา กำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา วางแผนและออกแบบการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยทำการทดลอง สำรวจหรือการสืบค้นข้อมูล มีการสื่อสารภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม กิจกรรมดังกล่าวนี้สามารถทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร และทักษะการทดลอง นอกจากนี้ครูยังมีการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรและทักษะการทดลอง

ตัวอย่างคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการดังกล่าว เช่น

ทักษะการตั้งสมมติฐาน	● การขยาย/เพิ่ม (Magnify) - ถ้าใช้เมล็ดถั่วลิสงที่ขนาดใหญ่ขึ้นผลการทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร แล้วเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	● การแทนที่ (Substitute) - ในการทดลองนักเรียนสามารถใช้สิ่งใดแทนเมล็ดถั่วลิสงได้บ้าง เพราะอะไร
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	● การผนวกรวม (Combine) - ข้อความใดเมื่อนำมารวมกันแล้วแสดงให้เห็นถึงการดูดกลืนของแสงได้ชัดเจนและเหมาะสมที่สุด
ทักษะการทดลอง	● การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) - จัดเรียงขั้นตอนการทดลองอย่างไรให้เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานที่กำหนดให้ (Rearrange)

การใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ได้นั้น ดังที่ Yıldız (2001 อ้างถึงใน Sinem & Sertel, 2013) ได้กล่าวถึงการใช้คำถาม SCAMPER ซึ่งเป็นเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นไว้ว่า “คำถาม SCAMPER เป็นแรงผลักดันให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดที่แตกต่างกันไปซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาปรับปรุงความคิดของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้” ตลอดจนการใช้คำถาม SCAMPER ในการจัดการเรียนการสอนนั้นยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง มีความคิดริเริ่ม

และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความคิดริเริ่มมีความสำคัญต่อทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและวิธีการเทคนิคใหม่ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Aday, 2002)

1.2 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนได้อภิปรายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจค้นหาร่วมกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ความถูกต้องของผลการศึกษา ตลอดจนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งนำมาสู่ข้อสรุปและนำเสนอผลการศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในส่วนของทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ระหว่างการจัดกิจกรรมครูมีการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่ช่วยพัฒนาทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น

- การจัดเรียงใหม่ (Rearrange)
  - นักเรียนจะนำความรู้หรือข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเรียบเรียงใหม่อย่างไร เพื่อให้ได้ข้อสรุปของกิจกรรมการทดลอง
- การผนวกรวม (Combine)
  - ข้อความใดที่นำมารวมกันแล้วสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเชื้อเพลิงกับพลังงานความร้อนได้ดีที่สุด

Yağcı (2012 อ้างถึงใน Sinem & Sertel, 2013) กล่าวว่า “คำถาม SCAMPER เป็นเทคนิคการอภิปรายและการระดมความคิดที่นำมาใช้ได้จริงและทำให้เกิดความสนุกสนานในการเรียน” ซึ่งเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับปัญหาที่ศึกษา อธิบายความเป็นไปได้ของคำตอบจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้เพื่อให้ได้ข้อค้นพบจนนำมาสู่ข้อสรุปในเรื่องที่ศึกษาได้

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเป็นรายทักษะ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีคะแนนสูงสุด คือ ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปสูงสุด คือ 3.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.18 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.18 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry Approach) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย คือ การถามคำถาม การออกแบบสำรวจข้อมูล การสำรวจข้อมูล การวิเคราะห์

และสรุปผล การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการสื่อสารคำอธิบาย (Wu H. & Hsieh, 2006) เป็นการเรียนการสอนที่ครูมุ่งให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมการอภิปรายระหว่างครูและนักเรียนโดยครูใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การค้นพบคำตอบและข้อสรุปของบทเรียนด้วยตัวของนักเรียนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข, 2548) โดยในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบแบบทั่วไป และนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น มีโอกาสนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้ามาวิเคราะห์ แปลผลและอภิปรายผลร่วมกันเพื่อสรุปความรู้ในเรื่องที่ศึกษาด้วยตัวนักเรียนเองในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นผลให้นักเรียนสามารถแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทดลองและสรุปเป็นความรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปของกลุ่มทดลองและควบคุมหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปสูงที่สุดเช่นเดียวกัน

2. ในส่วนของทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนต้องมีความรู้เรื่องวิธีการตรวจสอบข้อมูล มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำหรือข้อความจากสถานการณ์หรือสมมติฐานที่กำหนดให้ตลอดจนสามารถเขียนเรียบเรียงประโยคเพื่อกำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาว่าสามารถวัดและทำการทดลองได้อย่างไร ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนจะได้ฝึกทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง แต่การสอนครั้งนี้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการทดลองและฝึกการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรเพียง 4 ครั้งเท่านั้น และด้วยเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ เป็นเนื้อหา เรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางกายภาพและมีลักษณะที่เป็นนามธรรมซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน จึงอาจเป็นสาเหตุให้นักเรียนยังไม่สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 70.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสูงกว่าควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sibel & Sema (2011) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ

วงจรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้หนังสือคู่มือการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และงานวิจัยของ ประภารัตน์ สิงหเสนา (2552) ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

1.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป(Explanation) ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและค้นคว้ามาวิเคราะห์ แปลผล และอภิปรายผลร่วมกันเพื่อสรุปความรู้ในเรื่องที่ศึกษา โดยนักเรียนได้พิจารณาเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย (ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) และการที่นักเรียนได้อภิปรายผลการศึกษา แลกเปลี่ยนประสบการณ์และตรวจสอบความรู้ความเข้าใจซึ่งกันและกันจะช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Von Secker (2002) ที่พบว่าการให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม และการกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญมาใช้ในการอธิบายข้อค้นพบของตนเองนั้นมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้การสอนแบบสืบสอบโดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำการทดลองและใช้ทักษะการคิดร่วมกันเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ เป็นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาโดยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นมากที่สุด (Wise, 1996)

2. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ที่มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ได้สำรวจและค้นหา ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความเข้าใจที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนที่แม่นยำยิ่งขึ้นตลอดจนยังอาจก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่จะศึกษาต่อไปได้

3. นักเรียนได้ฝึกการคิดเพื่อตอบคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่ครูถามระหว่างเรียน คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นเป็นคำถามที่ถูกกำหนดโครงสร้างขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาพื้นฐานของความรู้เดิม โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลายแนวทาง เกิดจินตนาการ ความคิดริเริ่มและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Glen, 1997) ตลอดจนเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาปรับปรุงความคิดของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Afolabi (2011) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคคำถาม SCAMPER สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูที่สนใจนำรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรเตรียมความพร้อมก่อนทำการสอนโดยศึกษาความหมายและตัวอย่างคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในแต่ละแนวทางก่อนนำคำถามไปใช้ และดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนที่ต้องการสอนว่าในเนื้อหานั้นสามารถสร้างคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในแนวทางใดได้บ้าง ซึ่งเมื่อสิ้นสุดบทเรียนนักเรียนควรจะได้รับการถามคำถามครบทุกแนวทางเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาผู้เรียน

1.2 การนำคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมาใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการครูผู้สอนควรพิจารณาเลือกบทเรียนในการสอนที่มีเนื้อหากิจกรรมการทดลองมากกว่าบทเรียนที่มีเนื้อหาบรรยาย เนื่องจากในการทำการทดลองนักเรียนมีโอกาสได้ตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในส่วนของทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนประสบปัญหาในการเรียบเรียงประโยคเพื่อกำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาว่าสามารถวัดและทำการทดลองได้อย่างไร ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรของนักเรียน

2.2 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นมีลักษณะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งรอบตัวที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้หลากหลายแนวทาง คิดในลักษณะที่ยังไม่ได้คุ้นเคยมาก่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาปรับปรุงความคิดของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการค้นคว้าหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการทำกิจกรรมในห้องเรียน ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาผลของคำถามตามแนวคิดของออสบอร์นที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

รายการอ้างอิง

AAAS. (1967). *Science-A Process Approach Commentary for Teacher*. Washington, DC: AAAS.

Afolabi, F. (2011). Inculcating creativity in basic science and technology classroom for effective learning of process skills *IRCAB Journal of Arts and Education* (pp. 297-301).

Akinyemi, O. A., & Afolabi , F. (2010). Analysis of science process skill in West African senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria. *American-Eurasian Journal of Scienctific Research,* 5(4), 234-240.

Bati, K., Erturk, G., & Kaptan, F. (2009). The Awareness Level of Pre-school Education Teachers Regarding Science Process Skill. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2(2), 1993-1999.

Beaumout-Walters, Y., & Soyibo, K. (2001). An Analysis of High School Students' Performance on Five Integrated Science Process Skills. *Research in Science & Technological Education,* 19, 133-145.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals (Handbook I: Cognitive Domain)*. New York: David Mckay.

Brown, F. G. (1983). *Principles of Educational and Psychological Testing* (3 ed.). New York: CBS College Publishing.

BSCS. (2005). Learning theory and the BSCS 5E instructional model. Retrieved January 26, 2012 http://www.bscs.orge/page.asp?pageid=0/2

Bybee, R. W. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. Retrieved Jane, 16, 2013 http://science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf

Carin, A. A., & Sund, R. B. (1971). *Developing Questioning Techniques: A Self-concept Approach*. Ohio: Bell & Howell.

Gega, P. C. (1990). *Science in Elementary Education* (6 Ed.). New York: Mac-Millan.

Glen, R. (1997). Scamper for student creativity. *Education Digest,* 62(6), 67–68.

Hu, W., & Adey, P. A. (2002). Scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education,* 24(4), 389-403.

Kabba, C. (2008). Performance-based assessment. *Science Teaching,* 75(8), 68-72.

Karsli, F., Yaman, F., & Ayas, A. (2009). Prospective chemistry teachers' competency of evaluation of chemical experiments in terms of science process skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2, 778-781.

Klopfer, E. L. (1971). *Handbook of Formative and Summative Evaluative of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.

Llewellyn, D. (2005). *Teaching High School Science Through Inquiry*. California: Corwin Press and National Science Teachers Association Press.

Michako, M. (2006). *Thinker Toys: A handbook of creative-thinking techniques*. Berkeley: Ten Speed Press.

Newby, D. E. (2004). Using inquiry to connect young learners to science. Retrieved July 20,2011http://www.nationalcharterschools.org/uploads/pdf/resource_20040617125804_Using%20Inquiry.pdf

Nitko, A. J. (2005). *Educational assessment of students*. New Jersey: Pearson Education, Inc.

NRC. (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academic Press.

Omairah O. (2009). Teacher' questioning techniques and their potential in heightening pupils'inquiry. *International Conference on Primary Education*, 1-18.

Park, S., & Seung, E. (2008). Creativity in the science classroom. Retrieved August 15, 2013, from The Science Teacher http://learningcenter.nsta.org/files/tst0809_45.pdf

Punia, T., & Kamisah, O. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 59, 110-116.

Rice, R. C., & Islas, M. R. (2001). TIMMS and the influence of the instructional leader on mathematics and science performance. *NASSP Bulletin,* 85(623), 5-9.

Richard J. Rezba. (2006). *Learning and Assessing Science Process Skills*. United States of America: Kendall/Hunt Publishing Company.

Sandra K. Enger., & Yager, R. E. (2001). *Assessing Student Understanding in Science*. California: Crowin Press,Inc.

Schiver, S. W. (1991). *A Comprehensive Approach to Teaching Thinking*. Boston: Allyn & Bacon.

Sibel, A., & Sema, A. Y. (2011). Effect of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 15, 2459-2462.

Sinem, T., & Sertel, A. (2013). Application of the six thinking hats and SCAMPER technique on the 7th grade course unit "Human and Environment": An exemplary case study. *Mevlana International Journal of Education,* 3(4), 166-185.

Solano, G. (2000). Teaching and Assessing Science Process Skills in Physics. *Science Activities,* 37(1), 31-37.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Sund, R. B., & Trowbridge L. W. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. Ohio: Bell & Howell.

Turney, C. E., Eltis, K. J., & Hatton, N. e. a. (1987). *Sydney Micro Skills: Redeveloped Series* 1 *Handbook: Reinforcement, Basic Questioning,* : Sydney University Press.

Van, V., & Frances, L. (2001). Interactive science homework: an experiment in home and school connections. *NAPPS Bulletin,* 85(627), 20-32.

Von Secker, C. E. (2002). Effect of inquiry-based teacher practices on science excellence and equity. *The Journal of Educational Research,* 95(3), 151-160.

