

การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี

ปริญญานิพนธ์

ของ

รัชฎา ศิลม้น

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ตุลาคม 2552

การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
รัชฎา ศิลมน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี

บทคัดย่อ  
ของ  
รักษา ศิลมน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ตุลาคม 2552

รัชฎา ศิลมโน . (2552). การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง)  
จังหวัดปทุมธานี. ปรินฏานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :  
อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง, อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E กลุ่มตัวอย่างที่ในการวิจัยครั้ง  
นี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) สังกัดสำนักงาน  
เขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 89 คน ซึ่งได้มา  
จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ระยะเวลาในการทดลองจำนวน 8 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดสมรรถนะ  
ทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .841  
แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่า  
ความเชื่อมั่นเท่ากับ .846 และแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจใน  
การในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .871 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ  
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One - Way Analysis of Variance: Repeated Measure)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีการเปลี่ยนแปลง  
คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 โดยคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยทั้ง 3 องค์ประกอบเพิ่มขึ้น  
ตลอดระยะเวลาของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง

2. เมื่อพิจารณาแยกแต่ละองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์  
องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการ  
เรียนวิทยาศาสตร์ ในการทดสอบ Univariate test พบว่า แต่ละองค์ประกอบหลังการจัดกิจกรรมการ  
เรียนรู้แบบ 5E เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนสมรรถนะ  
ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบเพิ่มขึ้นตลอดของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง

AN APPLICATION OF LEARNING ACTIVITY THROUGH INQUIRY CYCLE (5E)  
TO DEVELOP SCIENCE COMPETENCY OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS  
AT THAIRATWITTAYA KLONGLUANG 69 SCHOOL, PATUMTHANEE PROVINCE

AN ABSTRACT  
BY  
RATCHADA SINMAN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Educational Research and Statistics  
at Srinakharinwirot University

October 2009

Ratchada Sinmann. (2009). *An Application of Learning Activity through Cycle (5E ) to Develop Science Competency of Mathayomsuksa III Students at Thairatwittaya Klongluang 69 School, Patumthanee Province*. Master Thesis, M.Ed. (Educational Research and Statistics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Dr. Sakesan Tongkhambanjong . Dr. Suwaporn Semheng.

The purpose of this study was to study the effect of learning activities through cycle (5E ). The samples were 89 *Mathayomsuksa III* students at Thairatwittaya Klongluang 69 School under Patumthanee Education Service Area Office 1, during the 2<sup>nd</sup> semester of 2009 academic year, through cluster random sampling. The experiment was carried out for eight weeks with two days/week and two hours/day. The instruments used for this study were science knowledge test on electric with its reliability of .841, science process skills with its reliability of .846 and questionnaire concerning science motivation with its reliability of .871 . One - Way Analysis of Variance: Repeated – Measures was used for data analysis.

The results revealed as follows :

1. There were statistical significant difference at .05 level among Mathayomsuksa III students' science competency, before, during and after applying learning activity through cycle (5E ) and the average score of science competency was higher thorough the period of eight weeks.
2. When considered each of science competency, namely, science knowledge, science skill, and science motivation through Univariate test, it was found that those of each three aspects of science competency were continuous statistical significant higher at .05 level and the average score of science competency was higher thorough the period of eight weeks.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี

ของ

รัชฎา ศิลมน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน ตุลาคม พ.ศ.2552

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรวง)

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง)

(อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรวง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. เสกสรรค์ ทองคำบรรจง ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษาแนะนำ เสนอแนวคิดและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์และมีคุณค่ายิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และผู้วิจัยขอกราบระลึกพระคุณครูอาจารย์ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ และอาจารย์กรวีร์ วงศ์วิทยาการ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์ และอาจารย์เต๋อนใจ ดำรงรัตน์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พร้อมทั้งเป็นผู้ช่วยประเมินให้คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) และ โรงเรียนชุมชนวัดบางชัน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา พี่ๆ น้องๆ ที่คอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแต่บิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยตลอดมา

รัชฎา ศิลม่น

## สารบัญ

| บทที่                                                    | หน้า |
|----------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ.....                                              | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                            | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                             | 3    |
| ความสำคัญของการวิจัย.....                                | 3    |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                   | 4    |
| ประชากรที่ใช้ในการวิจัย .....                            | 4    |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....                       | 4    |
| ตัวแปรที่ศึกษา.....                                      | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                     | 5    |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย.....                                | 7    |
| สมมติฐานของการวิจัย .....                                | 8    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                    | 9    |
| เอกสารที่เกี่ยวข้องสมรรถนะ.....                          | 10   |
| แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะ .....                 | 10   |
| ลักษณะของสมรรถนะ.....                                    | 12   |
| สมรรถนะทางสมองกับการเรียน.....                           | 17   |
| เอกสารเกี่ยวกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....                | 18   |
| แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์..... | 18   |
| ความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....                               | 20   |
| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .....                       | 28   |
| แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....                   | 42   |
| รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....                 | 58   |
| เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E.....      | 59   |
| ความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ .....                  | 59   |
| หลักการของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ .....                   | 60   |
| คุณลักษณะของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้.....                  | 60   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                                | หน้า |
|------------------------------------------------------|------|
| 2 (ต่อ)                                              |      |
| การเรียนรู้ตามทฤษฎีสมรรถนะสร้างความรู้.....          | 61   |
| ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E.....           | 64   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                          | 68   |
| 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....                        | 70   |
| การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....         | 70   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                      | 70   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล .....                            | 102  |
| การวิเคราะห์ข้อมูล.....                              | 106  |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                | 106  |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                         | 112  |
| สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ..... | 112  |
| การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                  | 112  |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                           | 113  |
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....               | 132  |
| สังเขปวัตถุประสงค์ สมมติฐานและวิธีการวิจัย .....     | 132  |
| สรุปผลการวิจัย .....                                 | 134  |
| อภิปรายผลการวิจัย .....                              | 137  |
| ข้อเสนอแนะ.....                                      | 141  |
| บรรณานุกรม .....                                     | 143  |
| ภาคผนวก .....                                        | 155  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย.....                              | 278  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                                            | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 การสังเคราะห์ความหมายของสมรรถนะ.....                                                                                                                                           | 16   |
| 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ.....                                                                                                                                          | 39   |
| 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ.....                                                                                                                                          | 40   |
| 4 อธิบายคุณภาพ การพูดอภิปราย.....                                                                                                                                                | 41   |
| 5 การกำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพ.....                                                                                                                                         | 41   |
| 6 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์.....                                                                                                                                 | 57   |
| 7 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....                                                                                                               | 75   |
| 8 แบบแผนการทดลอง Time series design.....                                                                                                                                         | 102  |
| 9 แผนการดำเนินการทดลองการจัดกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                                                                                                   | 105  |
| 10 ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการ<br>ประมาณค่าเฉลี่ย โดยแยกตามองค์ประกอบของสมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์.....                                   | 113  |
| 11 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมรรถนะ<br>ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                                     | 115  |
| 12 ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการ<br>จัดกิจกรรมที่เกิดกับตัวนักเรียน ปัญหา/ อุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการจัด<br>กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E..... | 116  |
| 13 ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรม<br>การเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E ทั้ง 9 แผน.....                | 123  |
| 14 การเปรียบเทียบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ<br>เรียนรู้แบบ 5E.....                                                                                | 126  |
| 15 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัด<br>กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E.....                                                                         | 128  |
| 16 การเปรียบเทียบแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ<br>จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E.....                                                                    | 130  |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                                  | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะ<br>กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชา<br>วิทยาศาสตร์..... | 159  |
| 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E.....                                                                                | 160  |
| 19 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของ<br>แบบทดสอบสรุณนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1.....                       | 162  |
| 20 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของ<br>แบบทดสอบสรุณนะทาง วิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2.....                      | 163  |
| 21 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบสรุณนะทาง<br>วิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3.....                                          | 165  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                                     | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....                                                                                     | 8    |
| 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจ.....                                                           | 15   |
| 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                   | 20   |
| 4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E .....                                                                        | 64   |
| 5 การเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle).....                                              | 67   |
| 6 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....                                            | 74   |
| 7 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....                                         | 84   |
| 8 แผนภูมิแสดงร้อยละสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากใบงานในแต่ละ<br>แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E..... | 125  |
| 9 แสดงพัฒนาการของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1.....                                               | 127  |
| 10 แสดงพัฒนาการของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2.....                                              | 129  |
| 11 แสดงพัฒนาการของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3.....                                              | 131  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในสภาพปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ มากมาย เช่น การติดต่อสื่อสาร คมนาคม การแพทย์ การศึกษา เป็นต้น สาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก็คือ ผลการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ชีวิตแต่ละบุคคลจึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลง ในขณะเดียวกันก็ต้องประสบกับปัญหานานาชนิดและจะต้องพยายามแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงชีวิต และความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น การพัฒนาสังคมไทยท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งในแง่บวกและแง่ลบ การพัฒนาคุณภาพของคนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ระบบการศึกษาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพเท่านั้น จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะ และความสามารถตลอดจนคุณลักษณะต่างๆ ของคนที่เรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ซึ่งแผนการพัฒนาศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 10 (2550-2554: ออนไลน์) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ของการศึกษาไทยที่พึงประสงค์ในอนาคต คือ การมุ่งพัฒนาชีวิตให้เป็น “มนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข” และพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมที่เข้มแข็งและมีคุณภาพ 3 ด้าน คือ เป็นสังคมคุณภาพ สังคมแห่งปัญญาและการเรียนรู้และสังคมแห่งสมานฉันท์และเอื้ออาทรต่อกัน(แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2550-2554: ออนไลน์) และได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาคนและสังคมไทยเชิงปริมาณ คือ จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยคนไทยเป็น 10 ปี และผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้หลักทุกระดับสูงกว่าร้อยละ 55

จากการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของกรมวิชาการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2551: ออนไลน์) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศได้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ไขปัญหาวิทยาศาสตร์ อีกทั้งพบว่าความผิดพลาดของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ได้แก่ การสอนที่ไม่อาจนำเอาความฉลาด สติปัญญาของนักเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การเรียนการสอนที่โน้มเอียงไปทางบิบบังคับให้คล้อยตาม หรือเลียนแบบมากกว่าเรียนตามกรรมวิธีของการสร้างสรรค์ความรู้ การเรียนการสอนนักเรียนไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนให้เป็นคนช่างคิด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 2) ซึ่งเป้าหมายของการศึกษานอกจากจะมุ่งเน้นทางด้านการคิดหรือกระบวนการทางสมองแล้วยังเน้นถึงความสำเร็จของบุคคลต่อการดำรงชีวิตในสังคมด้วย ดังนั้น

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจในการปลูกฝังหรือเสริมสร้างให้นักเรียนและเนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ ทั้งในด้านวัตถุและทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและสมบูรณ์แบบในทุกๆด้าน ดังนั้นการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงและควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สอดคล้องกับ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546: 132) ที่กล่าวถึงสภาพสังคมว่าสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นด้านการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อมุ่งหวังให้เยาวชนสามารถพึ่งพาตนเองต่อไป แต่จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลของการจัดการชั้นเรียน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2518-2534 ของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2535: 125-126) พบว่า ผลการจัดการชั้นเรียนแบบคำนึงถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีเพียงร้อยละ 3.35 ของงานวิจัยที่ศึกษาทั้งหมดซึ่งจัดว่ามีน้อยมาก สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานมาจากความต้องการความรู้ ความต้องการความสำเร็จ สามารถพัฒนาได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ โดยมีพฤติกรรมเป็นตัวบ่งชี้ และพฤติกรรมนี้แสดงออกอย่างมีระบบแบบแผนจนเป็นนิสัย

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การนำเอาสมรรถนะที่มีอยู่ในบุคคลและการพัฒนาสมรรถนะในตัวบุคคลให้เต็มขีดความสามารถจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 10 จึงได้กำหนดนโยบายเพื่อปฏิรูประบบการเรียนการสอน โดยมุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน ให้เอื้อต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนให้เต็มสมรรถนะให้มีพื้นฐานความรู้ ความสามารถ ทักษะพื้นฐานที่ดี และเข้มแข็งพอที่จะประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ตลอดจนวางแนวทางให้ผู้สอนปรับวิธีการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล มุ่งให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้ รู้จักคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์แสวงหาความรู้ และรู้จักการแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเน้นให้ผู้สอนจัดวิธีการเรียนการสอนให้มีความหลากหลาย เชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับสภาพปัญหาและประสบการณ์ในชีวิตจริง ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) จึงได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้และเผยแพร่ให้ครูทั่วไปพร้อมกับเสนอแนะแนวทางในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นรูปแบบหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอนที่สามารถช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงสนใจจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ขึ้นเพื่อเสริมสร้างพลังความสามารถของนักเรียนแต่ละคนให้เต็มขีดความสามารถ โดยประยุกต์ใช้หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นบรรยากาศในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด ทุกคนมีโอกาสใช้ความคิดอย่างเต็มศักยภาพ โดยหวังว่านักเรียนจะสามารถพัฒนาสมรรถนะแห่งตนในเรื่องของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้ นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นสื่อทางการศึกษารูปแบบหนึ่งซึ่งจัดไว้สำหรับผู้เรียนและครูโดยนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ผู้เรียนได้ศึกษาไปตามลำดับขั้นด้วยตนเองและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และการเรียนของนักเรียน

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

### ความสำคัญของการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร ซึ่งผลการวิจัยที่ได้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับครูผู้สอน ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และสามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ไปพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์อื่นๆต่อไป

## ขอบเขตการวิจัย

### ประชากร

ประชากรที่ใช้ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) อำเภอคลองหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 มีจำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 143 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) อำเภอคลองหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 มีจำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 89 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

### ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ระยะเวลาทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็นการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง 1 ครั้ง แล้วดำเนินการทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 6 สัปดาห์ วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดลอง 2 ครั้ง และมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองอีก 1 ครั้ง โดยใช้เวลาในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ
  - 2.1 องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
  - 2.2 องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 2.3 องค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติเกี่ยวกับการเรียน การพัฒนาตนเองให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 33101 เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งวัดได้จากความสามารถของนักเรียนในการ ตอบแบบทดสอบความรู้ เรื่องไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การ เรียนรู้ ซึ่งยึดตามแนวคิดของบลูม

1.2 ทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและ ฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ เป็นความสามารถในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือความรู้ ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา ผู้วิจัยทำการวิจัย เฉพาะในทักษะการคำนวณ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการ ทดลอง และทักษะการตีความความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์แล้วว่ามี ความสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องไฟฟ้า

1.2.1 ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำตัวเลขที่นับได้มาทำการคิดโดยการ บวก ลบ คูณ หาร ในการแก้สมการต่างๆ

1.2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดการณ์ว่า ตัวแปรต่างๆจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงข้อสรุปคำอธิบาย โดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็น พื้นฐาน

1.2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการบ่งชี้และ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ที่เป็นสาเหตุในปรากฏการณ์หนึ่งที่ต้องการ

1.2.4 ทักษะการทดลอง หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือกระบวนการหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง วิธีปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

1.2.5 ทักษะการตีความความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปเรื่องใดเรื่อง หนึ่งโดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่สะสมจากกิจกรรมในใบงานที่นักเรียนทำมาตั้งแต่ต้นใน บทเรียน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่ เป็นสถานการณ์ ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบทดสอบของ นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550)

1.3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง แรงที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความรู้สึกลักษณะใดอย่างหนึ่งตามความต้องการหรือตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแรงจูงใจ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ด้านเป้าหมาย หมายถึง การที่นักเรียนมุ่งหวังในการเรียนเพื่อที่จะพัฒนาตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแสวงหากิจกรรมที่ทำให้ตนเองเกิดการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ โดยมีความเข้าใจในกิจกรรมและต้องการให้ครูและเพื่อนยอมรับในความสามารถของตนเองในทางวิทยาศาสตร์ เพื่อต้องการให้ผู้อื่นเห็นความสามารถของตน

2. ด้านการรับรู้ หมายถึง การที่นักเรียนรู้จักและคิดต่อตนเองเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการแสดงความรู้สึกและแสดงออกทางวิทยาศาสตร์ รู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่เขาเป็นอย่างแท้จริงรับรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด มีความสามารถที่จะทำได้หรือไม่

3. ด้านคุณค่า หมายถึง ความพึงพอใจส่วนตัวของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์โดย การให้ความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้รับประโยชน์จาก วิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้ในอนาคตให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบสอบถามของ กรรณิการ์ สนิทธรรม. (2546) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคิร์ท (Likert)

2. การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึง การนำวิธีการจัดกระบวนการเรียน การสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำแนวคิดของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียน หรือตรวจสอบ / ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2.2 ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และ ประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด การค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)

2.3 ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่ นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนคติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และ

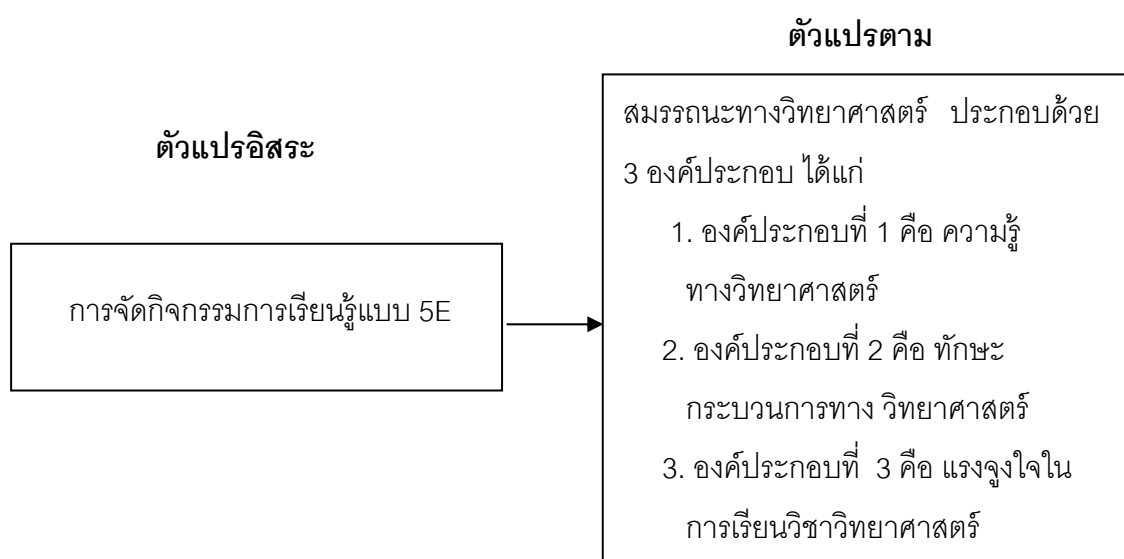
ประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

2.4 ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนคติ/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนคติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนคตินั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ลึกซึ้ง หรือมโนคติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำศึกษาในครั้งนี้ ใช้แนวคิดของสฤกัญญา รัศมีธรรมโชติ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ว่าบุคคลสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยการศึกษาค้นคว้า จนทำให้เกิดความรู้ และการฝึกปฏิบัติทำให้เกิดทักษะ และเมื่อเกิดความรู้และทักษะที่ดีย่อมส่งผลต่อแรงจูงใจให้ติดตามไปด้วยขึ้น และกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เน้นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนได้เรียนรู้เอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดขึ้นจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ เป็นกระบวนการที่จะต้องสืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนจะได้ศึกษาความรู้ ปรับโครงสร้างความรู้ในตนเอง และเกิดความพึงพอใจในการศึกษาหาความรู้ความเป็นอิสระ สร้างความหมายของความรู้ให้กับตนเอง และเกิดความคงทนในการเรียนรู้ โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### สมมติฐานการวิจัย

- |                                                                                                                       |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E วิทยาศาสตร์ในภาพรวมเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง         | มีสมรรถนะทาง |
| 2.นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E วิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง | มีสมรรถนะทาง |
| 3.นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E วิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง | มีสมรรถนะทาง |
| 4.นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E วิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง | มีสมรรถนะทาง |

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอหัวข้อต่อไปนี

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะ
  - 1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถนะ
  - 1.2 ลักษณะของสมรรถนะ
  - 1.3 สมรรถนะทางสมองกับการเรียน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์
  - 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์
  - 2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้
    - 2.3.1 การวัดความรู้
    - 2.3.2 แบบทดสอบวัดความรู้
    - 2.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้
    - 2.3.4 หลักในการเขียนข้อสอบเลือกตอบ
    - 2.3.5 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความรู้ที่ดี
  - 2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    - 2.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    - 2.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    - 2.4.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 2.5 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
    - 2.5.1 ความหมายและประเภทของแรงจูงใจ
    - 2.5.2 ทฤษฎีและแนวคิดของแรงจูงใจ
    - 2.5.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อแรงจูงใจ
    - 2.5.4 บทบาทของครูเกี่ยวกับการส่งเสริมแรงจูงใจของนักเรียน
    - 2.5.5 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
    - 2.5.6 เครื่องมือวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- 2.6 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
  - 3.1 ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
    - 3.1.1 ความหมายของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
    - 3.1.2 หลักการของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
    - 3.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
    - 3.1.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
    - 3.1.5 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้
  - 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะ

### 1.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถนะ

จากการศึกษาความหมาย ของ สมรรถนะ (Competency) พบว่า ได้มีผู้ให้ความหมายของสมรรถนะ ในมุมมองต่างๆที่น่าสนใจดังต่อไปนี้

ฮอนบี้ และ ทอมมัส (Hornby; & Thomas.1989 : 53) กล่าวถึง สมรรถนะ หมายถึง ความรู้ ทักษะและคุณสมบัติของบุคคลในการบริหารจัดการและการเป็นผู้นำที่มีประสิทธิภาพ

บอยาตซิส (Boyatzis.1982. The Competency manager.) ได้กล่าวถึง สมรรถนะ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ คุณลักษณะ ทักษะและการยอมรับในตนเอง บทบาทในสังคมและความรู้ของบุคคลซึ่งต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามหน้าที่

วูดฟราฟ (Woodruffe. 1992:17) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมตามความต้องการของตำแหน่งงานที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในงานและหน้าที่ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและแรงจูงใจหรือคุณลักษณะของบุคคลนั้น

ลูเซีย และ เลฟซิงเกอร์ (Lucia: & Lepsinger. 1999: 51) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้และคุณลักษณะที่อยู่ในตัวบุคคล ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานของบุคคลโดยสมรรถนะจะช่วยส่งเสริมให้การปฏิบัติของบุคคลประสบผลสำเร็จ

เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล (2543:12) ได้กล่าวถึง สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้และความสามารถหรือพฤติกรรมของบุคคลที่จำเป็นในการปฏิบัติงานใดงานหนึ่ง กล่าวคือ ในการทำงานหนึ่งเราต้องรู้อะไร เมื่อมีความรู้หรือข้อมูลแล้ว เราต้องรู้ว่าจะทำงานนั้นๆ อย่างไร และเราควรมีความสามารถหรือคุณลักษณะเฉพาะอย่างไร จึงจะทำงานได้อย่างประสบความสำเร็จ หรืออาจกล่าวได้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถหลักของบุคคลในการปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบสนับสนุน ซึ่ง หมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถหรือพฤติกรรมสนับสนุนเพิ่มเติมจากความสามารถหลัก

อุกฤษณ์ กาญจนเกตุ (2543: 20) ได้กล่าวถึง สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถ ทักษะ ความชำนาญในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ ให้บุคคลสามารถกระทำการหรืองดเว้นการกระทำการในกิจการใดๆ ให้ประสบผลสำเร็จหรือล้มเหลว ซึ่งความสามารถเหล่านี้ได้มาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ การฝึกฝนและการปฏิบัติเป็นนิสัย

อภิรักษ์ วรรณสาธพ (2545: 19) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ หมายถึง ทักษะ ความรู้ ไปจนถึงบทบาทในสังคม บุคลิกภาพและส่วนที่ลึกลงไปจนอยากที่จะวัดได้ เช่น เจตคติ ค่านิยม อุนิสัย และแรงบันดาลใจ ส่วนสมรรถนะหลัก หมายถึง สมรรถนะ ที่เป็นแก่นหรือแกนหลักขององค์กรนั้นๆ ซึ่งทุกคนในองค์กรต้องมีสมบัติที่เหมือนกัน เพราะความสามารถหรือคุณสมบัติประเภทนี้เป็นตัวกำหนดหรือผลักดันให้องค์กรบรรลุตามวิสัยทัศน์และพันธกิจที่วางไว้ตลอดจนยังเป็นการสะท้อนถึงค่านิยมที่คนในองค์กรมีและถือปฏิบัติร่วมกัน

สุบรรณ เขี่ยมวิจารณ์ (2548: 52) ได้กล่าวถึง สมรรถนะ หมายถึง องค์ประกอบของความรู้ทักษะและเจตคติของบุคคลที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ของการทำงานของบุคคลนั้นๆ และเป็นบทบาทหรือความรับผิดชอบ ซึ่งสัมพันธ์กับผลงานหรือความสามารถ วัดค่าเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกอบรมและพัฒนา

ปิยะชัย จันทรวงศ์ไพศาล กล่าวถึง สมรรถนะ ว่ามีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. สมรรถนะภาพ ส่วนที่มองเห็นได้ชัด ได้แก่ ทักษะและความรู้ และส่วนที่ซ่อนเร้นอยู่ ได้แก่ พฤติกรรมที่สะท้อนมาจากค่านิยม อุนิสัย ทศนคติ และแรงขับ
2. สมรรถนะภาพ ต้องแสดงให้เห็นถึงผลงาน
3. ผลงานนั้นต้องสามารถวัดค่าได้ทั่วไป

ดังนั้นสมรรถนะ จึงเป็นความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคลนั้นๆ จะมีองค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะ เป็นสิ่งที่บุคคลกระทำได้

ความรู้ เป็นความรู้เฉพาะด้านของบุคคล

ความเชื่อใจตน เป็นสิ่งที่บุคคลเชื่อว่าตนเองเป็น

คุณลักษณะ เป็นบุคคลลักษณะประจำตัวบุคคลหรือสิ่งที่อธิบายถึงบุคคลนั้น

เจตคติ ซึ่งเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคล

อย่างไรก็ตามการที่พิจารณาว่าสิ่งใดที่สามารถเรียกว่าสมรรถนะได้นั้นจะต้องประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. เป็นความรู้ ความสามารถ ทักษะและคุณลักษณะต่างๆของบุคคลซึ่งสะท้อนออกมาในรูปของพฤติกรรมการทำงาน

2. มีความสัมพันธ์กับงานหรือสะท้อนถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน

3. สังเกตได้ วัดหรือประเมินได้อย่างเป็นระบบด้วยวิธีการหรือเครื่องมือที่เหมาะสม

4. สร้างหรือพัฒนาให้มีในตัวบุคคลได้ (ปิยะชัย จันทรวงศ์ไพศาล, 2548: 71)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า สมรรถนะหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ในบุคคลนั้นๆ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและเจตคติ โดยความรู้ หมายถึง สิ่งที่บุคคลได้เรียนรู้มา ข้อมูลข่าวสาร ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ ทักษะ หมายถึง สิ่งที่บุคคลกระทำได้ซึ่งเป็นผลมาจากการฝึกปฏิบัติเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ และเจตคติ หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลซึ่งเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคลนั้นๆ

## 1.2 ลักษณะของสมรรถนะ

เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล (2543:18) และสุบรรณ เฉียมวิจิตร (2548: 52) ได้กล่าวไว้ว่าองค์กรส่วนใหญ่มักนิยมจับกลุ่มสมรรถนะออกเป็นแบบต่างๆดังนี้

1. สมรรถนะแบบผู้นำ หมายถึง บุคลิกลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ทศนคติ ความเชื่อและอุปนิสัย ที่จะช่วยส่งเสริมให้บุคคลนั้น สามารถสร้างผลงานในการปฏิบัติงานตามตำแหน่งนั้นๆได้สูงกว่ามาตรฐาน

2. สมรรถนะแบบมืออาชีพ หมายถึง บุคลิกลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อดทนต่อความกดดันและสามารถควบคุมตนเองได้เป็นอย่างดี ซึ่งบุคคลสามารถเพิ่มศักยภาพหรือความเชี่ยวชาญในงานของตน โดยกระบวนการฝึกอบรม การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ตลอดจนได้รับมอบหมายงานที่แตกต่างกันออกไปหรือระดับที่สูงขึ้น

3. สมรรถนะในแบบเทคนิค หมายถึง บุคลิกลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึง การคิดเชิงวิเคราะห์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การใส่ใจเรื่องคุณภาพและความชำนาญด้านเทคนิค ซึ่งบุคคลจำเป็นต้องมีเพื่อใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ของตน โดยทั่วไปแล้วจะมีความแตกต่างกันตาม ลักษณะงานและตามภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบในงาน บุคลากรสามารถเพิ่มสมรรถนะหรือความ เชี่ยวชาญในส่วนความรู้ในงานของตนได้โดยกระบวนการฝึกอบรม การเรียนรู้จากทฤษฎีและการ ปฏิบัติงานจริง ตลอดจนการทำงานที่แตกต่างกันไป

อภิรักษ์ วรณสาธพ (2545: 22-24) ได้แบ่งสมรรถนะออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ประเภทที่ต้องมีทั้งองค์กร คือ สมรรถนะ ที่เป็นแก่นหรือแกนหลักขององค์กรนั้นๆ ซึ่งทุกคนในองค์กรต้องมีสมบัติที่เหมือนกัน เพราะความสามารถหรือคุณสมบัติประเภทนี้เป็น ตัวกำหนดหรือผลักดันให้องค์กรบรรลุตามวิสัยทัศน์และพันธกิจที่วางไว้ ตลอดจนยังเป็นการสะท้อน ถึงค่านิยมที่คนในองค์กรมีและถือปฏิบัติร่วมกัน

2. ประเภทที่ต้องมีตามลักษณะงานหรือมีเฉพาะด้าน คือ สมรรถนะที่กำหนดไว้ สำหรับงานในแต่ละด้านหรือตามลักษณะงาน ซึ่งมีขึ้นความสามารถแตกต่างกันไปตามหน้าที่ ที่ได้รับ มอบหมายหรือคาดหวัง สมรรถนะภาพประเภทนี้จะสะท้อนถึงความลึกซึ้งของความสามารถที่พนักงาน ต้องมีก่อนที่จะได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานหนึ่งๆ

3. ประเภทที่ต้องมีตามระดับตำแหน่งหรือสายการบริหาร คือ สมรรถนะ ที่พนักงาน ในแต่ละระดับหรือตำแหน่งจะต้องมีและจะแตกต่างกันไปตามระดับของความรับผิดชอบปรี๊ดตามสาย งานบริหาร ซึ่งสมรรถนะภาพประเภทนี้จะสะท้อนถึงความคาดหวัง ความกว้างขวางและความลึกซึ้ง ของความสามารถที่พนักงานต้องมีก่อนที่จะได้รับการเลื่อนระดับความรับผิดชอบในการบริหารจัดการ และความก้าวหน้าในโครงการ

นอกจากความหมายของ สมรรถนะ ดังกล่าวข้างต้นแล้วยังได้มีการกล่าวถึงลักษณะ ของสมรรถนะที่น่าสนใจดังต่อไปนี้ คือ

สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์ (2548: 53-55) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะ นั้นสามารถแบ่งออก ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้คือ

1. สมรรถนะหลัก เป็นสมรรถนะในระดับแก่นขององค์กร และเป็นสิ่งที่องค์กรนั้นๆ ทำได้ดีกว่าหรือเหนือคู่แข่งชน รวมเป็นสิ่งที่ยากแก่การเรียนรู้แบบตลอดจนเป็นสิ่งที่มีความค่าต่อลูกค้า สมรรถนะหลักนี้ หากพิจารณาในบริบทที่ต่างกัน

1.1 สมรรถนะหลักขององค์กร คือ คุณลักษณะที่องค์กรต้องการมีหรือเป็น เพื่อให้มีขีดความสามารถตามที่ผู้บริหารองค์กรต้องการ รวมถึงช่วยสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายตามที่วิสัยทัศน์ได้

1.2 สมรรถนะหลักของพนักงานในองค์กร คือ คุณลักษณะที่ทุกคนในองค์กรพึงมีพึงเป็น ซึ่งจะสะท้อนค่านิยม วัฒนธรรมขององค์กร วิสัยทัศน์ พันธกิจและเสริมรับกับกลยุทธ์ขององค์กรในการดำเนินงาน ทั้งนี้สมรรถนะหลักของพนักงานในองค์กรมักถูกกำหนดจากสมรรถนะหลักของพนักงานในองค์กรที่ควรเป็น คือ การพัฒนาตนเองและบุคคลอื่น ๆ การทำงานเป็นทีมและการทำงานแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ สมรรถนะหลักของพนักงานในองค์กรยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 3 ประเภท

1.2.1 สมรรถนะในงาน หมายถึง บุคลิกลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ทัศนคติ ความเชื่อและอุปนิสัย ที่ช่วยส่งเสริมให้บุคลากรนั้นๆสามารถสร้างผลงานในการปฏิบัติงานตำแหน่งนั้นๆได้สูงกว่ามาตรฐาน

1.2.2 สมรรถนะแบบมีอาชีพ หมายถึง บุคลิกลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในองค์กร เข้าใจและมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อดทนต่อความกดดันและสามารถควบคุมตัวเองได้เป็นอย่างดี

1.2.3 สมรรถนะทางเทคนิค หมายถึง บุคลิกลักษณะที่สะท้อนให้เห็นถึงการคิดวิเคราะห์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การใส่ใจในเรื่องคุณภาพและความชำนาญในด้านเทคนิค

2. สมรรถนะพิเศษของบุคคล คือ คุณลักษณะของบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ เจตคติ ความเชื่อและอุปนิสัย ที่ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้มากกว่าคนทั่วไปหรืออาจเรียกได้ว่า ความสามารถพิเศษของบุคคลเฉพาะบุคคลนั้นๆ

สุกัญญา รัตมัยธรรมโชติ (2547: 49-50) ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถนะประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้ คือ

1. ทักษะ หมายถึง สิ่งที่บุคคลกระทำได้และฝึกปฏิบัติเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ
2. ความรู้ หมายถึง ความรู้เฉพาะด้านของบุคคล
3. แรงจูงใจ หมายถึง แรงจูงใจหรือแรงขับภายในซึ่งทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่มุ่งไปสู่สิ่งที่เป็นเป้าหมาย

องค์ประกอบทางด้านความรู้และทักษะ ถือว่าเป็นส่วนที่แต่ละคนสามารถพัฒนาให้มีขึ้นได้ไม่ยากนักด้วยการศึกษาค้นคว้า (ทำให้เกิดความรู้) และฝึกฝนปฏิบัติ (ทำให้เกิดทักษะ) ในขณะที่

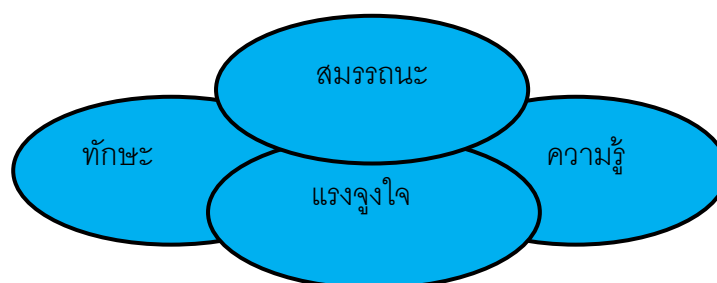
องค์ประกอบที่เหลือ คือ เจตคติ ค่านิยมและความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพลักษณ์ของตน บุคลิก ลักษณะประจำตัวของบุคคล แรงจูงใจหรือแรงขับภายในของแต่ละบุคคล

ดังนั้นสมรรถนะ จึงเป็นสิ่งที่ประกอบขึ้นมาจากความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. สมรรถนะขั้นพื้นฐาน หมายถึง ความรู้หรือทักษะพื้นฐานที่บุคคลจำเป็นต้องมีในการทำงาน ซึ่งสมรรถนะพื้นฐานเหล่านี้ ไม่ทำให้บุคคลมีผลงานแตกต่างจากบุคคลอื่นๆหรือไม่สามารถทำให้บุคคลมีผลงานแตกต่างไปจากคนอื่น

2. สมรรถนะที่ทำให้บุคคลแตกต่างจากบุคคลอื่นๆ หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีผลงานสูงกว่ามาตรฐานหรือดีกว่าบุคคลทั่วไป ซึ่งสมรรถนะ ในกลุ่มนี้จะมุ่งเน้นการใช้ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะอื่นๆ รวมถึง ค่านิยม แรงจูงใจและเจตคติ เพื่อช่วยให้เกิดผลสำเร็จที่ดีเลิศในงาน

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความรู้ ทักษะ และเจตคติเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งนั้น ไม่ใช่สมรรถนะแต่เป็นส่วนประกอบที่ก่อให้เกิดสมรรถนะ ดังภาพประกอบ 2 (สุกัญญา รัชมีธรรมโชติ. 2547: 49-50)



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะและลักษณะของสมรรถนะสามารถนำมาสรุปได้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 การสังเคราะห์ความหมายสมรรถนะ (Competency)

| ชื่อ - สกุล            | ความสามารถของสมรรถนะ (Competency) |       |            |                    |
|------------------------|-----------------------------------|-------|------------|--------------------|
|                        | ความรู้                           | ทักษะ | ความสามารถ | คุณลักษณะส่วนบุคคล |
| Hornby & Thomas        | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| Boyatzis               | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| Woodruffe              | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| Lucia & Lepsinger      | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| McClelland             | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์   | ✓                                 | ✓     | ✓          | ✓                  |
| เดชา เดชะวัฒน์ไพศาล    | ✓                                 | ✓     | ✓          | ✓                  |
| อุกฤษณ์ กาญจนเกตุ      | ✓                                 | ✓     |            |                    |
| อภิรักษ์ วรรณสาธพ      | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| ปิยะชัย จันทรวงศ์ไพศาล | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |
| สุกัญญา รัชมีธรรมโชติ  | ✓                                 | ✓     |            | ✓                  |

จากตาราง 1 สามารถสรุปและสังเคราะห์ความหมายของสมรรถนะได้ว่า สมรรถนะหมายถึงความสามารถที่เกิดจากความรู้ ทักษะและคุณลักษณะที่ซ่อนอยู่ในตัวบุคคล เช่น ลักษณะนิสัย แรงจูงใจ เจตคติที่บุคคลมีต่อตนเอง เจตคติที่จะทำให้บุคคลนั้นสามารถปฏิบัติงานต่างๆได้สำเร็จไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยความรู้ หมายถึง ความรู้ที่บุคคลได้เรียนมา ข้อมูลข่าวสาร ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆทั้งในด้านทั่วไป และด้านเฉพาะเจาะจง รวมทั้งต้องสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานได้ ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยความชำนาญ การฝึกฝนหรือการฝึกปฏิบัติมาอย่างดี เจตคติ หมายถึง คุณลักษณะที่อยู่ในตัวบุคคลซึ่งจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมตัวบุคคล โดยบุคคลนั้นต้องแสดงออกถึงการเห็นคุณค่า เห็นประโยชน์สนใจ ใส่ใจ มุ่งมั่นที่จะสร้างสรรค์และปฏิบัติงานให้ดีที่สุดและนอกจากนั้นแล้ว สมรรถนะยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้ดังนี้ คือ

1. สมรรถนะหลัก หมายถึง ความสามารถหลักของบุคคลในการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและเจตคติ เช่น ความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน ทักษะการสอนและเจตคติทางบวกต่อการสอน

2. สมรรถนะเฉพาะด้าน หมายถึง สมรรถนะที่กำหนดขึ้นตามลักษณะงานหรือตามบทบาทหน้าที่ โดยบุคคลที่ปฏิบัติงานได้ตำแหน่งนั้นๆ จำเป็นต้องมี เช่น ครูสอนวิทยาศาสตร์ต้องสามารถสอนวิทยาศาสตร์โดยต้องมีความเชี่ยวชาญ

### 1.3 สมรรถนะทางสมองกับการเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542 : 12) พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตราที่ 22 กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ในกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ มีนักวิชาการหลายท่านที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมรรถนะและให้ความหมายของสมรรถนะไว้ในทัศนะต่างๆ กันดังนี้

พัชรี เกตุแก่นจันทร์ (2540: 2) ให้ความหมายของสมรรถนะมนุษย์ (competency) ไว้ว่า เป็นลักษณะที่แฝงอยู่ในตัวอยู่อย่างเงียบๆ เพื่อรอโอกาสในการพัฒนาเป็นความสามารถของมนุษย์แต่ต้องให้โอกาสในการเรียนรู้จึงจะมีพัฒนาการปรากฏ มิฉะนั้นก็จะสลายไปเหมือนไม่มีอะไรเลย

กองการวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ (2543 : 3) กล่าวว่า สมรรถนะ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนผสมผสานกับคุณสมบัติ และคุณลักษณะที่ตกตะกอนติดตัว นอกจากความรู้ในเนื้อหาวิชาหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งทักษะ และคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ 3 องค์ประกอบหลักรวมกัน 9 ด้าน ดังนี้

1. ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในอนาคต ประกอบด้วย 3 ด้านคือ ทักษะการเรียนรู้ ทักษะการคิดและทักษะการสื่อสาร

2. ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำงาน ประกอบด้วย 3 ด้านคือ ทักษะการจัดการการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ความขยัน อดทน ปรารถน และอดออม

3. ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการอยู่ร่วมกันในสังคม ประกอบด้วย 3 ด้านคือ การควบคุมตัวเองได้ ความรับผิดชอบ และความมีวินัยในตนเอง การช่วยเหลือผู้อื่น เสียสละ มุ่งมั่น และพัฒนา

จากความหมายของสมรรถนะที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถนะ (competency) เป็นพลังที่สร้างสมอยู่ในสมองของมนุษย์โดยการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม สะสม พัฒนา เชื่อมโยงเส้นใยประสาทเป็นประสบการณ์แห่งการเรียนรู้ สมรรถนะของมนุษย์จะแสดงออกในลักษณะ

ที่มีความสามารถ ซึ่งจะมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับภาระกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ ได้แก่ กระบวนการจัดการเรียนการสอน บทบาทของผู้สอนสู่ยุทธศาสตร์การสอนที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ การกระตุ้น และการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาและส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนให้เต็มขีดความสามารถอย่างไปตามธรรมชาติ การที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เต็มขีดความสามารถนั้นมีปัจจัยที่เกื้อหนุนหลายด้านและ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมองของมนุษย์ซึ่งเป็นชุมพลแห่งการเรียนรู้

## 2. เอกสารเกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ และคณะ (2546 : 10 -11) ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกมาในด้านการคิด การปฏิบัติและคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นพลังในการเรียนรู้และเป็นศักยภาพทางการเรียนที่มีอยู่ในตัวบุคคล สามารถแสดงออกมาเป็นพฤติกรรม จำแนกได้ 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ด้านความรู้นี้สามารถวัดได้จากแบบทดสอบปรนัย และแบบอัตนัย

2. ด้านปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการด้วยกระบวนการคิด การจัดการ และดำเนินการต่างๆเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดเป็นสถานการณ์ ได้แก่

2.1 ความสามารถด้านการเขียนเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงความรู้ ความคิด และจินตนาการเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถด้านการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างชิ้นงานโดยนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิด ออกแบบ ปรับปรุงชิ้นงาน

2.3 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่สัมพันธ์กันทางวิทยาศาสตร์ แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.4 ความสามารถด้านการผลิตผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยนำเอาความรู้โครงงานวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดออกแบบสร้างและนำเสนอโครงงาน

3. ด้านคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

3.1 ความฉลาดทางอารมณ์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับการตระหนักถึงความรู้ของตนเอง และผู้อื่น จัดการอารมณ์ของตนเองและผู้อื่น เพื่อสร้างแรงจูงใจในตนเองและผู้อื่นได้

3.2 จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการคิดการกระทำ และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรมที่สำคัญ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นรอบคอบ อดทน ซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความรับผิดชอบ ความใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

3.3 คุณธรรม จริยธรรม หมายถึง ความรู้สึกผิดชอบชั่วดีที่สั่งสมอยู่ในจิตใจมนุษย์ โดยผ่านประสบการณ์จากการได้สัมผัส ซึ่งแสดงออกมาจากการกระทำทางกาย วาจา และใจ เช่น ความอดทน ความซื่อสัตย์ ความมีเหตุผล ความสามัคคี

3.4 ความรับผิดชอบต่อสังคม หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับความตั้งใจที่จะทำงาน เอาใจใส่ ซื่อสัตย์ ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ

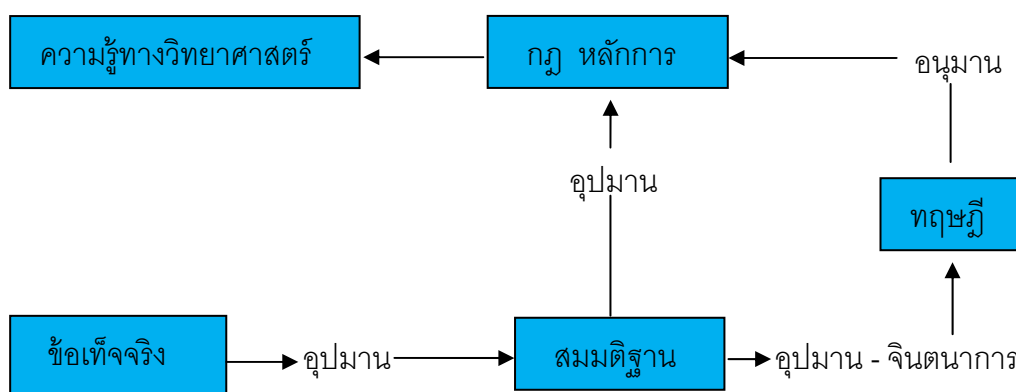
3.5 จิตสำนึกต่อการอนุรักษ์ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และนำไปปฏิบัติจนเป็นนิสัยมีความรับผิดชอบต่อการใช้ และดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อม เพื่อดำรงไว้ซึ่งความสมดุลของสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติทั้งการกำจัดและการป้องกันไม่ให้เกิดมลภาวะเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของ สุกัญญา รัศมีธรรมโชติ (2547:48) ได้กล่าวไว้ว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติเกี่ยวกับการเรียน การพัฒนาตนเองให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในวิชาวิทยาศาสตร์

## 2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบอย่างเป็นระบบ จนเป็นที่เชื่อถือได้ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) (สมจิต สวธนไพบูลย์. 2546 : 94)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้น หลังจากที่ได้มีกระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะตรวจสอบจนเป็นไปได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความรู้สัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546:101-103) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่างๆจากประสบการณ์ ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะ ความอดทน ความใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้า

ดังนั้นในการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า เพื่อให้ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดทั้งเนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเช่นกัน

ไพศาล หวังพานิช (2533:137) กล่าวว่า ความรู้ หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความรู้ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแบบใด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529:29) ได้ให้ความหมายของความรู้ หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ คือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับมาจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆของสมรรถภาพของสมอง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความรู้ หมายถึง คุณลักษณะความสามารถและประสบการณ์ ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนและเป็นผลมาจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จาก การวัดความรู้

### 2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ แนวความคิดในการวัดที่นิยมใช้กันได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของบลูม (วารี ธีระจิตร. 2534 : 220-221; อ้างอิงจาก Boom. *Taxonomy of Educational Objectives handbook 1 : Cognitive Domain.*) ซึ่งจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภทได้แก่

1. ความจำ เป็นเรื่องที่ต้องการรู้ว่าผู้เรียนระลึกได้จำข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงได้ เพราะข้อเท็จจริงบางอย่างอย่างมีคุณค่าต่อการเรียนรู้

2. ความเข้าใจ แสดงถึงระดับความสามารถ การแปลความ การตีความ และขยายความ ในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ ได้ เช่น การจับใจความได้ อธิบายความหมาย และขยายเนื้อหาได้

3. การนำไปใช้ ต้องอาศัยความเข้าใจเป็นพื้นฐานในการช่วยตีความของข้อมูล เมื่อต้องการทราบว่าข้อมูลนั้นมีประเด็นสำคัญอะไรบ้างต้องอาศัยการรู้จักเปรียบเทียบแยกแยะความแตกต่าง พิจารณานำข้อมูลไปใช้โดยใช้เหตุผลได้

4. การวิเคราะห์ เป็นทักษะทางปัญญาในระดับที่สูง จะเน้นการแยกแยะข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ และพยายามมองหาส่วนประกอบว่ามีความสัมพันธ์และการจัดรวบรวม บลูม (Boom) ได้แยกจุดหมายของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ระดับ คือ การพิจารณาหรือการจัดองค์ประกอบ

ต่างๆการสร้างความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น และการคำนึงถึงหลักการที่ได้จัดรวบรวมไว้แล้ว

5. การสังเคราะห์ การนำเอาองค์ประกอบต่างๆที่แยกแยะกันอยู่มารวมเข้าด้วยกันในรูปแบบใหม่ ถ้าสามารถสังเคราะห์ได้ก็สามารถประเมินได้ด้วย

6. การประเมินค่า หมายถึงการใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายที่ต้องการบรรลุผลหรือไม่ การที่ให้นักเรียนสามารถประเมินค่าได้ต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานเป็นแนวทางในการตัดสินคุณค่า การตัดสินใดๆที่ไม่ได้อาศัยเกณฑ์ น่าจะเป็นลักษณะความคิดเห็นมากกว่าเป็นการประเมินค่า

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบความรู้ที่ครูสร้างขึ้นควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัย และให้นักเรียนบรรลุผลสำเร็จในแง่ของความรู้ทักษะทางด้านต่างๆตามแนวคิดและทฤษฎีในการเขียนข้อสอบของบลูม

### 2.3.1 การวัดความรู้

การวัดความรู้เป็นการวัดดูว่า นักเรียนมีพฤติกรรมต่างๆตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆของสมรรถภาพของสมอง ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับฝึกอบรมในช่วงที่ผ่านมา (วาริ ว่องพินัยรัตน์. 2530:1) และในการวัดความรู้ สามารถวัดได้ 2 แบบตามจุดมุ่งหมาย และลักษณะวิชาที่สอนดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปการกระทำจริงให้เป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้สอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถด้านต่างๆสามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบวัดความรู้

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ในการวัดความรู้ในแต่ละวิชานั้น มี 2 แบบ คือ การวัดด้านปฏิบัติ และการวัดด้านเนื้อหา ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่สอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เรื่องไฟฟ้า ในด้านเนื้อหาวิชา โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความรู้ของนักเรียน เป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 2.3.2 แบบทดสอบวัดความรู้

แบบทดสอบวัดความรู้ เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็น ข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil Test) กับนักเรียนปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งได้เป็น 2 พวกคือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528: 146-147)

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากเพียงใด บทพร้อมที่ใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือวัดดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาหรือจากที่ครูสอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าการเรียนการสอนในเรื่องใดๆก็ได้ จะใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยความรู้ระหว่างวิชาต่างๆในเด็กแต่ละคนก็ได้

นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2545:50) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบความรู้ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดความรู้ในวิชาต่างๆที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

จากข้อความดังกล่าว สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความรู้ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอบนั้น ซึ่งในการ

วิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบวัดความรู้ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบอิงกลุ่มและเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน

### 2.3.3 การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้

แบบทดสอบวัดความรู้ ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบอิงกลุ่ม ซึ่ง บุญชม ศรีสะอาด (2545:56-58) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางการเรียนแบบอิงกลุ่มได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นแรกสุด จะต้องทำการวิเคราะห์ ว่าวิชาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้น มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์ของการเรียนรู้อะไร ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อพิจารณาความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็ทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกกันว่าตารางหลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด และพิจารณาว่าออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมข้อสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนเรียงลำดับความสำคัญลงไป แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่องว่าเรื่องนั้นต้องการให้เกิดสมรรถภาพด้านใดมาก

2. กำหนดรูปแบบของคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้คำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ หลักในการเขียนข้อคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพด้านต่างๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหา และทุกสมรรถภาพ รูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกต้องลงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังจากพิจารณาเองแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล และด้านเนื้อหาสาระ พิจารณาข้อบกพร่อง แล้วนำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำแบบทดสอบทั้งหมดมาพิมพ์แบบทดสอบ โดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียด และชัดเจน การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มที่ คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่สอนแล้ว นำผลการสอบมา ตรวจสอบให้คะแนนทำการวิเคราะห์แบบอิงกลุ่ม คัดเลือกเอาข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตาม จำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าจำนวนที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหาที่มากกว่า ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุด ออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่ เข้าเกณฑ์เหล่านั้น มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยาก ง่ายเข้าเกณฑ์ ตามจำนวนที่ต้องการในข้อที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะใช้จริง ซึ่งต้องมี คำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากจะใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความสะดวก ความสะดวก ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางการ เรียนอิงกลุ่มนั้น ควรจะสร้างตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบกำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบ พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง และพิมพ์แบบทดสอบฉบับ จริง ข้อควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง คือ หลักในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

#### 2.3.4 หลักในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

เนื่องจากข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบเป็นที่นิยมกันมากที่สุด จึงมีผู้เสนอแนะ หลักการสร้างไว้หลายท่านซึ่ง วิเชียร เกตุสิงห์ (2530 : 34-42) ได้สรุปหลักของ ธอร์นไทร์ เฮกเกน และ ชวาล แพรัตกุล รวบรวมไว้ดังนี้

1. ควรใช้ตัวนำ (stem) ให้เป็นประโยคสมบูรณ์ แต่ถ้าจะใช้แบบให้ต่อกันได้สนิท ทุกตัวเลือก
2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้นๆโดยตัดคำซ้ำออกหรือนำคำซ้ำไปไว้ในตัวคำถามก็ได้
3. ถ้าไม่จำเป็นแล้วไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นก็แสดงให้เห็นว่าเป็น คำถามปฏิเสธ

4. เขียนตัวคำถามให้ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าถามอะไร และตัวเลือกก็ควรเป็นคำตอบที่ตรงคำถาม (ไม่ว่าจะผิดหรือถูก) กล่าวคือ ทั้งตัวคำถามและตัวลวงปนกันได้อย่างเหมาะสมนั่นเอง

5. ตัวเลือกที่ใช้เป็นตัวลวงต้องมีเหตุผลพอที่จะเป็นตัวลวงได้ กล่าวคือ ถ้าเด็กไม่รู้ อาจเลือกตอบข้อเหล่านั้น ไม่ผิดจนเห็นได้ชัด

6. อย่าใช้คำฟุ่มเฟือยในตัวคำถาม ข้อความใดที่ไม่จำเป็นก็ตัดทิ้งเสีย (ยกเว้นกรณีที่ต้องการให้อ่านจับใจความ)

7. อย่าพยายามใช้ตัวเลือกที่ผูกพันกัน เช่น ข้อหนึ่งเกี่ยวพันไปถึงข้ออื่น หรือมีความหมายคลุมเครือไปถึงข้ออื่นๆ ด้วย

8. ระวังการใช้ตัวเลือกปลายเปิด(Open End) เช่น ไม่มีข้อใดถูก หรือ ผิดทุกข้อ ถ้าจะใช้ต้องใช้ให้เหมาะสม คือ ให้มีโอกาสเป็นข้อถูกด้วย และถ้าเป็นตัวลวง ก็ต้องมีคุณค่าพอที่เด็กไม่รู้จริง อาจเลือกตอบด้วย และที่ต้องระวังเป็นพิเศษก็คือ อย่าใช้กับข้อสอบที่มีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง 100% เป็นอันขาด

9. เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก หรือปริมาณที่บอกความมากน้อย สูงต่ำ ทั้งเพื่อสะดวกสำหรับนักเรียน ที่จะหาคำตอบ

10. พยายามกระจายตัวถูก ให้อยู่คู่ละกัน คือ ให้ตัวถูกอยู่ข้อ ก. บ้าง ข. บ้าง ค. บ้าง ง. บ้าง หรืออย่าเรียงลำดับอย่างมีระบบทางที่ดีควรเรียงตามข้อ 9 หรือเรียงตามความสั้นความยาวของตัวเลือก จะได้เป็นการกระจายตัวเลือกที่ถูกไปในตัวด้วย

11. ภาษาที่ใช้ในการเขียนคำถามและตัวเลือกให้มีความยากง่ายพอเหมาะกับนักเรียนไม่ควรใช้คำศัพท์ยากๆ สำหรับเด็กเล็ก

12. พยายามใช้รูปภาพประกอบ ถ้าสามารถทำได้ การใช้รูปภาพประกอบบางครั้ง อาจช่วยให้เด็กเข้าใจคำถามได้แจ่มแจ้งขึ้น หรือบางรูปภาพอาจจะแสดงในสิ่งที่ไม่สามารถเขียนเป็นตัวหนังสือได้ หรือแสดงได้ดีกว่าการใช้ภาษาและการใช้ภาพจะวัดสมองได้ลึกกว่าด้วย

13. ข้อหนึ่งๆ ควรใช้ตัวเลือก 4- 5 ตัว (ยกเว้นข้อสอบเด็กที่ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อาจใช้ตัวเลือก 3 ตัวก็ได้) เพราะการใช้ตัวเลือกมาก จะช่วยให้โอกาสที่จะเดาถูกลดน้อยลง

14. อย่าแนะนำคำตอบด้วยวิธีการใดๆก็ตาม

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ในการเขียนข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบควรคำนึงหลักการเขียนข้อสอบ เช่น คำถามจะต้องมีความชัดเจน ถูกต้องทางภาษา และตัวเลือกจะต้องมี

ความเหมาะสม เป็นต้น เพื่อจะทำให้ข้อสอบเป็นตัวแทนที่ดีของความรู้ทางการเรียนและสามารถประเมินผลการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.3.5 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความรู้ทางการเรียนที่ดี

ชวาล แพร์ตกุล (2528 : 123-136) กล่าวถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย
2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งที่วัดมากกว่าตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด
4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากเพียงใด
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าคำถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
  - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม
  - 6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
  - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)
9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกแยะเด็กออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งที่สุด
10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน

จากข้อความข้างต้น สรุปว่า แบบทดสอบที่ดีจะต้องมีลักษณะที่สำคัญ คือ ต้องมีเที่ยงตรง ยุติธรรม ถามลึก คำถามยั่วยุ ต้องจำเพาะเจาะจงเป็นปรนัยมีประสิทธิภาพ ยากพอเหมาะ มี

อำนาจจำแนก และต้องเชื่อมั่นได้ จึงเป็นข้อสอบที่ดีมีมาตรฐาน และใช้วัดความรู้ทางการเรียนได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้วัดอย่างแท้จริง

## 2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 2.4.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คลอฟเฟอร์ (Klopfer.1971:568-573) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ปีเตอร์สัน (Perterson.1978:153) ได้ให้ความหมายทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปหาพิพจน์ การสรุปหลักเกณฑ์ และการสื่อความหมายและการนำไปใช้

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1978: 15) ได้ให้ความหมายทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ความหมายที่สำคัญของกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ ทำให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 1) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว (2533: V) ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาดังกล่าว

สุนีย์ คล้ายนิล และคนอื่นๆ (2546: 10) ได้อธิบายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหรือกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ หรือเกิดทักษะในกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ หรือเกิดทักษะในกิจกรรมนั้นๆในทางวิทยาศาสตร์

วิษชุดา งามอักษร (2541:39) ได้สรุปทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านกระบวนการปฏิบัติและการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่ว และชำนาญ

จากการศึกษานิยามความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนักการศึกษาหลายๆท่านที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติการสืบเสาะหา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้พฤติกรรมที่เกิดจากการฝึกฝน ความคิดอย่างเป็นระบบ และฝึกปฏิบัติ จนเกิดความชำนาญ เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้า แก้ไขปัญหาและการสืบเสาะหาความรู้

## 2.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา (นงนุช สหัสดี. 2545:13 อ้างอิงจาก The America Association for the Science.1970:33-176 ) ได้แบ่งทักษะทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 กระบวนการด้วยกันโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้ คือ

### 1. ทักษะเบื้องต้น จัดได้เป็น 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสซึ่งได้แก่ จมูก ตา หู ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะ และรายละเอียดของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ อย่างใดอย่างหนึ่งทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

1.2 การวัด (Measurement) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลรวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะวัดได้

1.3 การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนด คุณลักษณะต่างๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของต่างๆรวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

1.4 การจัดพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่างๆโดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นๆซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

1.5 การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดง สัญลักษณ์ต่างๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรืออักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบ ความคิด ความรู้สึกต่างๆ ได้ตามต้องการ

1.6 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติกับเวลา (Using Space -time Relationship) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลามาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในที่นี้มีมิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความกว้าง ความยาว รูปร่าง สมมาตร หรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกากับจังหวะการเต้นของชีพจรความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

1.7 การสรุปอ้างอิง (Infering) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่างๆโดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้ประกอบกับประสบการณ์เดิม

1.8 การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต น่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบการสรุปอ้างอิง

## 2. ทักษะเชิงซ้อน จัดได้ 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติการได้ด้วยบอกด้วยว่าในสถานการณ์หนึ่งๆจะมีวิธีสังเกตหรือวิธีวัดสิ่งนั้นอย่างไร

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variable) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่างๆออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่นๆ ที่ต้องการควบคุม การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่าผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลมาจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

2.3 การสร้างสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดคะเนว่าตัวแปรต่างๆจะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงข้อสรุปคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

2.4 การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting) การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปตาราง ข้อความหรือข้อความกึ่งตาราง หรือกราฟ และการคำนวณค่าสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

2.5 การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐาน โดยคำนึงถึง นิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่างๆเครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 :1-16) ได้กล่าวถึงทักษะทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลข ที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ดังกล่าว อาจใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/space Relationship and Space/time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างเช่นเดียวกับวัตถุ นั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับอีกวัตถุหนึ่ง

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับ ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communion) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดประเภท หรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้คนอื่นเข้าใจความหมายของ ข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบ ล่วงหน้าจะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิด ล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ ล่วงหน้านี้มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐาน ที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้าน สมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ(Defining Operationally) หมายถึง การ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying, Controlling and Manipulating Variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

- ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดู ว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

- ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

- ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งอื่นๆนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลอง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting Data and Conclusion)

การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์อื่นๆด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ที่กล่าวมา แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) และทักษะขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills ) ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาทักษะขั้นพื้นฐานบางทักษะและทักษะขั้นบูรณาการมาศึกษาในครั้งนี้

#### 2.4.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

##### 1. แบบทดสอบวัดวัดความสามารถจริง

ลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นข้อคำถามที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนคิดและเขียนคำตอบเอง โดยปัญหาจะต้องมีความหมายต่อผู้เรียน มีความสำคัญเพียงพอ และเรียนแบบสภาพจริงของผู้เรียน เหมาะสมกับวัยและสภาพจริงของเขา แบบทดสอบทั้งฉบับจะต้องครอบคลุมและเป็นตัวแทนของเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ในการตอบผู้สอบจะใช้ความรู้ความสามารถหลายด้าน ต้องคิดอย่างลึกซึ้ง มีวิธีการและขั้นตอนที่เห็นถึงการใช้ปัญญา ความรู้สึกและความสามารถในการ

ปฏิบัติของผู้สอบ คะแนนจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนสมบูรณ์ของคำตอบ หรือขั้นตอนที่ชัดเจนตามเกณฑ์ (Rubric) ที่กำหนดไว้

## 2. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถจริง

ได้มีนักการวัดผลการศึกษาทั้งในและต่างประเทศนำเสนอขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถจริงไว้หลายท่าน ดังนี้

กลอนลันด์ (Gronlund, 1977: 75-76) เสนอกฎการตั้งคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถจริงเพื่อให้ข้อสอบมีคุณภาพสูงไว้ดังนี้

1. ให้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถจริงเพื่อวัดผลการเรียนที่ซับซ้อนเท่านั้น
2. เชื่อมโยงคำถามกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดโดยตรงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. สร้างคำถามที่นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน
4. ไม่มีตัวเลือกของคำถามให้นักเรียนเลือกตอบยกเว้นว่าผลการเรียนต้องการให้เป็นเช่นนั้น
5. ให้เวลาในการตอบอย่างเพียงพอ และระบุเวลาไว้ในการตอบคำถามด้วย

ฮอบกินส์ และแอนเตส (Hopkins and Antes, 1990 : 233-234) เสนอข้อแนะนำในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถจริงไว้ดังนี้

1. ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถจริงเมื่อต้องการคำตอบของนักเรียนที่เป็นการอธิบาย การเปรียบเทียบความเหมือน การเปรียบเทียบความแตกต่าง การบรรยาย การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือประเมินผล
2. ไม่ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถจริงในการวัดความจำ
3. ใช้ถ้อยคำในการตั้งคำถามที่ชัดเจนและกระชับ
4. ตั้งคำถามด้วยสถานการณ์ใหม่ๆ ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ไม่เช่นนั้นนักเรียนก็จะจำสิ่งที่เรียนมาแล้วนั้นมาตอบแบบเดิมๆ
5. กำหนดขอบเขตในการตอบที่ต้องการไว้ในข้อสอบด้วย และขีดจำกัดในการตอบควรกำหนดตามเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียน นอกจากนี้ความยากของคำตอบที่ต้องการก็อาจจะกำหนดโดยเวลา จำนวนข้อ หรือปริมาณที่ว่างในกระดาษคำตอบสำหรับเขียน
6. บอกให้นักเรียนรู้ว่า จะจัดการกับคำศัพท์เฉพาะหรือศัพท์เทคนิคในเนื้อหาที่จะสอบอย่างไร นักเรียนควรรู้ว่า จะต้องให้คำจำกัดความหรืออธิบายคำเหล่านี้ในการตอบด้วยหรือไม่
7. เขียนข้อสอบเป็นข้อๆ เพื่อวัดด้านต่างๆ ที่ได้ศึกษามา และไม่ควรออกข้อสอบที่ให้ผู้สอบนำข้อมูลทั่วไปมาตอบ
8. ถ้อยคำที่ใช้ในการสอบหรือคำสั่งจะต้องมีความหมายชัดเจน

9. ให้นักเรียนแสดงคำตอบข้อสอบด้วยชุดข้อสอบชุดเดียวกันและเหมือนกัน

10. เลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถจริง เพื่อวัดทักษะการเขียน การสื่อสาร หรือการจัดองค์ประกอบเท่านั้น

เวอร์ต (Ward.1999:130) ให้คำแนะนำสำหรับการเขียนแบบทดสอบวัดความสามารถจริงไว้ 5 รูปแบบ ดังนี้

1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่สำคัญ
2. ให้นักเรียนแสดงความรู้ของเขา ไม่ใช่รายงานข้อมูลที่มีอยู่แล้ว
3. ให้นักเรียนแสดงความสามารถของเขาอย่างสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. คำถามต้องสั้นและชัดเจนมากกว่าที่จะเป็นคำถามทั่วไป
5. แจ้งหัวข้อที่จะให้คะแนนให้ผู้สอบทราบก่อนทำข้อสอบทุกครั้ง

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2544:34-41) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างข้อสอบอัตนัยให้มีคุณภาพ ต้องคำนึงถึงจุดอ่อน 2 ประการ คือ ทำอย่างไรจึงจะสร้างคำถามให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัด และทำอย่างไรจึงจะทำให้การตรวจข้อสอบอัตนัยมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด ดังนั้นในการสร้างข้อสอบจะต้องเขียนข้อคำถาม และกำหนดแนวการตอบและเกณฑ์สำหรับตัดสินให้คะแนนอย่างละเอียดด้วย สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คะแนนในการตรวจเชื่อถือไม่ค่อยได้ เพราะการเฉลยส่วนนี้ไป ดังนั้นการสร้างข้อสอบอัตนัยจึงควรคำนึงถึงข้อแนะนำต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ของวิชาที่จะออกข้อสอบให้ละเอียดครอบคลุม และเลือกรูปแบบคำถามให้เหมาะสมกับจุดประสงค์นั้นๆ
2. เขียนคำถามให้ชัดเจนและตรงจุด ระบุให้แน่ชัดว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอย่างไร
3. เขียนคำชี้แจงให้ละเอียดและชัดเจน
4. ควรเขียนข้อสอบแบบจำกัดคำตอบ มากกว่าข้อสอบแบบไม่จำกัดคำตอบ เพื่อให้การตรวจมีเชื่อมั่นสูง
5. หลีกเลี่ยงคำถามประเภทวัดความจำอย่างเดียว เพราะการวัดความจำสามารถใช้ข้อสอบปรนัยอื่นๆวัดได้ดีกว่า
6. ควรเขียนข้อสอบให้มากข้อ และหลายรูปแบบ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหา และสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งช่วยให้การมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) สูงขึ้น
7. ควรกำหนดเวลาที่ให้ตอบแต่ละข้ออย่างคร่าวๆ การคาดคะเนเวลาที่ควรใช้เขียนตอบจะเป็นการช่วยให้ผู้ตอบสามารถกำหนดขอบเขตในการตอบได้เหมาะสม และสามารถทำข้ออื่นๆได้ทัน

8. ควรเฉลยคำตอบไว้ทั้งคำตอบที่ถูกต้องและแนวคำตอบอื่นๆที่ควรจะเป็นเพื่อสามารถให้คะแนนได้เชื่อมั่นยิ่งขึ้นและยังเป็นการตรวจสอบดูว่าโจทย์ชัดเจนพอที่จะให้ตอบตามคำเฉลยไว้หรือไม่ อีกทั้งเป็นการคาดคะเนคะแนนและเวลาให้ตอบที่เหมาะสมอีกด้วย

9. ถ้าข้อสอบมีมากข้อ และยากไม่เท่ากัน ควรจัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เพื่อยั่วให้ผู้ตอบเกิดกำลังใจในการตอบ การให้ข้อยากไว้ตอนต้นอาจทำให้เด็กตกใจหรือเสียขวัญ ซึ่งจะกระทบกระเทือนคะแนนข้ออื่นๆได้ ดังนั้นควรเขียนคำชี้แจงให้นักเรียนเลือกตอบข้อใดก่อนก็ได้ เพื่อให้ให้นักเรียนเลือกทำข้อง่ายตามความรู้สึกของนักเรียนเอง

10. ถ้าเป็นไปได้ควรออกข้อสอบให้มีความยากใกล้เคียงกัน

11. ให้ผู้อื่นที่มีความรู้ในสาขาวิชาที่ออกข้อสอบ อ่าน วิพากษ์วิจารณ์ เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง เช่น เขียนคำถามครอบคลุมสิ่งสำคัญที่ต้องการวัดหรือไม่ คำถามยากพอเหมาะหรือไม่

12. หลีกเลี่ยงวิธีการสอบโดยให้เปิดตำรา เพราะการสอบโดยให้เปิดตำราดูได้นี้ เด็กที่เรียนเก่งอยู่แล้วมีความชำนาญในการใช้หนังสือ มีทักษะการอ่าน มีความคล่องแคล่ว มีความพยายาม และมีความอดทนสูงกว่าเด็กที่เรียนอ่อน ดังนั้นเด็กเก่ง จึงมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนสูงกว่าปกติ ส่วนเด็กอ่อนจะมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนต่ำกว่าเดิม เพราะแม้แต่ค้นหาคำตอบจนไม่สามารถจะตอบได้ทันตามกำหนดเวลา

13. ไม่ควรออกข้อสอบให้เลือกตอบเพียงบางข้อ เพราะนักเรียนอาจจะเลือกตอบข้อต่างกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างในตัวข้อสอบเอง คะแนนของแต่ละคนจึงขึ้นอยู่กับข้อที่เลือกทำ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 86-88) ได้เสนอหลักการสร้างข้อคำถามแบบวัดความสามารถจริงไว้ 5 ข้อดังนี้

1. จุดประสงค์ของการสอบก่อน แล้วจึงเขียนข้อคำถาม
2. ควรใช้คำถามที่มีความกระชับชัด ด้วยหลักการถามและหลักภาษา ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ผู้สอบเข้าใจผิด หรือมัวตีความหมายของคำถามที่เป็นไปได้หลายแง่หลายมุม
3. คำถามหนึ่งๆควรเป็นเรื่องเดียว ทั้งเพื่อให้ผู้ตอบสามารถตอบตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการ
4. คำถามควรคำนึงถึงเวลาที่ผู้ตอบทำการตอบ
5. คำถามทุกคำถามผู้สอบควรทำเฉลยไว้ และวางแผนการให้คะแนนแต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไรในเวลาที่จำกัดไว้ คำตอบที่สมบูรณ์ที่สุดควรเป็นอย่างไร เพื่อใช้เปรียบเทียบ

### 3. กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

#### 1. ความหมายของกฎเกณฑ์การให้คะแนน

สแตนมาร์ค (Stenmark.1991:24) ได้อธิบายถึงกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้สำหรับคำถามแบบปลายเปิด (Open-ended QUESTIONS) ซึ่งปรับปรุงมาจาก California Assessment Program Grade 12 Generalized Rubric ไว้ว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะ (Specific Rubric) เป็นแนวทางในการให้คะแนนเฉพาะของคำถามแบบปลายเปิดในแต่ละข้อ สำหรับกฎเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไป (General Rubric) จะเป็นตัวแบบของเกณฑ์การคะแนนเพื่อใช้พิจารณากฎเกณฑ์เฉพาะ รายละเอียดจะเปลี่ยนแปลงสำหรับระดับคะแนนที่แตกต่างกัน แนวคิดพื้นฐาน สามารถประยุกต์ใช้ได้

คอร์ทนี (Courtney.1996:77-79) อธิบายว่า เป็นคำแนะนำที่เกี่ยวกับการให้คะแนนถ้าระบบการให้คะแนนโดยใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนนที่มี 5 ระดับ นักเรียนจะได้ คะแนนเต็มก็ต่อเมื่อสามารถทำได้ครบทุกอย่างที่ระบุไว้ กฎเกณฑ์การให้คะแนนเน้นการแสดงความสามารถของนักเรียนในด้านความเข้าใจในความคิดรวบยอด ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอน ทักษะในการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ในการประมวลผลข้อมูล และการสื่อความหมายกับผู้อื่น

เสาวนีย์ เกรียร์ (2540:159) กล่าวว่า เป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยประเด็นต่างๆ (Criteria) ที่จะใช้พิจารณางานหนึ่งๆ และคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นประเมิน ซึ่งอาจเรียงลำดับตั้งแต่ดีเลิศไปจนถึงต้องปรับปรุง หรือให้เป็นระดับตัวเลขตั้งแต่มากที่สุด (เช่น 4) ไปจนถึงน้อยที่สุด (เช่น 0) ประเด็นประเมินอาจกำหนดเพิ่มเติมได้หลายข้อ คำอธิบายระดับคุณภาพควรอธิบายให้ชัดเจนที่สุด กระชับที่สุด เป็นคำอธิบายที่สามารถบอกได้ว่าทำไมจึงต้องดีเลิศ ดี ปรับปรุง

บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2544:90) ให้ความหมายของกฎเกณฑ์การให้คะแนนว่าเป็นชุดของแนวทางในการให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สำหรับใช้ประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน แนวทางในการให้คะแนนนั้น อาจทำในรูปของมาตรประเมินค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ

จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยให้ความหมายของกฎเกณฑ์การให้คะแนนว่า หมายถึงแนวทางที่กำหนดขึ้นเพื่อชี้บอกระดับของพฤติกรรม คุณภาพของกระบวนการทำงานและผลลัพธ์เพื่อสิ่งที่ต้องการ ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเป็นมาตรวัด และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถ ในการแสดงออก ของแต่ละจุดในมาตรวัด และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถ ในการแสดงออก ของแต่ละจุดในมาตรวัดอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้ตรวจให้คะแนนมีความเข้าใจตรงกัน และกฎเกณฑ์การให้คะแนนจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้เป้าหมาย

การแสดงออกของนักเรียนมีความชัดเจนขึ้น ทำให้นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์หรือสมรรถภาพที่สำคัญของมาตรฐานการศึกษาได้

## 2. ประเภทของกฎเกณฑ์การให้คะแนน

ชัยเดช ศีลาเดช (2540:29) กล่าวว่า การให้คะแนนของrubric เป็นการตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ มีระดับความสำเร็จในขั้นต่างๆ กัน หรือมีผลงานอย่างไร และได้แบ่งการให้คะแนนแบบrubricไว้ 2 แบบ คือ

1.แบบรวมองค์ประกอบ(Holistic Rubrics) คือการให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้ และผลงานเป็นอย่างดี แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงาน หรือความสำเร็จของงานเป็นขั้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6

2.แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics) เพื่อให้การมองคุณภาพของงาน หรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับโดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในการแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย สื่อสาร คือความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยายเหตุผล แนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกยุทธวิธี กระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ความสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2544:90) กล่าวว่า การพิจารณากฎเกณฑ์การให้คะแนน ถ้าพิจารณาตามลักษณะของงานหรือกิจกรรม แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ กฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไป (General Rubric) สำหรับใช้ประเมินงานหรือกิจกรรมหลายๆชิ้นที่อยู่ในกรอบเนื้อเรื่องเดียวกัน และกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบเฉพาะ (Specific Rubric) เป็นแนวทางในการให้คะแนนทั่วไป ที่เขียนให้เฉพาะเจาะจงกับการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแต่ละชิ้น ถ้าพิจารณาตามเกณฑ์หรือองค์ประกอบของการให้คะแนน ก็ยังแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือเกณฑ์รวม (Holistic)เป็นการ

พิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่ามีคุณภาพในระดับใด และเกณฑ์ย่อย (Analytic) เป็นการพิจารณาผลงานของผู้เรียนแยกเป็นรายด้าน

สำหรับกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้รูปแบบเฉพาะ (Specific Rubric) กำหนดระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับในแต่ละทักษะ

### 3. การสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนน

การสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนนมีขั้นตอนในการดำเนินการ 7 ขั้นตอน (จำนงค์ สวัสดิวัตร ม.ป.ป). ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

วิเคราะห์ผลการเรียนของนักเรียนในแต่ละจุดประสงค์ หรือแต่ละหัวเรื่อง(Theme) เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจะเกิดผลการเรียนรู้อะไรบ้าง ผลของการเรียนรู้ของนักเรียนไม่จำเป็นต้องมีครบทุกประเภท ทุกครั้งที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ บางครั้งในการวางแผนการสอน ครูควรคาดหวังในผลการเรียนรู้ของนักเรียนเพียงกระบวนการอย่างเดียว บางครั้งครูคาดหวังทั้งกระบวนการและผลงาน

#### ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นที่จะต้องประเมิน

การกำหนดประเด็นที่ต้องการประเมินอาจจะให้นักเรียน ร่วมกันเสนอความคิด ในการกำหนดประเด็นประเมินผลการเรียนรู้แต่ละอย่างของเขาเอง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากในการวางแผนการสอน ครูผู้สอนได้มีการคาดหวัง ความสำเร็จจากการเรียนรู้ของนักเรียนเอาไว้ล่วงหน้าไว้แล้ว จึงควรกำหนดรายการประเมินที่สำคัญๆ ของความสำเร็จจากการเรียนแต่ละด้านเอาไว้ล่วงหน้าไว้ด้วยเพื่อจะได้แจ้งให้นักเรียนทราบและเพื่อการตรวจสอบผลงานของนักเรียนเอง

#### ขั้นที่ 3 คัดเลือกประเด็นการประเมินที่สำคัญ

การกำหนดประเด็นที่จะต้องประเมิน เราจะพบว่าในผลการเรียนรู้หนึ่งอย่างจะมีประเด็นที่ต้องการประเมินมาก โดยเฉพาะถ้าเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอประเด็นประเมินด้วยแล้ว จะมีมุมมองในการประเมินที่หลากหลาย หรือรวมประเด็นที่สำคัญๆ

#### ขั้นที่ 4 เลือกรูปแบบในการสร้างเกณฑ์

การสร้างเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อพิจารณาตัดสินให้คะแนน (Scoring Rubric) มีรูปแบบในการสร้าง 2 รูปแบบ

#### รูปแบบที่ 1 การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring Rubric )

การสร้างเกณฑ์การประเมินแบบองค์รวม หมายถึง การให้คะแนนผลการเรียนรู้โดยรวมทุกประเด็นเพื่อการประเมิน แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของผลการเรียนรู้แต่ละระดับ

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมองค์ประกอบ

| ระดับคุณภาพ | คำอธิบาย                                                                                                                                                  |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ระดับ 3     | หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านถูกต้อง บอกเนื้อหาสาระถูกต้องได้ใจความต่อเนื่อง บอกข้อคิดได้ตรงประเด็นสมบูรณ์ เสนอความคิดเห็นเหตุผลและประโยชน์            |
| ระดับ 2     | หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านผิดไม่เกิน 3 ข้อ จาก 5 ข้อ บอกเนื้อหาสาระได้ถูกต้องแต่รวน บอกข้อคิดได้ตรงประเด็นแต่ไม่ต่อเนื่อง เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผล |
| ระดับ 1     | หมายถึง ตอบคำถามจากเรื่องที่อ่านผิดมากกว่า 3 ข้อ ใน 5 ข้อ บอกเนื้อหาสาระได้บ้าง บอกข้อคิดได้บ้าง แต่รวน เสนอความคิดเห็นแต่ไม่แสดงเหตุผล                   |

รูปแบบที่ 2 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Scoring Rubric)

การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ หมายถึง การให้คะแนนโดยแยกองค์ประกอบของสิ่งที่จะประเมิน เพื่อให้มองเห็นคุณภาพของงาน หรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจนผลการประเมินจะบ่งบอกถึงจุดเด่น จุดด้อยของแต่ละประเด็นประเมินได้ชัดเจน การสร้างเกณฑ์การประเมินในรูปแบบนี้จะต้องเขียนคำอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบ และแต่ละระดับขององค์ประกอบให้ชัดเจน

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ

| ประเด็น                              | คำอธิบายระดับคุณภาพ                      |                                             |                                 |
|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
|                                      | 3 (ดี)                                   | 2 (พอใช้)                                   | 1 (ควรปรับปรุง)                 |
| 1.การตอบคำถามจากเรื่องที่ย่าน        | คำถามถูกต้องทุกข้อ                       | ตอบคำถามผิดไม่เกิน 3 ข้อ จาก 5 ข้อ          | ตอบคำถามผิดมากกว่า 3 ข้อ 5 ข้อ  |
| 2.การบอกความสำคัญของเรื่องที่ย่าน    | บอกเนื้อหาสาระถูกต้องได้ใจความต่อเนื่อง  | บอกเนื้อหาสาระถูกต้อง แต่รวน                | บอกเนื้อหาสาระได้บ้าง           |
| 3.การบอกข้อคิดจากเรื่องที่ย่าน       | บอกข้อคิดได้ตรงประเด็น สมบูรณ์           | บอกข้อคิดได้ตรงประเด็น แต่ไม่ต่อเนื่อง      | บอกข้อคิดได้บ้างแต่รวน          |
| 4.การเสนอความคิดเห็นจากเรื่องที่ย่าน | เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผลและเป็นประโยชน์ | เสนอความคิดเห็นด้วยเหตุผล แต่มีประโยชน์น้อย | เสนอความคิดเห็นแต่ไม่แสดงเหตุผล |

#### ขั้นที่ 5 กำหนดค่าระดับคุณภาพในการประเมิน

ค่าระดับคุณภาพ คือ ตัวเลขที่บ่งบอกถึงคะแนนการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งผู้สอนเป็นผู้กำหนด หรืออาจจะให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดค่าระดับคุณภาพก็ได้ ตัวเลขค่าระดับคุณภาพอาจจะมีระดับ 0-1-2-3 หรือ 0-3-4-5-6 หรือ 0-10-15-20 ในกรณีที่กำหนดค่าระดับต่ำที่สุดที่ 0 นั้น หมายถึง นักเรียนไม่มีผลการเรียนรู้ หรือไม่มีผลงานเข้ารับการประเมิน หรือไม่ได้ดำเนินการตามรายการประเมินนั้น และการกำหนดค่าระดับจาก 0-10 แสดงว่าผู้กำหนดค่าระดับคุณภาพ พิจารณาแล้วเห็นว่าคุณภาพของงานหรือสิ่งที่จะประเมินควรมีคะแนนสูงสุดคือ 10

#### ขั้นที่ 6 บรรยายคุณภาพการประเมินแต่ละระดับ

เมื่อได้เลือกรูปแบบในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน และกำหนดตัวเลขค่าระดับแล้วจะต้องเขียนคำอธิบายขอบข่ายการพิจารณาตัดสินให้คะแนนแต่ละระดับคุณภาพให้ชัดเจน ผลงาน หรือกระบวนการในลักษณะไหน อย่างไร จึงจะมีคุณภาพระดับ 4 ลักษณะไหนอย่างไรจึงมีคุณภาพ ระดับ 3 ระดับ 2 และระดับ 1 คำบรรยายคุณภาพแต่ละระดับจะเกิดประโยชน์สูงสุด

ตาราง 4 อธิบายคุณภาพ “การพูดอภิปราย”

| ระดับคุณภาพ | คำอธิบาย                                                                                                                                                                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0           | หมายถึง ไม่มีการอภิปราย                                                                                                                                                                       |
| 1 ใช้ไม่ได้ | หมายถึง มีการนำเสนอข้อเท็จจริง และข้อคิดเห็น แต่ขาดตัวอย่างเพื่อสนับสนุน ประเด็นอภิปรายการออกเสียงไม่ถูกต้องชัดเจน ขาดการรักษาเวลา และมารยาทในการพูด                                          |
| 2 ใช้ได้    | หมายถึง ไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น แต่ขาดตัวอย่างสนับสนุนประเด็นอภิปราย มีการออกเสียงถูกต้องชัดเจน แต่ไม่รักษาเวลาและมารยาทในการพูด                    |
| 3 ดี        | หมายถึง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและแสดงเหตุผล อย่างเหมาะสม แต่ขาดตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปราย ส่วนการออกเสียง ถูกต้องชัดเจน มีมารยาทในการพูดและรักษาเวลาได้ดี |
| 4 ดีมาก     | หมายถึง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีการนำเสนอข้อเท็จจริงและแสดงเหตุผลอย่างเหมาะสม มีการยกตัวอย่างเพื่อสนับสนุนประเด็นอภิปราย การออกเสียงถูกต้องชัดเจน มีมารยาทในการพูด และรักษาเวลาได้       |

ขั้นที่ 7 กำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพ

การกำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพเป็นการกำหนดช่วงคะแนนประเมินผลการเรียนรู้

ตาราง 5 การกำหนดคะแนนการตัดสินระดับคุณภาพ

| คะแนน | ระดับคุณภาพ |
|-------|-------------|
| 9 -12 | ดี          |
| 5 – 8 | พอใช้       |
| 1 – 4 | ควรปรับปรุง |

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2544:94) กล่าวว่า การสร้างกฎเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลภาคปฏิบัติต้องมีส่วนประกอบในการดำเนินการที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

#### 1. กำหนดการปฏิบัติให้ชัดเจน

- 1.1 ระบุชนิดของการปฏิบัติว่าเป็นทักษะวิธีการทำหรือผลงานที่สร้างขึ้น
  - 1.2 กำหนดจุดสนใจของการประเมินว่าสนใจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
  - 1.3 กำหนดกฎเกณฑ์การปฏิบัติที่สะท้อนคุณลักษณะที่สำคัญของการปฏิบัติ
- ที่ประสบผลสำเร็จ

#### 2. ออกแบบกิจกรรมสำหรับใช้ประเมิน

- 2.1 ระบุลักษณะของงานหรือกิจกรรม ได้แก่ นิยามจุดหมายของการปฏิบัติตามที่มอบหมายให้ทำ หรือเป็นการแสดงออกที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- 2.2 กำหนดรายการของงานหรือกิจกรรม ได้แก่ นิยามจุดหมายของการปฏิบัติเงื่อนไขสถานการณ์ของการปฏิบัติ และเกณฑ์มาตรฐาน
- 2.3 กำหนดจำนวนชิ้นงานหรือกิจกรรมให้ทำว่าจะใช้เพียงงานเดียวหรือหลายงานจึงจะเพียงพอในสภาพการณ์นั้น

#### 3. ให้คะแนนและจัดบันทึกผล ดังนี้

- 3.1 ระบุรูปแบบการให้คะแนนว่าใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนแบบใด เช่น แบบทั่วไป หรือแบบเฉพาะเนื้อหา และแบบเกณฑ์รวมหรือแบบเกณฑ์ย่อย
- 3.2 กำหนดวิธีการจัดบันทึกว่าเป็นแบบตรวจสอบรายการ มาตรฐานประเมินค่าการปฏิบัติ การจัดบันทึกพฤติกรรมตามช่วงเวลา หรือการจัดจำรรวมค่า
- 3.3 ระบุผู้ประเมินว่าจะให้ใครเป็นผู้สังเกตและประเมิน ผลการปฏิบัติจะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน ครูที่เคยสอน ตัวผู้เรียนเอง หรือเพื่อนๆ ในกลุ่มการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีผสมผสานจากหลายแนวทางที่กล่าวมาข้างต้น มาสร้างเป็นเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเลือกใช้รูปแบบเกณฑ์เฉพาะ (Specific Rubric) จำนวน 5 ทักษะ

### 2.5 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

#### 2.5.1 ความหมายและประเภทของแรงจูงใจ

บราวน์ (Brow.1980:112-113) กล่าวว่า แรงจูงใจเป็นความคิดซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนภายใน ซึ่งประกอบด้วยอารมณ์ ความปรารถนา ซึ่งเป็นเหตุให้คนแสดงพฤติกรรมออกมาไม่น้อยไม่เท่ากัน

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2529:112) ได้สรุปความหมายของแรงจูงใจไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่จูงใจที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานที่มีอยู่ในตัวของบุคคลกระทำกิจกรรมเพื่อประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

โลเวลล์ (สุวัฒน์ วัฒนวงศ์.2533: 102;อ้างอิงจาก Lovell. 1980:109) ให้ความหมายของแรงจูงใจว่าเป็นกระบวนการชักนำ โน้มน้าวให้บุคคลเกิดความมานะพยายาม เพื่อที่จะสนองความต้องการบางประการให้บรรลุผลสำเร็จ

ชนิษฐา วิเศษสาคร และมุกดา ศรียงค์ (2537:200) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจว่า หมายถึง สภาวะที่บุคคลถูกกระตุ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ทำให้แรงผลักดันในบุคคลมีพฤติกรรมอย่างมีทิศทางเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ผู้ทำการชักจูงใจกำหนด

ปฐม นิคมานนท์ (2538:133) ให้ความหมายของแรงจูงใจว่า หมายถึง ภาวะที่กระตุ้นให้อิทธิพลเกิดการเคลื่อนไหวหรือพฤติกรรมขึ้น

ถวิล เกื้อกุลวงศ์ (2528:53) ได้ให้ความหมายแรงจูงใจว่า หมายถึง ความต้องการความจำเป็นแรงกระตุ้นที่อยู่ภายในบุคคล แรงกระตุ้นจะถูกนำมุ่งหน้าไปสู่เป้าหมายซึ่งอาจเป็นลักษณะของจิตสำนึกหรือจิตใต้สำนึกก็ได้

วรรณิ ลิ้มอักษร (2544:117) ได้สรุปความหมายแรงจูงใจว่า เป็นแรงที่ทำให้บุคคลพยายามทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีเป้าหมาย เพื่อลดความไม่สบายใจหรือลดความเครียดที่กระตุ้นโดยบุคคลหรือถูกกระตุ้นโดยสิ่งแวดล้อม

มาลี จุฑา (2542:138) ให้ความหมายแรงจูงใจว่า หมายถึง แรงที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมความต้องการ หรือตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ให้

สรุปได้ว่าแรงจูงใจ หมายถึง แรงที่กระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตามความต้องการหรือตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อลดความไม่สบายใจหรือลดความเครียดที่ถูกกระตุ้นโดยบุคคลหรือถูกกระตุ้นโดยสิ่งแวดล้อม

สำหรับประเภทของแรงจูงใจนั้นได้มีนักจิตวิทยาแบ่งไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

วรรณิ ลิ้มอักษร (2544:117) ได้จำแนกแรงจูงใจออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.แรงจูงใจทางสรีระ(Physiological motives) หรือแรงจูงใจปฐมภูมิ (primary motives) แรงจูงใจชนิดนี้มีความสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการมีชีวิตรอดของสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ ความต้องการน้ำ ความต้องการอากาศ ความต้องการอาหาร ความต้องการพักผ่อน ความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสม ความต้องการกำจัดของเสียออกจากร่างกาย และความต้องการทางเพศ

2. แรงจูงใจทางจิตวิทยา หรือแรงจูงใจทางสังคม (Physiological motive or social motives) หรือ (Secondary motives) เป็นแรงจูงใจที่เกิดจากการเรียนรู้และมีการพัฒนาต่อเนื่องกันมาโดยตลอดจากการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น มีการติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลต่าง ๆ ทั้งสมาชิกในครอบครัว ในโรงเรียน และในสังคม

ซูซีฟ อ่อนโคสูง (2522:71-72) แบ่งแรงจูงใจออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) โดยใช้สิ่งเร้าภายนอก เช่น สิ่งของ หรือ เกียรติยศเป็นเครื่องล่อ (Incentive) ให้เราเกิดแรงจูงใจในการกระทำพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ได้เครื่องล่อนี้

2. แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) หมายถึงแรงจูงใจในการใช้พฤติกรรม หรือสิ่งที่จะกระทำเป็นเครื่องล่อให้เกิดความอยากกระทำ แรงจูงใจภายในนี้จะมีผลยิ่งขึ้นไม่หมด

มาลี จุฑา (2542:138) แบ่งแรงจูงใจออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) หมายถึงแรงจูงใจที่เกิดขึ้นจากภายในตัวบุคคล ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความต้องการหรือตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจ ความรัก ความอบอุ่นเห็นอกเห็นใจ ความสงสาร เป็นต้น

2.แรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) หมายถึงแรงจูงใจที่เกิดจากภายนอกตัวบุคคล ซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งความต้องการหรือตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้แก่ บุคลิกภาพของครู วิธีการสอนของครู การลงโทษ การใช้สื่อการสอน เป็นต้น

สรุปได้ว่าแรงจูงใจมี 2 ประเภท คือ แรงจูงใจภายในเป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความต้องการและแรงจูงใจภายนอกเป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้นภายนอกบุคคลซึ่งมีผลต่อการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความต้องการหรือตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งในการเรียนการสอนนั้นควรปลูกฝังให้เกิดแรงจูงใจภายนอกก่อนโดยที่ครูต้องกระตุ้นการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายนอกโดยวิธีการสอนของครูต้องให้นักเรียนอยากเรียน การใช้สื่อการสอน การลงโทษ และบุคลิกภาพของครู และเมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการเรียนแล้ว การใช้แรงจูงใจภายนอกก็จะค่อย ๆ ลดลงกลายเป็นการเรียนด้วยแรงจูงใจภายใน คือการเรียนด้วยความรัก ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจในเนื้อหา นั้น ๆ อย่างแท้จริง

## 2.5.2 ทฤษฎีและแนวคิดของแรงจูงใจ

จากเอกสารต่าง ๆ มีผู้ได้ศึกษาและรวบรวมทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับแรงจูงใจดังนี้

1. แรงจูงใจในการเรียนแนวคิดของ อเมสและอาร์เชอ , ดีเวค และเล็กเก็ต ,มิลเลอร์ , อีคลีสและวิกฟิลด์ , ดีแบคเคอร์และเนลสัน (Debacker .2000: 245 –254; อ้างอิงจาก Ames & Archer.1988; Dweck .1986; Dweck & Leggett .1988; Miller,et al.,1996; Eccles.1983; Eccles & Wigfield .1995; Wigfield.1994; Debacker & Nelson.1999; Greene,Debacker ,Ravindran ,& Krows .1999 ) ได้กล่าวว่าแรงจูงใจในการเรียนแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆได้ 3 ประเภท คือ

1. ทฤษฎีเป้าหมาย (goal theory) แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

- 1.1 เป้าหมายในการเรียนรู้ (Learning goal)
- 1.2 เป้าหมายในการปฏิบัติ (Performance goal)
- 1.3 การรับรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ (Perceived instrumentality)
- 1.4 การทำให้ครูพอใจ (Pleasing the teacher)

2. ทฤษฎีคุณค่า-ความคาดหวัง(Expectancy-Value theory) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

- 2.1 คุณค่าภายใน (Intrinsic Value)
- 2.2 คุณค่าที่ได้รับ (Utility Value)
- 2.3 คุณค่าแห่งความสำเร็จ (Attainment Value)

3. การรับรู้ (Perceptions) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 3.1 ความสามารถในการรับรู้ (Perceived ability)
- 3.2 การรับรู้อุปสรรค (Perceived difficulty)

2. ทฤษฎีแรงจูงใจในการเรียนของสตีฟค

สตีฟค (Stipek .1995 : 11 - 24) ได้กล่าวว่าทฤษฎีแรงจูงใจมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งไปเป้าหมายของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายและได้รับความสำเร็จในการทำงานซึ่งได้มีผู้วิจัยด้าน แรงจูงใจได้แบ่งประเภทของเป้าหมายของนักเรียน โดยแบ่งประเภทของเป้าหมายของนักเรียนออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เป้าหมาย (goals) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เป้าหมายในการเรียนรู้หรือภายใน (Learning goals or Intrinsic) คือ เป้าหมายในการเรียนของนักเรียนที่ต้องการทำงานที่ท้าทายความสามารถและเพื่อต้องการพัฒนาความสามารถ โดยที่ให้ผู้เป็นแหล่งข้อมูลหรือผู้แนะนำกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเป็นผู้สอน

1.2 เป้าหมายในการปฏิบัติหรือภายนอก (Performance goals or extrinsic) คือเป้าหมายในการเรียนของนักเรียนต้องการให้ครูและเพื่อนพอใจในความสามารถโดยการแสดงความสามารถของตัวเองให้ผู้อื่นได้เห็นความสามารถ โดยครูเป็นผู้ตัดสินหรือผู้ให้รางวัลหรือลงโทษมากกว่าเป็นแหล่งข้อมูล ซึ่งเป้าหมายแบบมุ่งปฏิบัติที่แบ่งออกได้ดังนี้ คือ การทำให้ครูพอใจ (Pleasing the teacher)

## 2. คุณค่า (Value)

อิคคีส (Stipek.1995: 11-24 ,อ้างอิงจาก Eccles.1983 ; 75 -146) ได้แบ่งคุณค่าออกเป็น 3 ด้าน คือ

2.1 คุณค่าภายใน (Intrinsic Value) คือ การได้รับความสนุกสนานจากการทำงาน และพอใจในการบรรลุเป้าหมายของตนเองมากกว่าเป้าหมายอื่น

2.2 คุณค่าที่ได้รับ (Utility Value) คือ การทำงานให้ได้ประโยชน์เพื่อให้ได้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งอาจไม่เกี่ยวข้องกับการงานของตนเอง

2.3 คุณค่าแห่งความสำเร็จ (Attainment Value) คือ การให้ความสำคัญกับงานที่ทำหรือการทำให้กิจกรรมให้ประสบผลสำเร็จ มีการกำหนดข้อตกลงในการทำงาน เป็นการทำให้กิจกรรมให้บรรลุผลสำเร็จตามความต้องการของบุคคล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของดีเบคเคอร์และเนลสัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้แนวคิดกล่าวข้างต้นโดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็นด้านใหญ่ ๆ คือ การรับรู้ ได้แก่ ความสามารถในการรับรู้ และ ด้านคุณค่า ได้แก่ คุณค่าภายใน คุณค่าที่ได้รับ คุณค่าแห่งความสำเร็จ

### 2.5.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อแรงจูงใจ

อารี พันธมณี (2542:192 -197) กล่าวว่า ลักษณะของแรงจูงใจของบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.ธรรมชาติของแต่ละบุคคล ทุกคนจะมีธรรมชาติของตนแตกต่างกันกับบุคคลอื่นหรือมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง ซึ่งประกอบด้วย

1.1 แรงขับ แรงขับของบุคคลจัดว่าเป็นพื้นฐานเบื้องต้นของการเกิดพฤติกรรม แรงขับเป็นสภาวะที่เกิดจากความไม่สมดุลภายในของร่างกายของมนุษย์ ซึ่งแรงขับเกิดขึ้นได้จากลักษณะ 2 ประการ คือ

1.1.1 แรงขับที่เกิดขึ้นจากร่างกายในร่างกาย เช่น ความหิว ความกระหาย ความง่วงนอน เป็นต้น

1.1.2 แรงขับที่เกิดจากภายนอกร่างกาย เช่น การได้รับความเจ็บปวดจากสิ่งเร้าภายนอก สภาวะความกดดันจนทำให้บุคคลเกิดความตึงเครียด เป็นต้น

1.2 ความวิตกกังวล จากการศึกษพบว่า ความวิตกกังวลมีผลต่อการเรียนรู้หรือกระทำพฤติกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่มีความวิตกกังวลสูงมากมักจะมีการกระทำหรือพฤติกรรมด้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีความกังวลใจ และเมื่อศึกษาต่อไปพบว่า กลุ่มที่มีความวิตกกังวลน้อยควรจะได้รับภาระกระตุ้นจากสิ่งเร้าส่วนกลุ่มที่มีความวิตกกังวลสูงแม้จะได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าก็ทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้

2. สถานการณ์ต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม สถานการณ์ต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมย่อมจะส่งผลต่อบุคคลเกิดแรงจูงใจได้แตกต่างกัน เป็นต้นว่า ส่งผลให้บุคคลเกิดความสับสนวุ่นวาย หรืออื่นๆ และวัฒนธรรมแต่ละสังคมย่อมจะส่งผลให้พัฒนาการของผู้เรียนมีความแตกต่างกันไปด้วย ลักษณะสถานการณ์ต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อแรงจูงใจได้แก่

2.1 การแข่งขัน หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่มีความปรารถนาจะเอาชนะผู้อื่นหรือความปรารถนาจะทำให้ตนเองมีสถานการณ์ที่ดีขึ้น อาจกล่าวได้ว่า เป็นความรู้สึกที่มีความต้องการการแข่งขันหรือเอาชนะผู้หนึ่งผู้ใด หรือทำตัวให้ดีขึ้นจัดเป็นเรื่องของการแข่งขัน นั้นแสดงว่าเกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม ลักษณะการแข่งขันจะมีลักษณะที่สำคัญ 2 ลักษณะคือ

2.1.1 การแข่งขันกับตัวเอง เป็นการแข่งขันที่ทำให้ตัวเองดีขึ้นด้วยความเต็มใจและความต้องการของตัวเองไม่มีผู้ใดมาบังคับให้เกิดพฤติกรรมและเป็นความปรารถนาของตัวบุคคลนั้นเป็นสำคัญ

2.1.2 การแข่งขันกับบุคคลอื่น เป็นความรู้สึกที่ต้องการเอาชนะบุคคลอื่นต้องการให้ตนเองอยู่เหนือบุคคลอื่น และมักจะพยายามทำทุกวิถีทางเพื่อให้ตนเองชนะผู้อื่น

2.2 ความร่วมมือ หมายถึง แรงจูงใจที่มีต่อความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับแรงผลักดันทางสังคมเป็นลักษณะของการมีพฤติกรรมแบบประนีประนอมให้ความร่วมมือช่วยเหลือเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน เพื่อให้งานหรือพฤติกรรมที่มุ่งปรารถนานั้นสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ฉะนั้น ความร่วมมือของบุคคลจึงจัดว่าเป็นแรงจูงใจที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้บุคคลเกิดพฤติกรรมต่างๆ ขึ้น

2.3 การตั้งเป้าหมาย หมายถึง การที่บุคคลได้มีการตั้งเป้าหมายในชีวิตไว้อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีทำให้บุคคลมีความพยายามที่จะกระทำสิ่งต่างๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตนได้ตั้งความหวังไว้ แต่ในบางครั้งแม้ว่าบุคคลจะมีการตั้งเป้าหมายไว้ก็ตาม แต่บุคคลนั้นก็ไม่สามารถจะกระทำเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตนได้ตั้งไว้ได้ด้วยเหตุนี้ การตั้งเป้าหมายในชีวิตจึงเป็นแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรมต่างๆ ลักษณะของการตั้งเป้าหมายมี 2 ลักษณะ คือ

2.3.1 เป้าหมายรวมเป็นเป้าหมายที่มักจะมีเป้าหมายย่อยๆ ขึ้นเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.3.2 เป้าหมายระยะไกล เป็นเป้าหมายที่ตั้งไว้ขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายใดจุดหมายหนึ่งโดยเฉพาะ การตั้งเป้าหมายระยะไกลนี้จะเกิดขึ้นกับบุคคลที่มีวุฒิภาวะทางด้านสมองพอสมควร จะไม่เกิดขึ้นในเด็กเล็กๆ

2.4 การตั้งความทะเยอทะยาน เป็นการตั้งความหวังสูงไว้ การตั้งความหวังสูงหรือการเกิดความทะเยอทะยานจึงเป็นแรงจูงใจที่ผลักดันให้เกิดพฤติกรรมขึ้น แต่ถ้าบุคคลตั้งความทะเยอทะยานสูงเกินความสามารถของตัวเองแล้ว จะทำให้บุคคลเกิดความล้มเหลวได้ง่าย ทำให้ไม่มีแรงจูงใจหรือเกิดความท้อถอยในการทำงานนั้นๆ หรือถ้าบุคคลตั้งความหวังไว้ ต่ำกว่าความสามารถของตนเองก็ทำให้บุคคลไม่มีแรงจูงใจพอที่จะกระทำพฤติกรรมต่างๆต่อไป

3. ความเข้มของแรงจูงใจ โดยปกติแล้ว ลักษณะของความเข้มของแรงจูงใจในแต่ละบุคคลย่อมจะมีความแตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับลักษณะต่อไปนี้

3.1 การเสริมแรง หมายถึง การส่งเสริมให้บุคคลแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นแล้วให้มีความคงทนถาวร หรือเกิดซ้ำๆ การเสริมแรงมี 2 ลักษณะคือ

3.1.1 การเสริมแรงทางบวก หมายถึง การที่อินทรีย์ได้รับสิ่งเร้า แล้วเกิดความพอใจ เช่น การให้รางวัล การยกย่อง ชมเชย เป็นต้น

3.1.2 การเสริมแรงทางลบ หมายถึง การที่อินทรีย์ถูกนำสิ่งที่ไม่พอใจออกไป แล้วทำให้อินทรีย์พอใจ เช่น การลงโทษ

3.2 ความสนใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด การที่จะบุคคลกระทำพฤติกรรมใดๆได้เพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับระดับความสนใจของบุคคลนั้นประการหนึ่งถ้าบุคคลไม่มีความสนใจย่อมจะทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ ได้ค่อนข้างยาก

#### 2.5.4 บทบาทของครูเกี่ยวกับการส่งเสริมแรงจูงใจของนักเรียน

วรรณิ ลิ้มอักษร (2544 : 128 - 129) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ครูผู้สอนควรปฏิบัติเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนดังนี้

1. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความอยากรู้อยากเห็นเกิดขึ้น โดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่ใกล้ตัว ตั้งคำถาม “ทำไม” ให้ผู้เรียนผู้ได้ค้นหาคำตอบให้ได้มากที่สุด

2. สร้างความเชื่อมั่นในตัวเองให้กับผู้เรียนในความสามารถที่เขา มี เพื่อให้ผู้นำความรู้ความสามารถที่มีอยู่ทั้งหมด ไปใช้ในการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ อาจทำได้โดย

2.1 ให้ผู้เรียนได้เรียน หรือได้ทำงานที่เหมาะสมกับระดับความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนได้พบกับความสำเร็จในขั้นต้นเสียก่อน เพื่อช่วยให้เขามีความเชื่อมั่นในตัวเองเกิดขึ้น ต่อจากนั้นค่อยๆเพิ่มระดับความยากหรือความสลับซับซ้อนของงานหรือสิ่งที่เรียนไปเรื่อยๆ

2.2 แบ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ออกเป็นช่วงสั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนในช่วงเวลาไม่มากนัก และให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ผู้สอนต้องสร้างความชัดเจนในจุดประสงค์ของการเรียนให้กับผู้เรียนด้วย

3. สร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียน และผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียน ทั้งที่เป็นประโยชน์ในปัจจุบัน และประโยชน์ในอนาคต ไม่ใช่การเรียนเพื่อได้เกรด สอบผ่าน หรือเพื่อสำเร็จเพื่อการศึกษาเท่านั้นอาจทำได้โดย

3.1 ทำให้เกิดการเรียนสนุกสนาน บางบทเรียนอาจจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของเกม ซึ่งผู้เรียนได้ทั้งความรู้และความสนุกสนานควบคู่ไปด้วย

3.2 สอนให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง และอธิบายให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างที่เรียนในปัจจุบันกับชีวิตจริงในสังคม

4. ให้ผู้เรียนตระหนักว่าการเรียนรู้หรือการทำกิจกรรมใดๆก็ตามอาจเจอกับปัญหาอุปสรรคหรืออาจล้มเหลวบ้างเป็นเรื่องธรรมดา ความล้มเหลวหรือความผิดพลาดไม่ได้เป็นสิ่งที่เลวร้ายเสมอไป ถ้ารู้จักใช้ประโยชน์ก็อาจเป็นบทเรียนที่ดี และเปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้มากขึ้นกว่าเดิมก็ได้ สำหรับผู้เรียนที่มีปัญหาการเรียนรายวิชาหนึ่ง ก็เชื่อว่าประสบความสำเร็จในระดับสูงได้ จากนั้นความสามารถในการเรียนรู้ของคนเรายังสามารถที่จะปรับปรุงและพัฒนากันได้ หากผู้เรียนได้รับการชี้แนะวิธีการเรียนที่ดีแล้วปฏิบัติตามคำชี้แนะนั้นด้วย และเมื่อมีปัญหาในการเรียนเกิดขึ้นอย่ามัวหนีปัญหา วิดกกังวลหรือท้อแท้จนหมดกำลังใจเพราะนั่นคือหนทางไปสู่ความล้มเหลวในทุกสิ่งทุกอย่าง

5. สนองความต้องการเบื้องต้นของผู้เรียน อาจทำได้โดย

5.1 สร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้มีความอบอุ่น ไม่ทำให้ผู้เรียนแบ่งพรรคพวกกันครูผู้สอนให้ความสนใจและความสำคัญแก่ผู้เรียนในห้องเรียนอย่างทั่วถึง ไม่ว่าผู้เรียนจะมีความสามารถสูงหรือความสามารถต่ำ

5.2 มอบหมายให้กับผู้เรียนทำงานที่ท้าทายความสามารถ โดยงานนั้นจะต้องไม่ยากหรือง่ายเกินไป

6. ให้ผู้เรียนได้เห็นตัวแบบที่ประสบความสำเร็จ โดยใช้ต้นแบบที่มีความสามารถระดับใกล้เคียงกับผู้เรียน ตัวแบบดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็น ถ้าเขามีความพยายามก็มีโอกาสประสบความสำเร็จได้ด้วย

มาลี จุฑา (2542 : 141 - 142) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจในการเรียนการสอนว่าเป็นวิธีการที่กระตุ้นให้เด็กมีความหวัง มีความภาคภูมิใจ มีความพอใจที่จะเรียนและอยากประสบความสำเร็จในการเรียน ซึ่งวิธีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนการสอน มีดังนี้

1. การทำให้ตื่นตัว (Arousal) เป็นวิธีการกระตุ้นสมองและกล้ามเนื้อให้ตื่นตัวอยู่เสมอ การตื่นตัวของบุคคลมี 3 ระดับ คือ ตื่นตัวมาก ตื่นตัวปานกลางและตื่นตัวน้อย ถ้าตื่นตัวมากเกินไปก็จะตื่นเต้น ถ้าผู้เรียนตื่นตัวน้อยไปก็เฉื่อยชา ถ้าตื่นตัวระดับปานกลางๆจะดีที่สุด วิธีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนการสอน โดยทำให้ผู้เรียนตื่นตัว เช่น กำหนดว่าในชั่วโมงนี้สำคัญมากจะมีการทดสอบในปลายชั่วโมง หรือชั่วโมงนี้จะมีการถ่ายวีดิทัศน์ก็จะทำให้นักเรียนตื่นตัวได้ด้วย

2. การตั้งจุดมุ่งหมาย (Objective) เป็นวิธีการกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอนในแต่ละครั้งว่าต้องการให้เกิดอะไรขึ้นในตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้และเข้าใจจะได้ติดตามและประเมินผลการเรียนว่าบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดมาน้อยเพียงใด จะได้เกิดความภาคภูมิใจ ในกรณีที่บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้ แต่กรณีที่ไม้อาจบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้ก็ให้พยายามหาวิธีการเพื่อให้บรรลุถึง จุดมุ่งหมายให้ได้

3. การใช้เครื่องล่อ (Incentives) เป็นวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้มากขึ้นและบ่อยครั้งขึ้น เช่น นักศึกษาพิจารณาเห็นว่า ปรินญาบัตรเป็นเครื่องล่ออย่างหนึ่งที่นักศึกษาอยากจะได้ การที่นักศึกษาอยากจะได้ปรินญาบัตรดังกล่าว ทำให้นักศึกษาต้องขยันในการศึกษาเล่าเรียนยิ่งขึ้น

4. การลงโทษ (Punishment) เป็นวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนและความพยายามในการเรียน โดยใช้วิธีการลงโทษ เช่น การดู การว่ากล่าวตักเตือน การตำหนิ การเขียน ตี การตัดคะแนน และการตัดสิทธิบางประการ เป็นต้น

5. การแข่งขัน (Competition) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนของตัวเองในแต่ละภาคเรียน เพื่อดูว่าตัวเองจะมีผลการเรียนดีขึ้นหรือไม่ หรือให้แข่งขันกับเพื่อนๆหรือหมู่คณะในเรื่องที่เกี่ยวกับการเรียนการปฏิบัติงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล

สุรางค์ ไควตระกูล (2541:180 - 182) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูเกี่ยวกับการส่งเสริมแรงจูงใจของนักเรียนอาจแบ่งออกเป็น 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

#### 1.การปรับปรุงวิธีการสอนของครูโดยตรง

นักจิตวิทยาการศึกษา เชื่อว่าเป็นการช่วยส่งเสริมแรงจูงใจของนักเรียนมีดังต่อไปนี้

1.1 ครูควรจัดห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่ทำหายความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน

- 1.2 บอกวัตถุประสงค์เฉพาะของบทเรียนให้นักเรียนทราบ
- 1.3 พยายามให้งานนักเรียนตามความสามารถและให้โอกาสนักเรียนทุกคน มีประสบการณ์เกี่ยวกับความสำเร็จในการเรียนรู้
- 1.4 พยายามให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนและแนะนำให้นักเรียนใช้ข้อมูลป้อนกลับช่วยปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น
- 1.5 พยายามพบนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อช่วยนักเรียนวิเคราะห์สาเหตุความสำเร็จหรือไม่สำเร็จในการเรียนของนักเรียน
- 1.6 ใช้หลักการในการอบรมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ให้กับนักเรียน
- 1.7 บรรยายภาคของห้องเรียนต้องปราศจากการขู่ขู่หรือต้องเป็นบรรยากาศที่นักเรียนให้ความไว้วางใจในครูเป็นผู้ที่เอื้อการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่เสมอ
- 1.8 ใช้หลักการสอนของนักจิตวิทยามนุษยนิยม มาสโลว์
- 1.9 ครูต้องเป็นผู้เป็นแบบในการแสดงความกระตือรือร้นในเวลาการสอน
2. ทำงานร่วมกับนักเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้การทำงานร่วมกับนักเรียนเพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนทำได้ดังต่อไปนี้
  - 2.1 ช่วยนักเรียนในการตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้รายวิชาต่างๆ
  - 2.2 ช่วยนักเรียนให้รู้จักวางแผนในการทำงานทั้งระยะสั้นและระยะยาว
  - 2.3 ช่วยนักเรียนให้รู้จักประเมินผลของงานที่ทำ และนำข้อมูลผลย้อนกลับมา ใช้ในการปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้น
  - 2.4 ช่วยนักเรียนในการสังเคราะห์สาเหตุของความสำเร็จหรือไม่สำเร็จ
  - 2.5 ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของความพยายามในการทำงาน
  - 2.6 ช่วยนักเรียนค้นพบความสามารถพิเศษของตัวเองในวิชาต่างๆ เช่น ความสามารถทางภาษา ศิลปะ คณิตศาสตร์ และช่วยนักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ในวิชานั้นๆ
  - 2.7 ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่าในความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับการตั้งมาตรฐาน ความเป็นเลิศให้ใกล้เคียงกับระดับความสามารถของตน นักเรียนบางคนอาจจะตั้งค่ามาตรฐานความเป็นเลิศในการทำคะแนนสูงสุด บางคนตั้งมาตรฐาน ความเป็นเลิศให้ได้คะแนนสูงสุดปานกลาง เป็นต้น
  - 2.8 ช่วยนักเรียนจัดเวลาทำการบ้าน และดูหนังที่บ้านและการเตรียมตัวสำหรับสอบ

### 3. ทำงานร่วมกับผู้ปกครอง เพื่อช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้

การทำงานร่วมกับผู้ปกครองเพื่อส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ครูอาจจะใช้วิธีการดังต่อไปนี้

3.1 ส่งเสริมให้ผู้ปกครองมาพบและแจ้งให้ผู้ปกครองทราบถึงความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ขอความร่วมมือจากผู้ปกครองให้ช่วยส่งเสริมแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

3.2 วางแผนร่วมกับผู้ปกครองเกี่ยวกับการใช้เวลาของนักเรียนเวลาอยู่บ้านเป็นต้น ว่าการดูโทรทัศน์ การเล่นเกม การทำการบ้าน เพื่อช่วยให้นักเรียนใช้เวลาอยู่บ้านให้เกิดประโยชน์

3.3 ขอความร่วมมือจากผู้ปกครองเกี่ยวกับการทำงานของนักเรียนให้ผู้ปกครอง ช่วยดูว่านักเรียนต้องทำการบ้านให้เสร็จในกรณีที่นักเรียนทำไม่ได้ เพราะไม่เข้าใจก็ควรจะช่วยอธิบายหรือหาครูมาสอนพิเศษ เพื่อนักเรียนจะได้ไม่เรียนล้าหลัง

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542 :149 -150) ได้เสนอวิธีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนการสอนไว้ดังต่อไปนี้

1. ครูควรศึกษาความต้องการของนักเรียนในแต่ละวัย และจัดเนื้อหาให้สนองความต้องการนักเรียน เนื้อหาที่สอนควรเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและมีความหมายสำหรับเด็ก

2. ก่อนเริ่มบทเรียนควรมีวิธีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจและบอกให้เด็กทราบถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียน

3. ครูควรแนะนำให้นักเรียนเริ่มหัดวางแผนเป้าหมายในการเรียนสำหรับตนเอง เพราะคนที่เรียนหรือทำงานอย่างมีเป้าหมายจะกระทำด้วยความตั้งใจ

4. ในบรรยากาศของการเรียนการสอน ควรได้ถาม มีการอภิปรายและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้เด็กเกิดความกระตือรือร้น มีการรับฟังและทำความเข้าใจ และมีการยอมรับซึ่งกันและกัน

5. ใช้วิธีการเสริมแรงตามความเหมาะสมและความจำเป็น เพื่อให้เด็กมีพฤติกรรมที่พึงปรารถนาและบางครั้งอาจลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ ทั้งนี้เพราะ รางวัล คำชมเชย การยิ้ม การพยักหน้า การให้ความเอาใจใส่ นับว่าเป็นตัวเสริมแรงที่มีอิทธิพลต่อเด็กเป็นอย่างมาก

6. ใช้การทดสอบ การทดสอบจะเป็นเครื่องกระตุ้น ให้เด็กเอาใจใส่ต่อการเรียน และมีการตื่นตัวในการเรียนอยู่ตลอดเวลา

7. ให้ทราบผลทดสอบทันทีที่ การให้ทราบผลทดสอบทันทีว่าสิ่งที่ตนได้เรียนรู้ไปนั้นมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพียงใด มีสิ่งใดที่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เด็กต้องเอาใจใส่ติดตามเนื้อหาวิชาตลอดเวลา

8. การพาเด็กออกไปทัศนศึกษาหรือการเชิญวิทยากรภายนอกมาให้ความรู้ จะเป็นแนวทางหนึ่งที่กระตุ้นความสนใจของเด็กได้เป็นอย่างดี

9. การสอบหรือมอบหมายกิจกรรมให้เด็กปฏิบัติและติดตามผลจนทำงานนั้นเสร็จ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนของครู เพราะความสำเร็จที่เกิดขึ้นกับเด็กในแต่ละครั้งจะเป็นแรงกระตุ้นให้เด็กเกิดกำลังใจที่จะเรียนในคราวต่อไป

อารี พันธมณี (2542:198 - 200) กล่าวว่าเนื่องจากแรงจูงใจมีผลต่อพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียน ครูจึงควรส่งเสริมให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่ส่งเสริมต่อการเรียนรู้มากที่สุด โดยสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับเด็กดังนี้

1. การชมเชยและการตำหนิ การกระทำทั้ง2อย่างนี้จะมีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก
2. การทดสอบบ่อยครั้ง คะแนนจากการสอบจะเป็นสิ่งที่จูงใจ และมีความหมายต่อผู้เรียนเป็นอย่างมาก เพราะอาจหมายถึงการเลื่อนชั้น การสำเร็จการศึกษา การได้รับประกาศนียบัตร ตลอดจนการประกอบอาชีพ การทดสอบจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น การทดสอบบ่อยครั้งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจการเรียนอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ อันจะเป็นดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย
3. การค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยการเสนอแนะหรือกำหนดหัวข้อที่ทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าเพิ่มเติมด้วยตัวเองมากขึ้น
4. วิธีการที่แปลกและใหม่ ควรนำวิธีการที่แปลกๆใหม่ๆ เพื่อสร้างความสนใจโดยวิธีการใหม่ ซึ่งผู้เรียนไม่เคยคิด หรือมีประสบการณ์มาก่อน เพราะวิธีการที่แปลกใหม่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น
5. ตั้งรางวัลสำหรับงานที่มอบหมาย เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความพยายามมากขึ้น
6. ตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่เคยพบ หรือคาดไม่ถึง การยกตัวอย่างประกอบการเรียนการสอน ควรเป็นสิ่งที่ผู้เรียนรู้จักคุ้นเคยมาแล้ว เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและเร็วขึ้น
7. เชื่อมโยงบทเรียนใหม่กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน การเอาสิ่งใหม่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน จะทำให้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้น อันทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนมากขึ้น เพราะคาดหวังไว้ว่าจะได้นำเอาสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ และเป็นพื้นฐานต่อไป

8. เกมและการเล่นละคร การสอนที่ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ทั้งการเล่นเกมส์ การแสดงละครทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานเพลิดเพลิน ส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นด้วย

9. สถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนไม่พึงปรารถนา สถานที่ในชั้นเรียนอาจทำให้ผู้เรียนเบื่อไม่พอใจ ขัดแย้ง ควรหาทางลดและขจัด เพราะเป็นสิ่งที่ป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 2.5.5 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

#### 1. ความหมายแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ดีเบคเคอร์และเนลสัน (Debacker & Nelson . 2000 : 245 - 254) กล่าวว่า แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความต้องการหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ

#### 1. ด้านเป้าหมาย (Goals) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1.1 เป้าหมายในการเรียนรู้ (Learning goals) หมายถึง การเรียนของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแสวงหากิจกรรมทางการเรียนที่จะทำให้ตัวเองเกิดการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ ได้รับความรู้ใหม่ๆ มีความเข้าใจในงานหรือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องทำ รวมทั้งการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดในการทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

1.2 เป้าหมายในการปฏิบัติ (Performance goals) หมายถึง การเรียนของนักเรียนที่ต้องการให้ครู และเพื่อนยอมรับ พอใจและชื่นชมในความสามารถของตัวเองทางวิทยาศาสตร์ โดยการแสวงหากิจกรรมทางการเรียนที่จะทำให้ตัวเองได้พิสูจน์ความสามารถว่า มีความเก่งหรือเด่นกว่าเพื่อนๆคนอื่น และพยายามหลีกเลี่ยงงานหรือการปฏิบัติที่ไม่เกิดประโยชน์

1.3 การรับรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ (Perceived instrumentality) หมายถึง การแสดงพฤติกรรมของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำงานต่อไป

1.4 การทำให้ครูพอใจ (Pleasing the teacher) หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในขณะกำลังเรียน เพื่อให้ครูพอใจพฤติกรรมของนักเรียนและเพื่อให้เป็นไปตามความคาดหวังที่ตั้งไว้

#### 2. ด้านการรับรู้ (Perceptions) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความสามารถในการรับรู้ (Perceived ability) หมายถึง การที่บุคคลรู้จักและคิดเกี่ยวกับความสามารถของตัวเองในการเรียนรู้เป็นการรับรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ รู้ว่าตัวเองมีความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงใด

2.2 กับรับรู้อุปสรรคในการทำงาน (Perceived task difficulty) คือ ความสามารถในการเอาชนะอุปสรรคต่างๆ และพยายามเอาชนะอุปสรรคในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. ด้านคุณค่า (Value) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 คุณค่าด้านใน (intrinsic Value) หมายถึง ความพอใจหรือความสนุกสนานที่ได้รับจากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถทำให้บรรลุเป้าหมายได้อย่างแท้จริง

3.2 คุณค่าที่ได้รับ (Utility Value) หมายถึง การได้รับประโยชน์จากการเรียนวิทยาศาสตร์ตามเป้าหมายที่วางไว้เพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์ในอนาคต

3.3 คุณค่าแห่งความสำเร็จ (Attainment Value) หมายถึง การให้ความสำคัญกับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์ให้บรรลุผลสำเร็จ โดยที่จะเข้าร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถของตนเองให้เป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น

ในการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าแรงจูงใจในทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แรงกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งตามความต้องการหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบไปด้วยพฤติกรรม 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1.1 ด้านเป้าหมาย หมายถึง การที่นักเรียนมุ่งหวังในการเรียนเพื่อจะพัฒนาตัวเองในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการแสวงหากิจกรรมที่ทำให้ตนเองเกิดการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ โดยมีความเข้าใจในกิจกรรมและต้องให้ครูและเพื่อนยอมรับในความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้อื่นเห็นความสามารถของตนเอง

1.2 ด้านการรับรู้ หมายถึง การที่นักเรียนรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์มีความสามารถแสดงพฤติกรรมและแสดงออกทางวิทยาศาสตร์ รู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่เขาเป็นอย่างจริง รู้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใด มีความสามารถที่จะทำได้หรือไม่

1.3 ด้านคุณค่า หมายถึง ความพึงพอใจส่วนตัวของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญกับการเรียนวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้รับประโยชน์จากวิทยาศาสตร์สำหรับนำไปใช้ในอนาคตให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

## 2.5.6 เครื่องมือวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาเครื่องมือของงานวิจัยต่างประเทศ ดังนี้

ดีเบคเคอร์และเนลสัน (Debacker & Nelson .2000:245-254) ได้ทำการศึกษาแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในระดับเกรด 10-12 จำนวน 242 คน

ซึ่งแบ่งเป็น นักเรียนที่เรียนวิชาฟิสิกส์จำนวน 75 คน วิชาเคมีจำนวน 76 คน และวิชาชีววิทยาจำนวน 91 คน ซึ่งเครื่องมือที่วัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็น แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 8 ด้าน คือ ด้านเป้าหมายในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ ด้านเป้าหมายในการปฏิบัติ จำนวน 5 ข้อ ด้านการรับรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ จำนวน 2 ข้อ ด้านการทำให้ครูพอใจ จำนวน 4 ข้อ ด้านความสามารถในการรับรู้ จำนวน 9 ข้อ ด้านคุณค่าภายใน จำนวน 2 ข้อ ด้านคุณค่าที่ได้รับ จำนวน 6 ข้อ ด้านคุณค่าแห่งความสำเร็จ จำนวน 2 ข้อ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้แนวทางดังกล่าวข้างต้นโดยผู้วิจัยแบ่งเป็นด้านใหญ่ๆ คือ

1.ด้านเป้าหมาย ประกอบด้วย เป้าหมายด้านการเรียนรู้ เป้าหมายในการปฏิบัติ กระบวนการรับรู้และการทำให้ครูพอใจ

2.ด้านการรับรู้ ประกอบด้วย ความสามารถในการรับรู้

3.ด้านคุณค่า ประกอบด้วย คุณค่าภายใน คุณค่าที่ได้รับ และคุณค่าแห่งความสำเร็จตัวอย่างแบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์

ดีแบคเคอร์และเนลสัน (Debacker & Nelson, 2000: 245) ได้ยกตัวอย่างแบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

| ข้อความ                                                                                                            | เห็นด้วย<br>อย่างยิ่ง | เห็นด้วย | ไม่แน่ใจ | ไม่เห็น<br>ด้วย | ไม่เห็น<br>ด้วยอย่าง<br>ยิ่ง |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|----------|-----------------|------------------------------|
| การทำให้ครูพอใจ<br>- ฉันเรียนวิทยาศาสตร์เพราะ<br>ครูยิ้มแย้มเสมอ                                                   |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านการรับรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ<br>- ฉันเรียนวิทยาศาสตร์เพราะ<br>ความรู้ในวิชานี้เป็นเครื่องมือ<br>การประกอบอาชีพ |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านความสามารถในการรับรู้<br>- ฉันเข้าใจในสิ่งที่ได้จากการ<br>เรียนวิทยาศาสตร์                                     |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านคุณค่าที่ได้รับ<br>- ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น<br>สิ่งที่จำเป็นสำหรับอนาคต                                     |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านคุณค่าภายใน<br>- วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่<br>ฉันชอบ                                                          |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านคุณค่าแห่งความสำเร็จ<br>- วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญ                                                          |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านเป้าหมายในการปฏิบัติ<br>- ฉันเรียนวิทยาศาสตร์เพราะ<br>ฉันชอบทำงานร่วมกันกับเพื่อน                              |                       |          |          |                 |                              |
| ด้านเป้าหมายในการเรียนรู้<br>- ฉันเรียนวิทยาศาสตร์เพราะ<br>ฉันต้องการเข้าใจความคิดรวบ<br>ยอดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์   |                       |          |          |                 |                              |

## 2.6 รูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546: 7) ได้ทำการวิจัยและพัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือชื่อรูปแบบว่า พสว. (Science Competency Development Model : SCD Model) ซึ่งมีกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นส่งเสริมความรอบรู้ เป็นการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้แก่ การศึกษาจากข้อความ เอกสาร จากภาพ จากแหล่งเรียนรู้ จากการทดลอง จากการปฏิบัติ จากการสำเร็จตรวจสอบ เพื่อนำข้อมูล มาจัดกระทำอย่างมีความหมายสู่การพัฒนาทักษะการคิด การจัดการ การสรุปความ และการพัฒนาคุณลักษณะทางด้านวิทยาศาสตร์

2. ขั้นปฏิบัติการดีมีประโยชน์ต่อสังคม เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองแบบองค์รวม ได้แก่

2.1 การนำความรู้ไปใช้ให้เหมาะกับชุมชน/ สังคม

2.2 การเพิ่มพูนทักษะการคิด การจัดการที่มีความหมาย และสอดคล้องกับคุณภาพชีวิต เช่น การทำโครงการ

2.3 การพัฒนากระบวนการทำงานร่วมกับผู้อื่น การร่วมมือร่วมใจ

2.4 เสริมสร้างทักษะปฏิบัติการที่มีคุณค่าต่อสังคม เช่น การประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ การเขียนเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.5 เสริมสร้างคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเป็นผู้มีคุณธรรม มีจิตวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

3. ขั้นพัฒนาและเผยแพร่ผลงาน เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้ตรวจสอบปรับปรุงผลงานอย่างเป็นระบบใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย ปรับปรุงจุดด้อยพัฒนาจุดเด่น และกำหนดแผนการพัฒนาผลงานพร้อมทั้งฝึกทักษะกระบวนการเผยแพร่ผลงานด้วยการประชาสัมพันธ์โดยการพูด การเขียน ได้แก่ การรายงานผลงาน การเขียนคำขวัญ การทำแผ่นพับ การจัดแสดงผลงาน เน้นการใช้สี – ศิลป์

จากหลักการและแนวดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้นำข้อสรุป สมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ทักษะและคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวบุคคลที่จะแสดงออกมาโดยมีแรงจูงใจเป็นแรงผลักดันให้การแสดงพฤติกรรมออกมาและสมรรถนะสามารถพัฒนาได้โดยใช้กระบวนการต่างๆ

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5 E

#### 3.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism)

##### 3.1.1 ความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้(Constructivism)

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ดังนี้

(Krogh.1994: 556) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับการพัฒนาการในการสร้างความรู้ สถิติปัญญา จริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเองซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าโครงสร้าง(Assimilation)และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

เทราส์แมนและลิชเทนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg.1995:25) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ว่า เป็นการค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ๆเข้าไปภายในจิตได้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อม ยอมรับสิ่งใหม่ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม พิสูจน์ความเป็นจริงจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้นและสรุปเอง โดยสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบบทสรุปของตัวเองกับผู้อื่น เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

เจดศักดิ์ ชุมนุม (2540 :198) ได้กล่าวการสร้างความรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่า ความรู้คือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นซึ่งมีความหมายเฉพาะตัวของบุคคลนั้นๆ คนสร้างความรู้ได้เองเขานำข้อมูลภายนอกผสมผสานกับสิ่งที่เขารู้แล้วแต่เดิมสร้างเป็นความรู้ใหม่ให้มีความหมายใหม่ขึ้น

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541 :10) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่า เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจ ที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเองผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดย จัดสภาพการที่ทำให้เกิดสถานะไม่สมดุลขึ้น คือ สถานะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ต้องมีการปรับเปลี่ยนสอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540 :1) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ว่าเป็นทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยา และปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาประยุกต์ โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นหาว่า มนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร ทฤษฎีนี้จึงมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง

จากความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความหมายของทฤษฎี สรรค์สร้างความรู้ หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงสามารถถ่ายทอดโดยการคิดและการวิเคราะห์ ไตร่ตรองประสบการณ์ส่วนตัวด้วยตัวเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่

### 3.1.2 หลักการของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มีหลักการ 3 ประการ ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542: 3; อ้างอิงจาก Abruscato.1996)

1.คนเราจะไม่รู้อย่างแท้จริงว่าโลกเป็นอย่างไร คนแต่ละคนจะสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆขึ้นจนเปลี่ยนแปลงความเชื่อนั้นคือ ความจริง (Reality)

2.คนเรามีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้ว หากได้รับข้อมูลหรือสถานการณ์ใหม่เพิ่มเติม เขาอาจเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้

3.คนเราสร้างความจริงบนพื้นฐาน 1) ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว 2) ความสามารถในการให้เหตุผล และ 3)ความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนสังเกตได้เชิงประจักษ์

ดังนั้น จากหลักการพื้นฐานตามทฤษฎี 3 ประการดังกล่าว จึงถือว่า ประสบการณ์ใหม่ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นกุญแจสำคัญของการให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ นั่นคือ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยหลักการเชื่อมต่อระหว่างการเรียนรู้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วกับการเรียนรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น โดยผู้เรียนปรับสารสนเทศใหม่กับความเข้าใจที่มีอยู่เดิม จนในที่สุดจึงเกิดความเข้าใจใหม่

### 3.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มีข้อตกลงร่วมกัน 4 ประการ เกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542 : 3; อ้างอิงจาก Kaucnak and Eggen. 1998; citing Good and Brophy.1997)

1.ผู้เรียนเป็นผู้สร้างและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องอาศัยสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียน ปฏิบัติ/ ทำ

2. การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน ผู้เรียนอาจมีความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เกิดที่ช่วยเสริม / สนับสนุนหรืออาจขัดขวาง/อุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างความเข้าใจในบทเรียน

3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้สะดวกเมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนต้องร่วมกัน คิด ปฏิบัติ และสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม (group process)หรือ การเรียนแบบร่วมมือ (cooperative learning)

4. การเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด การจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริง มากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ นั่นคือต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยการปฏิบัติและโดยความคิดทางจิตใจ (hands – on and minds – on experience)

### 3.1.4 การเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงการเรียนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ดังนี้

ไดรเวอร์และเบล (ไพจิตร สดวกการ. 2539 : 22 ; อ้างอิงจาก Driver and Bell. 1986) ได้กล่าวถึงการการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

1. ผลการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียน

2. การเรียนรู้ คือการสร้าง ความหมาย ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียนจากสิ่งที่ผู้เรียนเห็นหรืออาจได้ยินอาจจะเป็นหรือไม่เป็นตามความหมายของผู้สอน ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นได้รับผลกระทบอย่างมากจากความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่

3. การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง และผู้เรียนเป็นผู้กระทำกระบวนการนั่นเอง (active) ในสถานการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และกับผู้อื่น

4. ความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจะได้รับการตรวจสอบ และอาจได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ

5. ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ในการสร้างความตั้งใจในการทำงานการดึงความรู้ที่มีอยู่มาสร้างความหมายให้แก่ตนเอง และการตรวจสอบความหมายที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากประสบการณ์เชิงกายภาพและภาษาธรรมชาติที่มีความหมายเดียวกันในเรื่องนามธรรม

ซูยวินเนย์ (Souvney. 1994 : 35 ; citing Von Glasersfeld. 1990) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่าความรู้ทั้งหมดถูกสร้างสรรค์โดยบุคคลมากกว่าเป็นการเคลื่อนมาจากผู้เชี่ยวชาญ อาทิ ครู ผู้ปกครอง หรือหนังสือ มาสู่ผู้เรียน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ซึ่งครูไม่สามารถจะถ่ายทอดความรู้จากการสอนโดยตรง แต่ครูสามารถที่จะจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้สามารถค้นพบความรู้ด้วยตัวเขาเอง การสร้างความรู้นั้นก็เกิดจากการ

ปฏิบัติจริงได้สภาพแวดล้อมที่ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้ ดังนั้นครูจึงควรจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการสร้างองค์ความรู้ที่เน้นความรู้เดิมเพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดความรู้ใหม่

### 3.1.5 รูปแบบการสอนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 57) กล่าวว่า วิธี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีการที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตนเอง จากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาพบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ในระดับประถมศึกษา พบงานที่ใช้วิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E น้อยกว่าระดับมัธยมศึกษา โดยที่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้ดังนี้

ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sun and Trowbridge. 1973: 62-63) ได้สรุปลักษณะของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 E ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียน
3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบผลสำเร็จในการเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่ง
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสดิ
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับวาทะหรือการบรรยายแต่เน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบตัวเอง
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียน

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ (2527: 502) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ วิธีการไต่ถามหรือการตั้งคำถามเพื่อที่จะได้คำตอบตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเอง

สุวัฒน์ นิยมคำ (2551: 119) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็น การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้จักมาก่อนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลานไพบูลย์ (2537: 119) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็น การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆด้วยตนเองให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่างๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 56) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ไพจิตร สดวกการ (2539:94) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์ตาม ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ไว้ดังนี้

### 1. ขั้นสร้างขัดแย้งทางปัญญา

- 1.1 เสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างใหม่ทางปัญญา ให้นักเรียนทำเป็รายบุคคล
- 1.2 นักเรียนเข้ากลุ่มย่อย แสดงวิธีทำของตนต่อสมาชิกกลุ่ม

### 2. ขั้นดำเนินกิจกรรมไต่ตรอง

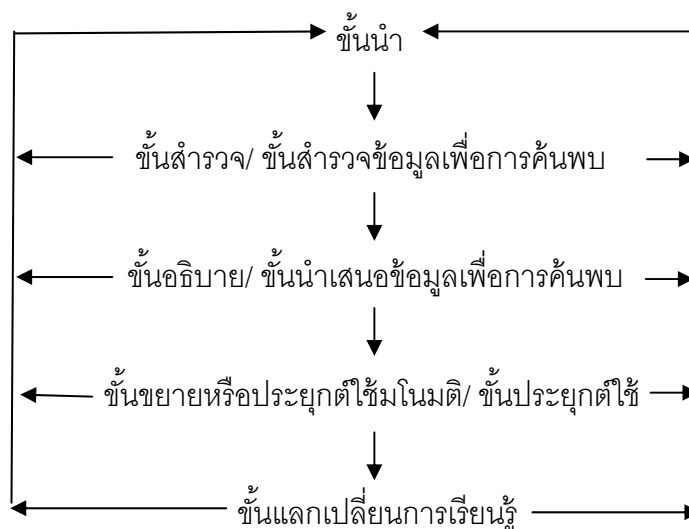
- 2.1 กลุ่มย่อยสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง
- 2.2 กลุ่มย่อยใช้สถานการณ์ ตัวอย่างตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิกกลุ่ม

- 2.3 กลุ่มย่อยเลือกวิธีทำที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุดเสนอต่อกลุ่มใหญ่
- 2.4 กลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของกลุ่มย่อย
- 2.5 ครูเสนอวิธีทำที่เตรียมมา แต่ถ้าซ้ำกับวิธีทำของนักเรียน ครูไม่ต้องเสนอ
- 2.6 นักเรียนตั้งปัญหาเองแล้วแลกเปลี่ยนกันทำและตรวจสอบ

### 3. ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

- 3.1 กลุ่มใหญ่สรุปมโนคติ
- 3.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ลูกส์ ฮอลลีย์ และคนอื่นๆ กล่าวว่า (สูนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542:4 ; อ้างอิงมาจาก Louck – Horsley and others.1990) นักทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ได้จัดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทผู้เรียน ซึ่งสูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2546 : คำนำ ; ได้ดัดแปลงมาจากโครงสร้างการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ของสหรัฐอเมริกา) (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

### 3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ เป็นทฤษฎีหนึ่งที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งศึกษาว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร และผู้สอนจะจัดกิจกรรมอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการสอนหรือรูปแบบการเรียนรู้ภายใต้ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ จึงเน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบ 3 ขั้นตอน หรือ แบบ 4 ขั้นตอน หรือแบบ 5 ขั้นตอน

สูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542 :7-8) จึงได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จใน

การเรียนรู้อย่างมีความสุข ภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงแห่งชีวิต เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ได้ดัดแปลงประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ / ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)

3. ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนคติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนคติ / ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนคติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนคตินั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือมโนคติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ (2546:105-110) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรื่องที่กำลังศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้ 3 แหล่ง คือ ได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏ

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำเร็จแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด ข้อมูล

เหล่านี้จะไม่มีมีความหมายอะไรมากนัก จะมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ต่อไปได้เป็นการทดสอบความถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 5-8) ได้นำเสนอจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบ 5 ขั้นตอน (5E) คือ

1. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนด กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

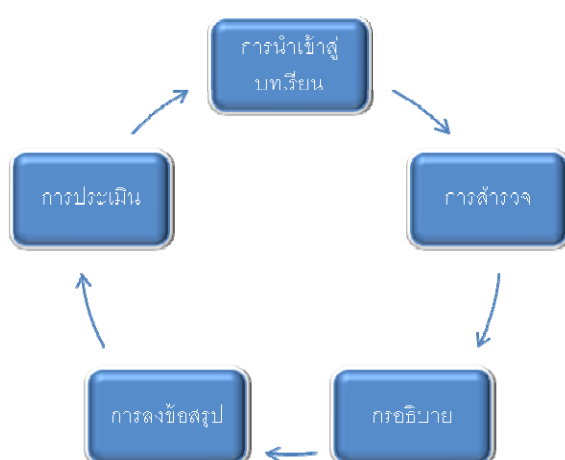
2. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ ด้วยสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้ว ขั้นที่ 2 และ ขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มตนเอง เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ ใช้ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆที่เกิดขึ้นจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่ว่างคั่งหรือคาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากเพียงใดและมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินของครูต่อการเรียนรู้นักเรียนด้วย

จากขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ข้างต้นสรุปได้ว่า ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะต้องมีสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวิธีแก้ไข มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นเป็นความรู้ใหม่ รวมถึงนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้นำเสนอจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมในการเขียนแผนการสอน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล ผลที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนครั้งต่อไป



ภาพประกอบ 5 การเรียนรู้แบบวัฏจักรหรือวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล ได้ศึกษา ได้ค้นพบความจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

การทดลองครั้งนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวม 9 แผน 9 กิจกรรม โดยที่แต่ละกิจกรรมจะดำเนินการตามวงจรการเรียนรู้แบบ 5E จึงรวมเป็น 9 รอบ

#### 4. งานวิจัยเกี่ยวข้อง

##### งานวิจัยในประเทศ

กัญญา ทองมัน (2534: 83) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่

ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทิศทางและกำหนดแนวทางผลการวิจัยพบว่า ทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพร วัฒนานนท์ (2539 :บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้มาปรับแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์พบว่านักเรียนที่ใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้มีความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ใช้แผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540 :บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ โดยศึกษา 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติและการสอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่สอนตามแนวยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ มีทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

มนัส สดสีน (2543 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนคติสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

หทัยรัตน์ เขียวเอี่ยม (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่มหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

### งานวิจัยต่างประเทศ

แลดด์ และ แอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 395-400) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากการตั้งคำถามของครู เพื่อศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ครูจำนวน 40 คน ทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยถามคำถามในระดับสูงและระดับต่ำ โดยทำการสอนนักเรียน 40 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อับราฮัมและเร็นเนอร์ (Abraham and Renner .1986:121-143) ได้ศึกษาผลงานการวิจัยของนักศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และนอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการดำเนินการทดลอง
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) อำเภอคลองหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 มีจำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 143 คน

##### การสุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) อำเภอคลองหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 89 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 9 แผน ประกอบด้วย  
แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี  
แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง ไนนาโม

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์  
กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 4 เรื่อง ความต้านทาน

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 เรื่อง การต่อหลอดไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 6 เรื่อง กฎของโอห์ม

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 7 เรื่อง วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 8 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

### 2.1 แบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็น  
แนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้  
พัฒนามาจากแบบทดสอบของ นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550) ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบเป็นสถานการณ์  
ที่นักเรียนต้องเขียนตอบอย่างละเอียดลงในกระดาษคำตอบ

2.3 แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนา  
แบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ กรรณิการ์ สนิทธรรม. (2546) ประกอบด้วย  
แรงจูงใจ 3 ด้าน คือ ด้านเป้าหมาย ด้านการรับรู้ และด้านคุณค่าเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า  
(Rating Scale) 5 ระดับ คือ จริงมากที่สุด ค่อนข้างจริง ไม่แน่ใจ ค่อนข้างไม่จริง ไม่จริง จำนวน  
ข้อความ 26 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551  
ของโรงเรียนชุมชนวัดบางขันจำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์  
แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

## 3. ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.แบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของ  
แบบสอบถาม มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

### 1.1 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาานิยาม ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางใน  
การสร้างแบบทดสอบ และศึกษาแนวการเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของ ล้วน สายยศและอังคณา  
สายยศ (2539 : 122-167)

1.3 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจากแนวคิดทางการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยนำมาเขียนลักษณะตามที่ต้องการวัด

1.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เรื่องไฟฟ้า จำนวน 60 ข้อ

1.5 เขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้มีความครอบคลุมตามโครงสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ และลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก

1.6 วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกกับอาจารย์ที่ผู้ควบคุมปริญญาโท เพื่อให้ข้อคำถามมีความเที่ยงตรงและครอบคลุมตามนิยามเชิงปฏิบัติการ

1.7 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ อาจารย์กรวีร์ วงศ์วิทย์การ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์และอาจารย์เตือนใจ ดำรงค์รัตน์ พิจารณาตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาและความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) และคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบ 60 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง .60 – 1.00

1.8 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ และหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ คัดแบบทดสอบไว้จำนวน 40 ข้อ โดยพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .27 - .78 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .20 - .52 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับอยู่ .841

1.9 จัดเตรียมข้อสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

### ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้า

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก

0. ตัวนำไฟฟ้าที่ดีคือข้อใด

- ก. ตัวนำที่มีความต้านทานคงที่
- ข. ตัวนำที่มีความต้านทานน้อยมาก
- ค. ตัวนำที่มีความต้านทานเป็นศูนย์
- ง. ตัวนำที่เปลี่ยนความต้านทานได้

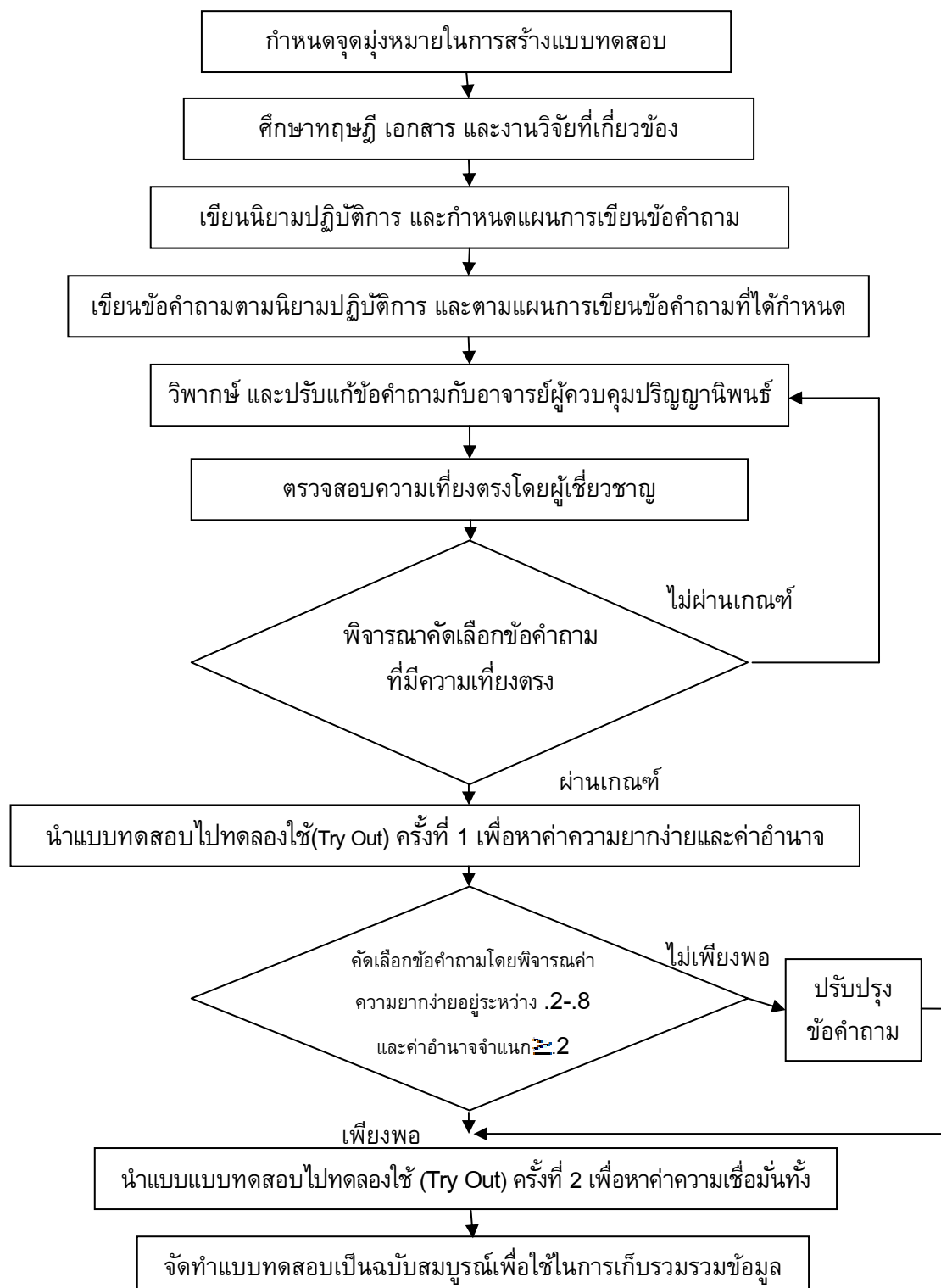
00. ข้อใดเป็นฉนวนไฟฟ้า

- ก. ดีบุก
- ข. สังกะสี
- ค. ซิลิกอน
- ง. ทังสเตน

เกณฑ์การให้คะแนน

ตอบถูกให้ 1 คะแนน      ตอบผิดให้ 0 คะแนน

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ มีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 6 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 6 ลำดับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดการดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้น

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมาย ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเขียนพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะรายด้าน โดยพฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นพวรรณ ศรีเกตุ (2550 : 56) ได้เสนอผลการวิเคราะห์การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมที่บ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | พฤติกรรมที่บ่งชี้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.การคำนวณ                   | <p>1.1 การนับ ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง</li> <li>- ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้</li> <li>- ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน</li> </ul> <p>1.2 การคำนวณ (บวก ลบ คูณ หาร)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวิธีคำนวณได้</li> <li>- คำนวณได้ถูกต้อง</li> <li>- แสดงวิธีคำนวณได้</li> </ul> <p>1.3 การหาค่าเฉลี่ย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยได้</li> <li>- หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย</li> </ul> |
| 2. การตั้งสมมติฐาน           | <p>2.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