Wise, K. C. (1996). Strategies for teaching science: What work? *The Clearing House,* 69, 337-338.

Wu H., & Hsieh, C. (2006). Developing sixth grades' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education,* 28(11), 1289-1313.

ภาษาไทย

กันต์ อัญชันภาติ. (2549). นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา (อลิศรา ชูชาติ, อมรา รอดดารา & ส. สกลรัตน์ Eds.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2541). ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ข้อมูลข่าวสารอาเซียน, ศูนย์. (2556). STEM Educationหรือระบบ“สเต็มศึกษา”แก้ปัญหาระบบการศึกษาไทยได้หรือ (ออนไลน์). Retrieved 16 พฤษภาคม 2557 http://www.aseanthai.net/special-news-detail.php?id=127

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2541). วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ: กองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2527). เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ (2 ed.). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทดสอบทางการศึกษา, สำนักงาน. (2556). ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). Retrieved 16 พฤศจิกายน 2555 http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat

ทิศนา แขมมณีและคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

นงนุช สหัสดี. (2545). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประภารัตน์ สิงหเสนา. (2552). ผลของการใช้วงจรการเรียนรู้ *5E* ร่วมกับแผนผังเชิงโต้แย้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปรมจิต บุญสาย. (2541). การพัฒนาหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง. (ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์., (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ (2 ed.). กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงค้า, (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วาลินี ผิวขม. (2555). ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2518). รายงานการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยทดสอบและประเมินผล,
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. Retrieved 11 มีนาคม 2555 http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2553). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. Retrieved 1 กรกฎาคม 2557 http://www.ipst.ac.th/

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2555). บทสรุปผลการวิจัย TIMSS 2011 (ด้านนักเรียนและครูผู้สอน). Retrieved 16 พฤศจิกายน 2556 http://www.ipst.ac.th/

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.

สุพลา ทองแป้น. (2552). ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2. กรุงเทพฯ: เจเนอร์รัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์พรเทพ จันทราอุกฤษฎ์	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
อาจารย์กัลยกร สุขขุม	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามโก้วิทยาคม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ดร.ปรีชาญ เดชศรี	รองผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ ดร.สุขุมาภรณ์ สุขขุม	อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองคำ	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์อุทัยรักษ์ นวลนุกูล	ผู้ช่วยหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนราชินี (ฝ่ายมัธยม)
อาจารย์อัครเดช จำนงค์ธรรม	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาหลวง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีคำตอบให้เลือก 4 ตัวเลือก คือ ก. ข. ค. และ ง.
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบที่แนบมากับแบบวัด

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.		X		
2.			X	

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องคำตอบใหม่ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.		X		X
2.	X		X	

4. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการฉบับนี้พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดไม่ได้คะแนน ดังนั้นแบบวัดนี้จึงมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน
5. เวลาที่ใช้ในการสอบ 30 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

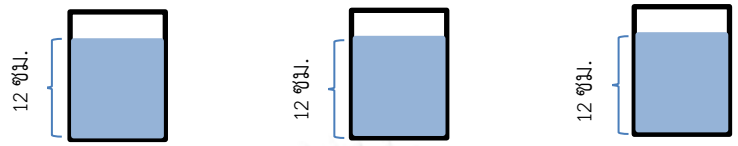
ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบวัดชุดนี้ด้วยความตั้งใจ
ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

ตารางที่ 17 พฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัดของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	พฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด	ข้อที่
การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 20)	● คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยการสังเกต และใช้ความรู้ รวมทั้งประสบการณ์เดิมได้ ● แยกแยะข้อมูลจากการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานได้	1,3 2,4
การกำหนดและควบคุมตัวแปร (ร้อยละ 20)	● บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ จากสถานการณ์หรือสมมติฐานที่กำหนดให้ได้ ● บ่งชี้หรือกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้	5,7 6,8
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (ร้อยละ 20)	● กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้	9-12
การทดลอง (ร้อยละ 20)	● กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม	13-16
การแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 20)	● แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ ● บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้	17,20 18,19
รวม		**20**

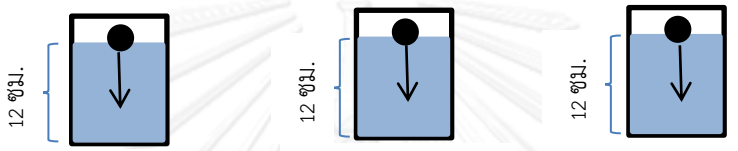
ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1. ทำการทดลองโดยนำขวดโหล 3 ใบ มาบรรจุของเหลว 3 ชนิดในปริมาณที่เท่ากัน คือ น้ำ, น้ำยาล้างจานและน้ำมันพืช ตามลำดับ



ก. น้ำ ข. น้ำยาล้างจาน ค. น้ำมันพืช

หย่อนก้อนวัตถุตันทรงกลมที่มีรัศมีขนาด 2 เซนติเมตร ลงในภาชนะทั้งสามใบ ดังรูป



ก. น้ำ ข. น้ำยาล้างจาน ค. น้ำมันพืช

จับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ลงถึงก้นขวดได้ผลตามตาราง

ชนิดของของเหลว	เวลาที่ก้อนวัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ (วินาที)
น้ำ	2.10
น้ำยาล้างจาน	4.16
น้ำมันพืช	3.53

ตาราง 1.1 แสดงเวลาที่ก้อนวัตถุใช้ในการเคลื่อนที่ต่อวินาที

จากการทดลองเป็นการตรวจสอบสมมติฐาน ในข้อใด

ก. อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก

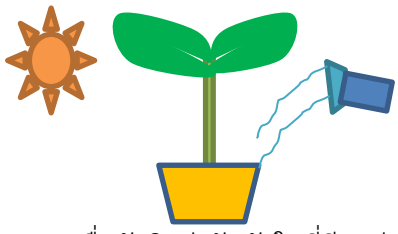
ข. อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ

ค. อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับความหนืดของของเหลว

ง. อัตราเร็วในการตกของวัตถุในของเหลวขึ้นอยู่กับขวดโหลที่ใช้

(เฉลย ข้อ ค.)

2. ทำการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความสูงของต้นพืช ซึ่งปัจจัยที่นักเรียนจะทำการทดสอบ คือ ปริมาณแสง ปริมาณความชื้น และชนิดดิน



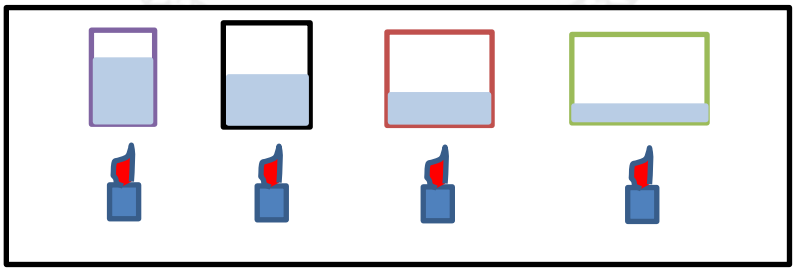
ข้อความใดต่อไปนี้ที่สามารถทดสอบเพื่อตัดสินว่าปัจจัยใดที่มีผลต่อความสูงของต้นพืช

ก. ต้นพืชที่อยู่ในที่ที่มีแสงความสูงของต้นไม้จะเพิ่มขึ้น
ข. เมื่อปริมาณแสงแดดมากขึ้นความชื้นภายในต้นพืชจะลดลง
ค. ต้นพืชที่อยู่ในที่ที่มีแสงจะมีสีเขียวมากกว่าพืชที่อยู่ในที่มืด
ง. ต้นพืชที่อยู่ในดินทรายจะสูญเสียน้ำมากกว่าพืชที่อยู่ในดินเหนียว

(เฉลย ข้อ ก.)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

5. ทำการทดลองโดยเทน้ำปริมาณที่เท่ากันลงในภาชนะ 4 ใบที่ทำจากวัสดุประเภทเดียวกันแต่มีขนาดแตกต่างกัน จากนั้นให้ความร้อนกับภาชนะด้วยปริมาณเท่ากัน และจับเวลาที่ใช้ในการต้มให้น้ำเดือดของภาชนะแต่ละใบ

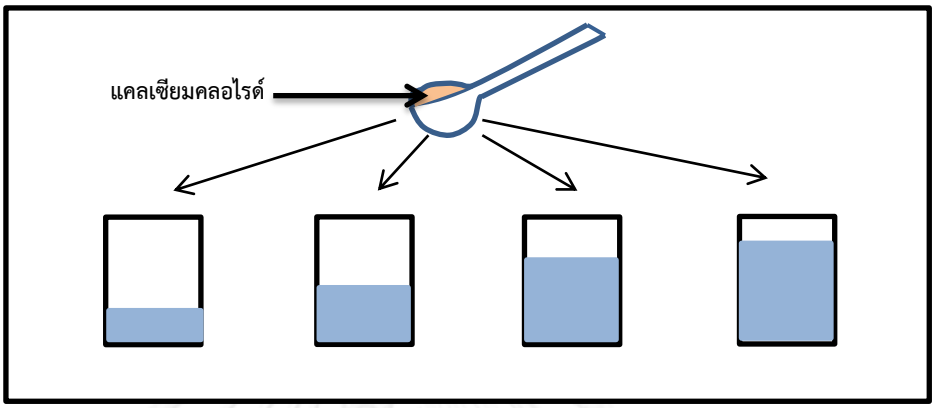


จากการทดลอง ข้อใดต่อไปนี้ที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำให้เดือด

ก. รูปร่างของภาชนะ
ข. ปริมาณน้ำในภาชนะ
ค. ขนาดของภาชนะ
ง. ปริมาณความร้อนที่ใช้

(เฉลย ข้อ ค.)

8. จากภาพทำการทดลองโดยใส่น้ำในบีกเกอร์แต่ละอันในปริมาณที่แตกต่างกัน จากนั้นใส่แคลเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่เท่ากันลงในบีกเกอร์แต่ละใบ แล้วทำการคนให้สารละลายจนหมด จากนั้นวัดอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแต่ละบีกเกอร์



จากการทดลองข้อใดระบุ **ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) , ตัวแปรตาม** ได้ถูกต้อง

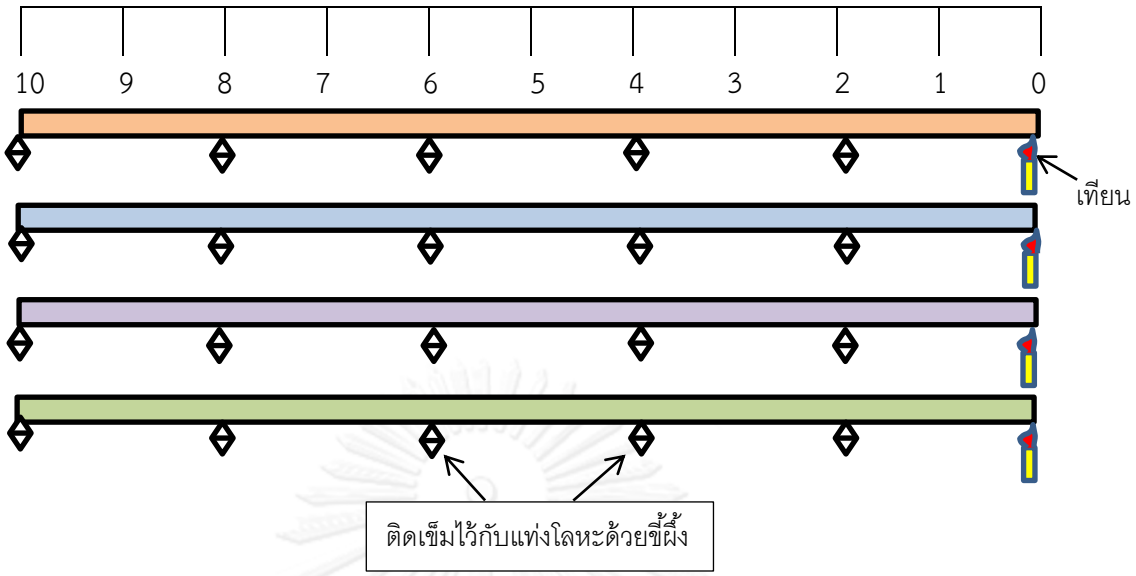
ตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ)	ตัวแปรตาม
ก. ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ
ข. ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์,	ปริมาณน้ำ
ค. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ	ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์
ง. ปริมาณน้ำ	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ

(เฉลย ข้อ ง.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร

9. ก้อยต้องการศึกษาว่าวัสดุประเภทใดที่นำความร้อนได้เร็วที่สุดโดยเขาใช้แท่งโลหะที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน 4 อัน โดยแต่ละอันมีเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเท่ากันแต่ทำมาจากวัสดุต่างชนิดกัน จากนั้นเขาติดเข็มไว้กับแท่งโลหะด้วยขี้ผึ้งที่ระยะต่างๆ ดังภาพ แล้วทำการให้ความร้อนด้วยเปลวเทียนที่ปลายแท่งของแต่ละแท่งเป็นเวลา 2 นาที และทำการนับจำนวนเข็มที่หล่นมาจากแท่งโลหะแต่ละแท่ง



จากการทดลองมีวิธีการอย่างไรในการหาอัตราการนำความร้อนของวัสดุแต่ละแท่ง

ก. ดูจากแท่งวัสดุที่นำความร้อนเร็วที่สุดเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลา 2 นาที

ข. นับจำนวนเข็มที่ตกลงจากแท่งวัสดุหลังให้ความร้อนเป็นเวลา 2 นาที

ค. ดูจากเวลาที่ใช้ในการทำให้เข็มตกลงจากแท่งวัสดุแต่ละแท่ง

ง. ดูจากการละลายของเทียนเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที

(เฉลย ข้อ ข.)