ตาราง 7 (ต่อ)

| ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ | พฤติกรรมที่บ่งชี้                                                                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร   | 3.1 การชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่นๆในปรากฏการณ์หนึ่งๆที่ต้องการศึกษาได้             |
| 4. การทดลอง                  | 4.1 การออกแบบการทดลอง ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองอธิบายขั้นตอนในการทดลองและเสนอแนะการบันทึกผลการทดลอง                 |
| 5. การตีความหมายและลงข้อสรุป | 5.1 การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและคุณสมบัติของข้อมูลพร้อมทั้งสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อยู่ในข้อมูลที่ต้องการศึกษา |

4. เขียนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กฎเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเขียนตามพฤติกรรมที่บ่งชี้ในตารางที่ 7 จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะได้แก่ ทักษะการคำนวณจำนวน 6 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 6 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 6 ข้อ ทักษะการทดลองจำนวน 6 ข้อ และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปจำนวน 6 ข้อ เพื่อทดสอบและหาคุณภาพรายข้อ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการตรวจให้คะแนนแยกเป็นรายข้อเพื่อให้ผู้ตรวจใช้ในการให้คะแนนแต่ละข้อ

5. วิพากษ์และปรับแก้ข้อคำถามกับอาจารย์ควบคุมปริญญาโท

6. ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ นำข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพขั้นต้น โดยพิจารณาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความเป็นปรนัย (Objectivity) ของข้อคำถามและคู่มือการตรวจให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ อาจารย์กรวีร์ วงศ์วิทย์การ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์และอาจารย์เตือนใจ ดำรงศรีรัตน์ เป็นผู้พิจารณาว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามนิยามหรือไม่ พร้อมทั้งปรับปรุงภาษาให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน โดยการนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ลงคะแนนเพื่อแสดงหลักฐานความ

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำคะแนนที่ได้จากกลางความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน หาค่าความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมกับจุดประสงค์

7. ปรับปรุงแก้ไข ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยนำผลการพิจารณาแบบวัดประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยรวมความเห็นในช่องเห็นด้วย (+1) ไม่แน่ใจ (0) และไม่เห็นด้วย (-1) ตามวิธีของ ไรวินิลลีและแฮมเบิลตัน (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ .2545: 179) คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปคัดเลือกไว้ ซึ่งถือว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตามนิยามที่กำหนด ปรากฏว่าผลการคำนวณ IOC มีค่าอยู่ระหว่าง .80 -1.00

8. นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในขั้นต้นจำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนวัดบางขัน จำนวน 50 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

9. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อและคัดเลือก นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน นำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยาก โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient) โดยคัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการคำนวณจำนวน 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรจำนวน 3 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ

10. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนวัดบางขัน จำนวน 50 คน โดยใช้ผู้ตรวจข้อสอบ 2 คน คือ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์ และอาจารย์เตือนใจ ดำรงรัตน์ ร่วมกันตรวจแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาความเชื่อมั่นของผู้ตรวจแบบทดสอบ 2 คน โดยใช้การวิเคราะห์ค่าประสิทธิสหสัมพันธ์ใช้สูตรของ Pearson Product - Moment Correlation Coefficient ( $r_{xy}$ ) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2545 : 84) โดยพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .46 - .72 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .21 - .37 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .846

11. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มเพื่อทำการวิจัยและนำไปเก็บข้อมูล โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพไปเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป

## ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 50 นาที
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ประกอบด้วย 5 ทักษะกระบวนการย่อยจำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการคำนวณ จำนวน 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐานจำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 3 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ
3. แบบทดสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยที่แต่ละข้อกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษาก่อนแล้วจึงเขียนตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบอย่างละเอียด แสดงวิธีทำและการคำนวณอย่างละเอียดอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง
4. อย่าเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ

### แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### ข้อ 1 ทักษะการคำนวณ

- 1.1 เตารีดไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 1,800 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                                                      | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง และ<br>2. แสดงวิธีทำการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง                | เตารีดไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า ( $P$ ) = 1,800 วัตต์<br>ความต่างศักย์ไฟฟ้าของเตารีด ( $v$ ) = 220 โวลต์<br>จากสูตร $P = VI$<br>$1,800 = 220 \times I$<br>$I = \frac{1,800}{220}$<br>$I = 8.18$ แอมแปร์<br>$\therefore$ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเตารีดเท่ากับ 8.18 แอมแปร์ |
| 1           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง               | จากสูตร $P = VI$<br>$1,800 = 220 \times I$<br>$I = \frac{1,800}{220}$<br>$I = 8.18$ แอมแปร์                                                                                                                                                                    |
| 0           | 1. ไม่เขียนสูตรการคำนวณหรือเขียนแต่ไม่ถูกต้อง และ<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูกต้อง หรือ 3. ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                           |

## ข้อ 2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน

2.1 จากการทดลองการเกิดประจุไฟฟ้าได้ผลการทดลองดังนี้

| การทดลอง                                                                                                                         | ผลการทดลอง                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>ประจุไฟฟ้าทำให้เคลื่อนที่</u><br>นำแท่งแม่เหล็กที่มีขั้วเหมือนกันหิ้วเข้าหากัน<br>นำแท่งแม่เหล็กที่มีขั้วต่างกันหิ้วเข้าหากัน | แท่งแม่เหล็กผลักกัน<br>แท่งแม่เหล็กดูดกัน                                                              |
| การทดลอง                                                                                                                         | ผลการทดลอง                                                                                             |
| <u>ประจุไฟฟ้าทำให้เคลื่อนที่ได้</u><br>ยกภาควิทยาสารพัดใส่แก้ว                                                                   | มีความรู้สึกว่ากระแสไฟฟ้าวิ่งเข้าตัว                                                                   |
| การทดลอง                                                                                                                         | ผลการทดลอง                                                                                             |
| <u>ประจุไฟฟ้าทำให้วัตถุเคลื่อนที่</u><br>- อะซิเตต + พอลิทีน<br>- พอลิทีน + พอลิทีน<br>- อะซิเตต + อะซิเตต                       | แท่งที่วางบนกระจกจะหมุนเข้าหากัน<br>แท่งวัตถุทั้งสองจะหมุนไปคนละทาง<br>แท่งวัตถุทั้งสองจะหมุนไปคนละทาง |

จากข้อมูลข้างต้น จะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                  | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาชัดเจน ถูกต้องครบถ้วน และสมบูรณ์ | ประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะผลักกัน และประจุไฟฟ้าที่ต่างกันจะดึงดูดกัน ดังนั้น วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะทำให้วัตถุ 2 ชนิดผลักกัน ส่วนวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างกัน จะทำให้วัตถุ 2 ชนิดดึงดูดกัน |
| 1           | เขียนสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่ครบถ้วน                      | วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะดูดกัน วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเหมือนกันจะผลักกัน                                                                                                               |
| 0           | ไม่ตอบคำถามหรือตอบไม่ถูก                                         | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                         |

### ข้อ 3 ทักษะการกำหนดตัวแปรและควบคุมตัวแปร

3.1 สาครปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าสู่ขดลวดที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กทำให้ขดลวดหมุน พบว่าถ้าเขาใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ต่างกัน ขดลวดจะหมุนด้วยความเร็วต่างกัน จงระบุตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                        | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนระบุตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ ถูกต้องและครบถ้วน                                | ตัวแปรตามคือ ความเร็วในการหมุน และตัวแปรควบคุมคือ อำนาจสนามแม่เหล็ก หรือความเข้มสนามแม่เหล็ก หรือ จำนวนรอบของขดลวด                                      |
| 1           | เขียนระบุตัวแปรตามได้ ถูกต้องและครบถ้วน หรือ เขียนระบุตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องและครบถ้วน | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>- ตัวแปรตาม คือ ความเร็วในการหมุน หรือ<br>- ตัวแปรควบคุม คือ อำนาจสนามแม่เหล็ก หรือความเข้มของสนามแม่เหล็ก หรือจำนวนขดลวด |
| 0           | ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบไม่ถูก                                                             | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                    |

### ข้อ 4 ทักษะการทดลอง

4.1 ถ้าต้องการทราบว่า ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้าได้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร

.....

.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                     | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนนอกแบบการทดลองได้เป็นขั้นตอนถูกต้อง และสมบูรณ์ | 1. นำกระดาษทรายขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีให้สะอาด 2. เสียบแผ่นสังกะสีและแผ่นทองแดงเข้าไปในเนื้อผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว 3. ต่อสายไฟทั้งสองเส้นเข้ากับปลายโลหะที่โผล่พ้นเนื้อของผลไม้รสเปรี้ยวขึ้นมาส่วนอีกปลายหนึ่งเสียบติดกับแอมมิเตอร์ |
| 1           | เขียนนอกแบบการทดลองได้ แต่ไม่สมบูรณ์                | เสียบแผ่นสังกะสี และแผ่นทองแดง เข้าไปในเนื้อผลไม้ แล้วต่อแผ่นสังกะสี และแผ่นทองแดง แล้วต่อเข้ากับแอมมิเตอร์                                                                                                                          |
| 0           | ไม่ตอบคำถาม หรือตอบไม่ถูก                           | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                 |

## ข้อ 5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

## 5.1 จากการทดลองวัตถุที่ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าได้ผลดังตาราง

| ข้อ | การทดลอง    | ผลการทดลองที่เกิดขึ้น                       |
|-----|-------------|---------------------------------------------|
| 1   | เสียดไหมพรม | เมื่อถอดเสื้อผมจะตั้งขึ้น                   |
| 2   | ลูกโป่ง     | ติดกับผนังชั่วขณะหนึ่ง                      |
| 3   | ไม้บรรทัด   | ทำให้ทิศทางการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม |
| 4   | หวี         | เศษกระดาษจะถูกดึงดูดติดกับหวี               |

จากข้อมูลข้างต้นจะลงข้อสรุปได้ว่าอย่างไร

.....

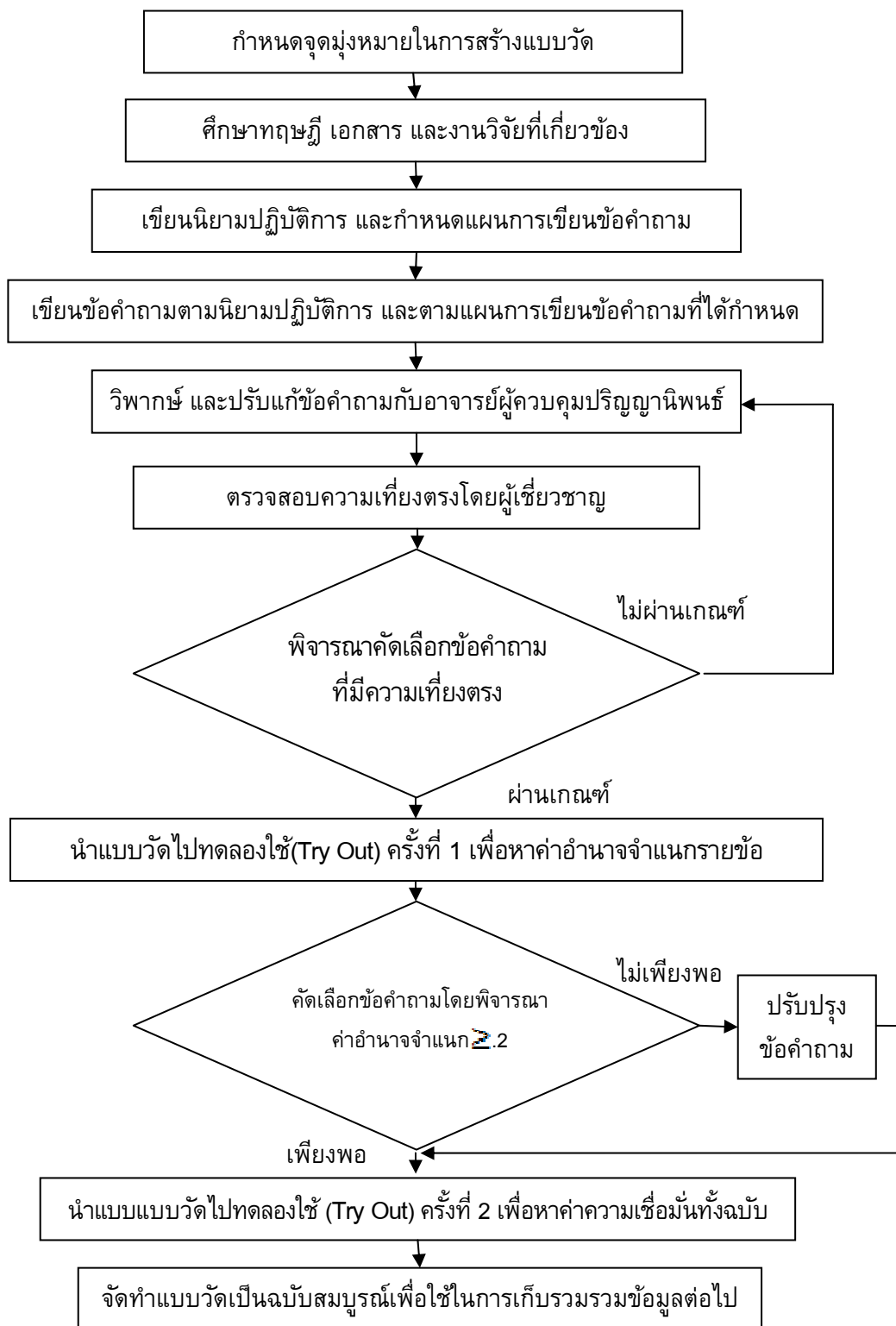
.....

.....

## เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                  | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                         |
|-------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนข้อสรุปได้ละเอียดครบถ้วน ถูกต้อง และสมบูรณ์ | การเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิด จะทำให้เกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้า จากวัตถุชนิดหนึ่งไปยังวัตถุอีกชนิดหนึ่ง ทำให้วัตถุมีอะตอมไม่เป็นกลาง จึงทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้ |
| 1           | เขียนข้อสรุปได้ แต่ไม่ละเอียด และไม่สมบูรณ์      | การเสียดสีของวัตถุ 2 ชนิดทำให้เกิดไฟฟ้าสถิต                                                                                                            |
| 0           | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                              | ไม่ตอบ หรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                   |

3. แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถาม มีขั้นตอนดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของแบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากภาพประกอบ 7 เป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถาม เพื่อวัดพฤติกรรมแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3. เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. เขียนข้อคำถามตามนิยามเชิงปฏิบัติการของแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) ชนิด 5 มาตรา คือ จริงมากที่สุด ค่อนข้างจริง ไม่แน่ใจ ค่อนข้างไม่จริง ไม่จริง จำนวนข้อความ 26 ข้อ ประกอบด้วยแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านเป้าหมาย จำนวน 9 ข้อ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการรับรู้ จำนวน 8 ข้อและแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านคุณค่า จำนวน 9 ข้อ

5. นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แก่รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตน์ อาจารย์ขวลิท รวยหาจิณ อาจารย์กรวิทย์ ว่องวิทย์การ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์ และอาจารย์เดือนใจ ดำรงค์รัตน์ ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ความครอบคลุม และความสอดคล้องตามนิยาม ปรับปรุงข้อคำถามที่ไม่เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Congruence) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง .80 - 1.00 จำนวน 26 ข้อ

6. นำแบบสอบถามที่ได้จากข้อ 5 ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนวัดบางชัน จำนวน 50 คน นำผลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item total Correlation) ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามตามเกณฑ์ของอีเบล และฟรีสบี (Ebel & Frisbie, 1986 : 234) คือ 1) มีค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป แปลว่า จำแนกได้ดีมาก 2) มีค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.39 แปลว่า จำแนกได้ค่อนข้างดี สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ 3) มีค่าความสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.29 แปลว่า จำแนกได้พอใช้และจำเป็นต้องปรับปรุงให้ดีขึ้น 4) มีค่าความสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.19 ลงไป แปลว่า จำแนกได้ไม่ดี ต้องคัดทิ้งหรือแก้ไขปรับปรุงใหม่ก่อนนำไปใช้ ซึ่งผลจากการทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .27 ถึง .61 คัดเลือกไว้ 24 ข้อประกอบด้วยแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านเป้าหมาย จำนวน 9 ข้อ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการรับรู้ จำนวน 6 ข้อ และแรงจูงใจในการ

เรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ด้านคุณค่า จำนวน 9 ข้อซึ่งครอบคลุมตามองค์ประกอบของแรงจูงใจในการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์

7. นำแบบสอบถามที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 6 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทั้งฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .871

8. จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัย

### ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์

#### คำชี้แจง

- ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับแรงจูงใจในการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์
- ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง จริงมากที่สุด ค่อนข้างจริง ไม่แน่ใจ ค่อนข้างไม่จริง ไม่จริง เพียงช่องเดียวให้ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด
- การตอบแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์นี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด
- กรุณาตอบให้ครบทุกข้อ

| ข้อ  | ข้อความ                                                                                  | จริงมากที่สุด | ค่อนข้างจริง | ไม่แน่ใจ | ค่อนข้างไม่จริง | ไม่จริง |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------|-----------------|---------|
|      | นักเรียนตั้งใจเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ เพราะ.....                                           |               |              |          |                 |         |
|      | <b>ด้านเป้าหมาย</b>                                                                      |               |              |          |                 |         |
| 0)   | เชื่อว่า นิสิตวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ๆ เพื่อประยุกต์ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 00)  | ต้องการให้เพื่อนยอมรับว่า นักเรียนเป็นคนเก่ง                                             | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 000) | ครูเชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ได้ดี                                 | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |

| ข้อ  | ข้อความ                                              | จริงมากที่สุด | ค่อนข้างจริง | ไม่แน่ใจ | ค่อนข้างไม่จริง | ไม่จริง |
|------|------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------|-----------------|---------|
|      | นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพราะ.....         |               |              |          |                 |         |
|      | <b>ด้านการรับรู้</b>                                 |               |              |          |                 |         |
| 0)   | วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก                  | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 00)  | เห็นว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาที่น่าสนใจ           | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 000) | มั่นใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
|      | <b>ด้านคุณค่า</b>                                    |               |              |          |                 |         |
| 0)   | วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ใหม่                  | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 00)  | ชอบแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์                          | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |
| 000) | ข้อมูลที่ได้จากวิทยาศาสตร์เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้   | .....         | .....        | .....    | .....           | .....   |

เกณฑ์ในการให้คะแนน

จริงมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

ค่อนข้างจริง ให้ 4 คะแนน

ไม่แน่ใจ ให้ 3 คะแนน

ค่อนข้างไม่จริง ให้ 2 คะแนน

ไม่จริง ให้ 1 คะแนน

วิธีการแปลความหมายคะแนนเฉลี่ยรายข้อ

|                        |             |        |                                                      |
|------------------------|-------------|--------|------------------------------------------------------|
| คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง | 4.50 – 5.00 | แปลว่า | นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด |
| คะแนนอยู่ระหว่าง       | 3.50 – 4.49 | แปลว่า | นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาก       |
| คะแนนอยู่ระหว่าง       | 2.50 – 3.49 | แปลว่า | นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปานกลาง   |

|                                   |             |        |                      |
|-----------------------------------|-------------|--------|----------------------|
| คะแนนอยู่ระหว่าง                  | 1.50 – 2.49 | แปลว่า | นักเรียนมีแรงจูงใจใน |
| การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อย       |             |        |                      |
| คะแนนอยู่ระหว่าง                  | 1.00 – 1.49 | แปลว่า | นักเรียนมีแรงจูงใจใน |
| การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด |             |        |                      |

#### 4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E (Inquiry cycle)

##### 1. แผนการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนจะให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้อื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ๆ ซึ่งอาจกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่ๆ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียน หรือตรวจสอบ/ ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

1.2 ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)

1.3 ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนคติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

1.4 ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนคติ/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนคติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนคตินั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้ง หรือมโนคติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

1.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

## 2. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้
4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จาก ตำรา เอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งหมด 9 แผน โดยในแต่ละแผนผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ย่อยรายชั่วโมง

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทุกแผนมีโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้
  - 4.1 ขั้นนำ
  - 4.2 ขั้นสำรวจ/ ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ
  - 4.3 ขั้นอธิบาย / ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ
  - 4.4 ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนคติ/ขั้นประยุกต์ใช้
  - 4.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้

5. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

7. บันทึกหลังการสอน

8. ข้อเสนอแนะ

6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอแนะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้งตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

7. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์กรวีร์ วงศ์วิทย์การ อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์และอาจารย์เตือนใจ ดำรงค์รัตน์ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรง ความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ /แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้งตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

8. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ตรวจสอบและปรับแก้ไขแล้วมาจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

รหัส ว 33101

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมน์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เวลา 1 คาบ

#### 1. การเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ปลายทาง

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่

พบในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
2. ทดลอง อธิบายและสรการเกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้

#### 3. แนวความคิดหลัก

เซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้าเคมีจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น สังเกตได้จากการเกิดแก๊ส เกิดตะกอน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป หรือได้สารใหม่ต่างไปจากเดิม

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. หลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
3. ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยนำถ่านไฟฟ้าฉายมาใช้กับไฟฉายหรือวิทยุ เพราะเราทราบมาแล้วว่า ถ่านไฟฟ้าฉายนั้นให้กระแสไฟฟ้าออกมาได้ แล้วถ่านไฟฟ้ามีวิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร

## 5.2 ขั้นสำรวจและสืบค้น

1. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

## 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ให้นักเรียนอภิปรายและช่วยกันสรุปเพิ่มเติมถึงหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

## 5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าเปลี่ยนกรดซัลฟิวริกเป็นกรดเกลือ น้ำส้มสายชู น้ำประปาน้ำอัดลม นํ้านม และนํ้ามะนาว สารเหล่านี้จะเกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมีหรือไม่

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

## 5.5 ขั้นประเมิน

- ประเมินจากใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และใบงานที่ 3

# 6. สื่อการเรียนรู้การสอน

## 6.1 สื่อการเรียนรู้ในกิจกรรม

1. ใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และใบงานที่ 3

2. ใบความรู้

3. วัสดุ - อุปกรณ์และของจริง (ต่อกลุ่ม)

- กระดาษถ่านไฟฉาย 1 ชุด

- สายดำ – แดง 1 ชุด

- ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน

- แผ่นสังกะสี 1 แผ่น

- แผ่นทองแดง 1 แผ่น

- สารละลายกรดซัลฟิวริก 50 ml

- แอมมิเตอร์ 1 ตัว

- กระดาษทราย 1 แผ่น

# 7. การวัดผลประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

### 3.ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

เกณฑ์การผ่านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2549: 187-200)

| คะแนน     | ความหมาย                        |
|-----------|---------------------------------|
| 19-24     | ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับดี          |
| 12-18     | ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับค่อนข้างดี  |
| 7-11      | ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับควรปรับปรุง |
| ต่ำกว่า 7 | ไม่ผ่านเกณฑ์                    |

### 8. แหล่งเรียนรู้

- ห้องสมุด
- อินเทอร์เน็ต

### 9. บันทึกหลังการสอน

#### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

#### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

.....

#### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

#### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

#### 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

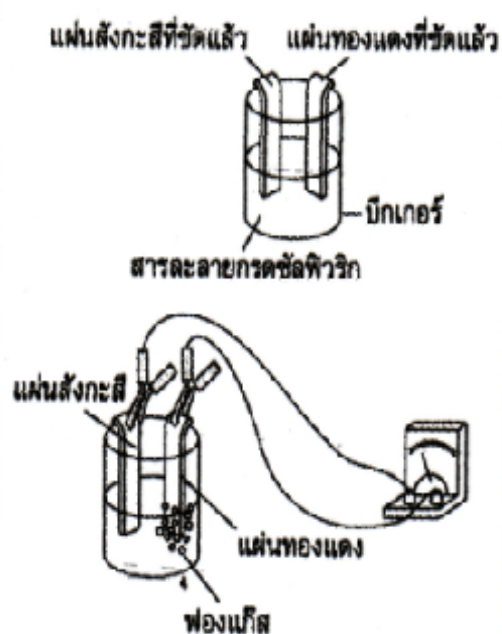
## ใบงานที่ 1 การทดลอง เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง  
กิจกรรมที่ 1 เซลล์ไฟฟ้า

### วิธีการทดลอง

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน สังเกตเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
2. ขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีด้วยกระดาษทรายให้สะอาด
3. ใส่สารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจาง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรในบีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จุ่มปลายข้างหนึ่งของแผ่นโลหะทั้งสองลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก โดยให้ปลายอีกข้างหนึ่งพาดไว้กับปากบีกเกอร์ ดังรูป
4. ใช้สายไฟ 2 เส้นต่อปลายของโลหะทั้ง 2 ชนิดเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะทั้ง 2 ชนิด และที่เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 3 และ 4 โดยยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากสารละลายกรดซัลฟิวริก สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะทั้งสองและเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน



### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| วิธีการทดลอง                                                            | การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                                                         | แผ่นโลหะในปิกเกอร์         | เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า |
| 1. เมื่อต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน                  |                            |                             |
| 2. เมื่อจุ่มแผ่นโลหะทองแดงและสังกะสีลงในปิกเกอร์ของสารละลายกรดซัลฟิวริก |                            |                             |
| 3. ต่อแผ่นโลหะทองแดงและสังกะสีเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า               |                            |                             |
| 4. เมื่อยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากปิกเกอร์                         |                            |                             |

### คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแล้วเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าจะเบนหรือไม่ ทราบได้อย่างไร.....  
.....
2. จากการทดลอง เมื่อนักเรียนจุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีในสารละลายกรดซัลฟิวริกแล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรต่อแผ่นโลหะทั้งสองและต่อเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เพราะเหตุใด.....  
.....
3. เมื่อยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากสารละลายกรดซัลฟิวริก จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือไม่.....  
.....
4. นักเรียนคิดว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงานอย่างไร.....  
.....
5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร.....  
.....  
.....

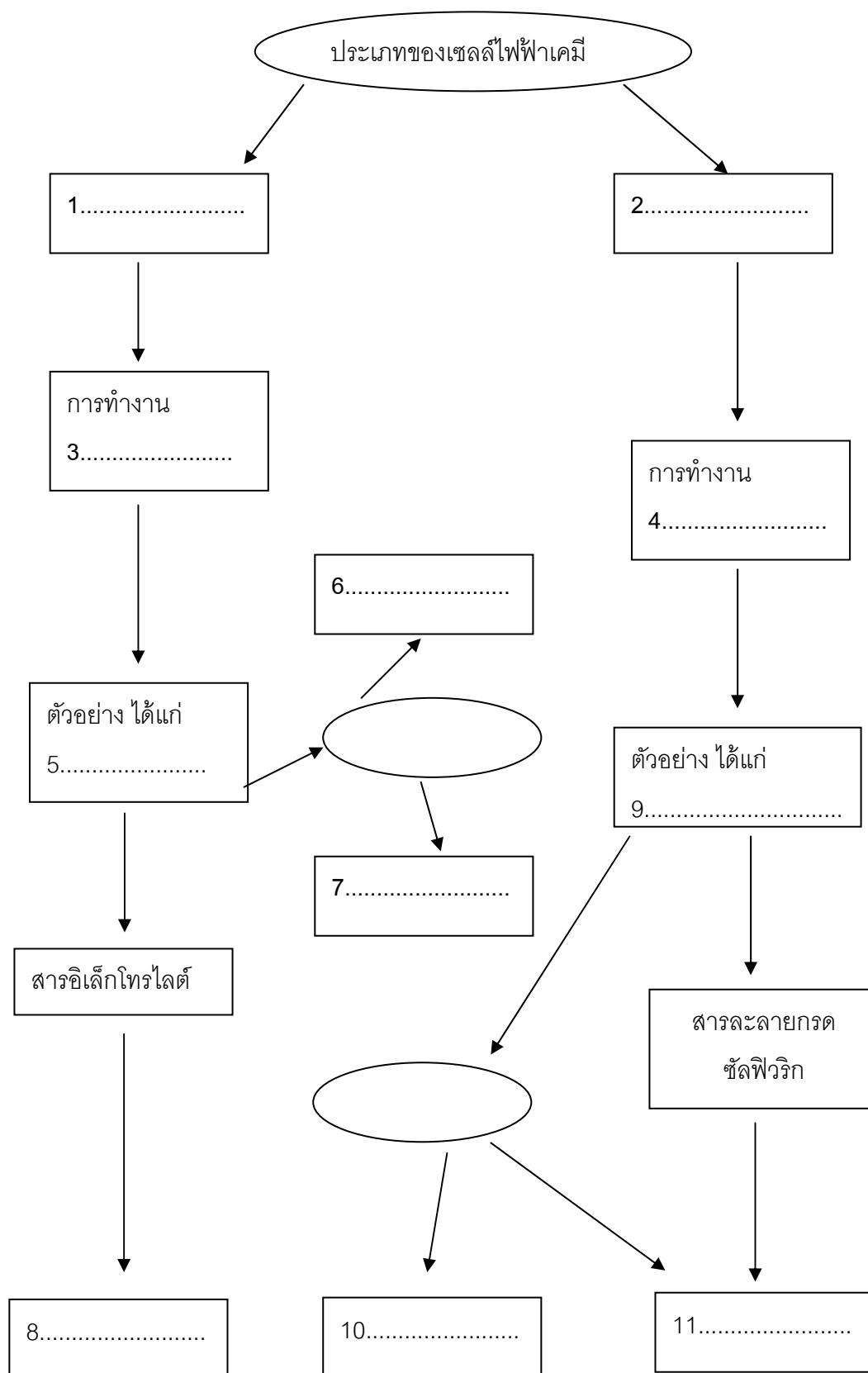
## ใบงานที่ 2 หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

**คำชี้แจง :** จากการศึกษาหลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ผ่านมา จงเขียน เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

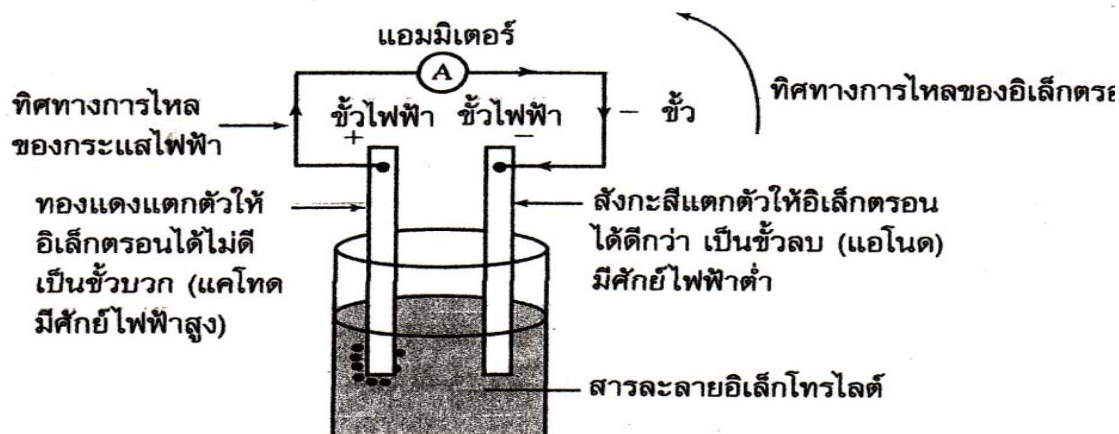
- \_\_\_\_\_ 1.เมื่อใช้แผ่นสังกะสี 2 แผ่นจุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เจือจาง แล้วต่อกับวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า จะทำให้เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบนไปจากเดิม
- \_\_\_\_\_ 2.สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้ เพราะแตกตัวให้อิออนบวกกับอิออนลบ
- \_\_\_\_\_ 3.โลหะต่างชนิดกัน เมื่อจุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะแตกตัวให้ปริมาณอิเล็กตรอนได้ต่างกัน ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้า
- \_\_\_\_\_ 4.กระแสไฟฟ้าไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ และไหลจากขั้วลบไปขั้วบวก
- \_\_\_\_\_ 5.กระแสไฟฟ้ากับกระแสอิเล็กตรอนมีทิศทางการไหลไปทางเดียวกัน
- \_\_\_\_\_ 6.การไหลของกระแสไฟฟ้าเหมือนกับการไหลของกระแสน้ำ ถ้าระดับเท่ากันไม่ไหลเช่นเดียวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เท่ากัน จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้า

### ใบงานที่ 3 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

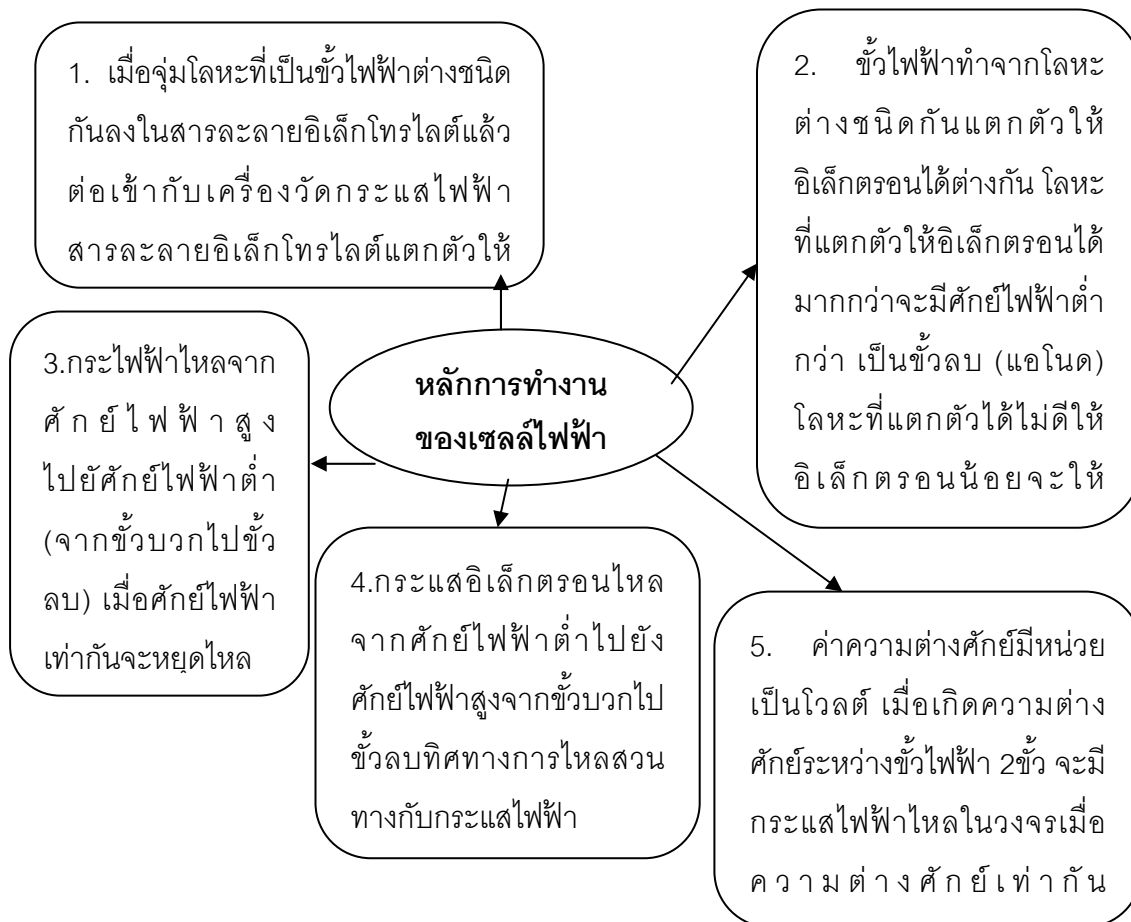
คำชี้แจง : จงเติมข้อความที่เว้นไว้ให้ได้ใจความสมบูรณ์



## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี



รูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี



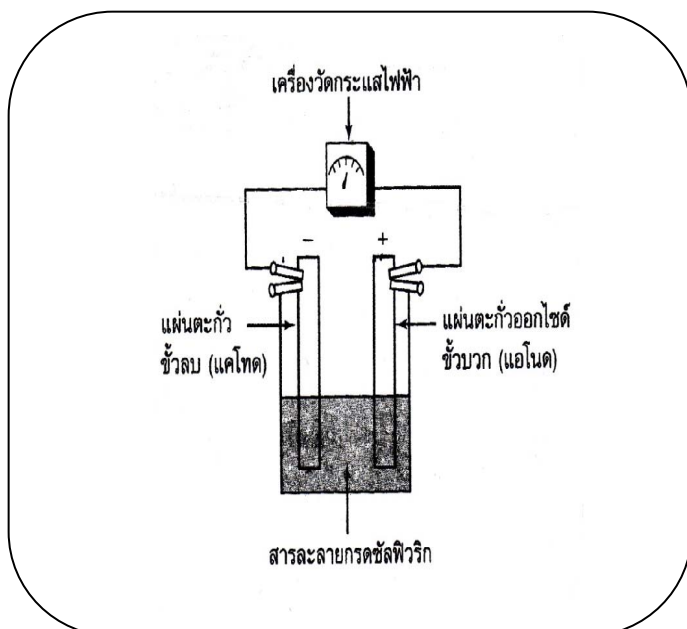
## ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมีเปลี่ยนรูปพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า ขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น โดยจำแนกเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้ 2 ประเภทดังนี้

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่สามารถนำมาใช้ได้ทันที เมื่อนำไปต่อวงจรไฟฟ้าจนหมดพลังงานไฟฟ้าแล้ว ไม่สามารถนำมาอัดไฟใหม่ได้ เช่น ถ่านไฟฉายประเภทต่างๆ

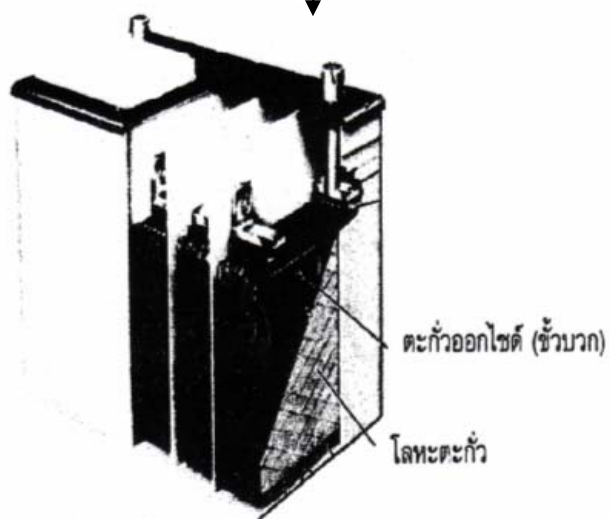


2. เซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell) เมื่อประกอบเซลล์เสร็จไม่สามารถใช้งานได้ทันทีต้องนำไปอัดไฟ (charge) ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ก่อน หลังจากใช้ไฟฟ้าหมดแล้วและนำอัดไฟใหม่จะสามารถนำไปใช้ได้ อีก เช่น แบตเตอรี่รถยนต์



### เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

- เป็นเซลล์ทุติยภูมิชนิดหนึ่ง
- ประกอบด้วยแผ่นตะกั่วเป็นขั้วลบ แผ่นตะกั่วออกไซด์เป็นขั้วบวก สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นอิเล็กโทรไลต์
- ก่อนใช้ ต้อง อัดไฟฟ้า



### สาเหตุของแบตเตอรี่หมดไฟ

เนื่องจากตะกั่วกับตะกั่วออกไซด์ทำปฏิกิริยากันแล้วเปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟต ทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

**การอัดไฟใหม่** เป็นการใช้น้ำไฟฟ้าทำให้ตะกั่วซัลเฟตกลับไปเป็นตะกั่วกับตะกั่วออกไซด์เหมือนเดิม จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

## 5. วิธีการดำเนินการทดลอง

### แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยอาศัยหลักการทดลองแบบกลุ่มเดียว โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Time series design ซึ่งกอลล์และบอร์ก (Gall & borg. 1996 : 519-520) กล่าวว่ารูปแบบการทดลองกลุ่มเดียวเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลและบอร์ก(Borg. 1987 : 264-267) ยังกล่าวว่าการศึกษากับกลุ่มเดียวมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาทางพฤติกรรมของนักเรียนของครู การใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียวทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความเป็นเอกพันธ์ เหมาะสมกับการทดลองที่มีตัวแปรตามเวลาเกี่ยวข้อง (Dayton.1970:244:246) ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว โดยมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E 1 ครั้ง จากนั้นใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ตามแผนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 4 สัปดาห์ แล้ววัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E 2 ครั้ง และมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E อีก 1 ครั้ง ลักษณะของแบบแผนการทดลองดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง Time series design

| ก่อนการทดลอง | ขณะทดลอง                              | หลังการทดลอง |
|--------------|---------------------------------------|--------------|
| $O_1$        | $X_1 X_2, O_2, X_3 X_4, O_3, X_5 X_6$ | $O_4$        |

|       |             |                                                |
|-------|-------------|------------------------------------------------|
| เมื่อ | $O_1$       | แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง    |
|       | X           | แทน กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E                   |
|       | $O_2, O_3,$ | แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดลอง |
|       | $O_4$       | แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลอง    |

### ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ โดยแบ่งการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง 1 ครั้ง แล้วดำเนินการทดลองโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 6 สัปดาห์ วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างในการทดลอง 2 ครั้ง และมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองอีก 1 โดยใช้เวลาในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

## ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการทดลอง เป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมการทดลอง

ขั้นที่ 2 การวัดพฤติกรรมก่อนการทดลอง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง การวัดพฤติกรรมระหว่างการทดลอง

ขั้นที่ 4 การวัดพฤติกรรมหลังการทดลอง

### ขั้นที่ 1 การเตรียมการทดลอง

1.1 การแบ่งกลุ่มย่อยในการทำกิจกรรม โดยแบ่งในแต่ละกลุ่มทดลองเป็น 6 กลุ่มย่อย กลุ่มละ ประมาณ 6 - 7 คน

1.2 จัดทำป้ายชื่อนักเรียน เพื่อใช้ในการคล้องคอ เพื่อง่ายต่อการจำชื่อนักเรียนในขณะทำกิจกรรม

1.3 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมและในแต่ละการทดลองต่างๆให้พร้อม เช่น วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมในการสังเกตพฤติกรรมก่อนการทดลอง ขณะทดลองและหลังการทดลองให้พร้อม

### ขั้นที่ 2 การวัดพฤติกรรมก่อนการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองระหว่างการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้แบบสอบถามวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลอง โดยผู้วิจัยทำการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง 1 ครั้ง ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ในวันที่ 19 มกราคม 2552 ระหว่างเวลา 08.30- 10.00 นาฬิกา

### ขั้นที่ 3 การดำเนินการทดลอง การวัดพฤติกรรมระหว่างการทดลอง

การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ให้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 6 สัปดาห์ และมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 2 ครั้งโดยใช้เวลาวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที ขั้นตอนดำเนินการทดลองในแต่ละครั้งดังนี้

3.1 ขั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียน หรือตรวจสอบ/ ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

3.2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด

การค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)

3.3 ขั้นอธิบาย / ชี้นำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอสมมติหรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถามและให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

3.4 ขั้นขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้มโนคติ/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้มโนคติในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายมโนคตินั้นๆ ให้กว้างขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือมโนคติอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

3.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบ มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

ในขั้นตอนการดำเนินการทดลอง เมื่อใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ครบ 2 กิจกรรม การเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัยมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 1 ครั้ง จำนวน 6 สัปดาห์ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบและแบบสอบถามในวันที่ 28 มกราคม 2552 และวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2552 ระหว่างเวลา 08.30 – 10.00 นาฬิกา

#### **ขั้นที่ 4 การวัดพฤติกรรมหลังการทดลอง**

การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถามชุดเดียวกันกับก่อนการทดลอง โดยทำการวัดหลังการทดลอง 1 ครั้ง ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2551 ระหว่างเวลา 08.30 – 10.00 นาฬิกา ขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง การจัดกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุปได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 แผนการดำเนินการทดลอง การจัดกิจกรรมและการเก็บรวบรวมข้อมูล

| ครั้งที่ | กิจกรรมการดำเนินการทดลอง                                                         | วัน/เวลา                | เครื่องมือและกิจกรรม            | จำนวนชั่วโมง |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------|
| 1        | การเตรียมการทดลอง                                                                | 16 ม.ค. 52              |                                 | 3            |
| 2        | วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์<br>ก่อนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E ครั้งที่ 1    | 19 -20 ม.ค. 52          | แบบวัดสมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์ | 1.30         |
| 3        | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 21 -22 ม.ค. 52          | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 1            |
| 4        | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 26 -27 ม.ค. 52          | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 2            |
| 5        | วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์<br>ระหว่างการใช้กิจกรรมการ<br>เรียนรู้แบบ 5E ครั้งที่ 2 | 28 -29 ม.ค. 52          | แบบวัดสมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์ | 1.30         |
| 6        | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 30 ม.ค. 52<br>2 ก.พ. 52 | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 2            |
| 7        | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 4 -5 ก.พ. 52            | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 3            |
| 8        | วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์<br>ระหว่างการจัดกิจกรรมการ<br>เรียนรู้แบบ 5E ครั้งที่ 3 | 9 -11 ก.พ. 52           | แบบวัดสมรรถนะ<br>ทางวิทยาศาสตร์ | 1.30         |
| 9        | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 12 -13 ก.พ. 52          | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 2            |
| 10       | จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E<br>ตามแผนการที่วางไว้                                | 16 -17 ก.พ. 52          | กิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E    | 3            |
| 11       | วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์<br>หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้<br>แบบ 5E ครั้งที่ 4    | 18 ก.พ. 52              | แบบวัดสมรรถนะ<br>ทางวิทยาศาสตร์ | 1.30         |

## 5. วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการวัดก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการวัดก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัวแปร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance : Repeated Measure) และถ้าพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบภายหลังด้วย แลมป์ด้า ( $\Lambda$ ) ของวิลคส์ จากนั้นนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นมาสรุปแล้วเขียนกราฟ แสดงพัฒนาการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าร้อยละ

1.2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544 : 36)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

|       |           |     |                                    |
|-------|-----------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | $\bar{X}$ | แทน | ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง          |
|       | $\sum X$  | แทน | ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล              |
|       | n         | แทน | จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง |

1.3 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544 : 65)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

|       |          |     |                                    |
|-------|----------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | S        | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน            |
|       | $\sum X$ | แทน | ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล              |
|       | n        | แทน | จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง |

1.4 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ( $S_x^-$ ) โดยใช้สูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2544 : 145)

$$S_x^- = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

|       |         |     |                                                       |
|-------|---------|-----|-------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $S_x^-$ | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
|       | S       | แทน | ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง                  |

1.5 การประมาณค่าช่วงความเชื่อมั่นค่าเฉลี่ยของประชากร ( $\mu$ ) โดยใช้สูตร (ธีระศักดิ์ อรุณานนท์. 2546 : 479)

$$\mu = \bar{X} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

|       |       |     |                     |
|-------|-------|-----|---------------------|
| เมื่อ | $\mu$ | แทน | ค่าเฉลี่ยของประชากร |
|-------|-------|-----|---------------------|

2. สถิติวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงพินิจโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item- Objective Congruency Index) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545: 179)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

|       |          |     |                                             |
|-------|----------|-----|---------------------------------------------|
| เมื่อ | IOC      | แทน | ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 |
|       | $\sum R$ | แทน | ผลรวมของการพิจารณาของผู้มีความรู้           |
|       | N        | แทน | จำนวนผู้มีความรู้                           |

2.2 การคำนวณหาค่าระดับความยากง่าย (p) ของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84-85)

$$p = \frac{R}{N}$$

|       |   |     |              |
|-------|---|-----|--------------|
| เมื่อ | p | แทน | ระดับความยาก |
|-------|---|-----|--------------|

|   |     |                              |
|---|-----|------------------------------|
| R | แทน | จำนวนผู้ตอบถูก               |
| N | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ |

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบรายข้อ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84 - 86)

$$r = \frac{RU - RL}{F}$$

|       |      |     |                               |
|-------|------|-----|-------------------------------|
| เมื่อ | $r$  | แทน | อำนาจจำแนก                    |
|       | $RU$ | แทน | จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก      |
|       | $RL$ | แทน | จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก      |
|       | $F$  | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ |

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรของ Kuder – Richardson สูตร KR – 20 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 88)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

|       |          |     |                                |
|-------|----------|-----|--------------------------------|
| เมื่อ | $r_{tt}$ | แทน | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ       |
|       | $k$      | แทน | จำนวนข้อสอบ                    |
|       | $p$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ |
|       | $q$      | แทน | สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ |
|       | $S^2$    | แทน | ความแปรปรวนของคะแนน            |

2.5 การหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) แบบสอบถามวิเคราะห์ข้อคำถามเป็นรายข้อ โดยใช้ Item-Total Correlation โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product- Moment Correlation Coefficient) ( $r_{xy}$ ) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545 : 84)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

|       |            |     |                                             |
|-------|------------|-----|---------------------------------------------|
| เมื่อ | $r_{xy}$   | แทน | สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์                      |
|       | N          | แทน | จำนวนผู้ตอบ                                 |
|       | X          | แทน | คะแนนรายข้อ                                 |
|       | Y          | แทน | คะแนนรวม                                    |
|       | $\sum X$   | แทน | ผลรวมของคะแนนรายข้อ (Item) ของกลุ่มตัวอย่าง |
|       | $\sum Y$   | แทน | ผลรวมของคะแนนรวม (Total) ของข้อที่เหลือ     |
|       | $\sum XY$  | แทน | ผลรวมของผลคูณของคะแนน X และคะแนน Y          |
|       | $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของคะแนน X                  |
|       | $\sum Y^2$ | แทน | ผลรวมของกำลังสองของคะแนน Y                  |

2.6 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 200; อ้างอิงจาก Cronbach. 1951)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

|       |              |     |                              |
|-------|--------------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$     | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม |
|       | n            | แทน | จำนวนข้อของแบบสอบถาม         |
|       | $\sum S_i^2$ | แทน | ผลรวมของความแปรปรวนรายข้อ    |
|       | $S_t^2$      | แทน | ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ |

2.7 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของผู้ตรวจแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิสหสัมพันธ์จากผู้ตรวจให้คะแนน 2 คน โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product- Moment Correlation Coefficient)( $r_{xy}$ ) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 210)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

|       |          |     |                                         |
|-------|----------|-----|-----------------------------------------|
| เมื่อ | $r_{xy}$ | แทน | ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
|       | N        | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง            |

|            |     |                                                                                 |
|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| $\sum X$   | แทน | ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1                                        |
| $\sum Y$   | แทน | ผลรวมของคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2                                        |
| $\sum XY$  | แทน | ผลรวมของผลคูณของที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1 กับคะแนนที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 2 |
| $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1                        |
| $\sum Y^2$ | แทน | ผลรวมกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวที่ได้จากผู้ให้คะแนนคนที่ 1                        |

### 3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานของกลุ่มตัวอย่าง

3.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้งของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance : Repeated Measure) (สุรพล อุปดิษฐกุล. 2547 : 333-334)

$$Y_{ijk} = \mu_i + R_{j(i)} + T_{k(i)} + B_{ijk}$$

โดยที่  $Y_{ijk}$  คือ ค่าสังเกตของสิ่งทดลอง k ในซ้ำ j ของการทดลอง

i : i = 1, ..., p

j = 1, ..., r

k = 1, ..., t

$\mu_i$  แทน เฉลี่ยทั้งหมดของการทดลอง i

$R_{j(i)}$  แทน อิทธิพลทางลบ (additive effect)

$T_{k(i)}$  แทน อิทธิพลทางลบของสิ่งทดลอง k ในการทดลอง i

$B_{ijk}$  แทน ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (random error)

3.2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance) โดยใช้สถิติทดสอบ Wilk's Lambda ( $\Lambda$ ) (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2545 : 182-183)

$$\Lambda = \left| \frac{SSCP_w^*}{SSCP_T^*} \right|$$

3.3 เปรียบเทียบค่า Partial Eta squared,  $\eta_p^2$  เพื่อทดสอบค่าขนาดอิทธิพล (Effect size หรือ  $f$ ) ดังนี้

$$\eta_p^2 = SS_{effect} / (SS_{effect} + SS_{error})$$

โดยมีเกณฑ์การแปลผลดังนี้ (Cohen. 1988: 123)

| Cohen' Standard | Effect Size | Percentile Standing | Percent of Nonoverlap |
|-----------------|-------------|---------------------|-----------------------|
|                 | 2.0         | 97.7                | 81.1%                 |
|                 | 1.9         | 97.1                | 79.4%                 |
|                 | 1.8         | 96.4                | 77.4%                 |
|                 | 1.7         | 95.5                | 75.4%                 |
|                 | 1.6         | 94.5                | 73.1%                 |
|                 | 1.5         | 93.3                | 70.7%                 |
|                 | 1.4         | 91.9                | 68.1%                 |
|                 | 1.3         | 90                  | 65.3%                 |
|                 | 1.2         | 88                  | 62.2%                 |
|                 | 1.1         | 86                  | 58.9%                 |
|                 | 1.0         | 84                  | 55.4%                 |
|                 | 0.9         | 82                  | 51.6%                 |
| LARGE           | 0.8         | 79                  | 47.4%                 |
|                 | 0.7         | 76                  | 43.0%                 |
|                 | 0.6         | 73                  | 38.2%                 |
| MEDIUM          | 0.5         | 69                  | 33.0%                 |
|                 | 0.4         | 66                  | 27.7%                 |
|                 | 0.3         | 62                  | 21.3%                 |
| SMALL           | 0.2         | 58                  | 14.7%                 |
|                 | 0.1         | 54                  | 7.7%                  |
|                 | 0.0         | 50                  | 0%                    |

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการแปรความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

|                  |     |                                                                                       |
|------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| N                | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง                                                          |
| $\bar{X}$        | แทน | ค่าเฉลี่ย (Mean)                                                                      |
| S.D              | แทน | ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation )                                         |
| $S_{\bar{X}}$    | แทน | ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง                                 |
| df               | แทน | ขั้นความเป็นอิสระ                                                                     |
| SS               | แทน | ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล (Sum of Square) |
| MS               | แทน | ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง ( Mean Square)                                              |
| F                | แทน | ค่าที่ใช้พิจารณาใน F- distribution                                                    |
| p                | แทน | ค่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบ                                                           |
| Wilk's $\Lambda$ | แทน | ค่าสถิติทดสอบ แลมปีด้า ( $\Lambda$ ) ของวิลคส์ (Wilks)                                |
| Partial $\eta^2$ | แทน | ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size หรือ $f$ )                                                |

#### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีลำดับดังนี้

- 1.ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
- 2 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

#### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างทดลอง

3.2 ศึกษาพัฒนาการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง 9 แผน

4. การวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยโดยรวม และการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยแยกตามองค์ประกอบ

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ นำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ได้การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเฉลี่ย และการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐาน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเฉลี่ย

| สมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์                                   |               | ช่วงระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E |            |            |            |
|-------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|------------|------------|------------|
|                                                             |               | ก่อน                                         | ระหว่าง    |            | หลัง       |
|                                                             |               | ครั้งที่ 1                                   | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 |
| ความรู้ทาง<br>วิทยาศาสตร์<br>(40 คะแนน)                     | $\bar{X}$     | 14.146                                       | 21.460     | 22.371     | 27.640     |
|                                                             | S.D           | 3.339                                        | 3.418      | 6.055      | 5.916      |
|                                                             | $S_{\bar{X}}$ | .354                                         | .362       | .642       | .627       |
|                                                             |               |                                              |            |            |            |
| ทักษะกระบวนการทาง<br>วิทยาศาสตร์<br>(30 คะแนน)              | $\bar{X}$     | 5.966                                        | 9.764      | 11.505     | 12.659     |
|                                                             | S.D           | 1.950                                        | 2.602      | 2.667      | 2.348      |
|                                                             | $S_{\bar{X}}$ | .206                                         | .275       | .282       | .250       |
|                                                             |               |                                              |            |            |            |
| แรงจูงใจใน<br>การเรียนรู้วิชา<br>วิทยาศาสตร์<br>(120 คะแนน) | $\bar{X}$     | 60.989                                       | 90.146     | 97.089     | 100.460    |
|                                                             | S.D           | 5.850                                        | 9.087      | 10.323     | 11.691     |
|                                                             | $S_{\bar{X}}$ | .634                                         | .963       | 1.094      | 1.239      |
|                                                             |               |                                              |            |            |            |

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 มีค่า 14.146 คะแนน และระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 และ 3 มีค่า 21.460, 22.371 คะแนนตามลำดับ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และเพิ่มสูงขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 มีค่า 27.640 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 มีค่า 5.966 คะแนน และระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 และ 3 มีค่า 9.764, 11.505 คะแนนตามลำดับ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และเพิ่มสูงขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 มีค่า 12.659 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 มีค่า 60.989 คะแนน และระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 และ 3 มีค่า 90.146 , 97.089 คะแนนตามลำดับ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และเพิ่มสูงขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ การวัดการแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 มีค่า 100.460 คะแนน

2.ทดสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่มของตัวแปรตามทั้งหมด โดยการหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่ายแบบเพียร์สัน (Pearson Product- Moment Correlation) ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ค่าความสัมพันธ์รายคู่และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์  
องค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

| ครั้งที่ |                | 1              |                |                | 2              |                |                | 3              |                |                | 4              |                |                |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          |                | K <sub>1</sub> | S <sub>1</sub> | M <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | S <sub>2</sub> | M <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | S <sub>3</sub> | M <sub>3</sub> | K <sub>4</sub> | S <sub>4</sub> | M <sub>4</sub> |
| 1        | K <sub>1</sub> | 1              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|          | S <sub>1</sub> | .501**         | 1              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|          | M <sub>1</sub> | -.032          | .071           | 1              |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 2        | K <sub>2</sub> | .636**         | .418**         | .041           | 1              |                |                |                |                |                |                |                |                |
|          | S <sub>2</sub> | -.098          | -.015          | -.074          | -.202          | 1              |                |                |                |                |                |                |                |
|          | M <sub>2</sub> | -.031          | .157           | .171           | .020           | .035           | 1              |                |                |                |                |                |                |
| 3        | K <sub>3</sub> | -.047          | .016           | -.114          | -.194          | .703**         | -.018          | 1              |                |                |                |                |                |
|          | S <sub>3</sub> | -.139          | .040           | .053           | -.162          | .548**         | .128           | .275**         | 1              |                |                |                |                |
|          | M <sub>3</sub> | .056           | .134           | .135           | .045           | -.029          | .872**         | -.061          | .123           | 1              |                |                |                |
| 4        | K <sub>4</sub> | -.034          | -.003          | -.154          | -.233*         | .667**         | -.029          | .972**         | .274*          | -.055          | 1              |                |                |
|          | S <sub>4</sub> | -.214*         | -.182          | .051           | -.284**        | .213*          | .064           | .219           | .194           | .004           | .198           | 1              |                |
|          | M <sub>4</sub> | .060           | .156           | .123           | .067           | -.015          | .885**         | -.047          | .103           | .981**         | -.040          | .021           | 1              |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 ผลการทดสอบความสัมพันธ์พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับองค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01และ.05

### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

3.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างทดลอง

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/ อุปสรรคและแนวทางแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 2                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ได้แสดงข้อคิดเห็นตลอดจนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง และร่วมกันนำเสนอผลการทดลอง ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เช่น เมื่อตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองเรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี หน้าชั้นเรียน นักเรียนที่อยู่ในห้องก็จะช่วยกันซักถามถึงผลการทดลองที่ได้ และนักเรียนมีอาการตื่นเต้นเมื่อสังเกตเห็นฟองแก๊สมาเกาะที่แผ่นสังกะสีขณะทำการทดลอง</p> | <p><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>นักเรียนมีความสนใจในการเรียนและมีความกระตือรือร้น สังเกตได้จาก เมื่อครูแจกใบงานให้กับนักเรียน นักเรียนตั้งใจอ่านใบงานและทำความเข้าใจ เมื่อเกิดข้อสงสัยก็มีการซักถามครูอย่างละเอียด</p> |
| <p><b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b></p> <p>นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้น มีความละเอียดในการบันทึกผลการทดลองและครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการ สามารถปฏิบัติการ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b></p> <p>นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยช่วยกันระดมความคิดเห็นซึ่งอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนอย่างสมเหตุสมผล สังเกตได้</p>                                                     |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 2                                                                                                                                                                                                                     | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 2                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</b><br>การทดลองเป็นขั้นตอนได้ถูกต้อง เช่น ต้องขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีก่อนการทดลอง การวางตำแหน่งแผ่นสังกะสีและแผ่นทอง การต่อสายไฟจากแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่ายได้ถูกต้อง | <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</b><br>การตอบคำถามหลังการทดลองในใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและนักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลอง การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้อย่างถูกต้อง สังเกตได้จากใบงานที่ 2 เรื่อง จำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ |
| <b>ระยะเวลา</b><br>มีนักเรียนบางกลุ่มทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด ได้แนะนำนักเรียนให้มีการวางแผนการทำงานภายในกลุ่ม                                                                                                                                             | <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>สื่อ</b><br>ใช้อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น สายไฟ แผ่นทองแดง แผ่นสังกะสี เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย และกรดซัลฟิวริกแบบเจือจาง                                                                                                                                | <b>สื่อ</b><br>ใช้วัสดุ-อุปกรณ์จริง เช่น ชุดกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>นักเรียนบางกลุ่มมีปัญหาการบันทึกผลการทดลองและการนำเสนอผลงานทดลองไม่ชัดเจน                                                                                                                                                              | <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>นักเรียนบางคนไม่สนใจร่วมในการทำกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง                                                                                                                                                                               | <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูกระตุ้นนักเรียนในเรื่องการทำงานเป็นกลุ่ม                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนมีความสนใจในการเรียน ร่วมแสดงความคิดเห็นตลอดจนช่วยกันอภิปรายผลการทดลอง ฝึกทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป                                                                                  | <b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ได้เรียนรู้วิธีการคำนวณหาความต้านทานและการทดลอง ได้ระดมความคิดเห็นซึ่งทุกคนในกลุ่ม                                                                                              |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 3                                                                                                                                                                                                                                                                                          | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>ร่วมกันนำเสนอผลงานจากการทำกิจกรรม</p> <p>สังเกตได้จากใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า เป็นการเรียนที่สนุกสนานสังเกตได้จากใบหน้ายิ้มแย้ม</p>                                                                                | <p><b>สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>มีความคิดแตกต่างกัน แต่เมื่อนำความคิดมารวมกัน ก็เลือกความคิดที่ดีที่สุด และมีโอกาสร่วมอภิปราย ทำให้กล้าแสดงออก</p>                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน(Learning Outcome)</b></p> <p>นักเรียนสนุกสนานกับการทดลองและการตอบคำถามจากใบงาน นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง ชัดเจน สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานในรูปของสัญลักษณ์ที่เป็นสูตรคำนวณ หน่วยวัดของกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานได้ถูกต้อง</p> | <p><b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b></p> <p>นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาและแก้สมการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์จะต้องการ จึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคำนวณ สังเกตได้จาก เมื่อครูให้สูตรการคำนวณค่าความต้านทาน คือ <math>R = \frac{V}{I}</math> นักเรียนสามารถแก้สมการเป็น <math>I = \frac{R}{V}</math> เมื่อโจทย์ต้องการหาค่ากระแสไฟฟ้า สังเกตได้จากใบงานที่ 2 เรื่องการคำนวณความต้านทาน</p> |
| <p><b>ระยะเวลา</b></p> <p>-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>ระยะเวลา</b></p> <p>นักเรียนบางคนทำงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>สื่อ</b></p> <p>ใช้วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ สายไฟ กระเบะ ถ่านไฟฉาย ถ่านไฟฉายและหลอดไฟ</p>                                                                                                                                                                                                       | <p><b>สื่อ</b></p> <p>ใช้วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ สายไฟ กระเบะ ถ่านไฟฉาย ถ่านไฟฉาย แอมมิเตอร์ ลวดนิโครม ลวดเหล็ก และสายไฟ</p>                                                                                                                                                                                                                                             |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 4                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ปัญหา/อุปสรรค</b></p> <p>มีนักเรียนบางคนไม่ตอบคำถามไม่แสดงความคิดเห็น เช่น จากใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า ข้อ 2. คำถาม ถามว่า เมื่อนักเรียนใส่ถ่านไฟฉาย 2 ก้อนนักเรียนคิดว่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็นเท่าใด</p>                                                                                                                                                                               | <p><b>ปัญหา/อุปสรรค</b></p> <p>นักเรียนบางคนแก้โจทย์สมการ การคูณเลข และการหารเลขในรูปทศนิยมไม่คล่อง จึงทำให้ใช้เวลาในการคำนวณมาก</p>                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>แนวทางแก้ไข</b></p> <p>ครูกระตุ้นให้ตอบคำถาม และชมเชยเมื่อนักเรียนตอบคำถามถูก</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>แนวทางแก้ไข</b></p> <p>ครูให้นักเรียนคนที่แก้โจทย์สมการ การคูณเลข และหารเลขในรูปทศนิยมได้ถูกต้องแสดงวิธีการคำนวณให้เพื่อนดูและให้นักเรียนฝึกทักษะการคูณเลข การหารเลขในรูปทศนิยมเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน</p>                                                                                                            |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 6                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>นักเรียนกระตือรือร้นสนใจร่วมทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน ได้ระดมความรู้และความคิดเห็น วางแผนการทดลองร่วมกัน และตั้งใจทำการทดลอง บันทึกผลการทดลองอย่างละเอียด ตอบคำถามก่อนทดลองและหลังการทดลองทุกข้อ สังเกตได้จากใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน และนักเรียนได้ฝึกทักษะการคำนวณจากใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด นักเรียนสามารถแสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง</p> | <p><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b></p> <p>นักเรียนกระตือรือร้นในการทดลองและศึกษาใบความงาน สังเกตได้จากเมื่อนักเรียนอ่านขั้นตอนการทดลองในใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจนักเรียนพยายามถามครูจนเข้าใจแล้ว จึงลงมือปฏิบัติการทดลองและมีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน</p> |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 5                                                                                                                                                                             | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 6                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b><br>ด้วยการทำกิจกรรมจากใบงานทำให้นักเรียนมีทักษะการทดลอง ทักษะการคำนวณ และการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลได้ดี และเกิดความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรม | <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b><br>นักเรียนสนุกสนานกับการทดลองตั้งใจศึกษาใบความรู้ที่ครูแจกให้ นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องและจากการซักถามอย่างไม่เป็นทางการพบว่า นักเรียนมีความรู้เรื่องไฟฟ้า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และนักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ |
| <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                   | <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>สื่อ</b><br>ใช้วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น คลิปหนีบปากจระเข้ สายไฟ กระดาษถ่านไฟฉาย ถ่านไฟฉายและหลอดไฟ                                                                                                            | <b>สื่อ</b><br>ใช้วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สายไฟ หลอดไฟ และตัวต้านทานค่าต่างๆ                                                                                                                                                                                         |
| <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>มีนักเรียนบางคนยังสับสนวิธีการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนาน                                                                                                                                     | <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>นักเรียนบางคนไม่ตั้งใจทำกิจกรรมและในระหว่างที่เพื่อนออกมาอภิปรายหรือนำเสนอผลงานหน้าชั้นไม่ตั้งใจฟังสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ                                                                                                                                                      |
| <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูแนะนำความแตกต่างระหว่างการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานให้นักเรียนเข้าใจ                                                                                                                       | <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูกระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมการทดลองและตั้งใจฟังเมื่อมีการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน                                                                                                                                                                                    |
| <b>แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 7</b><br><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ นักเรียนมีความสนใจในการเรียน เพราะนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น       | <b>แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 8</b><br><b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนสังเกตได้จากเมื่อครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้า                                                                                      |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 7                                                                                                                                                                                         | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 8                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>ตลอดจนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง<br>ได้ฝึกทักษะการทดลองและเห็นประโยชน์ของ<br>อุปกรณ์ไฟฟ้า                                                                                        | <b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนตั้งใจอ่านวิธีการทดลอง และซักถามเป็น<br>บางครั้งเมื่อเกิดข้อสงสัย                                                                                                                                                                                              |
| <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b><br>ด้วยการทำกิจกรรมจากใบงานทำให้นักเรียนมี<br>ทักษะการทดลอง ทักษะการคำนวณ และการ<br>ตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลได้ดี และเกิด<br>ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรม | <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b><br>นักเรียนสนุกสนานกับการทดลองตั้งใจศึกษา<br>ใบความรู้ที่ครูแจกให้ นักเรียนได้ตอบคำถามได้<br>ถูกต้องและจากการซักถามอย่างไม่เป็นทางการ<br>พบว่า นักเรียนมีความรู้เรื่องไฟฟ้า ทักษะ<br>กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และ<br>นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ |
| <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                               | <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>สื่อ</b><br>วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น คลิป<br>หีบปากจะระเบิด สายไฟ สะพานไฟ ฟิวส์และ<br>หลอดไฟ                                                                                                                              | <b>สื่อ</b><br>วัสดุ-อุปกรณ์การทดลองจริง เช่น พัดลม<br>เตารีด ตู้เย็น ไดร์เป่าผม โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์<br>คอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟ                                                                                                                                                                         |
| <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>นักเรียนบางคนไม่เข้าใจคำว่า วงจรปิด และ<br>วงจรเปิดและวงจรใดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบ<br>วงจร                                                                                                                  | <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>จากการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนบางคน<br>ตอบคำถามได้ แต่เมื่อทำใบงานผลคะแนนไม่ดี<br>เพราะขาดทักษะการเขียน                                                                                                                                                                                             |
| <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงความแตกต่างของวงจร<br>ปิด และวงจรเปิด วงจรปิดคือ วงจรไฟฟ้าที่มี<br>กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร                                                                                                 | <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ฝึกให้อ่านและเขียนมากๆ                                                                                                                                                                                                                                                                               |

ตาราง 12 (ต่อ)

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 9                                                                                                                                                                                                                                                                          | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 9                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>สภาพที่เป็นจริง /การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม</b><br>นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในครั้งนี้<br>นักเรียนมีความสนใจในการเรียน เพราะ<br>นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า ค่า<br>พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนเกี่ยวข้องกับการ<br>นำไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน                                     | <b>สื่อ</b><br>วัสดุอุปกรณ์การทดลองจริง เช่น พัดลม<br>เตารีด ตู้เย็น ไดร์เป่าผม โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์<br>คอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และใบ<br>แจ้งการชำระค่าไฟฟ้า                             |
| <b>ผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Learning Outcome)</b><br>นักเรียนมีทักษะการคำนวณและมีความรู้เรื่อง<br>การคำนวณเพิ่มขึ้น เพราะสามารถแก้โจทย์<br>ปัญหาได้ นอกจากนี้นักเรียนยังรู้หลักการที่จะ<br>เลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงาน<br>สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆที่<br>เขียนกำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า | <b>ปัญหา/อุปสรรค</b><br>นักเรียนบางคนยังเปลี่ยนหน่วยในการ<br>คำนวณไม่ได้ (เทียบบัญญัติไตรยางศ์ไม่ได้) เช่น<br>การเปลี่ยนหน่วยจากวัตต์เป็นกิโลวัตต์ สังเกตได้<br>จากการใบงานที่ 2 เรื่องการคำนวณค่าไฟฟ้า |
| <b>ระยะเวลา</b><br>-                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>แนวทางแก้ไข</b><br>ครูสอนเพิ่มเติมนอกเวลา เรื่องการเปลี่ยน<br>หน่วยจากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยเล็ก และจาก<br>หน่วยเล็กเป็นหน่วยใหญ่                                                                        |

การประเมินใบงานแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในระหว่างการทำทดลองส่วนใหญ่นักเรียนมีผลคะแนนจากการประเมินใบงานอยู่ในระดับค่อนข้างดีและระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีพัฒนาการเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E นั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ กล่าวคือ ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติการงานร่วมกัน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อนดีมาก เพราะทุกคนทราบว่า เมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จตนเองก็จะได้รับความสำเร็จนั้นด้วย เมื่อครูตรวจให้คะแนนใบงานเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์กับ

คะแนนที่แต่ละคนได้กลับมาให้กลุ่ม มีการวางแผนการเรียนรู้ในครั้งต่อไปอย่างกระตือรือร้น ผู้เรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มค่อนข้างดี มีความสนใจและเอาใจใส่ในการเรียนมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากเพื่อนให้ความช่วยเหลือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ บลูม (Bloom. 1976: 13) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

3.2 ศึกษาพัฒนาการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง 9 แผน

ตาราง 13 ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง 9 แผน

| ใบงานของแต่ละ<br>แผนการจัดกิจกรรม<br>การเรียนรู้แบบ 5E | ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ |        |                           |        |                           |        |                   |        |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|-------------------|--------|
|                                                        | ไม่ผ่านเกณฑ์<br>คะแนนต่ำกว่า 7    |        | ควรปรับปรุง<br>คะแนน 7-11 |        | ค่อนข้างดี<br>คะแนน 12-18 |        | ดี<br>คะแนน 19-24 |        |
|                                                        | จำนวน<br>คน                       | ร้อยละ | จำนวน<br>คน               | ร้อยละ | จำนวน<br>คน               | ร้อยละ | จำนวน<br>คน       | ร้อยละ |
| ใบงานของแผนที่ 1                                       | 5                                 | 5.62   | 15                        | 16.85  | 30                        | 33.70  | 39                | 43.82  |
| ใบงานของแผนที่ 2                                       | 2                                 | 2.25   | 10                        | 11.23  | 35                        | 39.32  | 42                | 47.19  |
| ใบงานของแผนที่ 3                                       | 1                                 | 1.12   | 3                         | 3.70   | 40                        | 44.94  | 36                | 40.44  |
| ใบงานของแผนที่ 4                                       | 1                                 | 1.12   | 2                         | 2.25   | 30                        | 33.70  | 47                | 52.80  |
| ใบงานของแผนที่ 5                                       | 0                                 | 0.00   | 1                         | 1.12   | 43                        | 48.31  | 35                | 39.32  |
| ใบงานของแผนที่ 6                                       | 0                                 | 0.00   | 1                         | 1.12   | 45                        | 50.56  | 43                | 48.31  |
| ใบงานของแผนที่ 7                                       | 0                                 | 0.00   | 2                         | 2.25   | 50                        | 56.17  | 37                | 41.57  |
| ใบงานของแผนที่ 8                                       | 0                                 | 0.00   | 1                         | 1.12   | 30                        | 33.70  | 58                | 65.16  |
| ใบงานของแผนที่ 9                                       | 0                                 | 0.00   | 1                         | 1.12   | 25                        | 28.08  | 63                | 70.78  |

จากตาราง 13 พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพิจารณาจากคะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

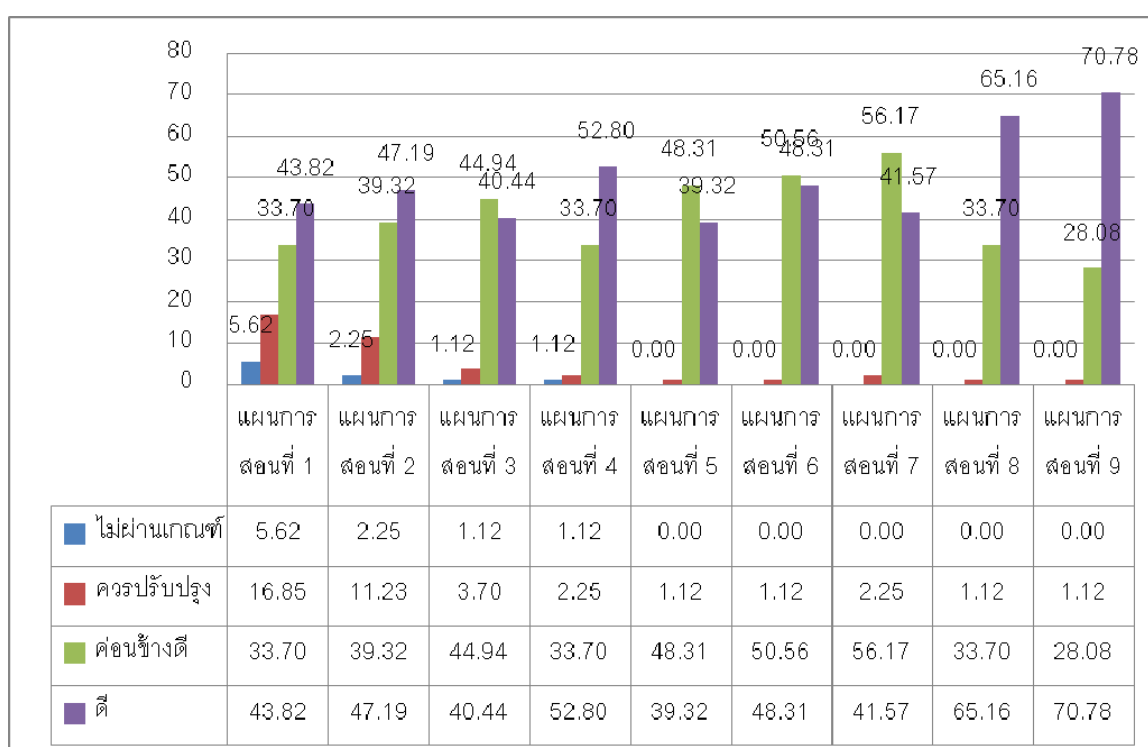


ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 56.17 ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 5.61 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 41.57 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 6.74

คะแนนจากการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 8 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุงจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.12 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 1.12 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 33.70 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 22.47 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีจำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 65.16 ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 23.60

และคะแนนการทำใบงานในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 9 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุงจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.12 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 28.08 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 5.61 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีจำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 70.78 ซึ่งเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 5.61

เพื่อให้เห็นภาพของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ใบงานของแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ผู้วิจัยนำมาจัดทำเป็นแผนภูมิภาพ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแสดงร้อยละสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากใบงานในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

4. การเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated Measures) และเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้งที่วัดของนักเรียนโดยแยกตามองค์ประกอบของตัวแปรตาม ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ ข้อมูล ดังนี้

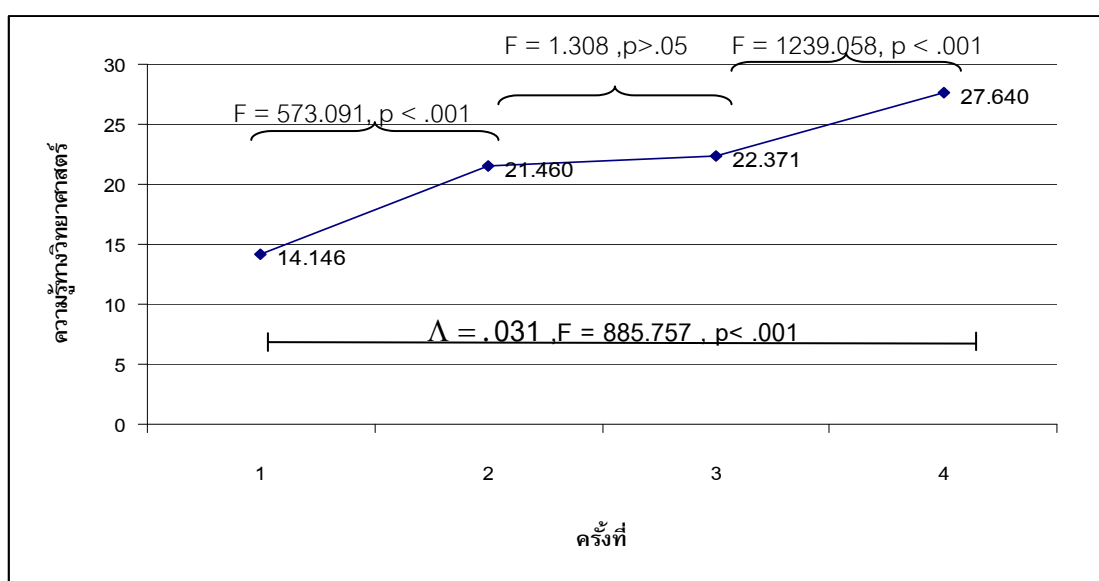
ตาราง 14 การเปรียบเทียบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

| สมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์     |       | Multivariate test |           |              |              |                  |                  |
|-------------------------------|-------|-------------------|-----------|--------------|--------------|------------------|------------------|
|                               |       | Hypothesis df     | $\Lambda$ | F-statistics | p-value      | Partial $\eta^2$ |                  |
| ความรู้ทาง<br>วิทยาศาสตร์ (K) | Time  | 3                 | .031      | 885.757      | .000         | .969             |                  |
|                               | Error | 86                |           |              |              |                  |                  |
| Univariate test               |       |                   |           |              |              |                  |                  |
| K <sub>Time1–Time 2</sub>     |       | SS                | df        | MS           | F-statistics | p-value          | Partial $\eta^2$ |
|                               | Time  | 4761.809          | 1         | 4761.809     | 573.091      | .000             | .867             |
|                               | Error | 731.191           | 88        | 8.309        |              |                  |                  |
| K <sub>Time2–Time 3</sub>     | Time  | 73.719            | 1         | 73.719       | 1.308        | .256             | .015             |
|                               | Error | 4961.281          | 88        | 56.378       |              |                  |                  |
| K <sub>Time3–Time 4</sub>     | Time  | 2471.472          | 1         | 2471.472     | 1239.058     | .000             | .934             |
|                               | Error | 175.528           | 88        | 1.995        |              |                  |                  |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 จากการวิเคราะห์โปโรไฟล์และคู่เปรียบเทียบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการทดสอบระดับ Multivariate ขององค์ประกอบที่ 1 ( $\Lambda = .031$ , Multivariate, F- statistics = 885.757,  $p < .05$ ) และขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .969 แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งครั้งของการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในระหว่างการวัดความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อค้นหาความแตกต่างระหว่าง

การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในระดับ Univariate test พบว่า การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 ( $\bar{X} = 14.146, F = 1.308, p < .001$ ) กับการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 21.460$ ) นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .867 การวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 21.460, F = 1.308, p > .05$ ) กับการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 22.371$ ) นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ไม่มีอิทธิพลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .015 และการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 22.371, F = 1239.058, p < .001$ ) กับการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 ( $\bar{X} = 27.640$ ) นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .934 และเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงแสดงรายละเอียดด้วยกราฟพัฒนาการของคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงพัฒนาการของคะแนนความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 15 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

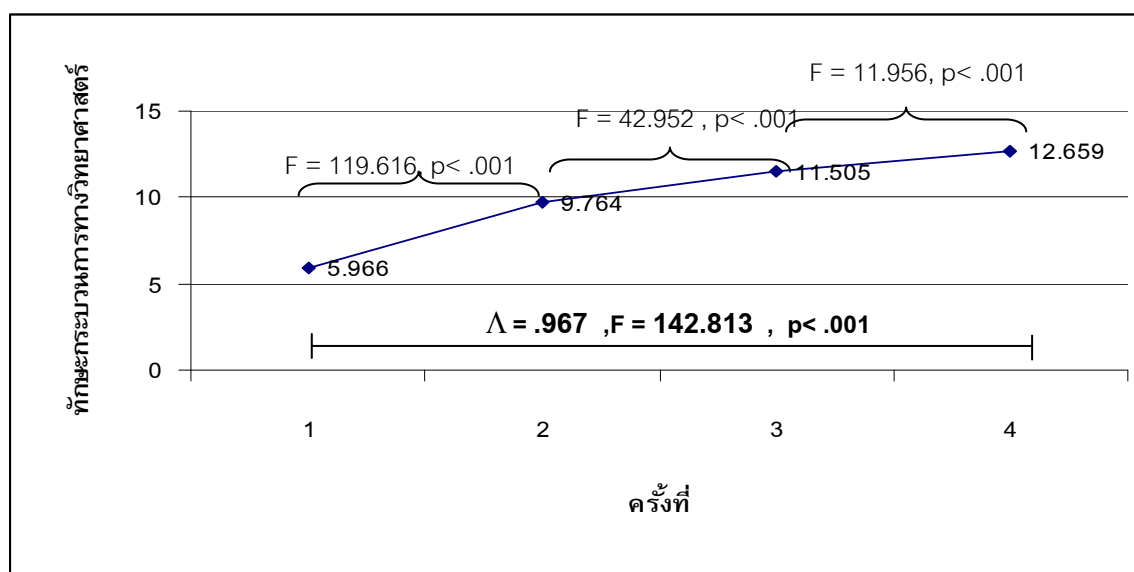
| สมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์               |       | Multivariate test |    |           |              |         |                  |
|-----------------------------------------|-------|-------------------|----|-----------|--------------|---------|------------------|
|                                         |       | Hypothesis        | df | $\Lambda$ | F-statistics | p-value | Partial $\eta^2$ |
| ทักษะกระบวนการ<br>ทางวิทยาศาสตร์<br>(S) | Time  | 3                 |    | .967      | 142.813      | .000    | .833             |
|                                         | Error | 86                |    |           |              |         |                  |

| Univariate test           |       |          |    |          |              |         |                  |
|---------------------------|-------|----------|----|----------|--------------|---------|------------------|
|                           |       | SS       | df | MS       | F-statistics | p-value | Partial $\eta^2$ |
| S <sub>Time1–Time 2</sub> | Time  | 1283.640 | 1  | 1283.640 | 119.616      | .000    | .576             |
|                           | Error | 944.369  | 88 | 10.731   |              |         |                  |
| S <sub>Time2–Time 3</sub> | Time  | 269.944  | 1  | 269.944  | 42.952       | .000    | .328             |
|                           | Error | 553.056  | 88 | 6.285    |              |         |                  |
| S <sub>Time3–Time 4</sub> | Time  | 121.528  | 1  | 121.528  | 11.956       | .000    | .120             |
|                           | Error | 894.472  | 88 | 10.164   |              |         |                  |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 จากการวิเคราะห์โปรไฟล์และคู่เปรียบเทียบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการทดสอบระดับ Multivariate ขององค์ประกอบที่ 2 ( $\Lambda = .967$ , Multivariate, F- statistics = 142.813 ,p < .05) ขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .833 แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งครั้งของการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในระหว่างการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อค้นหาความแตกต่างระหว่างการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในระดับ Univariate test พบว่า การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 ( $\bar{X} = 5.966$ , F=119.616, p < .001) กับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 9.764$ ) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .576 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 9.764, F = 42.952, p < .001$ ) กับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 11.505$ ) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .328 และการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 11.505, F = 11.956, p < .001$ ) กับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 ( $\bar{X} = 12.659$ ) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .120 และเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงแสดงรายละเอียดด้วยกราฟพัฒนาการของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงพัฒนาการของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

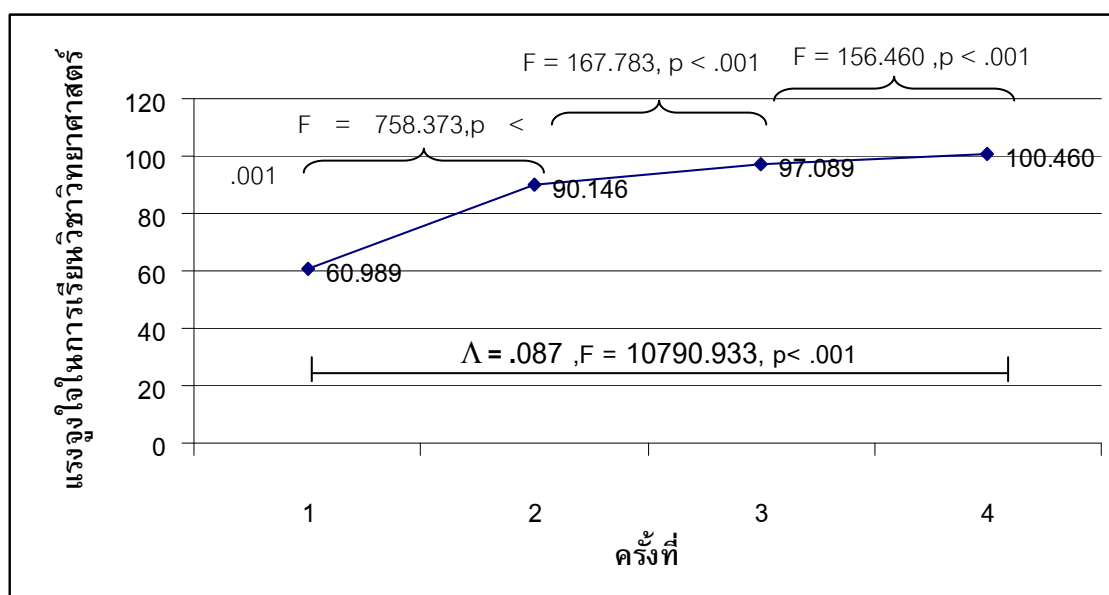
ตาราง 16 การเปรียบเทียบแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 5E

| สมรรถนะทาง<br>วิทยาศาสตร์                     |       | Multivariate test |    |           |              |         |                  |
|-----------------------------------------------|-------|-------------------|----|-----------|--------------|---------|------------------|
|                                               |       | Hypothesis        | df | $\Lambda$ | F-statistics | p-value | Partial $\eta^2$ |
| แรงจูงใจในการ<br>เรียนวิชา<br>วิทยาศาสตร์ (M) | Time  | 3                 |    | .087      | 10790.933    | .000    | .992             |
|                                               | Error | 86                |    |           |              |         |                  |
| Univariate test                               |       |                   |    |           |              |         |                  |
| M <sub>Time1–Time 2</sub>                     |       | SS                | df | MS        | F-statistics | p-value | Partial $\eta^2$ |
|                                               | Time  | 75663.202         | 1  | 75663.202 | 758.373      | .000    | .896             |
|                                               | Error | 8779.798          | 88 | 99.770    |              |         |                  |
| M <sub>Time2–Time 3</sub>                     | Time  | 4291.281          | 1  | 4291.281  | 167.783      | .000    | .656             |
|                                               | Error | 2250.719          | 88 | 25.576    |              |         |                  |
| M <sub>Time3–Time 4</sub>                     | Time  | 1011.236          | 1  | 1011.236  | 156.460      | .000    | .640             |
|                                               | Error | 568.764           | 88 | 6.463     |              |         |                  |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 จากการวิเคราะห์โปรไฟล์และคู่เปรียบเทียบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการทดสอบระดับ Multivariate ขององค์ประกอบที่ 3 ( $\Lambda = .967$ , Multivariate, F-statistics = 300.881,  $p < .05$ ) ขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .992 แสดงว่ามีอย่างน้อยหนึ่งครั้งของการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันในระหว่างการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อค้นหาความแตกต่างระหว่างการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในระดับ Univariate test พบว่า การวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 1 ( $\bar{X} = 60.989$ ,  $F = 758.373$ ,  $p < .001$ ) กับการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 90.146$ ) นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .896 การวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 ( $\bar{X} = 90.146$ ,  $F = 167.783$ ,  $p < .001$ ) กับการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 97.089$ ) นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .656 และการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 ( $\bar{X} = 97.089$ ,  $F = 156.460$ ,  $p < .001$ ) กับการวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 4 ( $\bar{X} = 100.460$ ) นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและขนาดอิทธิพล (Effect size) มีค่าเท่ากับ .640 และเพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงแสดงรายละเอียดด้วยกราฟพัฒนาการของคะแนนแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงพัฒนาการของคะแนนแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

#### สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาผลการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยมีสมมติฐานการศึกษาค้นคว้า คือ นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง) อำเภอคลองหลวง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1 มีจำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 89 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ตัวแปรอิสระได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ตัวแปรตามได้แก่ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 ระยะเวลาทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็นการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลอง 1 ครั้ง แล้ว

ดำเนินการทดลองโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 6 สัปดาห์ วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดลอง 2 ครั้ง และมีการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองอีก 1 ครั้ง ใช้เวลาในการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครั้งละ 1 ชั่วโมง 30 นาที จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวนทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ 1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 9 แผน ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 2 เรื่อง ไดนาโม แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 4 เรื่อง ความต้านทาน แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 เรื่อง การต่อหลอดไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 6 เรื่อง กฎของโอห์ม แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 7 เรื่อง วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 8 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า 2.) แบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .27 - .78 และมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .20 -.52 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .841 3.) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .846 4.)แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .27-.61 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .871 แบบแผนการทดลองเป็นแบบ Time series design ใช้ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. เตรียมความพร้อมในด้านต่างๆให้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นระยะ 1 สัปดาห์ โดยจัดแบ่งกลุ่มย่อยในการทำกิจกรรมจำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มละ 7-8 คน จัดทำป้ายชื่อ และเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองต่างๆ

2. การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ผู้วิจัยใช้การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ครั้งที่ 1 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

3. การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จำนวน 9 แผน ระยะเวลา 6 สัปดาห์

4. การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

5. การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ครั้งที่ 4 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

## วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยการหาค่าสถิติพื้นฐานคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จากการวัดก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง 9 แผน

และเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหนึ่งตัวแปร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One – Way Analysis of Variance : Repeated Measures ) และถ้าพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดสอบภายหลังด้วยแลมบีต้า ( $\Lambda$ ) ของวิลคส์ และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้นมาสรุปแล้วเขียนกราฟ แสดงพัฒนาการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า

### 1. ข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

1.1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สภาพที่เป็นจริง/การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน ปัญหา/อุปสรรค และแนวทางแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนุกสนานกับการทดลอง มีทักษะกระบวนการในการทำงานเป็นกลุ่ม กล้าแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน ได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ จึงทำให้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

1.2 ผลการศึกษาพัฒนาการของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากคะแนนใบงานของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้ง 9 แผน พบว่า คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 2 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ลดลง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.37 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุงลดลง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5.61 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้าง

ดีเพิ่มขึ้น จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5.61 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.37 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 3 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ลดลง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.12 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุงลดลง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 7.16 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีเพิ่มขึ้น จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5.61 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีลดลง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 4 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ลดลง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.12 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุงลดลง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.12 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีเพิ่มขึ้น จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 11.23 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้นจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 12.35 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 5 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีเพิ่มขึ้น จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 14.60 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีลดลง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 13.48 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 6 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีเพิ่มขึ้น จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.24 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้น จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8.99 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 6 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีเพิ่มขึ้น จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.24 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้น จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8.99 คะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 8 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีลดลง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 22.47 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้น จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 23.60 และคะแนนการทำใบงานแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แผนที่ 8 นักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับค่อนข้างดีลดลง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5.61 และนักเรียนที่ได้คะแนนอยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้น จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 5.61

2. ผลการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากคะแนนการทดสอบ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ปรากฏว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมทั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแต่ละครั้งของการวัด



วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีอิทธิพลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

### ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การดำเนินการตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และจากการสังเกตสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถาม จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ให้นักเรียนปฏิบัติ เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อสังเกตที่ได้รับจากการรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และการดำเนินกิจกรรมตามแผนการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านต่างๆจากการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E นอกจากการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มทั้งในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และการทำกิจกรรมที่กำหนดให้ปฏิบัติเพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น พบว่า นักเรียนเกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังเกิดทักษะในการทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม รู้จักแก้ไขปัญหาาร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนเอง และมีระเบียบวินัยและตรงต่อเวลา

2. การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตลอดการวัดคะแนนทั้ง 4 ครั้งนั้น พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ในระยะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E กล่าวคือ สังเกตการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้จากการวัดคะแนนครั้งที่ 2, 3 นั้นจะเห็นว่า นักเรียนแต่ละคนจะปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างตั้งใจและให้ความสนใจทุกกิจกรรม จึงทำให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในช่วงการวัดคะแนนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

### อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จากการศึกษาพบว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทาง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแต่ละครั้งของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยพบว่า ตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และเมื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแต่ละครั้งของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การประเมินใบงานแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ส่วนใหญ่นักเรียนมีผลคะแนนจากการประเมินใบงานอยู่ในระดับค่อนข้างดี และระดับดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E นั้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ กล่าวคือ ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติภาระงานร่วมกัน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มและเพื่อนดีมาก เพราะทุกคนทราบว่า เมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จตนเองก็จะได้รับความสำเร็จนั้นด้วย เมื่อครูตรวจให้คะแนนใบงานเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์วิจารณ์กับคะแนนที่แต่ละคนได้รับและมีการวางแผนการเรียนในครั้งต่อไปอย่างกระตือรือร้น นักเรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม จึงทำให้สมาชิกในกลุ่มมีความสนใจและเอาใจใส่ในการเรียนมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากเพื่อนให้ความช่วยเหลือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ บลูม (Bloom, 1976: 13) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีการโต้ตอบระหว่างครูกับนักเรียน มีการส่งเสริมการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

2. เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยภาพรวมในแต่ละครั้งของการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ของการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมมีการ

เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แสดงให้เห็นว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาให้เพิ่มสูงขึ้นได้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E นั้น เป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้คิดตามกระบวนการคิดตามธรรมชาติของมนุษย์ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้มากจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการทางปัญญาของนักเรียนเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ ได้รับประสบการณ์ตรง มีการอภิปรายร่วมกันทำให้เกิดแนวคิดต่างๆ และสามารถเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดได้อย่างมีเหตุผลและสามารถสรุปแนวคิดจากเนื้อหาที่เรียน โดยการเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ได้ จึงทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ทำให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินความคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญา ทองมัน (2534: 80 - 84 ) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการทดลองแบบกำหนดทิศทาง และไม่กำหนดทิศทาง พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กำหนดทิศทาง ซึ่งต้องเลือกอุปกรณ์ เพื่อออกแบบวิธีการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามที่ออกแบบไว้เอง กับนักเรียนที่ทำการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบเรียน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญาของโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ที่ว่าการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับสภาพจริงเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนแต่ละคนที่มีสติปัญญา ความสามารถ ความถนัดและความสนใจที่แตกต่างกัน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนจนถึงกิจกรรมสิ้นสุดลงแต่ละกิจกรรมที่จัดขึ้นจึงทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในตัวของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสูนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540:1) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการมีส่วนร่วม และกระบวนการกลุ่มนักเรียน จะทำให้นักเรียนได้คิด ได้ปฏิบัติ และได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ในการที่จะพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะต้องมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี เพราะแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณิการ์ สนิทธรรม (2546:64) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีปัจจัยด้านต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความสนใจในอาชีพทางวิทยาศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ อัมภา ด่านภักดี (2546 : 5-10) ได้กล่าวว่า แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถสร้างเสริมได้จากภายนอกตัวผู้เรียนโดยตัวครูเป็นสำคัญ และประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย

3. เมื่อวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบ พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ มีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละครั้งของการวัดคะแนนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งอภิปรายเป็นรายองค์ประกอบได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละครั้งของการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 2 กับการวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 เทานั้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนได้ปฏิบัติในช่วงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในครั้งที่ 2 และ 3 นั้นเป็นกิจกรรมแบบเดิมที่นักเรียนได้ปฏิบัติแล้ว นักเรียนจึงไม่กระตือรือร้น และสนใจในการทำกิจกรรมเท่าที่ควร และเป็นผลต่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรินทร์ เทพมณี (2545:78) ที่พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองให้นักเรียนทำกิจกรรมการประกอบอาหาร คะแนนความมีวินัยของนักเรียนลดลง ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการทำกิจกรรมที่ซ้ำบ่อยๆ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอารีรัตน์ ญาณสร (2544:57) ที่พบว่าลักษณะของการจัดกิจกรรมประกอบอาหารเป็นกลุ่ม ที่มีลำดับขั้นตอนของการทำกิจกรรมและมีรูปแบบกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน มีผลทำให้เด็กเกิดความเคยชิน และทำให้พฤติกรรมความร่วมมือลดลงในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ด้วยเหตุนี้ การใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันซ้ำหลายๆครั้งและการทำกิจกรรมที่ซ้ำกันกับกิจกรรมเดิมอาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ก็ย่อมจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลงได้ เมื่อนักเรียนได้รับการกระตุ้นและการเสริมแรงจากครูผู้สอน นักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นขึ้น และสนใจการทำกิจกรรมมากขึ้นจึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 4 ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 3 คือ แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆเป็นกระบวนการต่อเนื่องไปเรื่อยๆช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานจนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆมาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการที่

หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสูนีย์ เหมาะประสิทธิ์ ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการมีส่วนร่วมและกระบวนการกลุ่ม จะทำให้นักเรียนได้คิด ได้ปฏิบัติและได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (สูนีย์ เหมาะประสิทธิ์ 2540:1) ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ในการที่จะพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะต้องมีแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี เพราะแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณิการ์ สนิทธรรม (2546 : 64) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในการสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีปัจจัยด้านต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความสนใจในอาชีพทางวิทยาศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ อัมภา ด้านภักดี (2546: 5-10) ได้กล่าวว่า แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สามารถสร้างเสริมได้จากภายนอกตัวผู้เรียนโดยตัวครูเป็นสำคัญและประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถใช้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นจากผลการวิจัยในครั้งนี้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้โดยมีข้อคำนึงถึงดังนี้

1.1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญ เพราะจากการวิจัยพบว่า นักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในทุกทักษะ สังเกตได้จากการเขียนตอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบตามประเด็นที่โจทย์ต้องการหรือไม่ตอบเลย ดังนั้นควรมีการจัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะจากการวัดคะแนนทั้ง 4 ครั้งนั้น พบว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในระยะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือ สังเกตการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้จากการวัดคะแนนครั้งที่ 2, 3 ดังนั้นครูและผู้ที่เกี่ยวข้องควร

ให้ความสำคัญและส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอื่นเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนอกจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

2.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคะแนนค่อนข้างต่ำ อาจจะเป็นเพราะนักเรียนบางคนไม่ตอบแบบทดสอบดังนั้นควรมีการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบปรนัย

2.3 ควรมีการวัดความคงทนของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองในระยะยาว เช่น หนึ่งเดือนหลังจากการทดลอง เป็นต้น

2.4 ควรมีการศึกษสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การหาปัจจัยเชิงสาเหตุ เป็นต้น

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สามารถส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ถ้าเด็กได้รับการสนับสนุน ส่งเสริม และเอาใจใส่อย่างต่อเนื่องจากครู ผู้ปกครอง และผู้ที่เกี่ยวข้อง สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของเด็กก็จะพัฒนาขึ้นตามลำดับ ดังเห็นได้จากตลอดช่วงเวลาการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E แล้วพบว่าคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น การเด็กได้รับการส่งเสริม และเอาใจใส่จากผู้ปกครองและครูอย่างต่อเนื่อง เด็กจะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นบุคคลที่สังคมต้องการ ดังนั้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงเป็นแนวทางให้ครูผู้ปกครอง รวมทั้งผู้ที่สนใจสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการส่งเสริมพัฒนาการของเด็กด้านอื่นๆต่อไป

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรรณการ์ สนิทธรรม. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนวิชา  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน. กรุงเทพฯ : ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กองการวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ. (2543). การรับรู้ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนที่มี  
ผลสัมฤทธิ์ต่างกัน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กัญญา ทองมัน. (2534). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะทาง  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ท่า  
การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทิศทางการกำหนดแนวทางผลการ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.  
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย  
เอกสาร.
- เกษมศรี ภัทรภูริสกุล. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนและ  
ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอน  
ตามทฤษฎีสรคณิยม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต-  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ขนิษฐา วิเศษสาธิต และมุกดา ศรียงค์. (2537). จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์กร. โครงการตำรา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จันทิมา แสงเลิศอุทัย. (2550). การพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อสร้างสมรรถนะทางด้านเทคโนโลยี  
สารสนเทศ(ICT) สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติทางการ-  
ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จำนงค์ สวัสดิ์รักษ์. (ม.ป.ป.). โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. กรุงเทพฯ: เพียรรุ่งโรจน์การพิมพ์.
- ฉวีวรรณ กิณางค์. (2527). วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
พิษณุโลก.
- เจดศักดิ์ ชุมชุม. (2540). นิรมิตรนิยม – ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียนคู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนา  
การเรียนการสอนแบบหน่วยบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :  
สำนักงานประสานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2528). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

- ชาญวิทย์ จรัสสุทธิอิศร. (2545). การพัฒนากฎเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- ชัยเดช ศิลาเดช. (2540). การพัฒนาแฟ้มสะสมงานในการประเมินผลการเรียนวิชาภาษาอังกฤษระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2544). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์.
- ดวงหทัย แสงวิริยะ. (2544). ผลการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบและเจตคติต่อการเรียน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องประชากรศึกษาและการทำมาหากินระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดารุณี เชื้อเจ็ดตน. (2540). ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- เดชา เดชะวัฒนไพศาล. (2543, ตุลาคม-ธันวาคม). Competency-Based Human Resources Management. การบริหารคน. 21 (4) : 11-18.
- ถวิล เกื้อกุลวงศ์. (2528). การจูงใจเพื่อผลงาน. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทิชากร พ่วงพรหม. (2551). ผลของกิจกรรมเกมฝึกคิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน. กรุงเทพฯ: ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรเดช ฉายอรุณ. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). ข้อตกลงในการทดสอบ MANOVA และ Discriminant Analysis: สาระสำคัญการทดสอบ และแนวทางแก้ไข. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย. 10(2):58.
- ธีระศักดิ์ อุรจนาพันธ์. (2546). ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์ เล่ม 2 .กรุงเทพฯ: สยามซินดิเคท.
- นภาพรรณ เข้มล้ำอาจค์. (2550). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโมเดลการสอน BSCS 5E. ขอนแก่น: ปรินญานิพนธ์ คณะศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- นงนุช สหัสดี. (2545). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น  
บูรณาการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์*. กรุงเทพฯ: ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.  
(การวัดผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นพวรรณ ศรีเกตุ. (2550). *การแสดงผลฐานความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัย  
และสถิติทางการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทนัช จิรศึกษา. (2544). *การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง  
โดยใช้การสอนแบบบูรณาการแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม ของนักเรียนชั้นมัธยม  
ศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทิยา บุญเคลือบและคณะ. (2540). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ :  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญทัน ภูบาล. (2550). *การใช้วิธีทัศนละครชนิดหุ่นเป็นตัวแทนเพื่อพัฒนาจิตสาธารณะของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา).  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. (2544). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์*.  
กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2545). *การพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปฐุม นิคมานนท์. (2538). *จิตวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-  
วิโรฒ.
- ปิยะชัย จันทรวงศ์ไพศาล. (2548,กุมภาพันธ์). การวิเคราะห์ Training Need บนพื้นฐานของ  
Competency. *For Quality*. 11(88):69 -72.
- ผจญจิต อินทสุวรรณ. (2545). *การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร : Multivariate Analysis  
of Variance (MANOVA)*. กรุงเทพฯ: ธนัษการพิมพ์.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักทด  
สอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- พัชรี เกตุแก่นจันทร์. (2540). การใช้ชุดพัฒนาส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา  
ความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพร วัฒนานนท์. (2539). การปรับแผนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เนื้อหาวิชา  
วิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์  
ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2544). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนา  
คุณภาพวิชาการ. (พว.).
- . (2545). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ  
วิชาการ. (พว.).
- พิศเพลิน ภิรมย์ไกรศักดิ์. (2542). การศึกษาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่  
ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.  
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์  
ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น .  
วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2533). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและ  
จิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- . (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนัส สุดสั้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์ วิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหา  
ความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาลี จุฑา. (2542). จิตวิทยาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: อักษรพัฒนา.