11. ครูวิทยาศาสตร์ต้องการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ โดยครูทำการแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**	**กลุ่มที่ 4**
วิดพื้น 1 นาที	วิดพื้น 2 นาที	วิดพื้น 3 นาที	ไม่วิดพื้น

จากการทดลองมีวิธีการอย่างไรในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ก. นับจำนวนครั้งที่วิดพื้นได้ในเวลา 1 นาที

ข. นับจำนวนครั้งการเต้นของหัวใจในเวลา 1 นาที

ค. นับจำนวนครั้งที่วิดพื้นได้ของแต่ละกลุ่ม

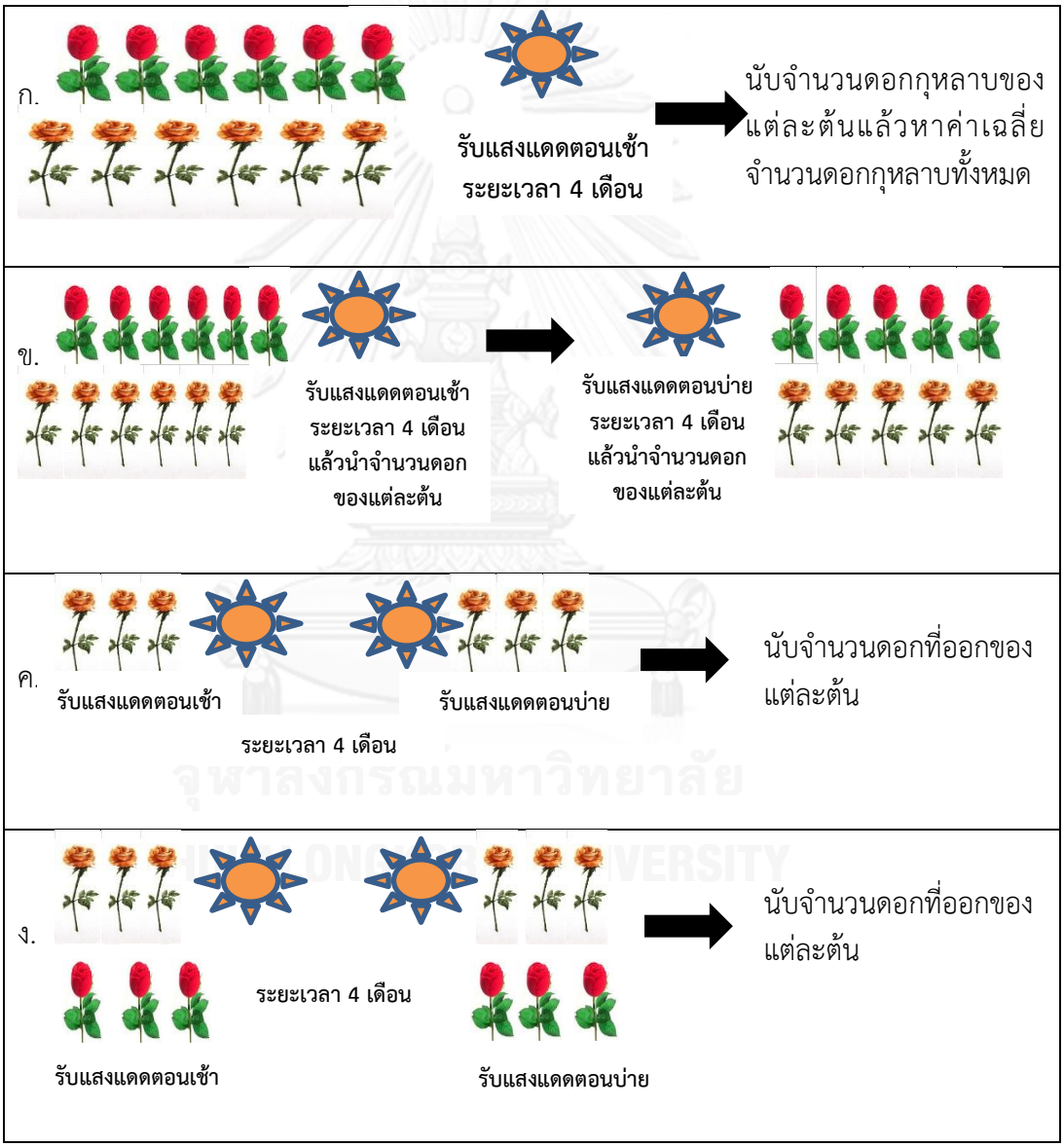
ง. นับจำนวนครั้งการเต้นของหัวใจของแต่ละคน

(เฉลย ข้อ ข.)

ทักษะการทดลอง

13. ช่างตัดเสื้อชอบปลูกกุหลาบเป็นงานอดิเรกเธอมีต้นกุหลาบดอกสีแดง 6 ต้นและดอกสีส้ม 6 ต้น วันหนึ่งเพื่อนแนะนำเธอว่า “ต้นกุหลาบจะออกดอกมากขึ้นเมื่อได้รับแสงแดดในตอนเช้าแทนแสงแดดในตอนบ่าย”

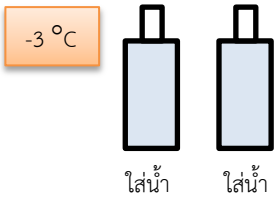
การวางแผนการทดลองในข้อใดที่ใช้ในการทดสอบคำแนะนำของเพื่อนได้ดีที่ทีสุด



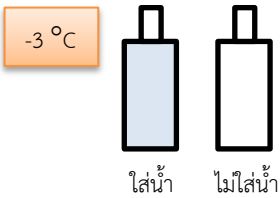
(เฉลย ข้อ ง.)

16. แนนสงสัยว่าขวดน้ำที่แช่ไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นแตกเพราะน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งทำให้ขวดแตก หรือขวดแตกเพราะขวดได้รับความเย็นจัด ข้อใดต่อไปนี้เป็นแนวทางในการตรวจสอบข้อสงสัยดังกล่าวได้ดีที่สุด

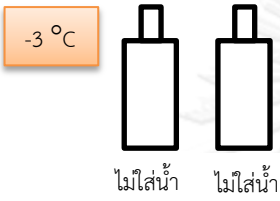
ก.



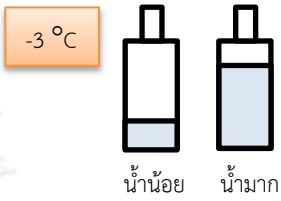
ข.



ค.



ง.



(เฉลย ข้อ ข.)

ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

17. ปั๊มน้ำมันแห่งหนึ่งทดลองใช้ท่อน้ำมันที่มีขนาดแตกต่างกัน 5 ขนาด เพื่อทำการปั๊มน้ำมันดีเซลออกจากถังน้ำมัน โดยใช้ปั๊มตัวเดียวกัน ตารางต่อไปนี้แสดงผลการทดสอบปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มออกจากท่อแต่ละอัน

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (มิลลิเมตร)	**ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้ (ลิตร/นาที)**
8	1
13	2
20	4
26	7
31	12

ตาราง 1.2 แสดงปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้ต่อนาที

ข้อความใดต่อไปนี้อธิบายผลของขนาดท่อที่มีต่อปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้ต่อนาที

ก. เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้มีปริมาณมากขึ้น

ข. น้ำมันดีเซลที่ถูกปั๊มได้มีปริมาณมากขึ้น เวลาที่ใช้ในการปั๊มน้ำมันดีเซลมากขึ้น

ค. เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อมีขนาดเล็กลง ความเร็วที่ใช้ในการปั๊มน้ำมันดีเซลสูงขึ้น

ง. เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำมันมีผลต่อปริมาณน้ำมันดีเซลที่ปั๊มได้

(เฉลย ข้อ ก.)

18. ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์นักเรียนต้องศึกษาผลของความดันอากาศที่มีต่อปริมาตรของบอลลูน นักเรียนทำการทดลองโดยทำการเปลี่ยนความดันอากาศที่ให้กับลูกบอลลูนในระดับต่างๆ และทำการวัดปริมาตรของบอลลูน ผลการทดลองที่ได้นำเสนอดังตารางต่อไปนี้

ความดันที่ให้กับลูกบอลลูน (Pa)	**ปริมาตรของลูกบอลลูน (cm^3)**
0.35	980
0.70	400
1.03	320
1.40	220
1.72	180

ตาราง 1.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรของบอลลูน

กราฟในข้อใดที่แสดงผลที่ได้จากการทดลองได้ถูกต้อง

ก. ข. ค. ง.

(เฉลย ข้อ ง.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีคำตอบให้เลือก 4 ตัวเลือก คือ ก. ข. ค. และ ง.
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 คำตอบ แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบที่แนบมากับแบบวัด

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.		X		
2.			X	

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย (x) ลงในช่องคำตอบใหม่ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1.		X		X
2.	X		X	

4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ฉบับนี้พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดไม่ได้คะแนน ดังนั้นแบบวัดนี้จึงมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน
5. เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบวัดชุดนี้ด้วยความตั้งใจ
ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

ตารางที่ 18 หัวข้อเรื่องและจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของแบบวัดผลสัมทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน

หัวข้อ	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด			รวม (ข้อ)
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	
1. พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	2	1	-	3
2. เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ	1	3	2	6
3. การเกิดพลังงานความร้อน	1	-	1	2
4. การถ่ายโอนความร้อนและการใช้ประโยชน์	1	3	2	6
5. การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกันและการใช้ประโยชน์	1	1	1	3
6. ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร	2	-	2	4
7. การคำนวณค่าปริมาณความร้อน	-	-	3	3
8. สมดุลความร้อน	-	1	2	3
รวมทั้งหมด	8	9	13	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อที่ 1 พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จำนวน 3 ข้อ (ข้อ 1-3)

3. ข้อใดต่อไปนี้สามารถอธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของความร้อนได้ดีที่สุด **(ความจำ)**

ก. ความร้อนเคลื่อนที่จากวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

ข. ความร้อนเคลื่อนที่จากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

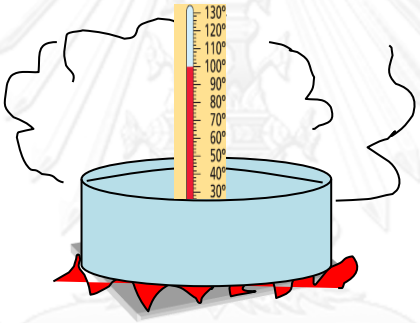
ค. ความร้อนเคลื่อนที่ระหว่างวัตถุที่มีอุณหภูมิเท่ากัน

ง. ความร้อนเคลื่อนที่ในอุณหภูมิที่ต่างกัน

เฉลย ข.

หัวข้อที่ 2 เทอร์โมมิเตอร์และหน่วยวัดอุณหภูมิ จำนวน 6 ข้อ (ข้อ 4-9)

4. จากภาพ การวัดระดับอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยวัดอุณหภูมิตามข้อใด เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น **(ความเข้าใจ)**



ก. องศาฟาเรนไฮต์ (^{0}F) เพราะ น้ำมีจุดเดือด เท่ากับ 100 ^{0}F

ข. องศาเซลเซียส (^{0}C) เพราะ น้ำมีจุดเดือด เท่ากับ 100 ^{0}C

ค. องศาเคลวิน (K) เพราะ เป็นหน่วยการวัดในระบบเอสไอ

ง. องศาเซลเซียส (^{0}C) เพราะ เป็นหน่วยการวัดในระบบเอสไอ

เฉลย ข.

5. ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทในการวัดอุณหภูมิได้ถูกต้องที่สุด **(ความจำ)**

ก. เกิดการพาความร้อนทำให้ระดับของปรอทเพิ่มขึ้น

ข. พลังงานจลน์ของปรอทลดลงแต่ปริมาตรของปรอทเพิ่มขึ้น

ค. เกิดการชนกันของโมเลกุลปรอททำให้ปรอทมีการขยายตัว

ง. ความดันของสสารที่อยู่รอบๆ ทำให้พลังงานศักย์ของปรอทเพิ่มขึ้น

เฉลย ค.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. วัตถุชิ้นหนึ่งมีอุณหภูมิ 20 องศาเคลวิน แปลงเป็นหน่วยองศาเซลเซียสได้เท่าใด **(การนำไปใช้)**

ก. 253 องศาเซลเซียส

ข. 293 องศาเซลเซียส

ค. -20 องศาเซลเซียส

ง. -253 องศาเซลเซียส

เฉลย ง.

9. น้ำที่อุณหภูมิ 150 องศาฟาเรนไฮต์และ 350 องศาเคลวิน จะมีอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส(^{0}C) เท่ากับข้อใด **(ความเข้าใจ)**

ก. 165.56 (^{0}C) และ -77 (^{0}C)

ข. 65.56 (^{0}C) และ 77 (^{0}C)

ค. 165.56 (^{0}C) และ 77 (^{0}C)

ง. 65.56 (^{0}C) และ -77 (^{0}C)

เฉลย ข.

หัวข้อที่ 3 การเกิดพลังงานความร้อน จำนวน 2 ข้อ (ข้อ 10-11)

11. ในการทดลองต้มน้ำ 10 กรัมในหลอดทดลองโดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาเมล็ดถั่วลิสงแห้ง โดยวัดอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังต้มได้เท่ากับ 26 องศาเซลเซียส(˚C) และ 37 องศาเซลเซียส (˚C) ตามลำดับ ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับจากการเผาเมล็ดถั่วลิสงมีค่าเท่าใด **(การนำไปใช้)**

ก. 10 แคลอรี

ข. 11 แคลอรี

ค. 100 แคลอรี

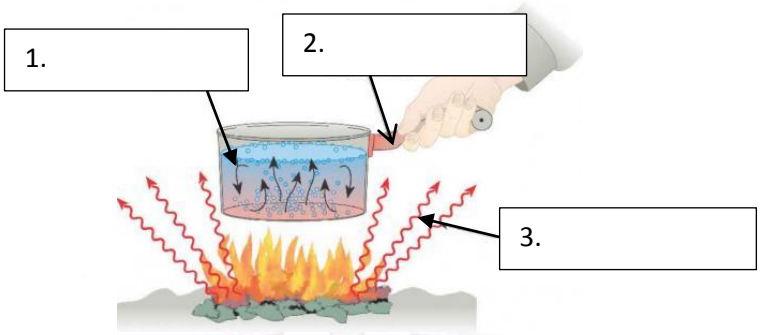
ง. 110 แคลอรี

เฉลย ง.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หัวข้อที่ 4 การถ่ายโอนความร้อนและการใช้ประโยชน์ จำนวน 6 ข้อ (ข้อ 12 -17)

12. จากภาพ หมายเลข 1 2 และ 3 เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนแบบใดตามลำดับ **(ความจำ)**



ที่มา: https://www.educate-sustainability.eu

ก. 1. การนำความร้อน 2. การแผ่รังสีความร้อน 3.การพาความร้อน

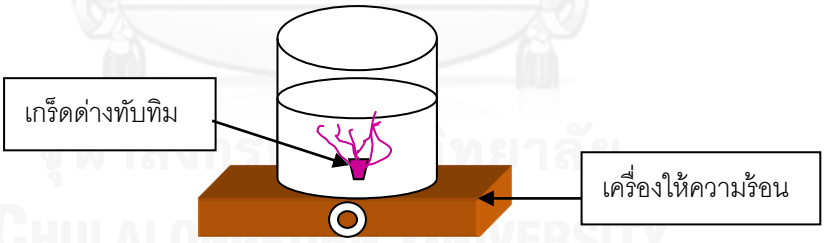
ข. 1. การแผ่รังสีความร้อน 2. การนำความร้อน 3. การพาความร้อน

ค. 1. การพาความร้อน 2. การนำความร้อน 3. การแผ่รังสีความร้อน

ง. 1. การพาความร้อน 2. การแผ่รังสีความร้อน 3. การนำความร้อน

เฉลย ค.

14. จากภาพ การถ่ายโอนความร้อนของน้ำในบีกเกอร์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง **(ความเข้าใจ)**



ก. โมเลกุลของตัวกลางไม่เคลื่อนที่

ข. โมเลกุลของตัวกลางเคลื่อนที่

ค. โมเลกุลของสารไม่เคลื่อนที่

ง. โมเลกุลของสารเคลื่อนที่

เฉลย ข.

ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อที่ 15

1. อากาศรอบกองไฟมีการพาความร้อน

2. อากาศรอบกองไฟมีการนำความร้อน

3. เปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน

4. ฟืนมีการนำความร้อน

15. เมื่ออากาศเย็นการได้นั่งอยู่ใกล้กองไฟ แล้วมีความรู้สึกอุ่นขึ้นได้ เพราะเหตุใด **(ความเข้าใจ)**

ก. อากาศรอบกองไฟมีการนำความร้อน และเปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน

ข. อากาศรอบกองไฟมีการพาความร้อน และเปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน

ค. อากาศรอบกองไฟมีการพาความร้อน และฟืนมีการนำความร้อน

ง. เปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน และฟืนมีการนำความร้อน

เฉลย ข.

หัวข้อที่ 5 การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกัน และการใช้ประโยชน์ จำนวน 3 ข้อ (ข้อ 18-20)

19. เพราะเหตุใดหม้อน้ำระบายความร้อนของรถยนต์จึงทำด้วยโลหะสีดำ **(ความเข้าใจ)**

ก. สีดำดูดกลืนความร้อนและสะท้อนความร้อนได้ดี

ข. สีดำคายความร้อนและส่งผ่านความร้อนได้ดี

ค. สีดำสะท้อนความร้อนและคายความร้อนได้ดี

ง. สีดำดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ดี

เฉลย ง.

หัวข้อที่ 6 ผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 21-24)

21. ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายเป็นไอเป็นการดูดความร้อน เมื่อวัตถุเปลี่ยนสถานะตามข้อใด **(ความจำ)**

ก. จากของแข็งเป็นแก๊ส

ข. จากของเหลวเป็นแก๊ส

ค. จากของเหลวเป็นของแข็ง

ง. จากของแข็งเป็นของเหลว

เฉลย ข.

.

23. นำกล่อง A และกล่อง B ที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากัน คือ 30 องศาเซลเซียส (˚C) จากนั้นนำกล่องทั้งสองไปวางไว้กลางแดดเป็นเวลา 30 นาที แล้ววัดอุณหภูมิพบว่า กล่อง A มีอุณหภูมิเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส (˚C) กล่อง B มีอุณหภูมิเท่ากับ 42 องศาเซลเซียส (˚C) จากผลการทดลองกล่องใดที่ทำจากวัสดุที่มีความจุความร้อนจำเพาะต่ำกว่าเพราะเหตุใด **(การนำไปใช้)**

ก. กล่อง A เพราะ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยกว่า

ข. กล่อง B เพราะ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า

ค. ทั้งสองกล่องมีความจุความร้อนจำเพาะเท่ากัน

ง. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่สามารถสรุปผลได้

เฉลย ก.

หัวข้อที่ 7 การคำนวณค่าปริมาณความร้อน จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 25-27)

25. ถ้าต้องการต้มน้ำมวล 1 kg อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (˚C) ให้มีอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส (˚C) จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าใด (ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ 4,180 J/kg) **(การนำไปใช้)**

ก. 125.4 kJ ข. 146.3 kJ

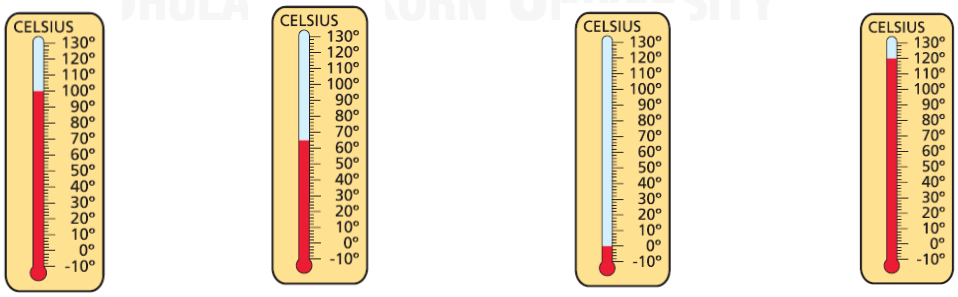
ค. 292.6 kJ ง. 303.4 kJ

เฉลย ค.

หัวข้อที่ 8 สมดุลความร้อน จำนวน 3 ข้อ (ข้อ 28-30)

28. ออมและคิมทดลองต้มน้ำโดยใช้บีกเกอร์จนเดือด จากนั้นปิดไฟและนำน้ำแข็ง 5 ก้อนใส่ลงในน้ำ แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นนำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในบีกเกอร์วัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์จะได้ผลตามภาพในข้อใด **(การนำไปใช้)**

ก. ข. ค. ง.



ที่มา: www.isbe.net/assessment/IAFindex.htm.

เฉลย ข.

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E
ร่วมกับการใช้คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น
เรื่อง พลังงานความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
รหัสวิชา ว 21102 วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 **เวลาเรียน 3 คาบ (150 นาที)**
ผู้สอน นางสาวราวรรณ แสงอยู่ **โรงเรียนวัดสังฆราชา**

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 1/1 ทดลองและอธิบายอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของพลังงานความร้อนที่มีต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้
2. ยกตัวอย่างแหล่งพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตได้
3. ออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกันได้
4. จัดลำดับประเภทของเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนจากน้อยไปมากได้
5. ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้ได้
6. ทำกิจกรรมด้วยความสนใจใฝ่รู้ และมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

<u>สาระสำคัญ</u>

การทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเราส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ แต่รับรู้ได้จากการสัมผัส สิ่งมีชีวิตได้รับพลังงานความร้อนจากหลายแหล่ง ได้แก่ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

พลังงานแสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ช่วยให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งพลังงานแสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การถนอมอาหาร การผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นพลังงานเริ่มแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานาน โดยเชื้อเพลิงเริ่มแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ คือ ฟืนและถ่านไม้ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการให้แสงสว่าง ความร้อนและใช้ในการหุงต้มประกอบอาหาร ต่อมามนุษย์จึงเริ่มรู้จักการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ คือ ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการให้พลังงานความร้อนที่สูงกว่าฟืนหรือถ่านไม้ธรรมดาจึงสามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ หรือใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะต่างๆ ได้

เชื้อเพลิงต่างชนิดกันจะให้พลังงานความร้อนไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเพลิงต่างชนิดกันมาต้มน้ำในปริมาตรที่เท่ากันให้มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเท่ากัน เชื้อเพลิงชนิดที่ใช้หมดไปน้อยที่สุด แสดงว่าให้พลังงานความร้อนมาก เป็นเชื้อเพลิงที่ดี

ตาราง พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ประเภทของเชื้อเพลิง	พลังงานความร้อน (kcal/kg)
น้ำมันก๊าด	10,313
น้ำมันดิบ	10,093
แก๊สหุงต้ม	11,158
น้ำมันเบนซิน	10,444
ฟืน	3,820
ถ่าน	6,900
แอลกอฮอล์	6,460

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. ครูนักเรียนดูการนำเสนอภาพโดยโปรแกรม Power point เกี่ยวกับเทคโนโลยีและวิธีการในการทำอาหารในปัจจุบันจากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

   1.1 ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้หรือไม่ *(เคย)*

   1.2 ขณะทำกิจกรรมเหล่านี้นักเรียนรู้สึกอย่างไร *(ร้อน)*

   1.3 ถ้าวันหนึ่งเราไม่มีอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น กระทะไฟฟ้า ไมโครเวฟ กระติก-น้ำร้อน เราจะนำสิ่งของที่มีอยู่มาใช้อย่างไรที่สามารถทำให้อาหารและน้ำของเราสุกและสะอาดได้ *(ใช้แว่นขยายรวมพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อจุดไฟให้ติด)* **(การปรับเปลี่ยน: Adapt)**

1.4 นักเรียนคิดว่าพลังงานความร้อนในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ได้มาจากสิ่งใด *(ดวงอาทิตย์)* และมีประโยชน์และมีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต *(ทำให้ร่างกายอบอุ่น ช่วยในการถนอมอาหาร)*

1.5 ถ้าโลกของเราไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์จะเกิดผลอย่างไรบ้าง *(อากาศจะหนาวเย็นมาก จนกระทั่งสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอยู่รอดได้)* **(การตัดออก: Eliminate)**

ครูกล่าวต่อไปว่า "วันนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ เรื่อง พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน"

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ครูนำเสนอภาพโดยใช้โปรแกรม Power point เช่น ภาพกาต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน ภาพการประกอบอาหารโดยใช้เตาแก๊ส ภาพการรีดผ้าโดยใช้เตารีดไฟฟ้า ภาพการหุงข้าวโดยใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น
2. จากนั้นครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของพลังงานความร้อนที่มีต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ดังนี้

2.1 จากภาพ มีการนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง และได้รับพลังงานความร้อนจากแหล่งใด *(การต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน การทำอาหารโดยใช้เตาแก๊ส การรีดผ้าโดยใช้เตารีดไฟฟ้า และการหุงข้าวโดยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้พลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า)*

2.2 นอกจากในภาพนี้แล้วนักเรียนรู้จักแหล่งพลังงานความร้อนแหล่งใดอีกบ้าง จงยกตัวอย่าง *(พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ)*

2.3 นักเรียนคิดว่าเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ให้พลังงานความร้อนเท่ากันหรือไม่ *(ไม่เท่ากัน)*

3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มๆ ละ 6 คน เพื่อทำกิจกรรมออกแบบการทดลอง เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจ คำสั่งในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน โดยครูกำหนดประเภทของเชื้อเพลิง ดังนี้
   - น้ำมันก๊าด
   - น้ำมันเบนซิน
   - แอลกอฮอล์
5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 โดยระบุตัวแปรของการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง เขียนอธิบายวิธีการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ครบทุกขั้นตอน
6. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ทและปากกาเมจิก ให้นักเรียนทุกกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเขียนผลการออกแบบการทดลองที่ประกอบด้วย ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมและวิธีการทดลอง พร้อมภาพประกอบ

7. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยครูถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนอภิปรายความเป็นไปได้และความเหมาะสมของแต่ละวิธีที่นำเสนอ ดังนี้
    7.1 จากปัญหาที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการศึกษา คืออะไร *(พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน)*
    7.2 สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง คืออะไร *(ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ)*
    7.3 ในขณะทำการทดลองต้องควบคุมปัจจัยใดบ้างเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง *(ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ)*
    7.4 วิธีการที่นำเสนอสามารถทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปได้อย่างไร (*พิจารณาค่าความแตกต่างของน้ำหนักตะเกียงก่อนและหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด*)
    7.5 จากการทำกิจกรรมนี้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนสิ่งที่นำมาทำการทดลองอย่างไรได้อีกบ้างเพื่อเป็นการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง (*นำเชื้อเพลิงชนิดอื่นนอกจากที่ครูกำหนดให้ มาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการให้พลังงานความร้อน เช่น ฟืนและถ่านที่เผาจากไม้ต่างชนิดกัน หรือการผสมถ่านไม้กับวัสดุอื่นๆที่เป็นไปได้ เพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานทางเลือกในอนาคต* **(การปรับเปลี่ยน: Adapt)**
8. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบและพิจารณาข้อมูลการนำเสนอผลการออกแบบการทดลองของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันคัดเลือกผลงานของกลุ่มที่สามารถ ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม วัสดุอุปกรณ์ วิธีการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ได้ถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียง 1 กลุ่ม มาใช้ในการทำการทดลอง
9. ครูแจกเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน ให้กับนักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น จากนั้นให้แต่ละกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจ คำสั่งในเอกสารและทำการบันทึกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลองลงในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน ให้ถูกต้องครบถ้วน
10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์การทดลองที่ครูเตรียมไว้ เพื่อลงมือทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน โดยครูคอยให้คำแนะนำนักเรียน เรื่องความปลอดภัยในการทำการทดลองอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนลงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยครูถามคำถาม ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

2.2 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

2.3 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

2.4 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

2.5 นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร *(เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนมากที่สุด คือ น้ำมันก๊าด ลองลงมาคือ น้ำมันเบนซิน และเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนน้อยที่สุด คือ แอลลกอฮอล์)*

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปความรู้ การให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ โดยใช้ข้อมูลจากตาราง และถามคำถามนักเรียนดังนี้

3.1 แหล่งพลังงานความร้อนที่สำคัญได้แก่ อะไรบ้าง *(น้ำมันเบนซิน ฟืน ถ่าน แอลกอฮอล์ แก๊สหุงต้ม เป็นต้น)*

3.2 เชื้อเพลิงต่างชนิดกันจะให้พลังงานความร้อนเท่ากันหรือไม่ *(ไม่เท่ากัน)*

3.3 จากตาราง เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนน้อยที่สุดและมากที่สุดคืออะไร ตามลำดับ *(ฟืนและ แก๊สหุงต้ม ตามลำดับ)*

3.4 ถ้านำแอลกอฮอล์และน้ำมันก๊าดมาใช้ในการต้มน้ำปริมาตรเท่ากันให้มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเท่ากัน เชื้อเพลิงชนิดใดจะใช้หมดไปมากกว่า เพราะอะไร *(แอลกอฮอล์หมดมากกว่า เพราะ แอลกอฮอล์ให้พลังงานความร้อนน้อยกว่าน้ำมันก๊าด)*

3.5 สิ่งใดบ้างที่นำมาผสมกับถ่านไม้แล้วสามารถให้พลังงานความร้อนมากขึ้นและติดไฟได้นานขึ้น *(คำตอบอาจหลากหลาย เช่น ถ่านจากไม้บดผสมกับแกลบและขี้เลื่อย ถ่านจากไม้ผสมกับแป้งมันและน้ำ)* **(การผนวกรวม: Combine)**

3.6 พลังงานความร้อนจากแหล่งต่างๆ มีความสำคัญต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิต อย่างไร *(ช่วยให้การดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตเป็นไปอย่างปกติ ช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่น การต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน การทอดอาหารโดยใช้เตาแก๊ส การรีดผ้า และการหุงข้าว เป็นต้น)*

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) (40 นาที)

1. ครูนำภาพตัวอย่างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มาให้นักเรียนดู จากนั้นครูใช้คำถามถามนักเรียนดังนี้

1.1 สิ่งประดิษฐ์นี้ คืออะไร *(ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์)*

1.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ทำอะไร *(ตากแห้งอาหาร)*

1.3 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีประโยชน์อย่างไร *(ช่วยถนอมอาหาร ลดปริมาณการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้า)*

1.4 *นักเรียนทราบหรือไม่ว่าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์มีหลักการทำงานและขั้นตอนการประดิษฐ์อย่างไร (ทราบ/ไม่ทราบ)*

1.5 ถ้าไม่มีกระจกและไม้เหมือนตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ดังภาพ นักเรียนจะนำวัสดุใดมาใช้แทนได้บ้าง *(แผ่นพลาสติกใส กล่องกระดาษ)* **(การแทนที่: Substitute)**

1.6 นักเรียนมีแนวคิดในการนำวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถใช้งานได้จริงได้อย่างไรบ้าง *(ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากกล่องพิซซ่า)* **(การดัดแปลง: Modify)**

2. ครูนำเสนอคลิปวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานและวิธีการประดิษฐ์ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้ โดยระบุวัสดุ ขั้นตอนการประดิษฐ์ พร้อมทั้งวาดภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ลงในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประดิษฐ์ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพการทำให้อาหารแห้งของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใส่กล้วยในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 5 ผล และนำไปตากแดดเป็นเวลา 3 วัน

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) (10 นาที)

ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนขั้นที่ 1-4 ดังนี้

1. ประเมินการตอบคำถามและการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยใช้การสังเกต
2. ประเมินการออกแบบการทดลองในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกันโดยใช้แบบประเมินการออกแบบการทดลอง
3. ประเมินการตอบคำถามในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน
4. ประเมินการออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้ ในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้ โดยใช้แบบประเมิน
5. ประเมินประสิทธิภาพของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์โดยสังเกตและเปรียบเทียบจำนวนผลกล้วยที่แห้งในเวลา 3 วัน

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพที่นำเสนอโดยใช้โปรแกรม Power point ได้แก่ ภาพเทคโนโลยีและวิธีการในการทำอาหารในปัจจุบัน ภาพพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และตารางพลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ
2. คลิปวีดิทัศน์หลักการทำงานและวิธีการประดิษฐ์ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ http://www.youtube.com/watch?v=70_RrGNGZJw
3. กระดาษฟลิปชาร์ท (Flip Chart) จำนวน 6 แผ่น
4. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน
5. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน
6. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้
7. แบบทดสอบก่อนเรียน

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 (พว.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

ชื่อ _____ **ชั้น**_____ **เลขที่** _____**กลุ่มที่**_____

<u>กิจกรรม</u> การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลองศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนดให้
2. ระบุตัวแปรของการทดลอง คือ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
3. เขียนอธิบายวิธีการทดลองในแต่ละขั้นให้ครบถ้วน

ปัญหา: พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ มีค่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าต้องการทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานี้ นักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร

1. **กำหนดและควบคุมตัวแปร**
   - **1.1 ตัวแปรต้น** (สิ่งที่ต้องการศึกษา)*.....ชนิดของเชื้อเพลิง.....*
   - **1.2 ตัวแปรตาม** (สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง) *.....ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ.....*
   - **1.3 ตัวแปรควบคุม** (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันขณะทำการทดลอง)*.....ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ.....*
2. **วัสดุอุปกรณ์**

.....1.ตะเกียงแอลกอฮอล์เปล่า 3 ใบ.....

.....2. น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ อย่างละ 100 ml.

.....3.บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 3 ใบ.....

.....4. น้ำเปล่า 300 ml.....

.....5.เครื่องชั่งน้ำหนัก.....

.....6. เทอร์โมมิเตอร์ 3 อัน.....

.....7.นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง.....

.....8. ขาตั้ง 3 อัน.....

3. วิธีการทดลอง

..... 1. นำเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ในปริมาณที่เท่ากันใส่ลงในตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง.....

.....2. ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดในการต้มน้ำปริมาตร 100 cm^3 ในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 ใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จับเวลา 5 นาที แล้วดับไฟตะเกียง อ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์บันทึกผล.....

.....3. ชั่งน้ำหนักหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด พร้อมตะเกียง แล้วบันทึกผล.....

4. การบันทึกข้อมูล

ตาราง น้ำหนักของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดเชื้อเพลิง	*น้ำหนักเชื้อเพลิง +ตะเกียง (กรัม)*		*ผลต่างของน้ำหนัก (กรัม)*	*อุณหภูมิน้ำ (°C)*		*ผลต่างของอุณหภูมิน้ำ (°C)*
	ก่อนการทดลอง	*หลังการทดลอง*		*ก่อนการทดลอง*	*หลังการทดลอง*	
น้ำมันก๊าด						
น้ำมันเบนซิน						
แอลกอฮอล์						

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเชื้อเพลิงชนิดใดให้พลังงานความร้อนมากหรือน้อย พิจารณาจากสิ่งใด

.....พิจารณาจากผลต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและน้ำหนักตะเกียงก่อนและหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด คือ.....

1. *เชื้อเพลิงชนิดใดเหลือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดและทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดแสดงว่าเชื้อเพลิงชนิดนั้นให้ปริมาณพลังงานความร้อนมากที่สุด*
2. *เชื้อเพลิงชนิดใดเหลือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุดและทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดแสดงว่าเชื้อเพลิงชนิดนั้นให้ปริมาณพลังงานความร้อนน้อยที่สุด*

เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1
เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน

ชื่อ _____ ชั้น_____ เลขที่ _____กลุ่มที่_____

กิจกรรม ทำการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจขั้นตอนในการทำการทดลอง
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่กำหนดให้
3. ตอบคำถามหลังการทำการทดลองให้ครบทุกข้อ
4. เนื่องจากเป็นการทดลองที่เสี่ยงต่อการเกิดอบัติเหตุ ดังนั้นนักเรียนจึงไม่หยอกล้อกันขณะทำการทดลองและเชื่อฟังคำแนะนำของครูอย่างเคร่งครัด

ปัญหา: พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ มีค่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าต้องการทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานี้ นักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร

1. **กำหนดและควบคุมตัวแปร**
   - **1.1 ตัวแปรต้น** (สิ่งที่ต้องการศึกษา).....*ชนิดของเชื้อเพลิง*.....
   - **1.2 ตัวแปรตาม** (สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง) .....*ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ*.....
   - **1.3 ตัวแปรควบคุม** (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันขณะทำการทดลอง).....*ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ*.....