- รัตน์ะ บัวรา. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ไข  
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการ  
เรียน ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิต-  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2528). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้น  
ฐานการศึกษา (ฝ่ายวัดผลและวิจัย). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.  
----- (2540). สถิติวิทยาทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดา สุขปรีดี. (2523). เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และจิต นวนแก้ว. (2533). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
สำหรับนักเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพฯ: ภาควิชา  
การศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณิ ลิ้มอักษร. (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์.
- วัชรินทร์ เทพมณี. (2545). ผลการจัดประสบการณ์การประกอบอาหารที่มีต่อวินัยในตนเองของเด็ก  
ปฐมวัย. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิต-  
วิทยาลัย . มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. จัดสำเนา.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). การสร้างข้อสอบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาทดสอบและ  
วิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วารี ถิระจิตร. (2534). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประเทศ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหา  
วิทยาลัย.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการ  
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู.  
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วิฑูรย์ อ่อนมาก. (2545). ผลของการใช้กิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมการ. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิโชติ พงษ์ศิริ. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ด้วยการสอนแบบแก้ไขปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2530). หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2529). ทฤษฎีและการปฏิบัติการทางจิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: พิมพ์อักษร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.
- (2550). การอบรมครูด้วยระบบทางไกลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: องค์การคำครูสภา.
- สมาพร จันทพันธ์. (2549). พัฒนาการความสามารถในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3-4 ที่มีแบบการเรียนรู้ต่างลักษณะกันในจังหวัดศรีสะเกษ. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมจิต สวณไพบูลย์. (2526). สมรรถภาพการสอนของครู. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2535). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2546). การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมจิต สมัตถพันธ์. (2538). สอนอย่างไรจึงพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน การพัฒนาความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน.

- สมชัย ชุ่มอนันต์. (2547). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่ส่งผลต่อ  
ความสามารถคิดแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). ผลการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือที่มีอิทธิพลต่อผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ .ถ่ายเอกสาร.
- สุดา เชียงคำ. (2546). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 5 เรื่องเศษส่วน ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น:  
มหาวิทยาลัยของแก่น. อัดสำเนา.
- สุกัญญา รัชมีธรรมโชติ. (2547, พฤศจิกายน- ธันวาคม). Competency : เครื่องมือการบริหารที่  
ปฏิเสธไม่ได้. Productivity World. 9 (53) : 49-50.
- สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์. (2548, กุมภาพันธ์-เมษายน). การจัดการขีดความสามารถ (Competency)  
ของบุคลากร : หัวใจสำคัญของการพัฒนาอุดมศึกษาไทย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.  
2(6):53-55.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2533). การพัฒนาชุดการสอนเพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์  
ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- . (2540). เอกสารประกอบการอบรมครูโครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนในกรุงเทพ  
มหานคร การเสริมสร้างศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์ . กรุงเทพฯ :  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- . (2542). เอกสารการฝึกอบรม ทักษะ เทคนิค กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยา  
ศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรี-  
นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- . (2542). ทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism) เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ :  
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ. (2546). ชุดกิจกรรมสำหรับครูเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้สาระการ  
เรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

- สุรพล อุปติสสกุล. (2547). *สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 2*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สหมิตร ออฟเซต.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2541). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2551). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์.
- สุวัฒน์ วัฒนวงศ์. (2533). *จิตวิทยาการเรียนรู้กับผู้ใหญ่*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- . (2551). *การประเมินคุณภาพนักเรียนมัธยมศึกษาในระดับชาติ*. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2552, จาก [http:// www.udd.go.th](http://www.udd.go.th).
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554)*. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2552, จาก [http:// www.udd.go.th](http://www.udd.go.th).
- เสาวนีย์ เกียรติ. (2540). *คู่มือการอบรมการใช้แฟ้มสะสมผลงานนักเรียน*. กรุงเทพฯ: เนติกุล การพิมพ์.
- หทัยรัตน์ เขียวเอี่ยม . (2543). *ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคินิยมเพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนช่อนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนุภูมิ คำยัง. (2552). *การประยุกต์ใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับตรวจสอบผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการพัฒนาความรู้ด้านการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของนิสิตหลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต : กรณีศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อภิรักษ์ วรรณสาธพ. (2545, พฤศจิกายน-ธันวาคม). *Competency ความท้าทายขององค์กรยุคใหม่* *Productivity World*. 7(14):17-27.

- อารี พันธุ์มณี. (2542). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.
- อารีรัตน์ ญาณศร. (2544). *พฤติกรรมความร่วมมือของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์*.  
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุกฤษณ์ กาญจนเกตุ. (2543, ตุลาคม-ธันวาคม). Competency-Based Human Resources  
Management. *การบริหารคน*. 21 (4) : 19-22.
- Abraham M.R. and J.W. Renner. (1986). *The Sequence of Learning Cycle Activities in  
High School chemistry*. Journal of Research in Science Teaching.
- Alsop, John Keough. (1996). *The Effect of Mathematics Instruction Based on  
Constructivism On Prospective Teacher's conceptual Understanding, Anxiety,  
and Confidence*.
- Anderson, C.R. (1978 , August). The Effective of Assimilation learning Game in Teaching  
Consumer Credit to Senior Approach, *Dissertation Abstract Instruction*.  
4 (2) : 33-51.
- Bloom, Benjamin S., ed. (1976). *Taxonomy of Education objective, Handbook The  
Cognitive Domain*. New York: Mckay.
- Borg, Walter R. (1987). *Applying educational reseach ; A practical guide for  
teacher*. 2<sup>nd</sup> ed. New York. Longman.
- Boyatzis, Richard. (1982). *The Competency Management*. New York : Wiley.
- Brow, W.T. (1980). *Consideration of Five Attitude and Achievement Factor in  
successful Male Undergraduate student at the university of Montana*.
- Bullock, Velma Lucille. *The Influence of a Constructivism Teaching Approach on Student  
Attitude toward Mathematics in a Preservice Elementary Teachers*.
- Burry – Stock , J. and other. (1996, April). Agreement indexes performance assessment.  
*Education and psychological measurement*. 56 (2) : 256.
- Cronbach and Other. (1972). *The Dependability of Behavior Measurement : Theory of  
Generalizability for Score and Profiles*. New York : John Wiley & Son, Inc.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2<sup>nd</sup> ed.).  
Hilldale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

- Courtney, E.W. (1996). *Alternative Assessment Techniques at the Elementary and Secondary Levels*, เอกสารอบรมเชิงปฏิบัติการ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Deback , T.K . , & Nelson . R.M. (2000 March - April). *Motivation to Learn science : Differences Relation to Gender , Class TYPE , and Ability*. The Journal of Educational Research , Vol .93 , 245-254 .
- Eric M. Anderman. (1994). *Motivation and Stratgy Use in Science : Individual Differences*. The Journal of Education Research , Vol.31,811 – 831.
- Gay, L.R . (1992). *Education Reseach Competencies for analysis and application*. 4<sup>th</sup> ed. New York. Macmillan.
- Gronlund, Norman E. (1995). *Measurement and Evalution inTeaching*. New York : Macmillan.
- . (1977). *Constructing Acheivement Test*. 2<sup>nd</sup> ed. Prentice- Hall, Inc.
- Hopkins, C.D., and Antes, R. .L (1990). *Classroom Measurement and Evalution*. 3<sup>rd</sup> ed. Itasca,IL : F.E. Peacock.
- Hornby, Derek; & Thomas,Reymond. (1989, January). *Toward a Better Standard of Competency in Vocational Education and Training*. Journal of Further and Higher Education. 16(2) :30-39.
- Klopfer, Leopard E. (1971). *Evaluation of Learning in Science, Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York : McGraw- Hill, Co.
- Krogh Suzanne Lowell. (1994). *Education Young Children Infancy to Grade Three*. New York : Mc Graw – Hill.
- Ladd, GeorgeT.,and Hans O. Anderson. (1970). *Question and Earth Science Teaching:Using in fluence Effectively* . Journal of Geological Education.1.
- Lucia, Anntoinette D; & Lepsinger Richard. (1999). *The Art and Science of Competency Model: Pinpointing Critical Factors in Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass Pferiffer.
- McClelland, D.C. (1973). *Testing for Competency Rather than the Intelligence*. American Phychologist. 28 (1):1-14.

- Peterson, Kenneth D. (1978 , March). *Science Inquire Training for High School Student*.  
Journal of Research in Science Teaching.15 (3) : 153.
- Piazza, Jenny Ann. (1995). *An Inquiry into the Mathematics Culture of a Primary  
Constructivism Classroom : An Ehnographic* , Dissertation Abstracts Internation.  
55(11) 3403- A .
- Ronald A. Beghetto. (2006) . *Factor Associaalted with Middle and Secondary Student  
Perceived Science Competence*. University of Oregon. Journal of Research in  
Science Teaching, Vol.44 ,800 – 814.
- Souviney, Randall J. (1994). *Learning to Teach Mathematics. 2 rd ed*. New York :  
Macmillan Publishing Company.
- Stenmark, J.K . (1991). *Mathematics Assessment: myths, models, good question, and  
practical suggestion*. University of California : The Nation Council of Teachers of  
Mathematics, INC.
- Stipek , D.J. (1995). *Motivation to Learn from Theory to Practice*. University of Califonia  
at Los Angerles.
- Sun,R.B. and L.W. Trowbridge. (1973). *Teaching science by inquiry in the secondary  
school*. Ohio, Charles and Merrill Publishing, Co.
- Troutman and Lichtenberg. (1995). *Mathematics A Good Beginning*. University of South  
Florida: Brooks/Cole Publishing Company : 25-27.
- Von Glasserfeld E .Introducton.In E.von Glasserfeld (ed), *Radical Constructivism in  
Mathematics Education*, pp. xlii-xx Dordrecht, the Natherland : Kluwer  
Academic.
- Wade, Eileen Gray. *A Study of the Effects of a Constructivism- based mathematics*.
- Ward, Annie W. (1999). *Assessment in Classroom*. Wadsworth Publishing Company.
- Woodruffe, Charles. (1992). *What is meant by competency ?* . New York: McGraw- Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ แบบสอบถามสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E**

- |                                  |                                                                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ | ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์ชลิตรวัยอาจิณ          | ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. อาจารย์กรวิทย์ ว่องวิทย์การ   | ภาควิชาวิทยาศาสตร์<br>คณะศึกษาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม                    |
| 4. อาจารย์พิทักษ์ รอดรัตน์       | โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1           |
| 5. อาจารย์เตือนใจ ดำรงรัตน์      | โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1           |

## ภาคผนวก ข

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์  
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียน  
วิชาวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

| แบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ |     |        |     |        |     | แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ |     |        |     | แบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ |     |
|-------------------------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------------------------------------|-----|--------|-----|--------------------------------------------|-----|
| ข้อที่                        | IOC | ข้อที่ | IOC | ข้อที่ | IOC | ข้อที่                               | IOC | ข้อที่ | IOC | ข้อที่                                     | IOC |
| 1                             | 1   | 26     | 0.8 | 51     | .80 | 1                                    | .80 | 26     | .80 | 1                                          | 1   |
| 2                             | .80 | 27     | 1   | 52     | 1   | 2                                    | 1   | 27     | 1   | 2                                          | 1   |
| 3                             | .80 | 28     | 1   | 53     | .60 | 3                                    | 1   | 28     | 1   | 3                                          | 1   |
| 4                             | .60 | 29     | 0.8 | 54     | 1   | 4                                    | .80 | 29     | 1   | 4                                          | .80 |
| 5                             | .80 | 30     | 1   | 55     | .80 | 5                                    | .80 | 30     | 1   | 5                                          | 1   |
| 6                             | 1   | 31     | 1   | 56     | 1   | 6                                    | .80 |        |     | 6                                          | 1   |
| 7                             | .60 | 32     | 1   | 57     | 1   | 7                                    | 1   |        |     | 7                                          | 1   |
| 8                             | .80 | 33     | 1   | 58     | .60 | 8                                    | 1   |        |     | 8                                          | 1   |
| 9                             | .80 | 34     | 1   | 59     | .80 | 9                                    | .80 |        |     | 9                                          | 1   |
| 10                            | .60 | 35     | 1   | 60     | 1   | 10                                   | .80 |        |     | 10                                         | 1   |
| 11                            | .60 | 36     | 1   |        |     | 11                                   | 1   |        |     | 11                                         | 1   |
| 12                            | .80 | 37     | 1   |        |     | 12                                   | 1   |        |     | 12                                         | .80 |
| 13                            | .80 | 38     | 1   |        |     | 13                                   | 1   |        |     | 13                                         | 1   |
| 14                            | .80 | 39     | 1   |        |     | 14                                   | .80 |        |     | 14                                         | .80 |
| 15                            | .80 | 40     | .80 |        |     | 15                                   | .80 |        |     | 15                                         | .80 |
| 16                            | .60 | 41     | .80 |        |     | 16                                   | 1   |        |     | 16                                         | 1   |
| 17                            | .80 | 42     | .60 |        |     | 17                                   | .80 |        |     | 17                                         | .80 |
| 18                            | .60 | 43     | 1   |        |     | 18                                   | .80 |        |     | 18                                         | .80 |
| 19                            | .80 | 44     | 1   |        |     | 19                                   | .80 |        |     | 19                                         | .80 |
| 20                            | .60 | 45     | 1   |        |     | 20                                   | 1   |        |     | 20                                         | .80 |
| 21                            | .80 | 46     | 1   |        |     | 21                                   | .80 |        |     | 21                                         | 1   |
| 22                            | .80 | 47     | .80 |        |     | 22                                   | 1   |        |     | 22                                         | .80 |
| 23                            | .80 | 48     | .60 |        |     | 23                                   | .80 |        |     | 23                                         | .80 |
| 24                            | .80 | 49     | 1   |        |     | 24                                   | .80 |        |     | 24                                         | 1   |
| 25                            | .60 | 50     | .80 |        |     | 25                                   | .80 |        |     |                                            |     |

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

| แผนที่ | IOC | แผนที่ | IOC | แผนที่ | IOC | แผนที่ | IOC | แผนที่ | IOC |
|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
| 1      | 1   | 2      | 1   | 3      | 1   | 4      | 1   | 5      | 1   |
| 6      | .67 | 7      | .67 | 8      | .67 | 8      | .67 | 9      | 1   |

ภาคผนวก ค

ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )  
ของแบบทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ  
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 19 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัด  
สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

| ข้อที่ | p   | r   | ข้อที่ | p   | r   | ข้อที่ | p   | r   |
|--------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|-----|-----|
| 1      | .42 | .28 | 16     | .35 | .27 | 31     | .40 | .23 |
| 2      | .33 | .22 | 17     | .52 | .35 | 32     | .38 | .29 |
| 3      | .64 | .22 | 18     | .75 | .37 | 33     | .27 | .22 |
| 4      | .35 | .47 | 19     | .56 | .33 | 34     | .27 | .21 |
| 5      | .48 | .35 | 20     | .52 | .35 | 35     | .40 | .20 |
| 6      | .42 | .27 | 21     | .75 | .37 | 36     | .44 | .28 |
| 7      | .67 | .36 | 22     | .69 | .31 | 37     | .31 | .34 |
| 8      | .44 | .26 | 23     | .64 | .47 | 38     | .29 | .32 |
| 9      | .40 | .27 | 24     | .56 | .29 | 39     | .78 | .38 |
| 10     | .63 | .24 | 25     | .31 | .41 | 40     | .48 | .35 |
| 11     | .29 | .28 | 26     | .52 | .25 |        |     |     |
| 12     | .56 | .25 | 27     | .33 | .22 |        |     |     |
| 13     | .40 | .49 | 28     | .35 | .33 |        |     |     |
| 14     | .44 | .25 | 29     | .46 | .52 |        |     |     |
| 15     | .38 | .29 | 30     | .40 | .38 |        |     |     |

ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับเท่ากับ .841

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

| ข้อที่                                             | p   | r   | ข้อที่ | p   | r   |
|----------------------------------------------------|-----|-----|--------|-----|-----|
| 1                                                  | .56 | .37 | 9      | .72 | .31 |
| 2                                                  | .70 | .32 | 10     | .64 | .22 |
| 3                                                  | .46 | .25 | 11     | .72 | .21 |
| 4                                                  | .48 | .21 | 12     | .54 | .22 |
| 5                                                  | .48 | .21 | 13     | .72 | .43 |
| 6                                                  | .66 | .24 | 14     | .67 | .28 |
| 7                                                  | .48 | .25 | 15     | .56 | .37 |
| 8                                                  | .54 | .22 |        |     |     |
| ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับเท่ากับ .846 |     |     |        |     |     |

### ภาคผนวก ง

ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบสอบถามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์องค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 21 ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบสอบถามสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 3 แรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

| ข้อที่                                             | $r$ | ข้อที่ | $r$ |
|----------------------------------------------------|-----|--------|-----|
| 1                                                  | .31 | 13     | .50 |
| 2                                                  | .27 | 14     | .61 |
| 3                                                  | .41 | 15     | .55 |
| 4                                                  | .60 | 16     | .35 |
| 5                                                  | .58 | 17     | .36 |
| 6                                                  | .46 | 18     | .35 |
| 7                                                  | .40 | 19     | .29 |
| 8                                                  | .59 | 20     | .46 |
| 9                                                  | .59 | 21     | .44 |
| 10                                                 | .54 | 22     | .32 |
| 11                                                 | .34 | 23     | .30 |
| 12                                                 | .44 | 24     | .34 |
| ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ทั้งฉบับเท่ากับ .871 |     |        |     |

## ภาคผนวก จ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียน  
วิชาวิทยาศาสตร์
- แผนการสอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

### คำชี้แจงวิธีทำแบบทดสอบ

- ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเลือกตอบแบบธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ไฟฟ้า ซึ่งตัวเลือกในแต่ละข้อนั้นมีตัวเลือกถูกเพียงตัวเลือกเดียว ดังนั้นนักเรียน จะต้องพิจารณาหาตัวเลือกที่ถูกที่สุด แล้วไปตอบในกระดาษคำตอบโดยทำเครื่องหมาย (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวเลือกที่เห็นว่าถูก ดังตัวอย่าง

(0) สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ?

- ก. สารพิษในผักชีหนอน
- ข. สีสันทรีในขนมหวาน
- ค. สารไนไตรต์ในปลาเค็ม
- ง. สารปรอทในอาหารทะเล

ในตัวอย่าง (0) จะเห็นว่าตัวเลือก ก เป็นตัวเลือกที่ถูก จึงไปตอบในกระดาษคำตอบดังนี้

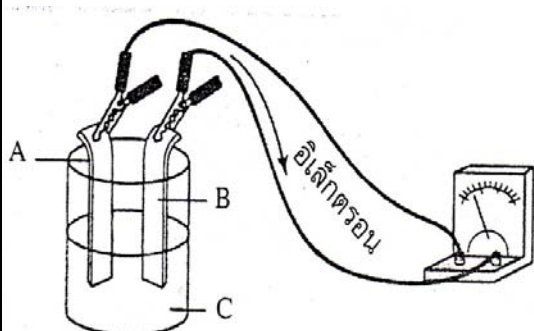
ข้อ (0)    ก    ข    ค    ง

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| X |  |  |  |
|---|--|--|--|

3. อย่าเสียเวลาในการทำแบบทดสอบข้อใดข้อหนึ่งนานเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลา ถ้าคิดไม่ออกให้เว้นไว้แล้วข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เพราะอาจจะมีข้อง่ายอยู่ด้านหลัง แล้วค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้ทีหลัง

4. กรุณาอย่าทำเครื่องหมายใดๆลงในข้อสอบ ถ้ามีข้อสงสัยให้ถามผู้ดำเนินการสอบ

จงใช้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-2



1. จากรูปที่กำหนดให้ ข้อความใดถูกต้อง ?

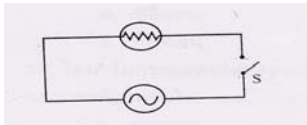
- ก. B เป็นขั้วลบ
- ข. ศักย์ไฟฟ้า B สูงกว่า A
- ค. A ให้อิเล็กทรอนิกส์ได้ดีกว่า B
- ง. C เป็นสารละลายที่ไม่นำไฟฟ้า

2. สารละลาย C ควรเป็นอะไร ?

- ก. แคลเซียมคลอไรด์
- ข. แคลเซียมไฮดรอกไซด์
- ค. กรดซัลฟิวริก
- ง. โซเดียมคลอไรด์

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3. จงพิจารณาข้อความในข้อต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง ?</p> <p>ก. แบตเตอรี่รถยนต์ให้กระแสไฟฟ้าสลับ</p> <p>ข. เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าได้เมื่อมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุด</p> <p>ค. เซลล์ไฟฟ้าเคมีทุกชนิดให้ไฟฟ้ากระแสตรง</p> <p>ง. ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ้ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น จะเกิดกระแสไฟฟ้าได้มากด้วย</p>                                                                        | <p>6. แรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ผ่านความต้านทานไฟฟ้าที่มีค่า 1 โอห์มได้ จะมีค่าเท่าไร ?</p> <p>ก. 1 วัตต์</p> <p>ข. 1 โวลต์</p> <p>ค. 1 โอห์ม</p> <p>ง. 1 แอมแปร์</p>                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>4. ขั้วไฟฟ้าบวกและขั้วไฟฟ้าลบของถ่านไฟฉาย ทำจากสารใด ตามลำดับ ?</p> <p>ก. เงิน และสังกะสี</p> <p>ข. เงิน และทองแดง</p> <p>ค. ทองแดง และสังกะสี</p> <p>ง. คาร์บอน และสังกะสี</p>                                                                                                                                                                                                         | <p>7. ความแตกต่างของระดับพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุดในวงจรไฟฟ้าใดๆ คือ ข้อใด ?</p> <p>ก. ประจุไฟฟ้า</p> <p>ข. กระแสไฟฟ้า</p> <p>ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้า</p> <p>ง. ความต้านทานไฟฟ้า</p>                                                                                                                                                                                                                                       |
| <div data-bbox="300 1131 742 1310" data-label="Image"> </div> <p>5. จากรูป แสดงส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย A เป็นสารผสมระหว่างสารในข้อใดต่อไปนี้ ?</p> <p>ก. แอมโมเนียมคลอไรด์ + ผงถ่าน + ความชื้น</p> <p>ข. แอมโมเนียมคลอไรด์ + กรดซัลฟิวริก + ความชื้น</p> <p>ค. แมงกานีสไดออกไซด์ + ผงถ่าน + กรดซัลฟิวริก + ความชื้น</p> <p>ง. แอมโมเนียมคลอไรด์ + ผงถ่าน + แมงกานีสไดออกไซด์ + ความชื้น</p> | <p>8. จากรูปกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นตามข้อใด ?</p> <div data-bbox="901 1265 1332 1444" data-label="Image"> </div> <p>1. เคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดอย่างรวดเร็ว เมื่อขดลวดอยู่นิ่ง</p> <p>2. เคลื่อนขดลวดเข้าหาแท่งแม่เหล็ก อย่างรวดเร็ว เมื่อแท่งแม่เหล็กอยู่นิ่ง</p> <p>3. เคลื่อนขดลวดและแท่งแม่เหล็กเข้าหากันอย่างรวดเร็ว</p> <p>ก. ข้อ 1</p> <p>ข. ข้อ 1 และ 2</p> <p>ค. ข้อ 2 และ 3</p> <p>ง. ข้อ 1 2 และ 3</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>9. ไฟฟ้ากระแสสลับหรือไฟฟ้ากระแสตรงจากไดนาโมจะมีค่ามากหรือน้อย <b>ไม่</b> เกี่ยวข้องกับข้อใด ?</p> <p>ก. ความเร็วของขดลวด</p> <p>ข. จำนวนรอบของขดลวด</p> <p>ค. ชนิดของแรงหมุนขดลวด</p> <p>ง. ความเข้มของสนามแม่เหล็ก</p>                    | <p>13. ฟิวส์อันหนึ่งเขียนไว้ว่า 16/220 หมายความว่าอย่างไร ?</p> <p>ก. ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16 A</p> <p>ข. ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 0.6 A</p> <p>ค. ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 220 A</p> <p>ง. ใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 16/220 A</p> |
| <p>10. อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าใดๆ คือ <b>ข้อใด</b> ?</p> <p>ก. แรงเคลื่อนไฟฟ้า</p> <p>ข. ปริมาณประจุไฟฟ้า</p> <p>ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้า</p> <p>ง. ความต้านทานไฟฟ้า</p>                                | <p>14. สะพานไฟเปรียบได้กับสิ่งใด ?</p> <p>ก. ฟิวส์ขนาดใหญ่</p> <p>ข. สวิตช์ไฟตัวหนึ่ง</p> <p>ค. สวิตช์ไฟขนาดใหญ่</p> <p>ง. ฟิวส์ขนาดเล็กในวงจรย่อยในบ้าน</p>                                                                      |
| <p>11. อุปกรณ์ชนิดใดบ้างที่มีความจำเป็นสำหรับวงจรไฟฟ้า ?</p> <p>1. สายไฟ      2. สะพานไฟ</p> <p>3. เต้ารับ-เต้าเสียบ 4. สวิตช์</p> <p>5. เครื่องใช้ไฟฟ้า 6. ฟิวส์</p> <p>ก. 1,2,3,4</p> <p>ข. 1,2,4,6</p> <p>ค. 1,3,5,6</p> <p>ง. 1,2,5,6</p> | <p>15. สวิตช์ 2 ทางเหมาะที่จะใช้กับข้อใดจึงจะเหมาะสมที่จะใช้กับ <b>ข้อใด</b> ?</p> <p>ก. เครื่องปรับอากาศ</p> <p>ข. หลอดไฟฟ้าในห้องนอน</p> <p>ค. หลอดไฟฟ้าในห้องนั่งเล่น</p> <p>ง. หลอดไฟฟ้าบริเวณบันไดขึ้น – ลง</p>              |
| <p>12. ขนาดของฟิวส์จะบอกเป็นค่าของอะไร ?</p> <p>ก. กระแสไฟฟ้า</p> <p>ข. ความนำไฟฟ้า</p> <p>ค. ความต้านทานไฟฟ้า</p> <p>ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้า</p>                                                                                               | <p>16. อุปกรณ์ที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าแต่ละจุดได้ คือ <b>ข้อใด</b> ?</p> <p>ก. ฟิวส์</p> <p>ข. ปลั๊ก</p> <p>ค. สวิตช์</p> <p>ง. เซฟตี้คัต</p>                                                                                 |

|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>17. วงจรที่กำหนดให้เป็นวงจรไฟฟ้าชนิดใด ?</p>  <p>ก. วงจรตก<br/>ข. วงจรลัด<br/>ค. วงจรปิด<br/>ง. วงจรเปิด</p>                                              | <p>21. ตัวนำไฟฟ้าที่ดี คือ ข้อใด ?</p> <p>ก. ตัวนำที่มีความต้านทานคงที่<br/>ข. ตัวนำที่มีความต้านทานน้อยมาก<br/>ค. ตัวนำที่มีความต้านทานเป็นศูนย์<br/>ง. ตัวนำที่เปลี่ยนความต้านทานได้</p>                                                        |
| <p>18. การกระทำของบุคคลในข้อใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ?</p> <p>ก. กมลชอบเล่นว้าวไก้สายไฟ<br/>ข. สุดาใช้ลวดทองแดงต่อแทนฟิวส์<br/>ค. เดชาติดปลั๊กไฟฟ้าไว้ในระดับต่ำเพื่อไม่ให้เกะกะ<br/>ง. สุตรักถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกครั้งหลังเลิกใช้</p> | <p>22. แอมมิเตอร์ที่มีคุณภาพสามารถวัดกระแสได้ถูกต้องมากที่สุด จะต้องมีลักษณะตาม ข้อใด ?</p> <p>ก. ความต้านทานน้อย<br/>ข. ความต้านทานมาก<br/>ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้ามาก<br/>ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้าน้อย</p>                                            |
| <p>19. เมื่อจุ่มแท่งทองแดงและแมกนีเซียมลงไป ในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเพื่อสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตทำหน้าที่เป็นตามข้อใด ?</p> <p>ก. ขั้วไฟฟ้า<br/>ข. อิเล็กโทรไลต์<br/>ค. อิเล็กโทรด<br/>ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ</p>             | <p>23. เมื่อใช้แอมมิเตอร์กระแสตรงวัดกระแสตรงในวงจร ปรากฏว่าเข็มเบนกลับ ได้กระแสน้อยกว่าเดิม เนื่องจากสาเหตุใด ?</p> <p>ก. กระแสลดน้อยลง<br/>ข. กระแสที่วัดเป็นกระแสกลับ<br/>ค. ต่อวงจรสลับขั้วบวก - ขั้วลบ<br/>ง. แอมมิเตอร์ชำรุดใช้การไม่ได้</p> |
| <p>20. บ้านหลังหนึ่งใช้ตู้เย็น 160 วัตต์ เต้าไฟฟ้า 500 วัตต์ ขณะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า บ้านหลังนี้ต้องการกระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์ ?</p> <p>ก. 0.30 แอมแปร์<br/>ข. 0.75 แอมแปร์<br/>ค. 2.27 แอมแปร์<br/>ง. 3.00 แอมแปร์</p>                               | <p>24. โวลต์มิเตอร์ที่ดีจะต้องมีลักษณะตรงกับ ข้อใด?</p> <p>ก. มีความไวสูง<br/>ข. มีความต้านทานมาก<br/>ค. มีความต้านทานน้อย<br/>ง. มีความสามารถในการรับกระแสมาก</p>                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>25. โวลต์มิเตอร์มีวิธีการต่อตาม ข้อใด ?</p> <p>ก. ต่อขนานกับสิ่งที่จะวัด</p> <p>ข. ต่อคร่อมขั้วแบตเตอรี่</p> <p>ค. ต่ออนุกรมกับสิ่งที่จะวัด</p> <p>ง. ต่อระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ</p>                                                               | <p>29. หลอดเรืองแสงให้แสงสว่างมากกว่าหลอดธรรมดา เพราะ ข้อใด ?</p> <p>ก. มีไส้หลอด 2 ชุด</p> <p>ข. มีการสูญเสียความร้อนน้อยกว่า</p> <p>ค. มีความต้านทานไฟฟ้าภายในหลอดสูงกว่า</p> <p>ง. มีบัลลัสต์และสตาร์ทเตอร์ทำให้เพิ่มกระแส</p>                                                                                                                                                |
| <p>26. ความแตกต่างระหว่างไดนาโมกระแสตรงต่างจากไดนาโมกระแสสลับ คือ ข้อใด ?</p> <p>ก. ขดลวด</p> <p>ข. แม่เหล็ก</p> <p>ค. คอมมิวเตเตอร์</p> <p>ง. สนามแม่เหล็ก</p>                                                                                       | <p>30. หลอดไฟฟ้าที่มีตัวเลขกำกับว่า 220v 50 w มีความหมายตรงกับข้อใด ?</p> <p>ก. ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ได้แสง 50 วัตต์</p> <p>ข. ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ได้งาน 50 วัตต์</p> <p>ค. ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้พลังงาน 50 วัตต์</p> <p>ง. ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ใช้กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์</p> |
| <p>27. กระแสไฟฟ้าจะมีการไหลอย่างไรในวงจรไฟฟ้าตามข้อใด ?</p> <p>ก. จากที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำกว่า</p> <p>ข. จากที่อุณหภูมิสูงไปยังที่อุณหภูมิต่ำ</p> <p>ค. จากที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำไปยัง ศักย์ไฟฟ้าสูง</p> <p>ง. จากที่ศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังที่ศักย์ไฟฟ้าต่ำ</p> | <p>31. เติร์ดไฟฟ้าขนาด 1,100 วัตต์ ใช้กับไฟบ้าน 220 โวลต์ จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และความต้านทานของเตา รีดไฟฟ้า?</p> <p>ก. 2 แอมแปร์ 11 โอห์ม</p> <p>ข. 3 แอมแปร์ 22 โอห์ม</p> <p>ค. 4 แอมแปร์ 33 โอห์ม</p> <p>ง. 5 แอมแปร์ 44 โอห์ม</p>                                                                                                                                        |
| <p>28. ข้อใด <b>ไม่ใช่</b> สมบัติของลวดนิโครม ?</p> <p>ก. ให้แสงสว่างมาก</p> <p>ข. มีจุดหลอมเหลวสูง</p> <p>ค. มีความต้านทานไฟฟ้าสูง</p> <p>ง. ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ</p>                                                                       | <p>32. เครื่องปรับอากาศที่มีความต้านทานไฟฟ้า 40 โอห์ม ใช้กับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าเท่าไร?</p> <p>ก. 0.18 วัตต์</p> <p>ข. 5.5 วัตต์</p> <p>ค. 1,210 วัตต์</p> <p>ง. 8,800 วัตต์</p>                                                                                                                                                                       |

| <p>33. หลอดไฟฟ้า 100 วัตต์ 220 โวลต์ 5 ดวง ถ้าเปิดไว้นาน 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าเท่าใด ?</p> <p>ก. 2.5 กิโลวัตต์<br/>ข. 11 กิโลวัตต์<br/>ค. 220 กิโลวัตต์<br/>ง. 500 กิโลวัตต์</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>36. หลักการเลือกสายไฟ ข้อใด <b>ผิด</b> ?</p> <p>ก. สายไฟที่ดีควรมีความนำไฟฟ้ามาก<br/>ข. สายไฟที่ดีควรมีความต้านทานต่ำ<br/>ค. สายไฟควรมีจุดหลอมเหลวต่ำ และมีความยาวมาก<br/>ง. สายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านมากควรมีขนาดใหญ่กว่าสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อย</p>                                                                           |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|---|--------------------|---|--------------|---|---------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>33. หลอดไฟฟ้า 100 วัตต์ 220 โวลต์ 5 ดวง ถ้าเปิดไว้นาน 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าเท่าใด ?</p> <p>ก. 2.5 กิโลวัตต์<br/>ข. 11 กิโลวัตต์<br/>ค. 220 กิโลวัตต์<br/>ง. 500 กิโลวัตต์</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>37. การต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านควรปฏิบัติตามข้อใด ?</p> <p>ก. แบบขนาน เพราะช่วยป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟฟ้าช็อต<br/>ข. แบบขนาน เพราะกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้ามีเต็มที่ต้องการ<br/>ค. แบบอนุกรม เพราะยิ่งจำนวนหลอดมากความสว่างของแต่ละหลอดยิ่งเพิ่มมากขึ้น<br/>ง. แบบอนุกรม เพราะถ้าให้หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งขาดหลอด อื่นๆไม่ดับตามไปด้วย</p> |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| <table border="1" data-bbox="240 1272 805 1570"> <thead> <tr> <th>เครื่องใช้ไฟฟ้า</th><th>เวลาใช้ ( ชั่วโมง)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เตารีด 600w</td><td>2</td></tr> <tr> <td>เครื่องเป่าผม 100w</td><td>4</td></tr> <tr> <td>ทีวีสี 400 w</td><td>3</td></tr> <tr> <td>หม้อหุงข้าว 1,200 w</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p>35. จากตาราง การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดสิ้นเปลืองพลังงานเท่ากัน ?</p> <p>ก. เตารีด ทีวีสี<br/>ข. ทีวีสี หม้อหุงข้าว<br/>ค. เตารีด เครื่องเป่าผม<br/>ง. เตารีด ทีวีสี หม้อหุงข้าว</p> | เครื่องใช้ไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | เวลาใช้ ( ชั่วโมง) | เตารีด 600w | 2 | เครื่องเป่าผม 100w | 4 | ทีวีสี 400 w | 3 | หม้อหุงข้าว 1,200 w | 1 | <p>38. เมื่อจุ่มแท่งทองแดงและแมกนีเซียมลงไป ในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตเพื่อสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตทำหน้าที่เป็นตามข้อใด ?</p> <p>ก. ขั้วไฟฟ้า<br/>ข. อิเล็กโทรไลต์<br/>ค. อิเล็กโทรด<br/>ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ</p> |
| เครื่องใช้ไฟฟ้า                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | เวลาใช้ ( ชั่วโมง)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| เตารีด 600w                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| เครื่องเป่าผม 100w                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| ทีวีสี 400 w                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |
| หม้อหุงข้าว 1,200 w                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |             |   |                    |   |              |   |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>39. ถ้าใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ากับแรงเคลื่อนที่ไฟฟ้าสูงเกินอัตราที่กำหนด จะมีผลเสียตาม ข้อใด ?</p> <p>ก. เครื่องจะเสีย</p> <p>ข. เครื่องทำงานไม่เต็มที่</p> <p>ค. สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้ามาก</p> <p>ง. เครื่องไม่เสียแต่ทำงานไม่ได้</p> | <p>40. การเปล่งแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์เกิดจากอะไร ?</p> <p>ก. การเคลื่อนที่ของไอปรอทภายในหลอด</p> <p>ข. มีกระแสไหลผ่านไส้หลอด แล้วเผาไหม้จนแดงเป็นแสง</p> <p>ค. การเรืองแสงของแก๊สที่บรรจุในหลอดเมื่ออิเล็กตรอนมากระทบ</p> <p>ง. การเรืองแสงของสารที่ฉาบภายในหลอดเมื่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากระทบ</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

#### คำชี้แจง

1. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบวัด 50 นาที
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ ประกอบด้วย 5 ทักษะ กระบวนการย่อยจำนวน 5 ทักษะ คือ ทักษะการคำนวณ จำนวน 3 ข้อ ทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 3 ข้อ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 3 ข้อ ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ข้อ และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จำนวน 3 ข้อ
3. แบบทดสอบทุกข้อเป็นแบบอัตนัย โดยที่แต่ละข้อกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา ก่อนแล้วจึงเขียนตอบลงในที่ว่างที่เว้นไว้ในแต่ละข้อโดยเขียนคำตอบอย่างละเอียด แสดงวิธีทำและการคำนวณอย่างละเอียดอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง
4. อย่าเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ

#### ตัวอย่างการตอบ

0. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหม้อหุงข้าวไฟฟ้า 2.5 แอมแปร์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร

.....

.....

.....

| ระดับคุณภาพ | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | <p>สูตร <math>P = IV</math></p> <p>กระแสไฟฟ้า 2.5 แอมแปร์</p> <p>ความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์</p> <p>แทนค่าลงในสูตร</p> <p><math>P = 2.5 \times 220 = 550</math> วัตต์</p> <p><math>\therefore</math> หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า = 550 วัตต์</p> |
| 1           | <p>สูตร <math>P = IV</math></p> <p>แทนค่าลงในสูตร</p> <p><math>P = 2.5 \times 220 = 550</math> วัตต์</p>                                                                                                                                            |
| 0           | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                 |



## เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                                                         | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง และ<br>2. แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง                     | <p>สูตร <math>W = P \times t</math></p> <p>1. หลอดไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าวันละ <math>= \frac{36 \times 6 \times 6}{1,000}</math><br/> <math>= 1.296</math> หน่วย</p> <p>2. พัดลมใช้พลังงานไฟฟ้าวันละ <math>= \frac{150 \times 8}{1,000}</math><br/> <math>= 1.2</math> หน่วย</p> <p>3. โทรทัศน์ใช้พลังงานไฟฟ้าวันละ <math>= \frac{180 \times 4}{1,000}</math><br/> <math>= 0.72</math> หน่วย</p> <p>4. หม้อหุงข้าวใช้พลังงานไฟฟ้าวันละ <math>= \frac{450 \times 1}{1,000}</math><br/> <math>= 0.45</math> หน่วย</p> <p>ดังนั้นใน 1 วันจะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด <math>= 1.296 + 1.2 + 0.72 + 0.45 = 3.666</math> หน่วย</p> <p>ในเดือนเมษายนจะใช้พลังงานไฟฟ้า <math>= 3.666 \times 30 = 109.98</math> หน่วย</p> <p><math>\therefore</math> ในเดือนเมษายนใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น <math>= 109.98</math> หน่วย</p> |
| 1           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง                  | <p>สูตร <math>W = P \times t</math></p> <p>ใน 1 วันจะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด <math>= 1.296 + 1.2 + 0.72 + 0.45 = 3.666</math> หน่วย</p> <p>ในเดือนเมษายนจะใช้พลังงานไฟฟ้า <math>= 3.666 \times 30 = 109.98</math> หน่วย</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 0           | 1. ไม่เขียนสูตรการคำนวณหรือเขียนแต่ไม่ถูกต้อง และ<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูกต้อง หรือ<br>3. ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

1.2. เครื่องปิ้งขนมปังมีความต่างศักย์ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 250 วัตต์ จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องปิ้งขนมปังเครื่องนี้ จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องปิ้งขนมปัง

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                                                      | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง และ<br>2. แสดงวิธีทำการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดครบถ้วนและถูกต้อง                | ความต่างศักย์ 220 โวลต์<br>กำลังไฟฟ้า 250 วัตต์<br>สูตร $P = VI$<br>$250 = 220 \times I$<br>$I = \frac{250}{220}$<br>$I = 1.136$ แอมแปร์<br>∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องปิ้งขนมปังเท่ากับ 1.136 แอมแปร์ |
| 1           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง               | สูตร $P = VI$<br>$I = \frac{250}{220}$<br>$I = 1.136$ แอมแปร์                                                                                                                                            |
| 0           | 1. ไม่เขียนสูตรการคำนวณหรือเขียนแต่ไม่ถูกต้อง และ<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูกต้อง หรือ 3. ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                      |

1.3 กาต้มน้ำร้อนอันหนึ่งใช้กับไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 5 แอมแปร์ อยากทราบว่ากาต้มน้ำร้อนมีความต้านทานกี่โอห์ม

.....  
 .....  
 .....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                                                      | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง และ<br>2. แสดงวิธีทำการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดครบถ้วน และถูกต้อง               | กาต้มน้ำร้อนมีความต่างศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์<br>กระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์<br>สูตร $V = IR$<br>$220 = 5 \text{ แอมแปร์}$<br>$R = \frac{V}{I}$<br>แทนค่า $R = \frac{220}{5} = 44 \text{ โอห์ม}$<br>$\therefore$ กาต้มน้ำร้อนมีความต้านทาน 44 โอห์ม |
| 1           | 1. เขียนสูตรในการคำนวณได้ถูกต้อง<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง               | สูตร $V = IR$<br>$220 = 5 \text{ แอมแปร์}$<br>แทนค่า $R = \frac{220}{5} = 44 \text{ โอห์ม}$                                                                                                                                               |
| 0           | 1. ไม่เขียนสูตรการคำนวณหรือเขียนแต่ไม่ถูกต้อง และ<br>2. ไม่แสดงวิธีการคำนวณหรือแสดงแต่ไม่ถูกต้อง หรือ 3. ไม่ตอบคำถาม | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                       |

## ข้อ 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.1 ในการทดลองใช้ยาปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดหนึ่ง โดยการป้ายเชื้อโรดลงบนแผ่นกระดาษ 3 แผ่นในปริมาณเท่ากัน แล้วหยดยาปฏิชีวนะ 3 ชนิดลงบนกระดาษแต่ละแผ่น ปรากฏผลดังตาราง

| ชื่อยาปฏิชีวนะ   | ปริมาณยาบนแผ่นกระดาษ( $\mu\text{g}$ ) | ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณที่แบคทีเรียถูกทำลาย (mm) |
|------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. เตตราซัยคลิน  | 30                                    | 20-29                                                |
| 2. สเตรปโตมัยซิน | 10                                    | 15-23                                                |
| 3. แอมพิซิลลิน   | 10                                    | 28-36                                                |

จากผลการทดลอง จะสรุปผลว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                | แนวทางในการตอบ                                                                                                                |
|-------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ชัดเจน ครบถ้วนและสมบูรณ์ | ยาแอมพิซิลลิน ใช้ทำลายแบคทีเรียได้ดีกว่ายาสเตรปโตมัยซิน และยาสเตรปโตมัยซินใช้ทำลายแบคทีเรียได้ดีกว่ายาเตตราซัยคลิน            |
| 1           | เขียนสื่อความหมายข้อมูล และลงข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน   | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>- ยาแอมพิซิลลิน ใช้ทำลายแบคทีเรียได้ดีที่สุด<br>- ยาเตตราซัยคลิน ใช้ทำลายแบคทีเรียได้น้อยที่สุด |
| 0           | -ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                           | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                           |



2.3 ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ พบว่า จำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนที่ใช้น้ำมันสัตว์ น้อยกว่าในน้ำมันพืช ซึ่งจำนวนหยดของทิงเจอร์ไอโอดีนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมันไม่อิ่มตัว นักเรียนจะสรุปผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                | แนวทางในการตอบ                                     |
|-------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ชัดเจน ครบถ้วนและสมบูรณ์ | ในน้ำมันสัตว์มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่าน้ำมันพืช |
| 1           | เขียนสื่อความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ชัดเจน            | ในน้ำมันสัตว์มีพันธะคู่น้อยกว่าในน้ำมันพืช         |
| 0           | -ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                           | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                |