2. **วัสดุอุปกรณ์**

.....1.ตะเกียงแอลกอฮอล์เปล่า 3 ใบ.....

.....2. น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ อย่างละ 100 ml

.....3.ปีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 3 ใบ.....

.....4. น้ำเปล่า 300 ml.....

.....5.เครื่องชั่งน้ำหนัก.....

.....6. เทอร์โมมิเตอร์ 3 อัน.....

.....7.นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง.....

.....8. ขาตั้ง 3 อัน.....

3. วิธีการทดลอง

..... 1. นำเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ในปริมาณที่เท่ากันใส่ลงในตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง.....

.....2. ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดในการต้มน้ำปริมาตร 100 cm^3 ในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 ใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จับเวลา 5 นาที แล้วดับไฟตะเกียง อ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์บันทึกผล.....

.....3. ชั่งน้ำหนักหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด พร้อมตะเกียง แล้วบันทึกผล.....

4. การบันทึกข้อมูล

ตาราง น้ำหนักของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดเชื้อเพลิง	*น้ำหนักเชื้อเพลิง +ตะเกียง (กรัม)*		*ผลต่างของน้ำหนัก (กรัม)*	*อุณหภูมิน้ำ (°C)*		*ผลต่างของอุณหภูมิน้ำ (°C)*
	ก่อนการทดลอง	*หลังการทดลอง*		*ก่อนการทดลอง*	*หลังการทดลอง*	
น้ำมันก๊าด						
น้ำมันเบนซิน						
แอลกอฮอล์						

5. คำถามหลังการทดลอง

5.1 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

5.2 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

5.3 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

5.4 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 2
ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้

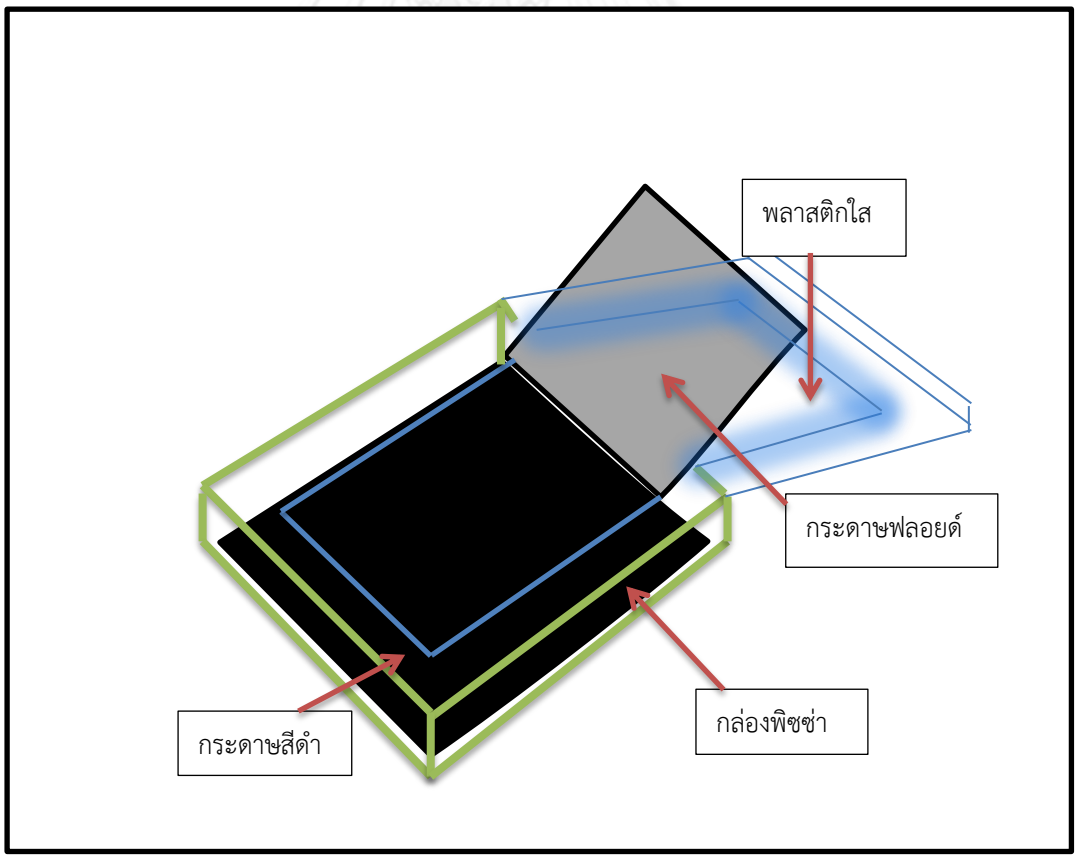
ชื่อ _____ **ชั้น**_____ **เลขที่** _____**กลุ่มที่**_____

<u>กิจกรรม</u> การออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากวัสดุเหลือใช้ โดยวาดภาพตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และเขียนแสดงข้อมูลแต่ละส่วนประกอบว่าทำมาจากวัสดุเหลือใช้ใดลงในเอกสารประกอบกิจกรรม แผ่นที่ 1
2. เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนการประดิษฐ์ ลงในเอกสารประกอบกิจกรรมแผ่นที่ 2



แผ่นที่ 1

วัสดุอุปกรณ์

1.	กล่องพิซซ่า	1	กล่อง
2.	กระดาษสีดำ	1	แผ่น
3.	กระดาษฟลอยด์	1	แผ่น
4.	กาว	1	กระปุก
5.	เทปกาว	1	ม้วน
6.	กรรไกร	1	อัน
7.	แผ่นพลาสติกใส	1	แผ่น

ขั้นตอนการประดิษฐ์

1. วาดรูปสี่เหลี่ยมบนฝากล่องพิซซ่าให้มีขนาด 25x25 เซนติเมตร จากนั้นใช้กรรไกรตัดรูปสี่เหลี่ยมเพียง 3 ด้านเหลือติดกับฝากล่องไว้ 1 ด้าน (ตามรูป)
2. นำกระดาษฟลอยด์หุ้มฝากล่องด้านในชิ้นที่ถูกตัด โดยนำด้านเงาของกระดาษฟลอยด์ออกด้านนอกและติดให้สนิทด้วยเทปกาว
3. ตัดกระดาษสีดำให้มีขนาดเท่ากับพื้นกล่อง จากนั้นติดกระดาษสีดำลงบนพื้นกล่องด้วยกาวให้สนิท
4. ตัดแผ่นพลาสติกใสให้มีขนาดใหญ่กว่าช่องฝากล่องที่โดนตัดข้างละ 1.5 เซนติเมตร แล้วนำไปปิดช่องที่ฝากล่องด้วยเทปกาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผ่นที่ 2

แบบประเมินการออกแบบการทดลอง

ชื่อ - นามสกุล ผู้ได้รับการประเมิน .....ชั้น ..... เลขที่ .....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน/ระดับคุณภาพ				ผลการประเมิน
	4 / ดีมาก	3 / ดี	2 / พอใช้	1 / ควรปรับปรุง	
1. การตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่ชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้ไม่สอดคล้องกับปัญหา แต่มีความชัดเจน	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหาและไม่ชัดเจน	
2. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม	มีตัวแปรต่างๆ ถูกต้องทุกตัวแปร	มีตัวแปรต่างๆ ถูกต้อง 2 ตัวแปร	มีตัวแปรต่างๆ ถูกต้อง 1 ตัวแปร	มีตัวแปรต่างๆ แต่ไม่ถูกต้อง	
3. อุปกรณ์การทดลอง	กำหนดอุปกรณ์การทดลองครบถ้วนเหมาะสม	กำหนดอุปกรณ์การทดลองครบถ้วน ไม่ค่อยเหมาะสม	กำหนดอุปกรณ์การทดลองไม่ครบถ้วน ขาดอุปกรณ์ที่ไม่สำคัญ	กำหนดอุปกรณ์การทดลองขาดมาก ไม่เหมาะสม	
4. การออกแบบการทดลอง	มีขั้นตอนครบถ้วนและถูกต้อง	มีขั้นตอนครบถ้วนและมีบางขั้นตอนสลับกันบ้าง	มีขั้นตอนครบถ้วน ไม่สมบูรณ์	ขั้นตอนการทดลองไม่เหมาะสม	
รวมคะแนน					

แบบประเมินการออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ชื่อ - นามสกุล ผู้ได้รับการประเมิน .....ชั้น ..... เลขที่ .....

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน/ระดับคุณภาพ**				**ผลการประเมิน**
	4 / ดีมาก	**3 / ดี**	**2 / พอใช้**	**1 / ควรปรับปรุง**	
1. ภาพการออกแบบ	ภาพมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์ขนาดของรูปทรงมีความเหมาะสมได้สัดส่วน	รายละเอียดของภาพยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขนาดของรูปทรงมีความเหมาะสมได้สัดส่วน	รายละเอียดของภาพยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ขนาดของรูปทรงยังไม่เหมาะสม	ไม่มีรายละเอียดของภาพขนาดของรูปทรงยังไม่เหมาะสม	
2. วัสดุอุปกรณ์	กำหนดอุปกรณ์การทดลองครบถ้วนเหมาะสม	กำหนดอุปกรณ์การทดลองครบถ้วน ไม่ค่อยเหมาะสม	กำหนดอุปกรณ์การทดลองไม่ครบถ้วน ขาดอุปกรณ์ที่ไม่สำคัญ	กำหนดอุปกรณ์การทดลองขาดมาก ไม่เหมาะสม	
3. ขั้นตอนการประดิษฐ์	มีขั้นตอนครบถ้วนและถูกต้อง	มีขั้นตอนครบถ้วนและมีบางขั้นตอนสลับกันบ้าง	มีขั้นตอนครบถ้วน ไม่สมบูรณ์	ขั้นตอนการประดิษฐ์ไม่เหมาะสม	
รวมคะแนน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบทั่วไป
เรื่อง พลังงานความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
รหัสวิชา ว 21102 วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เวลาเรียน 3 คาบ (150 นาที)
ผู้สอน นางสาวราวรรณ แสงอยู่ โรงเรียนวัดสังฆราชา

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ม. 1/1 ทดลองและอธิบายอุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ

<u>จุดประสงค์การเรียนรู้</u>

เมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของพลังงานความร้อนที่มีต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้
2. ยกตัวอย่างแหล่งพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตได้
3. ออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกันได้
4. จัดลำดับประเภทของเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนจากน้อยไปมากได้
5. ทำกิจกรรมด้วยความสนใจใฝ่รู้ และมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>สาระสำคัญ</u>

การทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเราส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อนซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ แต่รับรู้ได้จากการสัมผัส สิ่งมีชีวิตได้รับพลังงานความร้อนจากหลายแหล่ง ได้แก่ พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

พลังงานแสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ช่วยให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนโลกสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งพลังงานแสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การถนอมอาหาร การผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นพลังงานเริ่มแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานาน โดยเชื้อเพลิงเริ่มแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ คือ ฟืนและถ่านไม้ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการให้แสงสว่าง ความร้อนและใช้ในการหุงต้มประกอบอาหาร ต่อมามนุษย์จึงเริ่มรู้จักการใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ คือ ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการให้พลังงานความร้อนที่สูงกว่าฟืนหรือถ่านไม้ธรรมดาจึงสามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ หรือใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะต่างๆ ได้

เชื้อเพลิงต่างชนิดกันจะให้พลังงานความร้อนไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อนำเชื้อเพลิงต่างชนิดกันมาต้มน้ำในปริมาตรที่เท่ากันให้มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเท่ากัน เชื้อเพลิงชนิดที่ใช้หมดไปน้อยที่สุด แสดงว่าให้พลังงานความร้อนมาก เป็นเชื้อเพลิงที่ดี

ตาราง พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

ประเภทของเชื้อเพลิง	พลังงานความร้อน (kcal/kg)
น้ำมันก๊าด	10,313
น้ำมันดิบ	10,093
แก๊สหุงต้ม	11,158
น้ำมันเบนซิน	10,444
ฟืน	3,820
ถ่าน	6,900
แอลกอฮอล์	6,460