### ข้อ 3.ทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.1 ผู้ติมานำสารละลายกลูโคสใส่ในถุงเยื่อเซลโลเฟน แล้วนำถุงนี้ไปแช่ในน้ำกลั่น ทิ้งไว้ 20 นาที นำน้ำกลั่นที่ใส่แช่ถุง 5 cc ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง นำไปหยดด้วยสารละลายเบเนดิกต์ 3 หยด ต่อกจากนั้นนำหลอดทดลองไปแช่ในน้ำเดือด 5 นาที สารละลายในหลอดแก้วจะเปลี่ยนเป็นสีส้มเหลือง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                 | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาชัดเจน ถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์ | <ul style="list-style-type: none"> <li>-ถ้าสารละลายกลูโคสสามารถแพร่ผ่านถุงเยื่อเซลโลเฟนออกมาได้แล้ว น้ำที่ใส่แช่ถุงก็จะมีกลูโคสปนอยู่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเมื่อทำปฏิกิริยากับเบเนดิกต์ หรือ</li> <li>-ถ้าสารละลายกลูโคสมีขนาดเล็กกว่าช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเยื่อเซลโลเฟนแล้วกลูโคสจะผ่านออกมาปนอยู่ในน้ำที่แช่ถุงได้</li> <li>-น้ำตาลกลูโคสจะมีขนาดเล็กกว่าเยื่อเซลโลเฟนได้</li> <li>-สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงจะแพร่ไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า</li> </ul> |
| 1           | เขียนสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา แต่ไม่ครบถ้วน                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-ถ้าสารละลายเปลี่ยนสีแล้ว แสดงว่าน้ำที่แช่ถุงมีกลูโคส</li> <li>-เบเนดิกต์เป็นสารที่ใช้ทดสอบน้ำตาลเมื่อนำปฏิกิริยากับกลูโคสจึงเกิดปฏิกิริยา</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 0           | ไม่ตอบคำถามหรือตอบไม่ถูก                                        | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

3.2 ในการทดลองหาลักษณะเด่น – ด้อย ของต้นถั่ว ทำได้โดย นำถั่ว 2 ต้น ที่ลักษณะต่างกัน มาผสมพันธุ์กันแล้วนำเมล็ดพันธุ์ ( $F_1$ ) ที่ได้มาปลูก ปรากฏว่าลูกพันธุ์ที่ได้มีลักษณะเหมือนต้นแม่ทุกต้น นำรุ่นลูกนี้ผสมกันเอง แล้วนำเมล็ดพันธุ์ ( $F_2$ ) ที่ได้มาปลูก ปรากฏว่า รุ่นหลาน ( $F_2$ ) มีลักษณะเหมือนต้นแม่ร้อยละ 75 เหมือนต้นพ่อร้อยละ 25 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                              | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสมมติฐานได้<br>สอดคล้องกับปัญหา<br>ชัดเจน ถูกต้อง<br>ครบถ้วน และสมบูรณ์ | - ถ้าลูกในรุ่น $F_2$ ส่วนมากเหมือนต้นใด แล้วต้นนั้นจะเป็นลักษณะเด่น<br>หรือ<br>- ถ้าเป็นลักษณะเด่นแล้วจะพบลักษณะนั้นในรุ่น $F_2$<br>- ลักษณะทางพันธุกรรมมีผลต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์ ดังนั้นแม่จะมีลักษณะยีนส์เด่นพันธุ์แท้ พ่อมีลักษณะด้อยพันธุ์แท้ ลูกเป็นพันธุ์ทาง |
| 1           | เขียนสมมติฐาน<br>สอดคล้องกับปัญหา แต่<br>ไม่ครบถ้วน                          | - ถ้ารุ่น $F_2$ ส่วนใหญ่เหมือนต้นแม่แล้ว ต้นแม่เป็นลักษณะเด่น<br>- ลักษณะเด่น-ด้อย จะปรากฏในรุ่นหลาน                                                                                                                                                                  |
| 0           | ไม่ตอบคำถาม<br>หรือตอบไม่ถูก                                                 | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                                   |

### 3.3 ในการทดลองครั้งนี้ได้ผลการทดลองดังตาราง นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

| สารทดสอบ       | ผลที่ได้จากการทดสอบกับ<br>สารละลายเบเนดิกต์ | ผลที่ได้จากการทดสอบกับ<br>สารละลายไอโอดีน |
|----------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1. แป้งมัน     | ไม่เปลี่ยนแปลง                              | เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน                      |
| 2. กล้วยน้ำว้า | เปลี่ยนเป็นสีเหลือง                         | เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน                      |
| 3. น้ำผึ้ง     | เปลี่ยนเป็นสีเหลือง                         | ไม่เปลี่ยนแปลง                            |
| 4. วุ้นเส้น    | ไม่เปลี่ยนแปลง                              | เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน                      |

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                              | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนสมมติฐานได้<br>สอดคล้องกับปัญหา<br>ชัดเจน ถูกต้อง<br>ครบถ้วน และสมบูรณ์ | - ถ้าสารทดสอบมีแป้งเป็นส่วนประกอบแล้ว เมื่อถูก<br>กับสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนสีน้ำเงิน และถ้าสาร<br>ทดสอบมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบแล้ว เมื่อถูกกับ<br>สารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง<br>- แป้งมัน และวุ้นเส้นเป็นแป้ง น้ำผึ้งมีน้ำตาล กล้วย<br>น้ำว้ามีทั้งน้ำตาลและแป้ง |
| 1           | เขียนสมมติฐาน<br>สอดคล้องกับปัญหา แต่<br>ไม่ครบถ้วน                          | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ<br>- ถ้าสารทดสอบมีแป้งเป็นส่วนประกอบแล้ว เมื่อถูก<br>กับสารละลายไอโอดีนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือ<br>- ถ้าสารทดสอบมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบแล้ว เมื่อ<br>ถูกกับสารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง                                                      |
| 0           | ไม่ตอบคำถาม<br>หรือตอบไม่ถูก                                                 | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                                                                                                                                           |







## ข้อ 5 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

5.1 วันนาปล่อยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่เข้าสู่ขดลวดที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ทำให้ขดลวดหมุน พบว่า ถ้าเขาใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ต่างกัน ขดลวดจะหมุนด้วยความเร็วต่างกัน จงระบุตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                           | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                                  |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนระบุตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องและครบถ้วน                                     | ตัวแปรตาม คือ ความเร็วในการหมุน และตัวแปรควบคุม คือ อำนาจสนามแม่เหล็ก หรือ ความเข้มสนามแม่เหล็ก หรือจำนวนรอบของขดลวด                                            |
| 1           | เขียนระบุตัวแปรตาม ได้ ถูกต้องและครบถ้วน หรือ เขียนระบุตัวแปรควบคุมได้ ถูกต้อง และครบถ้วน | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>- ตัวแปรตาม คือ ความเร็วในการหมุน หรือ<br>- ตัวแปรควบคุม คือ อำนาจสนามแม่เหล็ก หรือ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก หรือ จำนวนรอบของขดลวด |
| 0           | 1.เขียนระบุตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ไม่ถูกต้อง<br>2.ไม่ตอบคำถาม                         | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                             |

5.2 สารละลายกลูโคสใส่ในถุงเยื่อเซลโลเฟน แล้วนำถุงนี้ไปแช่ในน้ำกลั่น ทิ้งไว้ 20 นาที นำน้ำกลั่นที่ใช้แช่ถุง 5 cc ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง นำไปหยดด้วยสารละลายเบเนดิกต์ 3 หยด ต่อกันนั้นนำหลอดทดลองไปแช่ในน้ำเดือด 5 นาที สารละลายในหลอดแก้วจะเปลี่ยนเป็นสีส้มเหลือง จงระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                           | แนวทางในการตอบ                                                                                                           |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ชัดเจน ครบถ้วน และสมบูรณ์                                | ตัวแปรต้น คือ กลูโคสที่ผ่านเซลโลเฟนออกมา และตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนสีของสารละลาย                                        |
| 1           | เขียนระบุตัวแปรต้นได้ถูกต้อง และครบถ้วน หรือเขียนระบุตัวแปรตามตัวแปรได้ถูกต้อง และครบถ้วน | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>- ตัวแปรต้น คือ กลูโคสที่ผ่านเซลโลเฟนออกมา หรือ<br>- ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนสีของสารละลาย |
| 0           | 1.เขียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ไม่ถูกต้อง<br>2.ไม่ตอบคำถาม                            | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                      |

5.3 ในการทดลองเกี่ยวกับการคายน้ำของปากใบ โดยนำต้นไม้ที่จะทำการทดลองไปวางกลางแจ้ง และภายในห้อง โดยใช้เวลาเท่าๆกัน ผลปรากฏว่า ต้นไม้ขณะอยู่กลางแจ้งจะมีการคายน้ำมากกว่าต้นไม้ที่วางไว้ในห้อง จงระบุตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การประเมิน                                                                    | แนวทางในการตอบ                                                                                                                                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2           | เขียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ชัดเจน ครบถ้วน และสมบูรณ์                         | ตัวแปรต้น คือ สภาพที่ทำการทดลอง หรือ สถานที่ทำการทดลอง หรือ ความเข้มของแสงสว่าง และตัวแปรตาม คือ อัตราการคายน้ำ                                          |
| 1           | เขียนระบุตัวแปรต้นได้ถูกต้องและครบถ้วน หรือเขียนระบุตัวแปรตาม ได้ถูกต้องและครบถ้วน | ตอบถูกบางส่วนของคำตอบ เช่น<br>- ตัวแปรต้น คือ สภาพที่ทำการทดลอง หรือ ความเข้มของแสงสว่าง หรือ สถานที่ทำกิจกรรมการทดลอง<br>- ตัวแปรตาม คือ อัตราการคายน้ำ |
| 0           | 1.เขียนระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ไม่ถูกต้อง<br>2.ไม่ตอบคำถาม                     | ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก                                                                                                                                      |

### แบบสอบถามวัดแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

#### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนเกี่ยวกับแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ให้นักเรียนเลือกทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง จริงมากที่สุด ค่อนข้างจริง ไม่แน่ใจ ค่อนข้างไม่จริง ไม่จริง เพียงช่องเดียว ให้ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด
3. การตอบแบบสอบถามแรงจูงใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด
4. กรุณาตอบให้ครบทุกข้อ

| ข้อ | ข้อความ                                                                                             | จริงมากที่สุด | ค่อนข้างจริง | ไม่แน่ใจ | ค่อนข้างไม่จริง | ไม่จริง |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------|-----------------|---------|
|     | นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพราะ<br>.....                                                    |               |              |          |                 |         |
| 1   | เชื่อว่า วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ๆ เพื่อประยุกต์ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ             |               |              |          |                 |         |
| 2   | คิดว่า การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสสอบเข้าเรียนต่อในสถาบันที่มีชื่อเสียงได้ |               |              |          |                 |         |
| 3   | ต้องให้เพื่อนยอมรับว่า นักเรียนเป็นคนเก่ง                                                           |               |              |          |                 |         |
| 4   | คาดหวังว่า จะได้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูงๆ เพื่อทำให้เป็นการประสบความสำเร็จในอนาคต                 |               |              |          |                 |         |
| 5   | ครูเชื่อว่า นักเรียนเป็นผู้ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดี                                             |               |              |          |                 |         |
| 6   | จะได้พัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มสูงขึ้น เพื่อทำให้เป็นคนที่มีคิดได้อย่างมีระเบียบ                 |               |              |          |                 |         |
| 7   | เห็นว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีวิธีการที่น่าสนใจ                                                          |               |              |          |                 |         |
| 8   | มั่นใจว่า วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล                                                |               |              |          |                 |         |

| ข้อ | ข้อความ                                                                              | จริงมากที่สุด | ค่อนข้างจริง | ไม่แน่ใจ | ค่อนข้างไม่จริง | ไม่จริง |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------|-----------------|---------|
| 9   | นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพราะ<br>.....<br>นักเรียนอยากเป็นคนฉลาดในสายตาครู |               |              |          |                 |         |
| 10  | เห็นว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาที่น่าสนใจ                                           |               |              |          |                 |         |
| 11  | วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เข้าใจง่าย                                                 |               |              |          |                 |         |
| 12  | วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก                                              |               |              |          |                 |         |
| 13  | ทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดีกว่าเพื่อนในห้อง                                     |               |              |          |                 |         |
| 14  | ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่างๆที่ครูมอบหมายได้               |               |              |          |                 |         |
| 15  | นักเรียนทำคะแนนสอบได้ดีกว่าเพื่อนในห้อง                                              |               |              |          |                 |         |
| 16  | วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเรียนกว่าวิชาอื่น                                           |               |              |          |                 |         |
| 17  | วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้สังคมก้าวหน้า                                             |               |              |          |                 |         |
| 18  | ชอบแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์                                                          |               |              |          |                 |         |
| 19  | วิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการทดลองที่ทำทลายความสามารถ                                      |               |              |          |                 |         |
| 20  | วิชาวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ                                     |               |              |          |                 |         |
| 21  | วิชาวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ใหม่                                                  |               |              |          |                 |         |
| 22  | ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในอนาคต                                |               |              |          |                 |         |
| 23  | วิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำไปพัฒนาตนเองได้                                               |               |              |          |                 |         |
| 24  | ข้อมูลที่ได้จากวิทยาศาสตร์เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้                                   |               |              |          |                 |         |

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1  
เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

รหัส ว 33101  
ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมน์  
หน่วยเรียนรู้ที่ 3  
เวลา 1 คาบ

### 1. การเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ปลายทาง

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจส่วนประกอบและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์นำทาง

จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้
2. ทดลอง อธิบายและสรุการเกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมีได้

### 3. แนวความคิดหลัก

เซลล์ไฟฟ้าเคมีเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้าเคมีจะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น สังเกตได้จากการเกิดแก๊สเกิดตะกอน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป หรือได้สารใหม่ต่างไปจากเดิม

### 4. เนื้อหาสาระ

1. ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. หลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
3. ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

#### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยนำถ่านไฟฟ้าฉายมาใช้กับไฟฉายหรือวิทยุ เพราะเราทราบมาแล้วว่า ถ่านไฟฟ้าฉายนั้นให้กระแสไฟฟ้าออกมาได้ แล้วถ่านไฟฉายมีวิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร

#### 5.2 ขั้นสำรวจและสืบค้น

1. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอภิปรายผลการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและสรุปเพิ่มเติมถึงหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าเปลี่ยนกรดซัลฟิวริกเป็นกรดเกลือ น้ำส้มสายชู น้ำประปา น้ำอัดลม นํ้านม และนํ้ามะนาว สารเหล่านี้จะเกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมีหรือไม่

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

### 5.5 ขั้นประเมิน

- ประเมินจากใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 และใบงานที่ 3

## 6. สื่อการเรียนการสอน

### 6.1 สื่อการเรียนรู้ในกิจกรรม

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. ใบงานที่ 2 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
4. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

## 7. การวัดผลประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
3. ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

## 8. แหล่งเรียนรู้

- ห้องสมุด
- อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

.....

### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

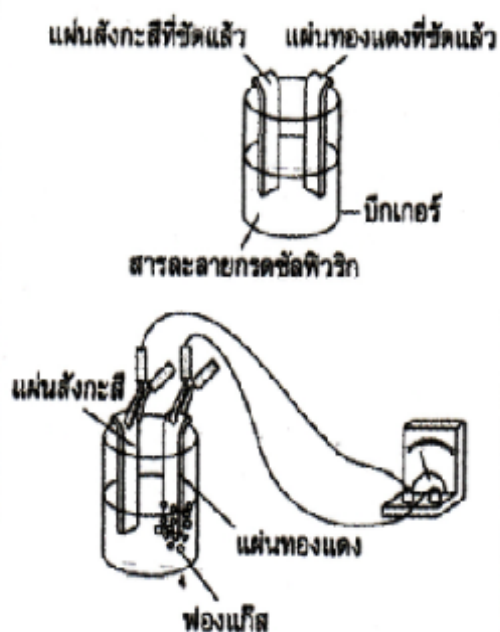
## ใบงานที่ 1 การทดลอง เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง  
กิจกรรมที่ 1 เซลล์ไฟฟ้า

### วิธีการทดลอง

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน สังเกตเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
2. ขัดแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีด้วยกระดาษทรายให้สะอาด
3. ใส่สารละลายกรดซัลฟิวริกเจือจาง 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรในบีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จุ่มปลายข้างหนึ่งของแผ่นโลหะทั้งสองลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก โดยให้ปลายอีกข้างหนึ่งพาดไว้กับปากบีกเกอร์ ดังรูป
4. ใช้สายไฟ 2 เส้นต่อปลายของโลหะทั้ง 2 ชนิดเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ดังรูป สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโลหะทั้ง 2 ชนิด และที่เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
5. ทำการทดลองซ้ำข้อ 3 และ 4 โดยยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากสารละลายกรดซัลฟิวริก สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะทั้งสองและเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน



### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| วิธีการทดลอง                                                            | การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ |                             |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|                                                                         | แผ่นโลหะในปิกเกอร์         | เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า |
| 1. เมื่อต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน                  |                            |                             |
| 2. เมื่อจุ่มแผ่นโลหะทองแดงและสังกะสีลงในปิกเกอร์ของสารละลายกรดซัลฟิวริก |                            |                             |
| 3. ต่อแผ่นโลหะทองแดงและสังกะสีเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า               |                            |                             |
| 4. เมื่อยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากปิกเกอร์                         |                            |                             |

### คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อนักเรียนต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแล้วเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าจะเบนหรือไม่ ทราบได้อย่างไร.....  
.....
2. จากการทดลอง เมื่อนักเรียนจุ่มแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีลงในสารละลายกรดซัลฟิวริกแล้วต่อเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรต่อแผ่นโลหะทั้งสองและต่อเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เพราะเหตุใด.....  
.....
3. เมื่อยกแผ่นโลหะแผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากสารละลายกรดซัลฟิวริก จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นหรือไม่.....  
.....
4. นักเรียนคิดว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของพลังงานอย่างไร.....  
.....
5. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร.....  
.....

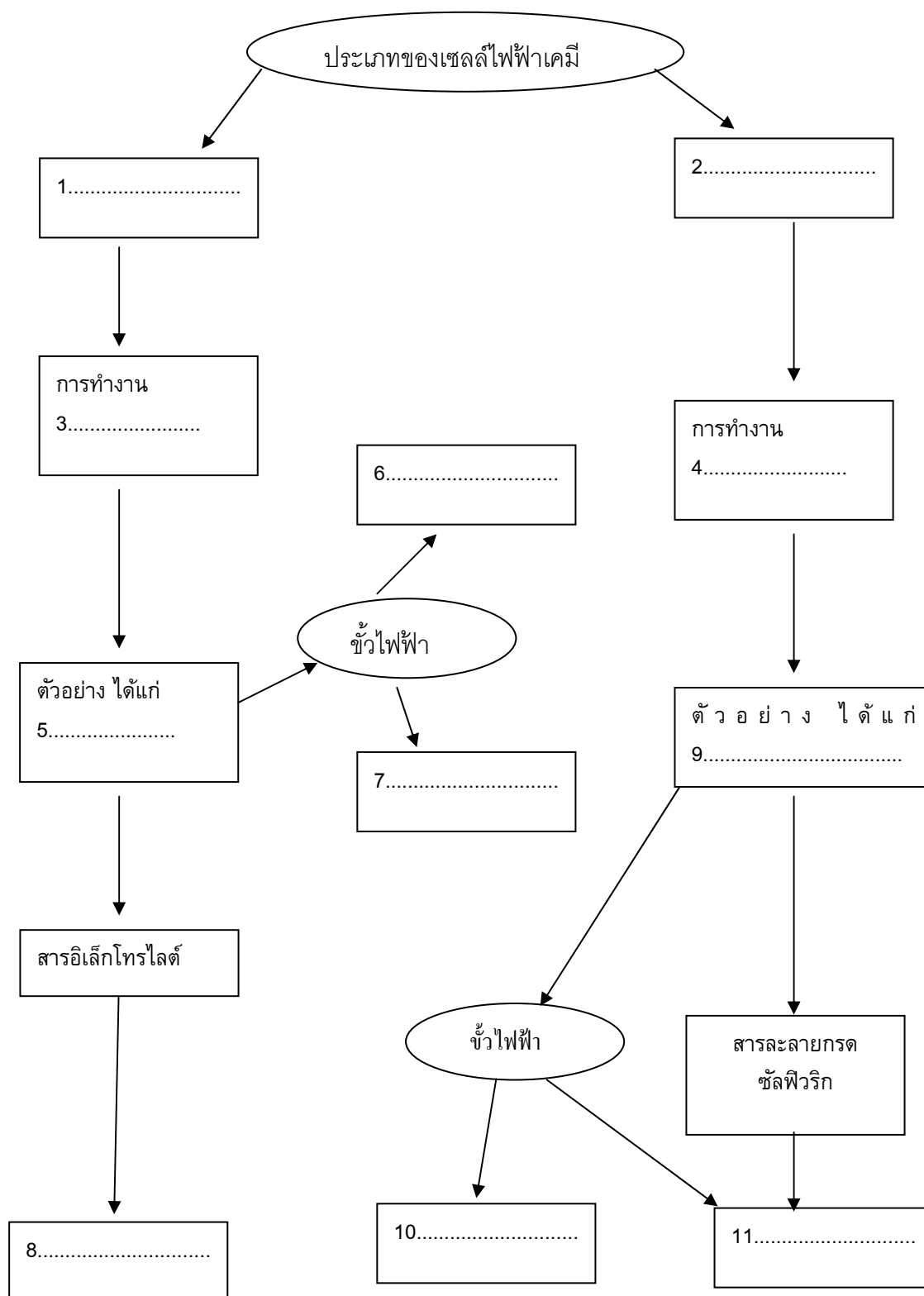
## ใบงานที่ 2 หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

**คำชี้แจง** จากการศึกษาหลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ผ่านมา จงเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

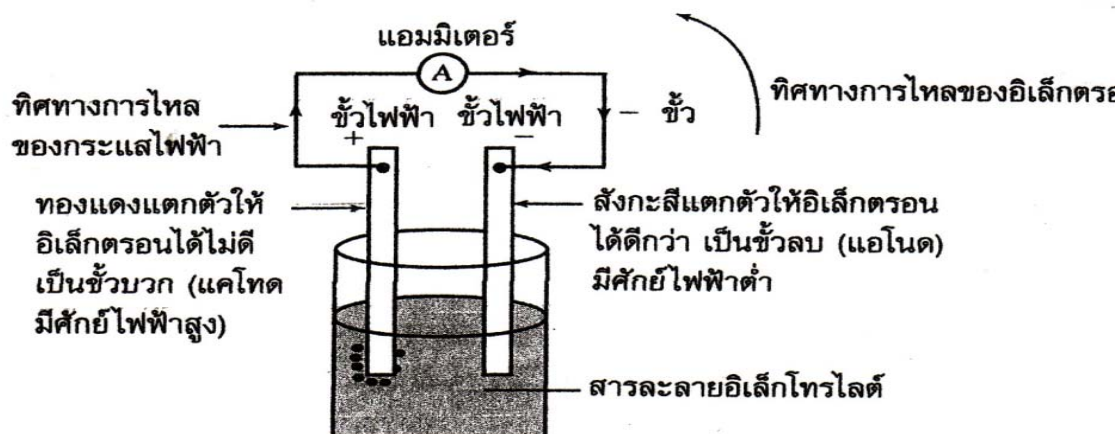
- \_\_\_\_\_ 1. เมื่อใช้แผ่นสังกะสี 2 แผ่นจุ่มในสารละลายกรดซัลฟิวริกที่เจือจาง แล้วต่อกับวงจรไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า จะทำให้เข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเบนไปจากเดิม
- \_\_\_\_\_ 2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์นำไฟฟ้าได้ เพราะแตกตัวให้อิออนบวกกับอิออนลบ
- \_\_\_\_\_ 3. โลหะต่างชนิดกัน เมื่อจุ่มลงในสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะแตกตัวให้ปริมาณอิเล็กตรอนได้ต่างกัน ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฟฟ้า
- \_\_\_\_\_ 4. กระแสไฟฟ้าไหลจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังศักย์ไฟฟ้าต่ำ และไหลจากขั้วลบไปขั้วบวก
- \_\_\_\_\_ 5. กระแสไฟฟ้ากับกระแสอิเล็กตรอนมีทิศทางการไหลไปทางเดียวกัน
- \_\_\_\_\_ 6. การไหลของกระแสไฟฟ้าเหมือนกับการไหลของกระแสน้ำ ถ้าระดับเท่ากันไม่ไหลเช่นเดียวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เท่ากัน จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้า

### ใบงานที่ 3 เรื่อง ประเภทของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

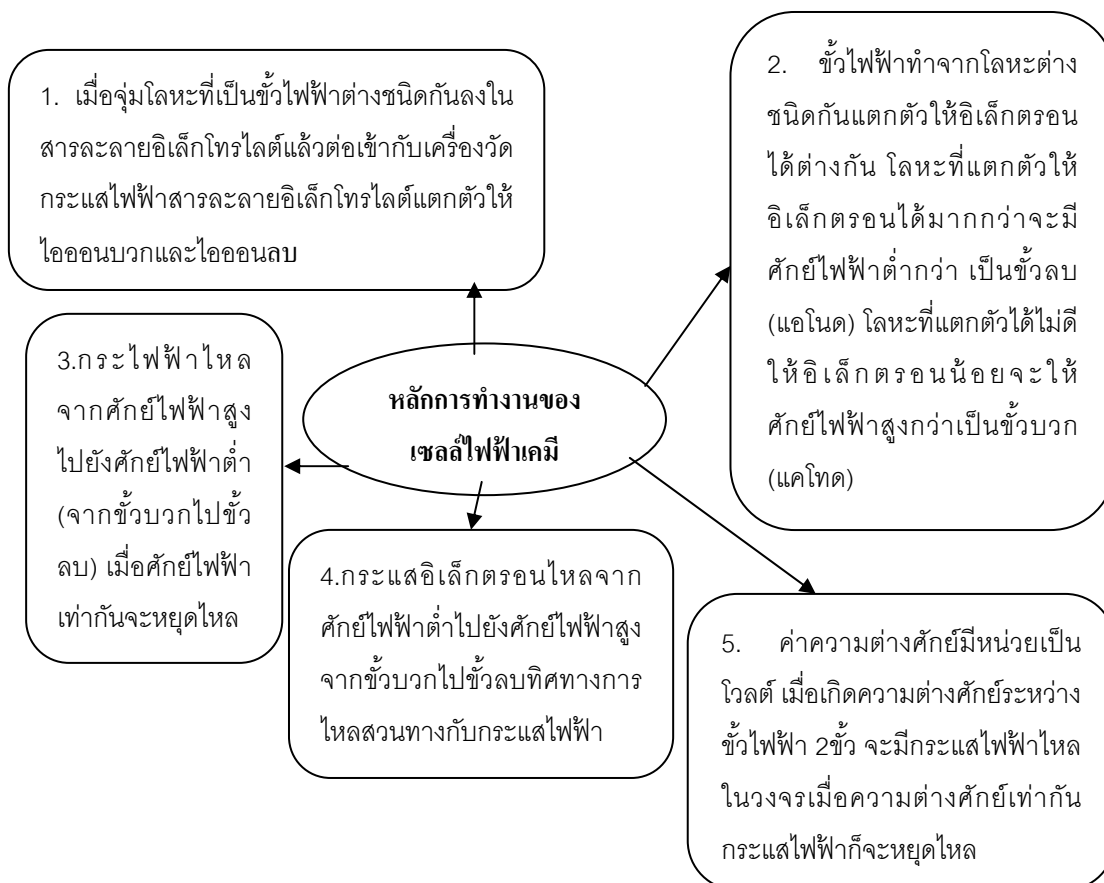
คำชี้แจง จงเติมข้อความที่เว้นไว้ให้ได้ใจความสมบูรณ์



## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

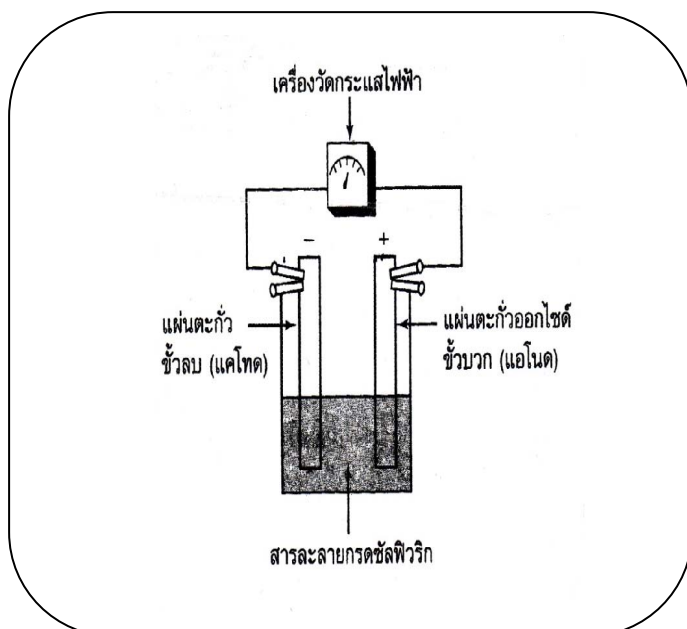


รูปแสดงส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมี



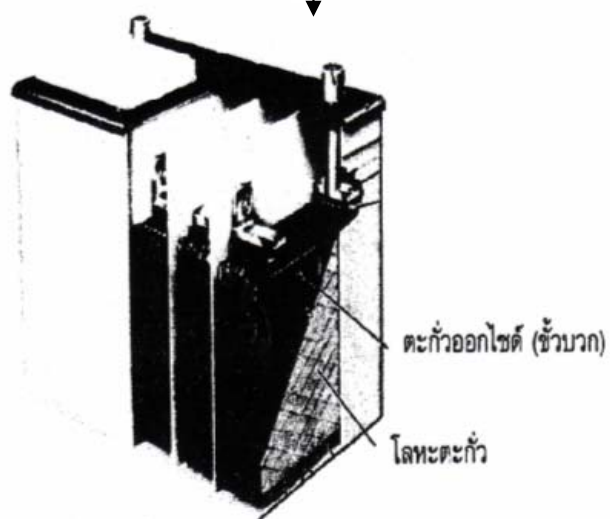


2. เซลล์ทุติยภูมิ (secondary cell) เมื่อประกอบเซลล์เสร็จไม่สามารถใช้งานได้ทันทีต้องนำไปอัดไฟ (charge) ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ก่อน หลังจากใช้ไฟฟ้าหมดแล้ว ต้องนำไปอัดไฟใหม่จึงจะสามารถนำไปใช้ได้ อีก เช่น แบตเตอรี่รถยนต์



#### เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

- เป็นเซลล์ทุติยภูมิชนิดหนึ่ง
- ประกอบด้วยแผ่นตะกั่วเป็นขั้วลบ แผ่นตะกั่วออกไซด์เป็นขั้วบวก สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นอิเล็กโทรไลต์
- ก่อนใช้ต้องอัดไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในเซลล์ก่อน
- หลังจากใช้จนหมดพลังงานไฟฟ้า สามารถนำไปอัดไฟใหม่ได้



#### สาเหตุของแบตเตอรี่หมดไฟ

เนื่องจากตะกั่วกับตะกั่วออกไซด์ทำปฏิกิริยากันแล้วเปลี่ยนเป็นตะกั่วซัลเฟต ทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

**การอัดไฟใหม่** เป็นการใช้น้ำไฟฟ้าทำให้ตะกั่วซัลเฟตกลับไปเป็นตะกั่วกับตะกั่วออกไซด์เหมือนเดิม จึงเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว 33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง ไดนาโม

เวลา 2 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียนมีความรู้ สามารถทดลองและสรุปเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. อธิบายผลการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้
2. อธิบายหลักของไฟฟ้ากระแสสลับและไดนาโมได้
3. อธิบายความแตกต่างระหว่างไดนาโมกระแสตรงกับไดนาโมกระแสสลับได้

#### 3. สารสำคัญ / แนวคิดหลัก

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโมประกอบด้วยขดลวดพันรอบแกน และทำให้หมุนในบริเวณสนามแม่เหล็ก ซึ่งเกิดจากการวางขั้วแม่เหล็กต่างกัน การที่ขดลวดหมุนรอบสนามแม่เหล็กทำให้มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในขดลวด ไดนาโมที่เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในบ้านโดยทั่วไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. หลักการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากไดนาโม
2. ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไดนาโม
3. ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

#### ชั่วโมงที่ 1

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า การเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่ม และให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอภิปรายผลการทดลอง และลงข้อสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ให้นักเรียนอภิปรายและสรุปประเด็นต่อไปนี้

2.1 เมื่อจับขดลวดอยู่กับที่ แล้วนำปลายข้างหนึ่งของแท่งแม่เหล็กมาใกล้ๆ ขดลวด จะเกิดผลอย่างไรที่เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

2.2 เมื่อเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้า – ออก จากขดลวดอย่างรวดเร็ว จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

2.3 เมื่อจับแม่เหล็กอยู่กับที่ แล้วนำขดลวดมาใกล้ปลายของแท่งแม่เหล็ก เคลื่อนขดลวดเข้า – ออกจากแท่งแม่เหล็กอย่างรวดเร็ว จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

- ให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

### 5.5 ขั้นประเมินผล

- ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

## ชั่วโมงที่ 2

### 1. จุดประสงค์นำทาง

1. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลองได้
3. อธิบายได้ว่าจำนวนขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### 2. กิจกรรมการเรียนรู้

#### 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า นอกจากการหมุนขดลวดให้เร็วขึ้นแล้ว ยังมีวิธีอื่นอีกหรือไม่ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น

#### 2.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ครูแจกใบงานที่ 2 เรื่อง จำนวนขดรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหรือไม่ โดยให้ให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 2.3 ขั้นตอนอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูช่วยกันสรุปเรื่อง จำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### 2.4 ขั้นขยายความรู้

- ให้นักเรียนทุกคนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ไดนาโมและเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากไดนาโม

### 2.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง จำนวนรอบของขดลวดตัวนำมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
2. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)
2. ใบความรู้ 1 เรื่อง ไดนาโม

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง กระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำ
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง จำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำหรือไม่
3. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

## 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาคือการพัฒนา

.....

.....

.....

.....

## 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

## 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวรัชฎา ศิลมั่น)

## ใบงานที่ 1 การทดลองเรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

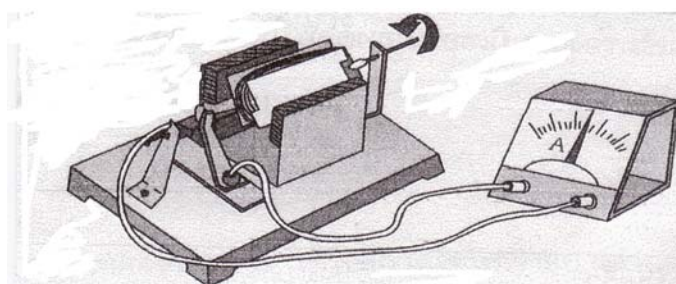
1. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับเรื่องไดนาโมได้
2. อธิบายหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านขดลวด และจากการเคลื่อนที่ของขดลวดเข้า – ออก จากแท่งแม่เหล็กได้
3. เปรียบเทียบการกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งเกิดจากการหมุนขดลวดอย่างช้าๆและเร็วได้

### อุปกรณ์การทดลอง

- |                                |   |         |
|--------------------------------|---|---------|
| 1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย | 1 | ชุด     |
| 2. แท่งแม่เหล็ก                | 2 | แท่ง    |
| 3. แอมมิเตอร์                  | 1 | เครื่อง |

### วิธีการทดลอง

1. วางแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายให้ขั้วต่างกันอยู่ตรงข้ามกันและหันหน้าเข้าหากัน
2. ต่อสายไฟจากแอมมิเตอร์เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย สังเกตการเบนของเข็มของแอมมิเตอร์
3. หมุนขดลวดช้าๆแล้วเพิ่มความเร็วสังเกตและเปรียบเทียบการเบนของเข็มแอมมิเตอร์



การทดลองไดนาโม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| การทดลอง                          | การเปลี่ยนแปลงของเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ขณะหลอดอยู่กับที่                 |                                                       |
| ขณะหลอดหมุน                       |                                                       |
| ขณะหลอดหมุนช้า<br>หมุนเร็ว        |                                                       |
| ขณะหลอดหมุนใน<br>ทิศทางตรงกันข้าม |                                                       |

### คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อจัดอุปกรณ์ดังรูป บริเวณใดที่จัดว่าเป็นสนามแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทราบได้อย่างไร ตรงตามที่เราคาดคะเนหรือไม่

.....

.....

2. ในขณะที่หลอดไม่หมุนจะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนหลอดหรือไม่ เพราะเหตุใด ตรงตามที่เราคาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

3. ในขณะที่หลอดหมุน จะมีการเปลี่ยนแปลงต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด ตรงตามที่เราคาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

4. เมื่อนักเรียนหมุนหลอดช้าๆ กับหมุนเร็วๆ จะทำให้เกิดต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด ตรงตามที่เราคาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

5. ถ้าหลอดหมุนในทิศทางตรงกันข้าม ผลจะเป็นอย่างไร ตรงตามที่เราคาดคะเนไว้หรือไม่

.....

## 6. จงสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

## 7. การหมุนเร็วขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น เป็นเพราะเหตุใด

.....

.....

## 8. นอกจากการหมุนขดลวดให้เร็วขึ้นแล้ว ยังมีวิธีอื่นอีกหรือไม่ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น

.....

.....

## 9. นักเรียนจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไรว่า กระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น

.....

.....

## 10. นักเรียนคิดว่า เมื่อหมุนขดลวดในทิศทางตรงกันข้ามกับตอนแรก จะทำให้เกิดผลต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

## 11. เมื่อเอาแท่งแม่เหล็กออกจากแผ่นเหล็กขดขั้วแล้วหมุนขดลวด จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

## 12. สำหรับไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนทั้งหมด ใช้พลังงานรูปใดมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

## ใบงานที่ 2 เรื่อง จำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้
2. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้ได้ถูกต้อง
3. อธิบายได้ว่าจำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

### อุปกรณ์การทดลอง

1. ขดลวดพันรอบแกนพลาสติก 2 ชุด
2. แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง
3. แอมมิเตอร์ 1 เครื่อง

### วิธีการทดลอง

- ใช้ขดลวดที่มีขนาดของเส้นลวดเท่ากันพันรอบแกนพลาสติก 2 ชุด ซึ่งมีจำนวนรอบพันต่างกันหลายๆ มาทดลองกับแท่งแม่เหล็กแท่งเดียวกัน โดยเคลื่อนแท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดด้วยอัตราเร็วเท่ากัน สังเกตและบันทึกผล

### คำถามก่อนการทดลอง

1. สมมติฐานของการทดลองนี้ คือ.....
2. จากข้อ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้
  - 2.1 ตัวแปรต้น คือ.....
  - 2.2 ตัวแปรตาม คือ.....
  - 2.3 ตัวแปรควบคุม คือ.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| จำนวนรอบของขดลวด | การเบนของเข็มของแอมมิเตอร์ |
|------------------|----------------------------|
| จำนวนรอบมาก      |                            |
| จำนวนรอบน้อย     |                            |

### คำถามหลังการทดลอง

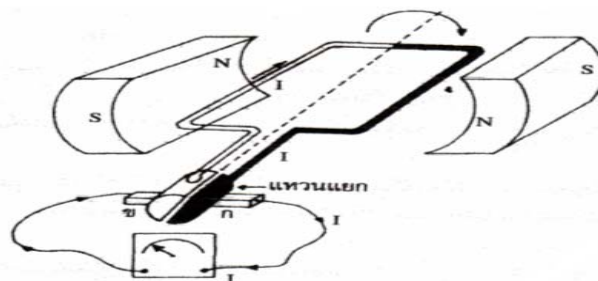
1. ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่.....
2. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร.....

## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ไดนาโม

### หลักการและปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของไดนาโม

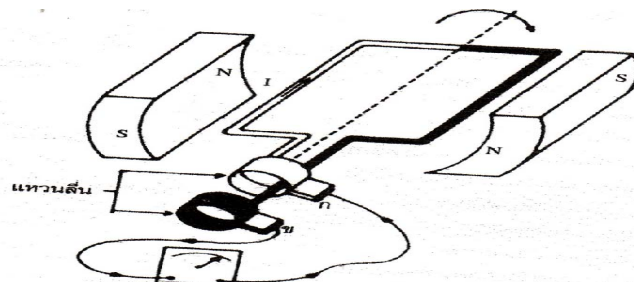
1. ไดนาโมเป็นเครื่องกลที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. เมื่อเคลื่อนขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็กหรือเคลื่อนแม่เหล็กตัดกับสนามขดลวด จะทำให้สนามแม่เหล็กเกิดการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น
3. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้
  - 3.1 จำนวนรอบของขดลวด
  - 3.2 กำลังขั้วของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้า
  - 3.3 ความเร็วของการเคลื่อนที่ของขดลวดหรือแท่งแม่เหล็ก
  - 3.4 พื้นที่ของขดลวด ถ้ามีพื้นที่มากก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าได้มาก
4. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากไดนาโมเรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
5. ไดนาโมมี 2 ชนิด คือ

5.1 ไดนาโมกระแสตรง มีวงแหวนเดียวโดยแบ่งเป็น 2 ชีกไม่ติดกัน แต่ละชีกต่อกับปลายขดลวดคนละข้าง เรียกวงแหวนนี้ว่า คอมมิวเตเตอร์ ผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (direct current หรือ DC) กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากประจุไหลไปทิศทางเดียวกันตลอดในวงจร เช่น วงจรแบตเตอรี่



### รูปแสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

5.2 ไดนาโมกระแสสลับ มีวงแหวน 2 วงสัมผัสอยู่กับแปรงที่ต่อยังวงจรภายนอก ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current) หรือ AC กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากประจุไฟฟ้า มีทิศทางไหลไปมาและกลับภายในวงจร เช่น วงจรไฟฟ้าในบ้าน



### รูปแสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

6. พลังงานที่นำมาใช้ในการหมุนขดลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีหลายประเภท เช่น พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง เช่น น้ำมัน ถ่านหิน เป็นต้น พลังงานน้ำได้จากเขื่อนกั้นน้ำ กลจักรไอน้ำ เป็นต้น

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า

เวลา 2 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียนมีความรู้ สามารถทดลองและสรุปเกี่ยวกับการวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับวงจรได้
2. ต่อเครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรได้
3. อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้
4. อธิบายหลักการทดลองจนใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ได้
5. บอกหน่วยของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

1. การวัดค่ากระแสไฟฟ้าต้องต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับวงจรแบบอนุกรม
2. เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า เรียกว่า แอมมิเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
3. เครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

4. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ต่างชนิดกันมีความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่เท่ากัน ถ้าสิ่งใดมีความต่างศักย์มากยิ่งมีอันตรายนมาก

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. ความหมายของความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
2. วิธีการเครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
3. การต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนาน

4. หลักการใช้โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์
5. หน่วยของความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

### ชั่วโมงที่ 1

#### จุดประสงค์นำทาง

1. ต่อเครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรได้
2. อธิบายหลักการทดลองจนใช้โวลต์มิเตอร์ได้
3. บอกหน่วยของความต่างศักย์ไฟฟ้าได้

### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

#### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้าวัดได้อย่างไร

#### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมค้น

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยให้ให้นักเรียนร่วมกัน

ศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง  
ตอบคำถามท้ายการทดลอง

#### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทดลอง อภิปรายผลและลง

ข้อสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

#### 5.4 ขั้นขยายความรู้

- ให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบ

ขนาน แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

#### 5.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่องการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

### ชั่วโมงที่ 2

#### 1. จุดประสงค์นำทาง

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับวงจรได้
2. อธิบายการต่อวงจรแบบอนุกรมและแบบขนานได้
3. อธิบายหลักการทดลองจนใช้แอมมิเตอร์ได้
4. บอกหน่วยของกระแสไฟฟ้าได้

#### 2. กิจกรรมการเรียนรู้

### 2.1 ขั้นรู้ความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมากหรือน้อยนั้นวัดได้อย่างไร

### 2.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ครูแจกใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า โดยให้ให้นักเรียนร่วมกันศึกษา กิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 2.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนและครูช่วยกันสรุป เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า

### 2.4 ขั้นขยายความรู้

1. ให้นักเรียนทุกคนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้าและเขียนแผนผังมโนทัศน์
2. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาข้อสรุป

### 2.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า
3. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)
2. ใบความรู้ 1 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า
4. ใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า
3. ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า
4. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลมั่น)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

**คำชี้แจง:** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้
3. เปรียบเทียบความต่างศักย์ไฟฟ้าของขั้วบวกและขั้วลบของถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และถ่านไฟฉาย 2 ก้อนที่นำมาต่อกันได้

### วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด     |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด     |
| 3. โวลต์มิเตอร์                    | 1 | เครื่อง |

### วิธีการทดลอง

1. ใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ต่อเข้ากับโวลต์มิเตอร์
2. อ่านค่าความต่างศักย์ บันทึกผล
3. เพิ่มถ่านไฟฉายอีก 1 ก้อน แล้วอ่านค่าความต่างศักย์ บันทึกผล

### คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร.....
2. ถ้านักเรียนใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายที่ใช้ในการทดลอง สำหรับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน นักเรียนคิดว่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ เป็นเท่าใด.....
3. เมื่อใส่ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน นักเรียนคิดว่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็นเท่าใด.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน) | ค่าความต่างศักย์ (โวลต์) |
|-----------------------|--------------------------|
| 1                     |                          |
| 2                     |                          |

### คำถามหลังการทดลอง

4. นักเรียนสรุปผลการทดลองอย่างไร.....

.....

5. เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์ วัดความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายในการทดลอง สำหรับถ่านไฟฉายก่อนจะได้ความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็นเท่าใด ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

.....

6. จากการทดลอง เมื่อใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน นักเรียนวัดความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็นเท่าใด ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

4. ถ่านไฟฉายที่มีขนาดต่างกันจะมีความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเท่ากันหรือไม่

.....

5. ความต่างศักย์ของแบตเตอรี่รถยนต์และจักรยานยนต์เท่ากันหรือต่างกัน อย่างไร

.....

.....

## ใบงานที่ 2 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้า

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

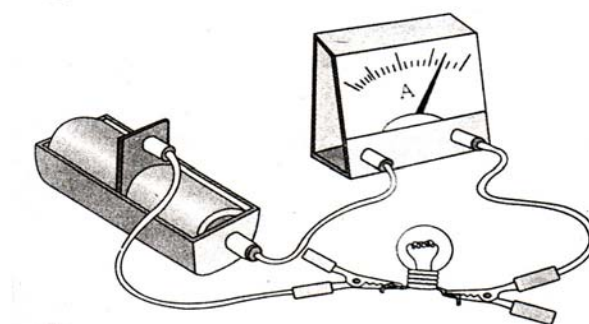
1. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับปริมาณกระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และ 2 ก้อน
3. เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟที่ได้จากการต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และ 2 ก้อน

### วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด     |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด     |
| 3. แอมมิเตอร์                      | 1 | เครื่อง |
| 4. หลอดไฟ                          | 1 | หลอด    |

### วิธีการทดลอง

1. ต่อหลอดไฟและถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เข้ากับแอมมิเตอร์ ดังรูป สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
1. เพิ่มถ่านไฟฉายอีก 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน สังเกตความสว่างของแอมมิเตอร์และหลอดไฟ และเข็มของเครื่องแอมมิเตอร์ บันทึกผล



การทดลองการวัดกระแสไฟฟ้า

### คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร.....
2. เมื่อต่อหลอดไฟและถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เข้ากับแอมมิเตอร์เรียงตามลำดับ นักเรียน คิดว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับเข็มของแอมมิเตอร์และหลอดไฟ.....

3. เมื่อเปลี่ยนถ่านไฟฉายจาก 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงของเข็มแอมมิเตอร์ และหลอดไฟจะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร

.....

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| จำนวนถ่านไฟฉาย (ก้อน) | ผลการเปลี่ยนแปลง |        |
|-----------------------|------------------|--------|
|                       | แอมมิเตอร์       | หลอดไฟ |
| 1                     |                  |        |
| 2                     |                  |        |

#### คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อต่อหลอดไฟโดยใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เข้ากับแอมมิเตอร์ ผลการเปลี่ยนแปลงของเข็มแอมมิเตอร์ และหลอดไฟเป็นอย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

2. เมื่อเปลี่ยนถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เป็น 2 ก้อน จะทำให้เกิดผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อเข็มแอมมิเตอร์ และหลอดไฟเหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่

.....

.....

3. การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

.....

.....