<u>กิจกรรมการเรียนรู้</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

1. ครูนักเรียนดูการนำเสนอภาพโดยใช้โปรแกรมPower point เกี่ยวกับเทคโนโลยีและวิธีการในการทำอาหารในปัจจุบันจากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

   1.1 ในชีวิตประจำวันนักเรียนเคยทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่ *(เคย)*

   1.2 ขณะทำกิจกรรมเหล่านี้นักเรียนรู้สึกอย่างไร *(ร้อน)*

   1.3 นักเรียนคิดว่าพลังงานความร้อนในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่ได้มาจากสิ่งใด *(ดวงอาทิตย์)* และมีประโยชน์และมีความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต *(ทำให้ร่างกายอบอุ่น ช่วยในการถนอมอาหาร)*

ครูกล่าวต่อไปว่า “วันนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ เรื่อง พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน”

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรม (120 นาที)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาภาพพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ครูนำเสนอภาพโดยโปรแกรม Power point เช่น ภาพกาต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน ภาพการประกอบอาหารโดยใช้เตาแก๊ส ภาพการรีดผ้าโดยใช้เตารีดไฟฟ้า ภาพการหุงข้าวโดยใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น
2. จากนั้นครูใช้คำถามเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของพลังงานความร้อนที่มีต่อการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ดังนี้

   2.1 จากภาพ มีการนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง และได้รับพลังงานความร้อนจากแหล่งใด *(การต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน การทำอาหารโดยใช้เตาแก๊ส การรีดผ้าโดยใช้เตารีดไฟฟ้า และการหุงข้าวโดยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า ซึ่งเป็นการใช้พลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า)*

   2.2 นอกจากในภาพนี้แล้วนักเรียนรู้จักแหล่งพลังงานความร้อนแหล่งใดอีกบ้าง จงยกตัวอย่าง *(พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมี พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ*

   2.3 นักเรียนคิดว่าเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ให้พลังงานความร้อนเท่ากันหรือไม่ *(ไม่เท่ากัน)*
3. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนจำนวน 6 กลุ่มๆ ละ 6 คน เพื่อทำกิจกรรมออกแบบการทดลอง เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจ คำสั่งในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน โดยครูกำหนดประเภทของเชื้อเพลิง ดังนี้

   - น้ำมันก๊าด
   - น้ำมันเบนซิน
   - แอลกอฮอล์
5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามคำสั่งในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 โดยระบุตัวแปรของการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง เขียนอธิบายวิธีการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ครบทุกขั้นตอน
6. ครูแจกกระดาษฟลิปชาร์ทและปากกาเมจิก ให้นักเรียนทุกกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนเขียนผลการออกแบบการทดลองที่ประกอบด้วย ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมและวิธีการทดลองพร้อมภาพประกอบ
7. ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยครูถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนอภิปรายความเป็นไปได้และความเหมาะสมของแต่ละวิธีที่นำเสนอ ดังนี้

   7.1 จากปัญหาที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการศึกษา คืออะไร *(พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน)*

   7.2 สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง คืออะไร *(ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ)*

7.3 ในขณะทำการทดลองต้องควบคุมปัจจัยใดบ้างเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง *(ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ)*

7.4 วิธีการที่นำเสนอสามารถทราบปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปได้อย่างไร (*พิจารณาค่าความแตกต่างของน้ำหนักตะเกียงก่อนและหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด*)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบและพิจารณาข้อมูลการนำเสนอผลการออกแบบการทดลองของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันคัดเลือกผลงานของกลุ่มที่สามารถ ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม วัสดุอุปกรณ์ วิธีการทดลองและตารางบันทึกผลการทดลอง ได้ถูกต้องเหมาะสมที่สุดเพียง 1 กลุ่ม มาใช้ในการทำการทดลอง
9. ครูแจกเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน ให้กับนักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น จากนั้นให้แต่ละกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจ คำสั่งในเอกสารและทำการบันทึกตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลองลงในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน ให้ถูกต้องครบถ้วน
10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับอุปกรณ์การทดลองที่ครูเตรียมไว้ เพื่อลงมือทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในเอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน โดยครูคอยให้คำแนะนำนักเรียน เรื่องความปลอดภัยในการทำการทดลองอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนลงบนกระดานดำหน้าห้องเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยครูถามคำถาม ดังนี้
   2.1 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*
   2.2 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*
   2.3 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*
   2.4 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*
   2.5 นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร *(เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนมากที่สุด คือ น้ำมันก๊าด ลองลงมาคือ น้ำมันเบนซิน และเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานความร้อนน้อยที่สุด คือ แอลลกอฮอล์)*
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปความรู้ การให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ โดยใช้ข้อมูลจากตาราง และถามคำถามนักเรียนดังนี้

3.1 แหล่งพลังงานความร้อนที่สำคัญได้แก่ อะไรบ้าง *(น้ำมันเบนซิน ฟืน ถ่าน แอลกอฮอล์ แก๊ส เป็นต้น)*

3.2 เชื้อเพลิงต่างชนิดกันจะให้พลังงานความร้อนเท่ากันหรือไม่ *(ไม่เท่ากัน)*

3.3 พลังงานความร้อนจากแหล่งต่างๆ มีความสำคัญต่อการทำกิจกรรม ในชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตอย่างไร *(ช่วยให้การดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตเป็นไปอย่างปกติ ช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เช่น การต้มน้ำโดยใช้เตาฟืน การทอดอาหารโดยใช้เตาแก๊ส การรีดผ้า และการหุงข้าว เป็นต้น)*

<u>สื่อการเรียนรู้</u>

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพที่นำเสนอโดยใช้โปรแกรม Power point ได้แก่ ภาพเทคโนโลยีและวิธีการในการทำอาหารในปัจจุบัน ภาพพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และตารางพลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ
2. กระดาษฟลิปชาร์ท (Flip Chart) จำนวน 6 แผ่น
3. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน
4. เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน
5. แบบทดสอบก่อนเรียน

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 (พว.)

<u>การวัดและประเมินผล</u>

ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ประเมินการตอบคำถามและการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนโดยใช้การสังเกต
2. ประเมินการออกแบบการทดลองในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 เรื่องการให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน โดยใช้แบบประเมินการออกแบบการทดลอง
3. ประเมินการบันทึกข้อมูลและตอบคำถามในการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน

ชื่อ _____ **ชั้น**_____ **เลขที่** _____**กลุ่มที่**_____

<u>กิจกรรม</u> การออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลองศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจปัญหาที่กำหนดให้
2. ระบุตัวแปรของการทดลอง คือ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
3. เขียนอธิบายวิธีการทดลองในแต่ละขั้นให้ครบถ้วน

ปัญหา: พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ มีค่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าต้องการทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานี้ นักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร

1. **กำหนดและควบคุมตัวแปร**
   - **1.1 ตัวแปรต้น** (สิ่งที่ต้องการศึกษา)**.....***ชนิดของเชื้อเพลิง***.....**
   - **1.2 ตัวแปรตาม** (สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง) **.....***ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ***.....**
   - **1.3 ตัวแปรควบคุม** (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันขณะทำการทดลอง)**.....***ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ***.....**
2. **วัสดุอุปกรณ์**

.....1.ตะเกียงแอลกอฮอล์เปล่า 3 ใบ.....

.....2. น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ อย่างละ 100 ml.....

.....3.บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 3 ใบ.....

.....4. น้ำเปล่า 300 ml.....

.....5.เครื่องชั่งน้ำหนัก.....

.....6.เทอร์โมมิเตอร์ 3 อัน.....

.....7.นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง.....

.....8.ขาตั้ง 3 อัน.....

3. วิธีการทดลอง

..... 1. นำเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ในปริมาณที่เท่ากันใส่ลงในตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง.....

.....2. ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดในการต้มน้ำปริมาตร 100 cm^3 ในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 ใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จับเวลา 5 นาที แล้วดับไฟตะเกียง อ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์บันทึกผล.....

.....3. ชั่งน้ำหนักหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด พร้อมกับตะเกียง แล้วบันทึกผล.....

4. การบันทึกข้อมูล

ตาราง น้ำหนักของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดเชื้อเพลิง	*น้ำหนักเชื้อเพลิง +ตะเกียง (กรัม)*		*ผลต่างของน้ำหนัก (กรัม)*	*อุณหภูมิน้ำ (°C)*		*ผลต่างของอุณหภูมิน้ำ (°C)*
	ก่อนการทดลอง	*หลังการทดลอง*		*ก่อนการทดลอง*	*หลังการทดลอง*	
น้ำมันก๊าด						
น้ำมันเบนซิน						
แอลกอฮอล์						

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเชื้อเพลิงชนิดใดให้พลังงานความร้อนมากหรือน้อย พิจารณาจากสิ่งใด

.....พิจารณาจากผลต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและน้ำหนักตะเกียงก่อนและหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด คือ

3. *เชื้อเพลิงชนิดใดเหลือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดและทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดแสดงว่าเชื้อเพลิงชนิดนั้นให้ปริมาณพลังงานความร้อนมากที่สุด*
4. *เชื้อเพลิงชนิดใดเหลือปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุดและทำให้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดแสดงว่าเชื้อเพลิงชนิดนั้นให้ปริมาณพลังงานความร้อนน้อยที่สุด*

เอกสารประกอบกิจกรรมที่ 1.1
เรื่อง ใครร้อนกว่ากัน

ชื่อ _____ ชั้น_____ เลขที่ _____กลุ่มที่_____

กิจกรรม ทำการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการให้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจขั้นตอนในการทำการทดลอง
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่กำหนดให้
3. ตอบคำถามหลังการทำการทดลองให้ครบทุกข้อ
4. เนื่องจากเป็นการทดลองที่เสี่ยงต่อการเกิดอบัติเหตุ ดังนั้นนักเรียนจึงไม่หยอกล้อกันขณะทำการทดลองและเชื่อฟังคำแนะนำของครูอย่างเคร่งครัด

ปัญหา: พลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ มีค่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าต้องการทำการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหานี้ นักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร

1. **กำหนดและควบคุมตัวแปร**
   - **1.1 ตัวแปรต้น** (สิ่งที่ต้องการศึกษา)**.....***ชนิดของเชื้อเพลิง*.....
   - **1.2 ตัวแปรตาม** (สิ่งที่ต้องการรู้ผลหลังจากทำการทดลอง) **.....***ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้ไปในการต้มน้ำ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ*.....
   - **1.3 ตัวแปรควบคุม** (สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันขณะทำการทดลอง)**.....***ปริมาณของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ ปริมาณน้ำ*.....

2. **วัสดุอุปกรณ์**

.....1.ตะเกียงแอลกอฮอล์เปล่า 3 ใบ.....

..... 2. น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ อย่างละ 100 ml

.....3.ปีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 3 ใบ.....

.....4. น้ำเปล่า 300 ml.....

.....5.เครื่องชั่งน้ำหนัก.....

.....6. เทอร์โมมิเตอร์ 3 อัน.....

.....7.นาฬิกาจับเวลา 1 เครื่อง.....

.....8. ขาตั้ง 3 อัน.....

3. วิธีการทดลอง

..... 1. นำเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซินและแอลกอฮอล์ในปริมาณที่เท่ากันใส่ลงในตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ 1 2และ 3ตามลำดับ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง.....

.....2. ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดในการต้มน้ำปริมาตร 100 cm^3 ในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 ใบที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ จับเวลา 5 นาที แล้วดับไฟตะเกียง อ่านค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์บันทึกผล.....

.....3. ชั่งน้ำหนักหลังการทดลองของเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิด พร้อมกับตะเกียง แล้วบันทึกผล.....

4. การบันทึกข้อมูล

ตาราง น้ำหนักของเชื้อเพลิงและอุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังทำการทดลอง

ชนิดเชื้อเพลิง	*น้ำหนักเชื้อเพลิง +ตะเกียง (กรัม)*		*ผลต่างของน้ำหนัก (กรัม)*	*อุณหภูมิน้ำ (°C)*		*ผลต่างของอุณหภูมิน้ำ (°C)*
	ก่อนการทดลอง	*หลังการทดลอง*		*ก่อนการทดลอง*	*หลังการทดลอง*	
น้ำมันก๊าด						
น้ำมันเบนซิน						
แอลกอฮอล์						

5. คำถามหลังการทดลอง

5.1 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

5.2 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

5.3 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองมากที่สุด *(น้ำมันก๊าด)*

5.4 เชื้อเพลิงชนิดใดมีผลต่างของน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลองน้อยที่สุด *(แอลกอฮอล์)*

6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
2. คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับข้อคำถาม

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	(IOC)	ความหมาย
1	แยกแยะข้อมูลจากการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานได้	.67	วัดได้สอดคล้อง
2	คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการสังเกต และใช้ความรู้รวมทั้งประสบการณ์เดิมได้	1	วัดได้สอดคล้อง
3	แยกแยะข้อมูลจากการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมติฐานได้	.67	วัดได้สอดคล้อง
4	คาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยการสังเกต และใช้ความรู้รวมทั้งประสบการณ์เดิมได้	.67	วัดได้สอดคล้อง
5	บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้	1	วัดได้สอดคล้อง
6	บ่งชี้หรือกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้	1	วัดได้สอดคล้อง
7	บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมหรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้	1	วัดได้สอดคล้อง
8	บ่งชี้หรือกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้	1	วัดได้สอดคล้อง
9	กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้	1	วัดได้สอดคล้อง
10	กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้	1	วัดได้สอดคล้อง
11	กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้	1	วัดได้สอดคล้อง
12	กำหนดนิยามและขอบเขตของสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยสังเกตและวัดได้	1	วัดได้สอดคล้อง
13	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม	1	วัดได้สอดคล้อง
14	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม	1	วัดได้สอดคล้อง
15	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 19 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับข้อคำถาม

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	(IOC)	ความหมาย
16	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม	1	วัดได้สอดคล้อง
17	แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้	1	วัดได้สอดคล้อง
18	บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้	1	วัดได้สอดคล้อง
19	บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้	1	วัดได้สอดคล้อง
20	แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้	1	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อที่	p	r	ความหมาย
1	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
2	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
3	0.53	0.27	ยากเหมาะสม และจำแนกพอใช้
4	0.73	0.27	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
5	0.77	0.2	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
6	0.7	0.2	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
7	0.7	0.2	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
8	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
9	0.7	0.33	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
10	0.77	0.47	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
11	0.63	0.2	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
12	0.77	0.33	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
13	0.47	0.4	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
14	0.67	0.53	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
15	0.7	0.47	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
16	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
17	0.7	0.2	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
18	0.63	0.6	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
19	0.73	0.27	ค่อนข้างง่าย และจำแนกพอใช้
20	0.77	0.47	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) ระหว่างความถูกต้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน

ข้อที่	จุดประสงค์ที่ต้องการวัด	(IOC)	ความหมาย
1	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ความเข้าใจ	.67	วัดได้สอดคล้อง
3	ความจำ	.67	วัดได้สอดคล้อง
4	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
5	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
8	ความเข้าใจ	.67	วัดได้สอดคล้อง
9	ความเข้าใจ	.67	วัดได้สอดคล้อง
10	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
11	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
12	ความจำ	.67	วัดได้สอดคล้อง
13	ความเข้าใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
14	ความเข้าใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
15	ความเข้าใจ	.67	วัดได้สอดคล้อง
16	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
17	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
19	ความเข้าใจ	.67	วัดได้สอดคล้อง
20	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
21	ความจำ	1	วัดได้สอดคล้อง
22	ความจำ	.67	วัดได้สอดคล้อง
23	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
24	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
25	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
26	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
27	การนำไปใช้	.67	วัดได้สอดคล้อง
28	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง
29	ความเข้าใจ	1	วัดได้สอดคล้อง
30	การนำไปใช้	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 22 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน

ข้อที่	p	r	ความหมาย
1	0.57	0.6	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
2	0.47	0.53	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
3	0.5	0.33	ยากเหมาะสม และจำแนกพอใช้
4	0.57	0.47	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
5	0.2	0.27	ค่อนข้างยาก และจำแนกพอใช้
6	0.7	0.47	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
7	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
8	0.67	0.53	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
9	0.5	0.2	ยากเหมาะสม และจำแนกพอใช้
10	0.4	0.27	ยากเหมาะสม และจำแนกพอใช้
11	0.57	0.47	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
12	0.73	0.53	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
13	0.6	0.53	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
14	0.47	0.53	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
15	0.57	0.33	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
16	0.33	0.67	ค่อนข้างยาก และจำแนกได้ดี
17	0.6	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
18	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
19	0.47	0.4	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
20	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
21	0.53	0.53	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
22	0.53	0.67	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
23	0.47	0.53	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
24	0.57	0.33	ยากเหมาะสม และจำแนกพอใช้
25	0.7	0.47	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
26	0.5	0.47	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
27	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี
28	0.5	0.47	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
29	0.57	0.6	ยากเหมาะสม และจำแนกได้ดี
30	0.73	0.4	ค่อนข้างง่าย และจำแนกได้ดี

ภาคผนวก จ

คำถามตามแนวคิดของออสบอร์น
ในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 คำถามตามแนวคิดของออสบอร์นในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เวลาเรียน	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E			
		ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
1. พลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	3 คาบ	- ถ้าวันหนึ่งเราไม่มีอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนใช้ในชีวิต ประจำวัน เช่น กระทะไฟฟ้า ไมโครเวฟ กระติกน้ำร้อน เราจะมีวิธีการอย่างไรที่สามารถทำให้อาหารและน้ำของเราสุกและสะอาดได้ **(Adapt)** *(ใช้แว่นขยายรวมพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อจุดไฟให้ติด)* - ถ้าโลกของเราไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์จะเกิดผลอย่างไรบ้าง**(Eliminate)** *(อากาศจะหนาวเย็นมากจนกระทั่งสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอยู่รอดได้)*	- จากการทำกิจกรรมนี้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนสิ่งที่นำมาทำการทดลองอย่างไรได้อีกบ้างเพื่อเป็นการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง **(Adapt)** *(นำเชื้อเพลิงชนิดอื่นนอกจากที่ครูกำหนดให้ มาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการให้พลังงานความร้อน เช่น ฟืนและถ่านที่เผาจากไม้ต่างชนิดกัน หรือการผสมถ่านไม้กับวัสดุอื่นๆที่เป็นไปได้ เพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานทางเลือกในอนาคต*	- สิ่งใดบ้างที่นำมาผสมกับถ่านไม้แล้วสามารถให้พลังงานความร้อนมากขึ้นและติดไฟได้นานขึ้น **(Combine)** *(คำตอบอาจหลากหลาย เช่น ถ่านจากไม้บดผสมกับแกลบและขี้เลื่อย ถ่านจากไม้ผสมกับแป้งมันและน้ำ)*	- ถ้าไม่มีกระจกและไม้เหมือนตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ดังภาพ นักเรียนจะนำวัสดุใดมาใช้แทนได้บ้าง **(Substitute)** *(แผ่นพลาสติกใสกล่องกระดาษ)* - นักเรียนมีแนวคิดในการนำวัสดุเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถใช้งานได้จริงได้อย่างไรบ้าง **(Modify)** *(ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จากกล่องพิซซ่า)*

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เวลาเรียน	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E			
		ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	**ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)**	**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)**	**ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)**
3.การเกิดพลังงานความร้อน	3 คาบ	- จะเป็นอย่างไรถ้าในอนาคตเราไม่มีอาหารที่สามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ **(Eliminate)** *(ร่างกายขาดความอบอุ่น, ไม่มีพลังงานในการทำกิจกรรม)*	- ในการทดลองนักเรียนสามารถใช้สิ่งใดแทนเมล็ดถั่วลิสงได้บ้าง เพราะอะไร **(Substitute)** *(เมล็ดขนุน เมล็ดมะม่วงหิมพาน เพราะภายในเมล็ดมีเนื้อที่สามารถรับประทานได้คล้ายถั่วลิสง)* - ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร ถ้าเราเปลี่ยนภาชนะที่ทำจากแก้วเป็นภาชนะที่ทำจากโลหะ และเพราะเหตุใด **(Adapt)** *(อุณหภูมิของน้ำในภาชนะที่เป็นโลหะจะเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเพราะโลหะนำความร้อนได้ดีกว่าแก้ว)*	- ถ้าใช้เมล็ดถั่วลิสงที่ขนาดใหญ่ขึ้น ผลการทดลองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร แล้วเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น**(Magnify)** *(น้ำได้รับปริมาณความร้อนมากขึ้นเนื่องจากส่วนที่เป็นเนื้อเมล็ดมีปริมาณมากขึ้นทำให้เผาไหม้ได้นานขึ้น)* - สิ่งใดที่เราสามารถนำมาใช้ร่วมกับเมล็ดถั่วลิสงเพื่อให้เมล็ดถั่วลิสงจุดติดไฟได้นานขึ้น **(Combine)** *(ถั่วลิสงเคลือบน้ำตาล)*	- จากการศึกษาพบว่าพลังงานเคมีที่สะสมในอาหารสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนได้แล้วในทางกลับกันนักเรียนคิดว่าพลังงานความร้อนสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานเคมีได้หรือไม่ อย่างไร ยกตัวอย่าง **(Reverse)** *(ได้ โดยผลของความร้อนทำให้โครงสร้างของสารเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น การผสมสาร 2 ชนิดจะดูดความร้อนเข้าไปในการเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดสารประกอบชนิดใหม่ขึ้น พลังงานเคมีจึงสะสมในพันธะของสารประกอบตัวใหม่)* - ผลที่ได้จากกิจกรรมข้างต้นนักเรียนสามารถนำไปศึกษาพัฒนาเพื่อต่อยอดความรู้ได้อย่างไรอีกบ้าง **(Put to other use)** *(ทำโครงงาน, วิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่ได้รับจากการรับประทานอาหารเพื่อลดน้ำหนัก* -

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เวลาเรียน	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E			
		ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	**ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)**	**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)**	**ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)**
5.การดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของวัตถุที่มีสีต่างกันและการใช้ประโยชน์	3 คาบ	- จะเป็นอย่างไรถ้าเราเปลี่ยนสีของห้องเรียนที่เรานั่งอยู่นี้จากสีขาวเป็นสีดำ **(Substitute)** *(ห้องเรียนจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพราะ สีดำจะดูดกลืนความร้อนจากหลอดไฟได้ดีกว่าสีขาว)*	- นักเรียนจะนำวัสดุใดมาใช้ร่วมกันเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าเดิม **(Combine)** *(ใช้กระป๋องนมที่ทำจากโลหะและทาสีภายในกระป๋องด้วยสีดำและหุ้มภายนอกกระป๋องด้วยกระดาษสีดำร่วมกับแว่นขยายซึ่งเป็นเลนส์นูนจะช่วยในการรวมแสงทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว)* - ถ้าไม่มีอุปกรณ์ตามเอกสารประกอบกิจกรรมนักเรียนสามารถนำอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องเรียนมาใช้ในการทดลองนี้ได้อย่างไรบ้าง **(Adapt)** *(หุ้มเทอร์โมมิเตอร์อันที่ 1ด้วยผ้าสีขาวและอันที่ 2 ด้วยผ้าสีดำ แล้วนำเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 2 อันไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 25 นาทีบันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นและจับเวลาบันทึกอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 5 นาที)*	- ถ้าเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองจาก 25 นาที เป็น 40 นาที ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร อย่างไร **(Magnify)** *(อุณหภูมิของน้ำทั้งสองภาชนะจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำในภาชนะที่หุ้มด้วยกระดาษสีดำมีค่าสูงกว่าภาชนะที่หุ้มด้วยกระดาษสีขาวเช่นเดิม)* - ถ้าเรานำกระดาษสีขาวและสีดำที่หุ้มบีกเกอร์ออกแล้ววัดอุณหภูมิต่อผลการทดลองจะเป็นอย่างไร **(Eliminate)** *(อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิทั้งสองภาชนะจะเท่ากัน และเมื่อครบเวลาที่กำหนดทั้งสองภาชนะจะมีอุณหภูมิเท่ากัน)*	- จากการทดลองที่นักเรียนได้ทำข้างต้นเป็นการทดลองเพื่อศึกษาการดูดกลืนความร้อน ดังนั้นถ้าเราจะศึกษาเรื่อง การคายความร้อน นักเรียนจะมีวิธีการในการทำการทดลองอย่างไร **(Rearrange)** *(นำบีกเกอร์ที่หุ้มด้วยกระดาษสีขาว และบีกเกอร์ที่หุ้มด้วยกระดาษสีดำ ใส่น้ำร้อนปริมาณ 200 ml ไปตั้งทิ้งไว้ในร่ม แล้วทำการวัดอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที)*

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวราวรรณ แสงอยู่ เกิดวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525 ภูมิลำเนาจังหวัดอ่างทอง สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งครู รับเงินเดือนอันดับ คศ.1 วิชาเอกวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดสังฆราชา สำนักงานเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University