4. ถ้าสลับที่ระหว่างแอมมิเตอร์กับหลอดไฟในวงจร นักเรียนคิดว่า ผลการเปลี่ยนแปลงของเข็มของแอมมิเตอร์จะเหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

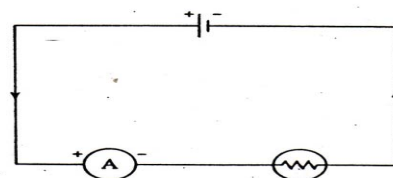
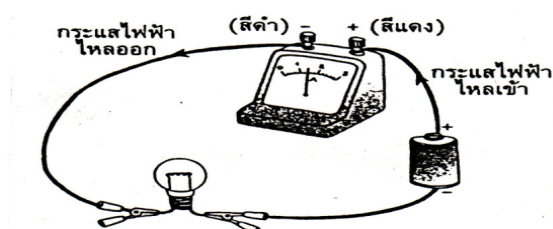
## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การวัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

การวัดกระแสไฟฟ้า คือ การวัดปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ต่างๆ กำหนดในเวลา 1 วินาที เครื่องมือที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้า คือ แอมมิเตอร์ (Ammeter) นิยมเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  หน่วยของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ คือ แอมแปร์ (Ampere) ซึ่งเขียนแทนด้วย A



### ภาพแสดง แอมมิเตอร์

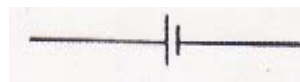
เราสามารถวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรได้โดยต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจรแบบอนุกรม คือ ต่อเรียงลำดับกับอุปกรณ์อื่นๆ ในวงจรไฟฟ้า ดังรูป



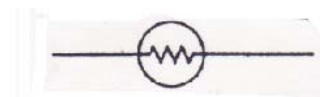
### ภาพแสดง การต่อแอมมิเตอร์

หมายเหตุ สัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า

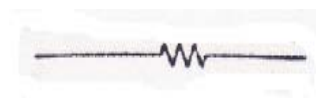
1. เซลล์ไฟฟ้า                      แสดงด้วยสัญลักษณ์



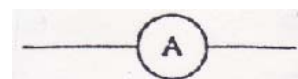
2. หลอดไฟ                        แสดงด้วยสัญลักษณ์



3. ตัวต้านทาน                    แสดงด้วยสัญลักษณ์

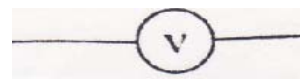


4. แอมมิเตอร์                    แสดงด้วยสัญลักษณ์



5. โวลต์มิเตอร์

แสดงด้วยสัญลักษณ์



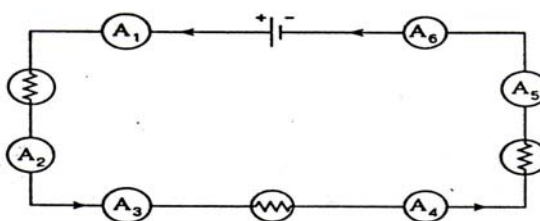
6. สวิตช์

แสดงด้วยสัญลักษณ์

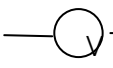


การต่อแอมมิเตอร์ที่ถูกต้อง นอกจากจะต้องต่ออนุกรมกับวงจรแล้ว เราจะต้องต่อด้านบวก (ปุ่มสีแดง) ของแอมมิเตอร์เข้ากับขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้า และต่อด้านลบ (ปุ่มสีดำ) ของแอมมิเตอร์เข้ากับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า จึงจะทำให้ผลการวัดเป็นไปอย่างถูกต้อง และถ้าเราต่อกลับด้านแล้ว เข็มของแอมมิเตอร์จะเบนไปทางด้านที่ต่ำกว่าศูนย์ ซึ่งเราไม่สามารถอ่านค่าได้

สำหรับวงจรที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายตัว แต่ยังเป็นวงจรแบบลูปเดียว ดังภาพ เราสามารถวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจร หรือไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวได้โดยต่อแอมมิเตอร์แทรกเข้าไปตรงตำแหน่งใดของวงจรก็ได้ ( $A_1 - A_6$ ) แต่ต้องเป็นการต่อแบบอนุกรม เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรแบบนี้จะเป็นกระแสไฟฟ้าค่าเดียวกันทั้งวงจร



ภาพ การต่อแอมมิเตอร์ในวงจรลูปเดียว

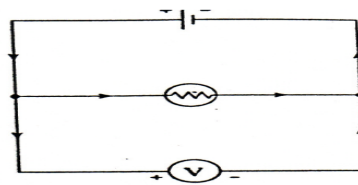
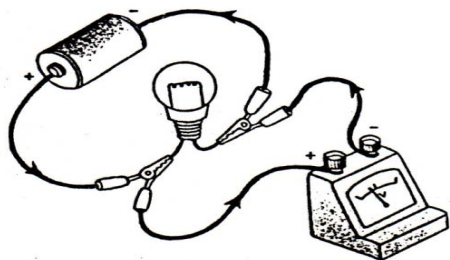
การวัดความต่างศักย์ สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) นิยมเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  โดยนำโวลต์มิเตอร์มาต่อคร่อม 2 จุดใดๆ หรือคร่อมอุปกรณ์ที่เราต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งความต่างศักย์จะมีหน่วยเป็น โวลต์ เขียนแทนด้วยอักษร V



ภาพ โวลต์มิเตอร์

การต่อโวลต์มิเตอร์จะต้องต่อแบบขนานเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อเป็นการวัดค่าความต่างศักย์ที่

ต่อคร่อมอุปกรณ์ตัวนั้นๆ และเช่นเดียวกับแอมมิเตอร์ คือ กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่โวลต์มิเตอร์ทางด้านบวก และออกจากโวลต์มิเตอร์ทางด้านลบ ดังนั้นเราจึงต่อทางด้านบวกของโวลต์มิเตอร์ (ปุ่มสีแดง) เข้ากับขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้า และต่อด้านลบของโวลต์มิเตอร์ (ปุ่มสีดำ) เข้ากับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า



### ภาพ การต่อโวลต์มิเตอร์

ค่าความต่างศักย์ที่วัดได้จะบอกให้เราทราบถึงแรงดันไฟฟ้าหรือพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ประจุไฟฟ้าขนาด 1 หน่วย จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ความต่างศักย์ของถ่านไฟฉายแต่ละก้อนมีค่าประมาณ 1.5 โวลต์ ของแบตเตอรี่รถยนต์ส่วนใหญ่มี ค่าประมาณ 12 โวลต์ และความต่างศักย์ของไฟฟ้าในบ้านมีค่าประมาณ 220 โวลต์ ค่าความต่างศักย์ที่มากแสดงให้เห็นว่ามีพลังงานไฟฟ้ามากเช่นกัน ดังนั้นเราจึงพอทราบอย่างคร่าวๆ ว่า อุปกรณ์หรือเซลล์ไฟฟ้าแต่ละตัวมีอันตรายมากน้อยเพียงใดถ้าหากใช้อย่างไม่ระมัดระวัง

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลม้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เรื่อง ความต้านทาน

เวลา 2 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล การอธิบาย การทดลอง ความต้านทานไฟฟ้าและการคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องได้

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. เปรียบเทียบการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำกับการไหลของน้ำจากที่สูงผ่านท่อที่มีขนาดต่างกันได้

2. บอกสมบัติของลวดตัวนำได้

3. อธิบายหลักการไหลของกระแสไฟฟ้าตัวนำได้

4. คำนวณหาค่าความต้านทานได้

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง สมบัติของตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้

ตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยจำมีความต้านทานมาก ส่วนตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากจะมีความต้านทานได้น้อย

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. ความหมายของตัวนำไฟฟ้า
2. สมบัติของลวดตัวนำ
3. หลักการไหลของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำ
4. ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานของลวดตัวนำ

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า ลวดตัวนำต่างชนิดกันมีความต้านทานเท่ากันหรือไม่

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทดลอง อภิปรายผลและลงข้อสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ตามประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 การไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ

2.2 สมบัติของลวดตัวนำ

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

- นักเรียนจะนำความรู้เรื่องสมบัติของลวดตัวนำไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ลงในกระดาษที่ครูแจกให้ พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน

### 5.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ

2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณความต้านทาน

3. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)
2. ใบความรู้ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ
4. ใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณความต้านทาน

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ
2. ตรวจแผนผังมโนทัศน์
3. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณความต้านทาน

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้าของลวด

**คำชี้แจง :**ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับสมบัติของลวดตัวนำได้ถูกต้อง
3. อธิบายสมบัติของลวดตัวนำได้
4. ระบุปัจจัยที่ทำให้ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำไฟฟ้าของลวดตัวนำมีค่ามากหรือน้อยได้
5. นำความรู้เรื่องสมบัติของลวดตัวนำไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้

### วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด     |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด     |
| 3. แอมมิเตอร์                      | 1 | เครื่อง |
| 4. ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 30 ซม.   | 1 | เส้น    |
| 5. ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 60 ซม.   | 1 | เส้น    |
| 6. ลวดเหล็ก เบอร์ 26 ยาว 30 ซม.    | 1 | เส้น    |
| 7. ลวดเหล็ก เบอร์ 30 ยาว 60 ซม.    | 1 | เส้น    |

### วิธีการทดลอง

1. ต่อกกล่องใส่ถ่านไฟฉาย พร้อมถ่านไฟฉายเข้ากับแอมมิเตอร์ ดังรูป
2. นำลวดนิโครมเบอร์ 26 ยาว 30 ซม. ต่อเข้ากับวงจร อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ บันทึกผล
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกับ ข้อ 2 แต่เปลี่ยนลวดตัวนำเป็นลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 60 ซม. ลวดเหล็ก เบอร์ 26 ยาว 30 ซม. และลวดเหล็ก เบอร์ 30 ยาว 60 ซม. ตามลำดับ บันทึกผล



รูปการทดลอง เรื่องความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ

### คำถามก่อนการทดลอง

1. วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คืออะไร.....
2. ให้นักเรียนคาดคะเนผลการทดลองต่อไปนี้
  - 2.1 ลวดนิโครมและลวดเหล็ก ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดและความยาวเท่ากันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่อย่างไร.....
  - 2.2 ลวดนิโครมซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ยาวต่างกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยต่างกันหรือไม่.....
  - 2.3 ลวดเหล็ก ซึ่งมีความเท่ากันแต่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ต่างกันหรือไม่ อย่างไร.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| ลักษณะของลวดตัวต้านทาน        | ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) |
|-------------------------------|-------------------------|
| ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 30 ซม. |                         |
| ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 60 ซม. |                         |
| ลวดเหล็ก เบอร์ 26 ยาว 30 ซม.  |                         |
| ลวดเหล็ก เบอร์ 30 ยาว 60 ซม.  |                         |

### คำถามหลังการทดลอง

1. ลวดตัวนำต่างชนิดกันซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันและความยาวเท่ากัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่  
.....
2. ลวดนิโครม เบอร์ 26 ที่มีความยาว 30 ซม. และ 60 ซม. เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ที่เท่ากัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำทั้งสองเท่ากันหรือไม่ อย่างไร  
.....
3. ลวดเหล็กที่มีความยาว 30 ซม. เบอร์ 26 และ เบอร์ 30 เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ที่เท่ากัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำทั้งสองเท่ากันหรือไม่ อย่างไร  
.....
4. ลวดนิโครม เบอร์ 26 ที่มีความยาว 30 ซม. และลวดเหล็ก เบอร์ 26 ที่มีความยาว 30 ซม. เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ที่เท่ากัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำทั้งสองเท่ากัน หรือไม่ อย่างไร.....
5. ลวดตัวที่มีความต้านทานไฟฟ้ามากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านมากหรือน้อย .....

6. ลวดตัวที่มีความต้านทานไฟฟ้ามากจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านมากหรือน้อย

.....

7. ตัวนำไฟฟ้าที่ดีควรมีความต้านทานไฟฟ้ามากหรือน้อย อย่างไร

.....

8. ความต้านทานของลวดตัวนำขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

.....

9. สายไฟที่ใช้อยู่ทั่วไปในบ้านเรือนทำด้วยโลหะอะไร เพราะเหตุใดจึงไม่ใช่โลหะเงิน

.....

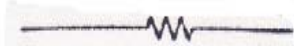
10. สายไฟฟ้าแรงสูงทำด้วยโลหะชนิดใด เพราะเหตุใดจึงไม่ใช่ทองแดง

.....

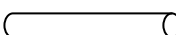
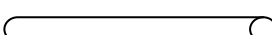
## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความต้านทานไฟฟ้า

**ความต้านทาน** หมายถึง สมบัติของลวดตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาก

หรือน้อยต่างกัน ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านไปได้มากแสดงว่า ตัวนำไฟฟ้ามีความต้านทานไฟฟ้าน้อย ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อยแสดงว่าตัวนำไฟฟ้ามีความต้านทานไฟฟ้ามากเปรียบได้กับท่อน้ำขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ กระแสไฟฟ้า หน่วยของความต้านทาน คือ โอห์ม ( $\Omega$ ) และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า คือ

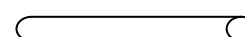
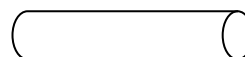


### ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทาน

1. ลวดตัวนำชนิดเดียวกันขนาดใหญ่เท่ากัน  ความต้านไฟฟ้าน้อย  
เส้นที่ยาวกว่าจะมีความต้านทานมากกว่าและ  ความต้านทานไฟฟ้ามาก  
ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อยกว่าลวดเส้นที่สั้น

2. ลวดตัวนำชนิดเดียวกันยาวเท่ากัน เส้นที่มี  
ขนาดเล็กกว่าหรือมีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าจะมีความ  
ต้านทานมากกว่าและจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน  
ได้น้อยกว่าลวดเส้นที่มีขนาดใหญ่

ความต้านทานไฟฟ้ามาก



ความต้านทานไฟฟ้าน้อย

3. อุณหภูมิกับความต้านทานไฟฟ้า

3.1 ตัวนำที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำจะเพิ่มขึ้น เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเงินและทองแดงจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เป็นต้น

3.2 ตัวนำที่เป็นโลหะผสม เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานไฟฟ้าของโลหะผสมจะเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มน้อยกว่าโลหะผสม

3.3 ตัวนำไฟฟ้าที่เป็นสารกึ่งตัวนำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำจะลดลง เช่น คาร์บอนและซิลิคอนเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทานไฟฟ้าจะลดลง เป็นต้น

การคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

สูตร

$$R = \frac{V}{I}$$

เมื่อ

R

คือ ความต้านทาน มีหน่วย โอห์ม

V

คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วย แอมแปร์

I

คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วย โวลต์

## ใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณความต้านทาน

**คำชี้แจง :** จงตอบคำถามต่อไปนี้ พร้อมแสดงวิธีทำ

1. ไฟท้ายรถยนต์เชื่อมต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ถ้ากระแสไฟฟ้ามีค่า 0.50 แอมแปร์

ความต้านทานของไฟท้ายรถยนต์มีค่าเท่าไร

.....

.....

.....

2. ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่มีความต้านทาน 10 โอห์ม มีขนาด 12 แอมแปร์ จงหาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

2.เมื่อต่อหลอดไฟฟ้าที่มีความต้านทาน 10 โอห์ม ด้วยแบตเตอรี่ 1.5 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรเท่าใด

.....

.....

.....

4. หลอดไฟมีความต่างศักย์ระหว่างขั้ว 50 โวลต์ ถ้าหลอดมีกระแสไฟฟ้า 100 แอมแปร์ จะมีความต้านทานไฟฟ้ากี่โอห์ม

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การต่อหลอดไฟ

รหัส ว33101

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมน์

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เวลา 1 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย หลักการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้าน และออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าในบ้านได้อย่างถูกต้องปลอดภัยและประหยัด

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียนมีความรู้ ต่อวงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างง่ายได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกวิธีการต่อหลอดไฟทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานได้
2. ต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม, แบบขนานและแบบผสมได้
3. บอกผลการต่อหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 แบบได้ (ผลในด้านกระแสไฟฟ้า ความต้านทานและความต่างศักย์)
4. ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างง่ายได้
5. บอกวิธีการต่อหลอดไฟฟ้าในบ้านได้

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

1. การต่อหลอดไฟฟ้ามี่ 2 แบบ คือ แบบอนุกรมและแบบขนาน
2. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อย เพราะมีความต้านทานรวมมากขึ้น
3. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก เพราะมีความต้านทานรวมน้อยลง
4. หลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านต่อแบบขนาน

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. การต่อแบบอนุกรม
2. การต่อแบบขนาน
3. บอกหน่วยของความต่างศักย์ไฟฟ้าได้

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

### 5.1 ขั้นรู้ความสนใจ

- ครูให้นักเรียนสังเกตหลอดไฟและการต่อหลอดไฟในห้องเรียนหรือบริเวณโรงเรียนว่ามีการต่ออย่างไร นักเรียนร่วมกันอภิปราย

### 5.2 ขั้นสำรวจและสำรวจค้น

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทดลอง อภิปรายผลและลงข้อสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ตามประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 การต่อหลอดแบบเรียงกันและแบบคร่อมขั้วกัน แบบใดจะมีกระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอดมากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร

2.2 นักเรียนคิดว่าความต้านทานทั้งหมดตลอดวงจร เมื่อต่อแบบเรียงกันและต่อแบบคร่อมขั้วเท่ากันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

2.3 แบบของการต่อหลอดไฟมีผลต่อความต้านทานทั้งหมดในวงจรและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าหรือไม่อย่างไร

2.4 สรุปผลการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมว่า การต่อหลอดไฟในบ้านเรือนและการต่อหลอดไฟตามงานต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างไร

2. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟแบบขนานพร้อมทั้งเขียนแผนผังมโนทัศน์และตอบคำถามในใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด

### 5.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่องการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟแบบขนาน

2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด

3. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)

2. ใบความรู้ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟแบบขนาน

3. ใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟแบบขนาน

4. ใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อหลอดไฟแบบขนาน

2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด

3. ตรวจแผนผังมโนทัศน์

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด

2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและการต่อแบบขนาน

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

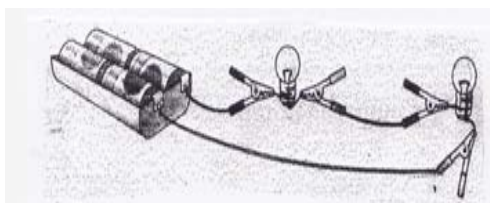
1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานได้
3. เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนานได้
4. บอกผลดีของการต่อหลอดไฟแบบขนาน

วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |      |
|------------------------------------|---|------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด  |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด  |
| 3. หลอดไฟ                          | 2 | หลอด |

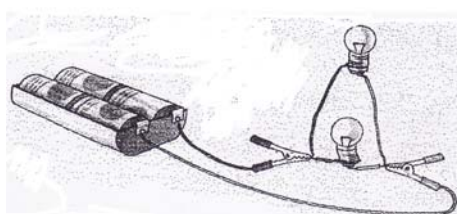
วิธีการทดลอง

1. ต่อแบตเตอรี่กับหลอดไฟ 1 หลอดให้ครบวงจร สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
2. นำหลอดไฟสองหลอดต่อเรียนกัน แล้วนำไปต่อเข้ากับแบตเตอรี่ ดังภาพ เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟกับครั้งแรก บันทึกผล



การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม

3. นำหลอดทั้งสองมาต่อเข้าด้วยกันใหม่โดยต่อขั้วทั้งสองของหลอดไฟหลอดหนึ่งक्रमขั้วทั้งสองของอีกหลอดหนึ่ง แล้วจึงนำไปต่อกับแบตเตอรี่ ดังภาพ เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟเมื่อต่อทั้งสองแบบ บันทึกผล



การต่อหลอดไฟแบบขนาน

### คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร.....  
.....
2. ถ้านักเรียนต่อแบตเตอรี่กับหลอดไฟ 1 หลอด ให้ครบวงจรแล้ว นักเรียนคิดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....
3. ถ้านักเรียนนำหลอดไฟ 2 หลอด มาต่อเรียงกัน แล้วนำต่อเข้ากับแบตเตอรี่นักเรียนคิดว่าหลอดแต่ละหลอดมีความสว่างมากหรือน้อยกว่าการต่อหลอดไฟเพียงหลอดเดียว.....
4. ถ้านักเรียนนำหลอดไฟ 2 หลอดมาต่อใหม่ โดยต่อขั้วทั้งสองของหลอดไฟหลอดหนึ่งคร่อมขั้วทั้งสองของอีกหลอดหนึ่ง นักเรียนคิดว่า ความสว่างของหลอดทั้งสองเปรียบเทียบกับความสว่างของหลอดไฟเหมือนกับความสว่างของหลอดไฟที่ต่อตามข้อ 2 หรือไม่อย่างไร.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| การต่อหลอดไฟ           | ความสว่างของหลอดไฟ |
|------------------------|--------------------|
| ต่อ 1 หลอด             |                    |
| ต่อ 2 หลอดแบบเรียงกัน  |                    |
| ต่อ 2 หลอดแบบคร่อมขั้ว |                    |

### คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลอง เมื่อต่อแบตเตอรี่กับหลอดไฟ 1 หลอด 2 หลอด แบบเรียงลำดับและ 2 หลอด แบบคร่อมขั้วกัน จะได้ผลเป็นอย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่.....  
.....
- 2 . ก า ร ท ด ล อ ง นี ส ร ู ป ผล ไ ด้ ว า อ ย่ า ง ไ ร  
.....
3. การต่อหลอดไฟแบบเรียงกันและคร่อมขั้วกัน แบบใดมีกระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอดได้มากกว่า .  
ทราบได้อย่างไร.....

4. การต่อหลอดไฟ 2 หลอดแบบเรียงกันและक्रमချိกัน มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าทั้งวงจรหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

5. เมื่อต่อหลอดไฟ 2 หลอด แบบเรียงลำดับหรืออนุกรม แล้วต่อเข้ากับสายไฟในบ้านถ้าได้หลอดไฟหลอดหนึ่งขาด นักเรียนคิดว่าหลอดไฟที่เหลือจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

6. เมื่อต่อหลอดไฟ 2 หลอด แบบเรียงลำดับหรืออนุกรม แล้วต่อเข้ากับสายไฟในบ้านถ้าได้หลอดไฟหลอดไม่ขาด นักเรียนคิดว่าจะเปิดหรือปิดหลอดไฟดวงเดียว จะทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

7. เมื่อต่อหลอดไฟ 2 หลอด แบบขนาน แล้วต่อเข้ากับสายไฟในบ้าน ถ้าหลอดไฟหลอดหนึ่งขาด นักเรียนคิดว่าหลอดไฟที่เหลือจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

8. เมื่อต่อหลอดไฟ 2 หลอด แบบขนาน แล้วต่อเข้ากับสายไฟในบ้าน ถ้าหลอดไฟหลอดไม่ขาด นักเรียนคิดว่าจะเปิดหรือปิดหลอดไฟเพียงดวงเดียวจะทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

## ใบงานที่ 2 เรื่อง ปัญหาชวนคิด

**คำชี้แจง:** จงตอบโจทย์ปัญหาต่อไปนี้พร้อมแสดงวิธีทำ

1. นำลวดที่มีความต้านทานสั้นละ 10 โอห์ม มาต่ออนุกรมกัน 2 เส้น จะได้ค่าความต้านทานรวมเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

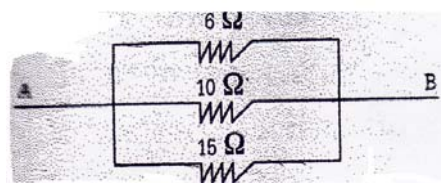
.....

.....

.....

.....

2. ความต้านทานรวมระหว่าง A กับ B คือ เท่าใด



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง กฎของโอห์ม

รหัส ว 33101

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เวลา 1 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย เกี่ยวกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง ประหยัดและคุ้มค่า

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าและคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้องได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

- อธิบายเกี่ยวกับกฎของโอห์มได้

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

เมื่ออุณหภูมิของตัวนำคงที่ อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ปลายทั้งสองของตัวนำต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าในตัวนำจะคงที่และเท่ากับ ความต้านทานของตัวนำนั้น เรียกว่า กฎของโอห์ม

#### 4. เนื้อหาสาระ

- กฎของโอห์ม

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนว่า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานเป็นสิ่งที่เราพุดถึงหรือเกี่ยวข้องด้วยกันตลอดเวลาจนเป็นสิ่งที่ปกติสำหรับนักเรียน

2. ครูถามนักเรียนว่า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมค้น

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

##### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนที่ได้จากชั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูลอภิปรายกันภายในกลุ่ม
2. ตัวแทนกลุ่มต่างๆนำเสนอข้อมูลของกลุ่มต่อสมาชิกในห้องเรียน
3. นักเรียนช่วยกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปแล้วบันทึกผลไว้บนกระดานดำ

#### 5.4 ขั้นขยายความรู้

- นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นเช่นไร ถ้าต่อวงจรเหมือนดังในในชั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำการทดลองเช่นเดิมเพียงแต่เปลี่ยนความต้านทาน แต่ค่าแรงเคลื่อนที่มีค่าคงที่

#### 5.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม
2. ตรวจคำถามเพิ่มเติม

### 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)
2. ใบความรู้ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม

### 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม
2. ตรวจใบงาน คำถามเพิ่มเติม

### 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

### 9. บันทึกหลังการสอน

#### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

#### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

### 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม

**คำชี้แจง:**ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

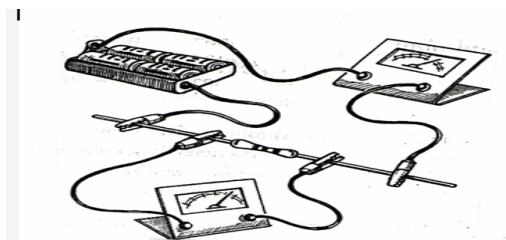
1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับกฎของโอห์มได้
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้าได้

### วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด     |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด     |
| 3. โวลต์มิเตอร์                    | 1 | เครื่อง |
| 4. แอมมิเตอร์                      | 1 | เครื่อง |
| 5. หลอดไฟ                          | 1 | หลอด    |
| 6. ตัวต้านทานค่าใดๆ                | 1 | ชุด     |

### วิธีการทดลอง

1. นักเรียนต่อวงจรดังภาพ



2. วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า  $V$  คร่อมความต้านทาน  $R$  และวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทาน พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

3. ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ปรับค่าแรงเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า  $E$  ให้มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อีก 3-4 ค่าและทุกครั้งทีค่า  $E$  ต่างๆ จะต้องอ่านค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่คร่อมตัวต้านทาน พร้อมทั้งบันทึกผล (ใบงานที่ 1)

1. เขียนกราฟแสดงความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า
2. หาความชันของกราฟหรืออัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า
3. อ่านค่าความต้านทานจากตัวต้านทาน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับความชันของกราฟ

### คำถามก่อนการทดลอง

1. วัตถุประสงค์ของกิจกรรมนี้ คือ อะไร.....
2. เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร.....
3. เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| จำนวน<br>ถ่านไฟฉาย<br>(ก้อน) | ค่าที่อ่านได้จาก<br>แอมมิเตอร์ (แอมแปร์) | ค่าที่อ่านได้จาก<br>โวลต์มิเตอร์<br>(โวลต์) | อัตราส่วนระหว่างค่าที่<br>อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์<br>กับค่าที่อ่านได้จากแอม<br>มิเตอร์ |
|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                            |                                          |                                             |                                                                                       |
| 2                            |                                          |                                             |                                                                                       |
| 3                            |                                          |                                             |                                                                                       |
| 4                            |                                          |                                             |                                                                                       |

### คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่.....
2. เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่.....
3. เมื่อเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย อัตราส่วนระหว่างค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์กับค่าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร.....
4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร.....

## ใบความรู้ที่ 1 เรื่องกฎของโอห์ม

### กฎของโอห์ม

เมื่ออุณหภูมิคงที่ อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าของตัวนำอันหนึ่งย่อมคงที่เสมอ ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า

$$\frac{V}{I} = R$$

หรือ

$$V = IR$$

|       |   |                                        |
|-------|---|----------------------------------------|
| เมื่อ | V | แทนความต่างศักย์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ |
|       | I | แทนกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์       |
|       | R | แทนความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม        |

### คำถามเพิ่มเติม

#### คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้พร้อมแสดงวิธีทำ

1. หลอดไฟมีความต่างศักย์ระหว่างขั้ว 50 โวลต์ ถ้าหลอดมีความต้านทาน 100 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกี่แอมแปร์

.....

.....

.....

.....

.....

2. หลอดต้านทานเส้นหนึ่ง เมื่อนำมาต่อกับเซลล์ไฟฟ้า มีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดความต้านทานนั้น 0.4 แอมแปร์ และมีความต่างศักย์ที่ปลายทั้งสองของหลอดความต้านทาน 2.0 โวลต์ ความต้านทานนี้เท่ากับเท่าใด

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว 33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เรื่อง วงจรไฟฟ้าในบ้าน

เวลา 2 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การสืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายหลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านและการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าในบ้านได้อย่างถูกต้องปลอดภัยและประหยัด

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างความหมายของวงจรปิดและวงจรเปิดได้
3. นำความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

วงจรไฟฟ้า คือ เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน สายไฟ สะพานไฟ สวิตช์และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตามลำดับ แล้วจึงไหลกลับทางสายกลาง

วงจรปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร

วงจรเปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. ความหมายของวงจรไฟฟ้า วงจรปิด และวงจรเปิด
2. อุปกรณ์เป็นส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า วงจรปิดและวงจรเปิดแตกต่างกันอย่างไร

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรปิดและวงจรเปิด โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษากิจกรรมภายในกลุ่มและให้นักเรียนดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทดลอง อภิปรายผลและลงข้อสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ครูสนทนากับนักเรียนว่า บางครั้งจะมีกระแสไฟฟ้าในวงจรมาก เช่น ในกรณีที่เกิดการลัดวงจร การที่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรมาก ทำให้เกิดความร้อน อาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้ นักเรียนมีวิธีการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์อย่างไรจึงจะทำให้เกิดความปลอดภัยและเหมาะสมกับการใช้งาน (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)

2. ให้นักเรียนศึกษาวิธีออกแบบและติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกต้อง ปลอดภัยเหมาะสม รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ จากเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ (ใบงานที่ 2)

3. ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องจากข้อมูลที่นักเรียนแต่ละคนศึกษามา

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง (ต่อกลุ่ม)
2. ใบความรู้ 1 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรปิดและวงจรเปิด
4. ใบงานที่ 2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรปิดและวงจรเปิด
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

## 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

## 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

## 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลม้น)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง วงจรปิด และวงจรเปิด

**คำชี้แจง:**ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการ

ทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าได้
3. บอกความแตกต่างระหว่างความหมายของวงจรปิดและวงจรเปิดได้
4. นำความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

วัสดุ – อุปกรณ์

- |                                    |   |      |
|------------------------------------|---|------|
| 1. กล่องใส่ถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย | 1 | ชุด  |
| 2. สายไฟพร้อมแจ๊คและคลิปปากจระเข้  | 1 | ชุด  |
| 3. สะพานไฟ                         | 1 | ชุด  |
| 4. ฟิวส์                           | 1 | เส้น |
| 5. สวิตช์                          | 1 | ตัว  |
| 6. หลอดไฟ                          | 1 | หลอด |

วิธีการทดลอง

1. ต่อถ่านไฟฉายเข้ากับสะพานไฟสวิตช์และหลอดไฟเป็นวงจร โดยสะพานไฟและสวิตช์ยกโค้งไว้ดังภาพ
2. ดันคันโยกของสะพานไฟลงไปให้ต่อกับสายไฟที่โยงมาจากแบตเตอรี่ สังเกตว่าหลอดไฟสว่างหรือไม่
3. กดสวิตช์ สังเกต หลอดไฟสว่างหรือไม่
4. ยกสะพานไฟขึ้น แล้วปลดฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งออก ดันคันโยกของสะพานไฟลงไปเช่นเดิม สังเกตความสว่างของหลอดไฟ

คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร.....
2. จงคาดคะเนผลการทดลองต่อไปนี้
  - 2.1 เมื่อยังไม่ดันคันโยก จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรหรือไม่ ทราบได้อย่างไร  
.....
  - 2.2 เมื่อดันคันโยกลงแล้ว จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรหรือไม่ ทราบได้อย่างไร  
.....

2.3 เมื่อกดสวิตช์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

2.4 เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าส่วนใดหรือไม่

.....

#### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| การทดลอง                 | ความสว่างของหลอดไฟ |
|--------------------------|--------------------|
| เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟ |                    |
| เมื่อกดสวิตช์            |                    |
| เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น  |                    |

#### คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟ มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรหรือไม่ ทราบได้อย่างไร ตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่.....

.....

2. ถ้ายกสวิตช์ นักเรียนคิดว่าหลอดไฟสว่างหรือไม่.....

3. วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรเรียกว่า วงจรปิดหรือวงจรเปิด.....

.....

4. วงจรเปิด คือ .....

5. ถ้ายกสะพานไฟจะทำให้วงจรเป็นอย่างไร.....

6. ถ้ากดสวิตช์เพื่อเปิดไฟจะทำให้วงจรเป็นอย่างไร.....

.....

## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน

### วงจรไฟฟ้าไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า เป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบในวงจรไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน สายไฟ สะพานไฟ สวิตช์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าตามลำดับ แล้วจึงไหลกลับทางสายกลาง

วงจรปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร

วงจรเปิด คือ วงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

สัญลักษณ์ส่วนประกอบต่างๆในการต่อวงจรไฟฟ้า

| ส่วนประกอบ                                                                                       | สัญลักษณ์                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| เซลล์ไฟฟ้า<br> |  |
| แบตเตอรี่<br> |  |
| สายไฟ<br>     |  |
| หลอดไฟ<br>    |  |
| สวิตช์<br>    |  |

## อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า

### สายไฟฟ้า

**สายไฟฟ้า** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยใช้วัสดุที่มีสมบัติของการเป็นตัวนำไฟฟ้าทำเป็นสายไฟฟ้า และมีฉนวนไฟฟ้าที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ ซึ่งทำมาจากพีวีซีหรือยางหุ้มฉนวนเอาไว้ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรเมื่อสายไฟแตะกัน สายไฟฟ้าต่างชนิดและต่างขนาดกันยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน

สายไฟสามารถจำแนกตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สายไฟแรงสูง เป็นไฟเปลือยหรือไม่มีฉนวนหุ้มสายเกลียว ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

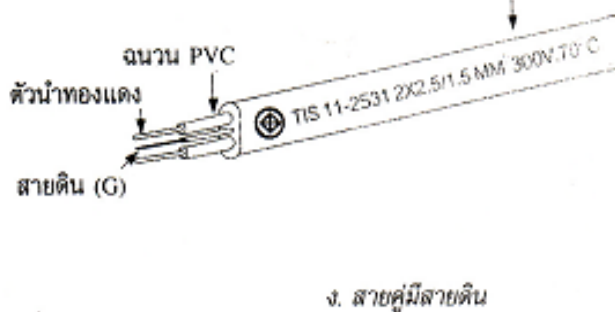
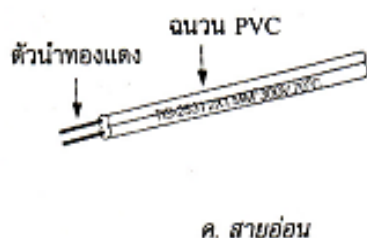
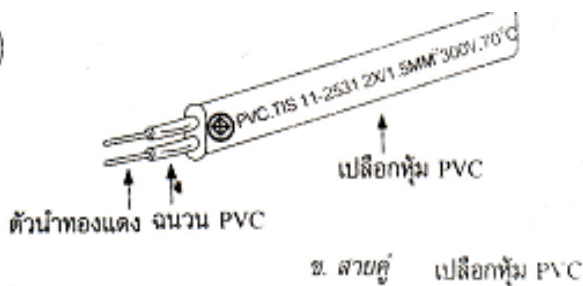
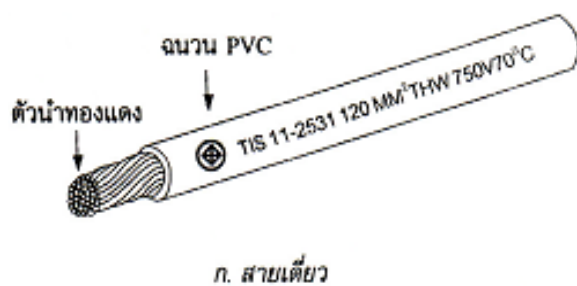
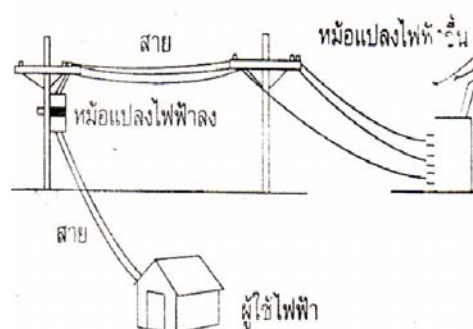
2. สายไฟบ้าน เป็นสายไฟที่มีฉนวนหุ้ม จำแนกได้เป็น 2 ชนิดตามลักษณะของสายไฟดังนี้

2.1 สายอ่อน เป็นสายไฟที่มีลวด

ทองแดงขนาดเล็กหลายเส้นรวมกัน มีฉนวนหุ้ม

2.2 สายแข็ง เป็นสายไฟฟ้าที่มีลวด

ทองแดงเส้นเดียว และมีฉนวนหุ้ม



รูปแสดงตัวอย่างสายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดต่างๆ

ฟิวส์

**ฟิวส์ (fuse)** เป็นอุปกรณ์สำคัญในวงจรไฟฟ้า ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้ามากเกินไปหรือป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร โดยฟิวส์จะร้อนและละลายขาดออกจากกันทันที เป็นการตัดวงจรไฟฟ้า

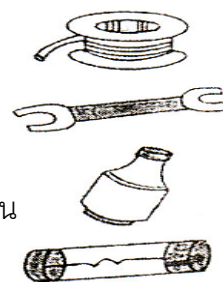
### ฟิวส์มีสมบัติดังนี้

1. ความร้อนทำให้ฟิวส์หลอมละลายได้
2. ฟิวส์ขนาดใหญ่หลอมละลายได้ช้ากว่าฟิวส์ขนาดเล็ก
3. เมื่อให้ความร้อนและใช้เวลาเท่ากัน ฟิวส์จะหลอมละลาย ขณะที่ลวดเหล็กและลวดทองแดงที่มีขนาดเท่ากับฟิวส์ไม่หลอมละลาย

4. ฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าลวดเหล็กและลวดทองแดง

ฟิวส์เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่ว ดีบุกและบิสมาท มีจุดหลอมเหลวต่ำ ฟิวส์มีหลายขนาดตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม ดังนี้

1. **ฟิวส์เส้น** นิยมใช้ตามบ้านเรือน ใช้กับสะพานไฟที่แผงไฟรวม
2. **ฟิวส์แผ่น** ปลายทั้งสองข้างมีขอก๊วย ใช้ที่แผงไฟรวมในวงจรไฟฟ้ารวมของอาคารใหญ่ๆ เช่น โรงงาน โรงเรียน เป็นต้น
3. **ฟิวส์กระเบื้อง** ลักษณะเป็นขวดกระเบื้องใช้ที่แผงไฟรวมในบ้าน
4. **ฟิวส์หลอด** เป็นเส้นโลหะเล็กๆ บรรจุอยู่ในหลอดแก้ว นิยมใช้ในวงจรไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น



ฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านมีขนาด 5, 8, 10, 16 และ 32 แอมแปร์ ควรเลือกขนาดของฟิวส์ให้เหมาะสมกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ถ้าใช้ฟิวส์ขนาด 10 แอมแปร์จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านสูงสุด 10 แอมแปร์ ถ้ากระแสไฟฟ้าเกินขนาดของฟิวส์ ฟิวส์จะหลอมละลาย

ในการเลือกใช้ฟิวส์เพื่อใช้กับวงจรไฟฟ้าในบ้านควรคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั้งหมด แล้วนำข้อมูลจากการคำนวณได้ไปใช้ในการเลือกซื้อฟิวส์ ด้วยสูตรคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า ดังนี้

$$I = \frac{P}{V}$$

เมื่อ  $I$  = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (A)

$P$  = กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า (W)

$V$  = ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)

**ตัวอย่างที่ 3** เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลังหนึ่งมีหลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 6 ดวง หม้อหุงข้าว 1,000 วัตต์ เตารีดไฟฟ้า 750 วัตต์ พัดลม 50 วัตต์ โทรทัศน์ 100 วัตต์ ควรใช้ฟิวส์ที่มีขนาดเท่าไร

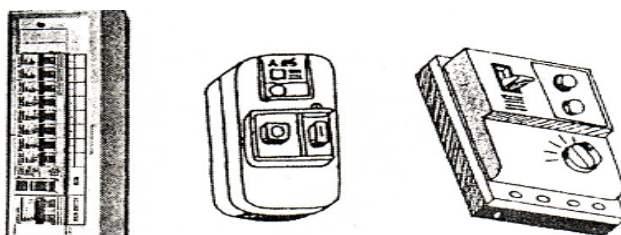
**วิธีคิด** กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด =  $(60 \times 6) + 1000 + 750 + 50 + 100 = 2260 \text{ W}$

จากสูตร 
$$I = \frac{P}{V}$$

แทนค่า 
$$I = \frac{2260}{220} = 10.27 \text{ แอมแปร์}$$

∴ บ้านหลังนี้ต้องใช้ฟิวส์ที่ทนกระแสไฟฟ้าได้น้อยที่สุด 11 แอมแปร์

**เครื่องตัดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติ** เป็นฟิวส์อัตโนมัติ ทำหน้าที่เช่นเดียวกับฟิวส์คือตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากกว่าปกติ โดยอาศัยหลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าในการตัดต่อวงจร ซึ่งต่อกับสายไฟใหญ่ที่ต่อเข้าบ้านหรือใช้ต่อในวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าปริมาณมาก เช่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

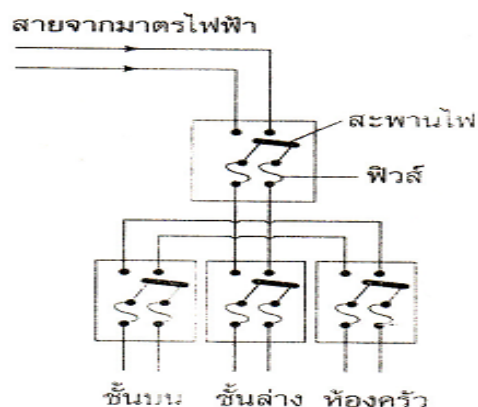


รูปแสดงเครื่องตัดวงจรอัตโนมัติชนิดต่างๆ

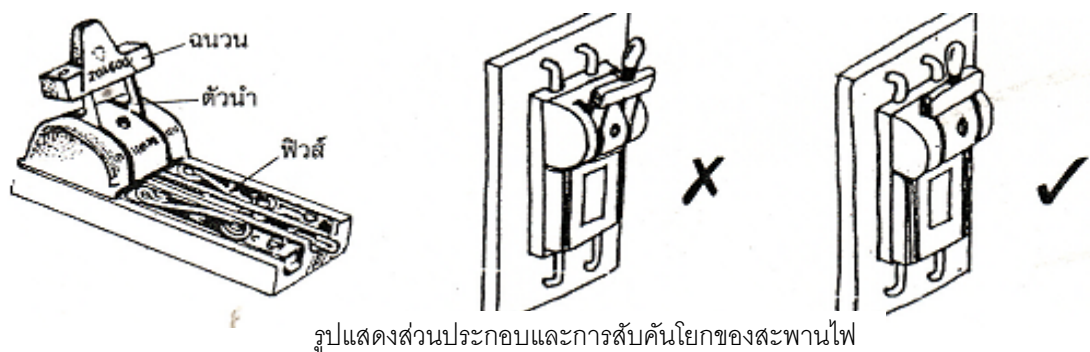
การใช้เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติสามารถปรับตั้งให้ใช้งานได้โดยง่าย เพียงดิ่งสวิตช์กลับขึ้นไป หลังปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเกินในวงจรไฟฟ้า

### สะพานไฟ

**สะพานไฟ (cut-out)** ทำหน้าที่ควบคุมวงจรไฟฟ้าทั้งหมดหรือต่อแยกเพื่อตัดต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนต่างๆ ของบ้าน และในการตัดต่อวงจรของสะพานไฟนั้น จะตัดทั้งสองเส้น โดยการใช้สะพานไฟต่อจากมาตรวัดไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้าน ที่สะพานไฟจะมีฟิวส์อยู่ด้วย 2 เส้นวิธีใช้สะพานไฟคือเมื่อต้องการตัดวงจรไฟฟ้าในบ้านให้สับคันโยกซึ่งทำจากฉนวนไฟฟ้าของสะพานไฟลง เมื่อต้องการต่อวงจรไฟฟ้าให้สับคันโยกของสะพานไฟขึ้น และต้องสับให้แน่น ถ้าไม่แน่นจะเกิดความร้อนตรงจุดสัมผัสอาจเกิดไฟไหม้ได้



รูปแสดงการใช้สะพานไฟควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ต่อแยกไปใช้ในส่วนต่างๆ ของบ้าน

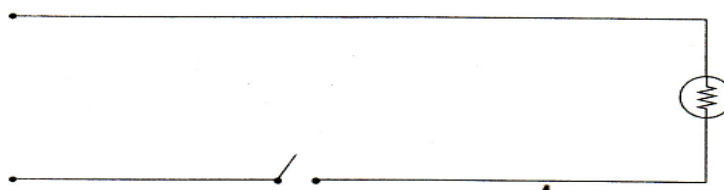


รูปแสดงส่วนประกอบและการสับคันโยกของสะพานไฟ

สะพานไฟทำให้เกิดความสะดวกและปลอดภัยในการตัดต่อวงจรไฟฟ้าไม่ให้ไฟฟ้าไหลเข้าไปในบริเวณที่ต้องการซ่อมแซมหรือติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงต้องเลือกใช้สะพานไฟที่มีขนาดเหมาะสมกับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

### สวิตช์

**สวิตช์ (switch)** เป็นอุปกรณ์ใช้ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนที่ต้องการ เช่น ควบคุมวงจรไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า การต่อสวิตช์ต้องต่อแบบอนุกรมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าและต่อเชื่อมกับสายไฟดังรูป



รูปแสดงการต่อสวิตช์แบบอนุกรมเข้ากับวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้า  
ส่วนประกอบที่สำคัญของสวิตช์ที่ใช้ในการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้ามีดังนี้

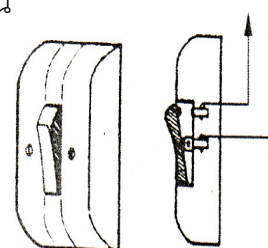
1. **คาน** เป็นส่วนที่ใช้กดปิด-เปิด ซึ่งทำด้วยฉนวนไฟฟ้า
2. **แผ่นโลหะใต้คาน** เชื่อมต่อกับปุ่มโลหะติดกับฐานสวิตช์ ช่วยทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร

3. **ขดลวดสปริง** อยู่กลางคาน ช่วยดันคานให้ค้างอยู่ในด้านที่เปิดหรือปิดไฟ

ประเภทของสวิตช์มีหลายแบบ ที่ใช้โดยทั่วไปจัดจำแนกได้

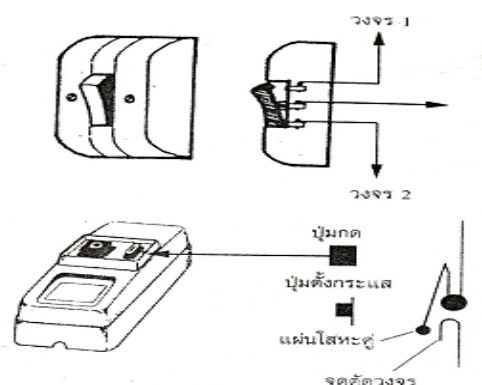
3 แบบด้วยกัน คือ

1. **สวิตช์แบบธรรมดา** ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งส่วนใดที่ใช้เปิด ปิดวงจรไฟฟ้าที่ควบคุมหลอดไฟฟ้าเพียงหลอดเดียว
2. **สวิตช์สองทาง** ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าได้ 2 ทาง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรที่ 1 จะไม่ผ่านวงจรที่ 2 ใช้เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าที่ควบคุม



คุมหลอดไฟฟ้าเพียงหลอดเดียวได้จาก 2 ตำแหน่ง  
เช่น ไฟที่บันไดบ้าน เป็นต้น

3. **สวิตช์อัตโนมัติ** สามารถตัดต่อวงจร  
ได้เองเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป โดยไม่  
ต้องใช้คนปิด-เปิด ใช้ต่อกับสายไฟใหญ่ก่อนเข้าบ้าน  
หรือใช้ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากๆ  
เช่น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น



หลักการใช้สวิตช์อย่างปลอดภัย มีข้อควรระวังดังนี้

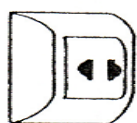
1. ไม่ควรใช้สวิตช์อันเดียวกันควบคุมวงจรไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายเครื่อง เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้า
2. ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าผ่านมาก เช่น เครื่องปรับอากาศควรใช้สวิตช์อัตโนมัติ เป็นต้น

#### เต้ารับและเต้าเสียบ

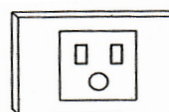
**เต้ารับและเต้าเสียบ** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อไฟฟ้าจากตัวบ้านเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

**เต้ารับ** เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้กับตัวอาคารบ้านเรือนหรือโรงงาน โดยต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า วิธีใช้คือต้องเชื่อมต่อเข้ากับเต้าเสียบให้แน่น กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ครบวงจรทำให้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่นๆ ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

เต้ารับมี 2 ชนิด คือ ชนิด 2 ตา และชนิด 3 ตา มีทั้งตากกลมและตาเหลี่ยม

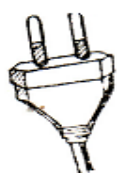


เต้ารับชนิด 2 ตา



เต้ารับชนิด 3 ตา

**เต้าเสียบ** หรือที่เรียกว่า “ปลั๊ก” เป็นอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับปลายสายไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า วิธีใช้คือต้องเสียบต่อเข้ากับเต้ารับให้แน่น เพื่อต่อกับวงจรไฟฟ้า เต้าเสียบมี 2 ชนิด คือ ชนิดขาโลหะ 2 ขา และ 3 ขา ลักษณะของขาเต้าเสียบมีทั้งกลมและแบน



เต้าเสียบแบบขากลม



เต้าเสียบชนิด 3 ขา



เต้าเสียบแบบขาแบน

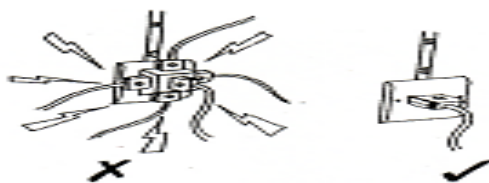
### หลักการเลือกใช้เต้ารับและเต้าเสียบ ควรพิจารณาดังนี้

1. ทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิมง่าย
2. ควรมีพื้นที่สัมผัสมากซึ่งจะช่วยให้การนำไฟฟ้าได้ดี
3. ฉนวนที่หุ้มทำจากพลาสติกที่มีคุณภาพไม่แตกหักง่าย
4. เลือกขนาดให้เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า

### ข้อควรระวังในการใช้เต้ารับและเต้าเสียบเพื่อความปลอดภัย มีดังนี้

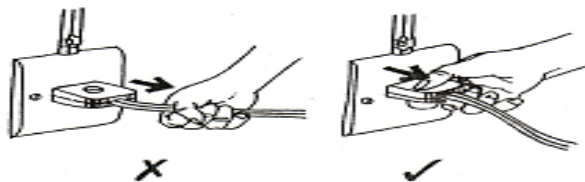
1. ไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดกับเต้ารับอันเดียวกัน
2. ขณะใช้งานต้องเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับให้แน่นสนิท ถ้ามีช่องว่างบริเวณรอยต่อจะ

เกิดความต้านทานและความร้อนสูง



รูปแสดงการเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับ

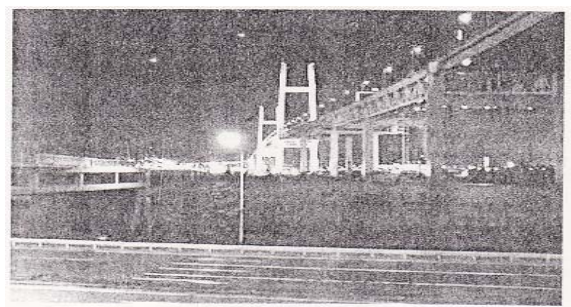
3. การดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับเมื่อเลิกใช้งาน ให้ดึงที่ตัวเต้าเสียบ ไม่ดึงที่สายไฟ จึงจะปลอดภัย



รูปแสดงการเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับ

### การต่อวงจรไฟฟ้า

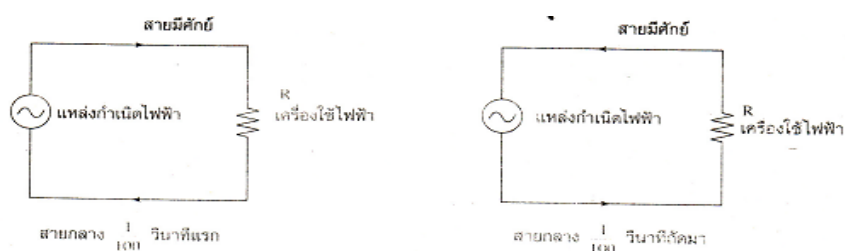
**วงจรไฟฟ้า** หมายถึงเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายไฟ สะพานไฟ สวิตช์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตามลำดับ แล้วไหลกลับทางสายกลาง วงจรไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ วงจรปิด และวงจรเปิด



วงจรปิด เป็นวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร การกดสวิตช์เพื่อเปิดไฟเป็นการทำให้เกิดวงจรปิด หลอดไฟฟ้าจึงสว่างได้

วงจรเปิด เป็นวงจรที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน การกดสวิตช์เพื่อปิดไฟเป็นการทำให้เกิดวงจรเปิด หลอดไฟฟ้าจะดับ การยกสะพานไฟและการปลดฟิวส์ออกก็เป็นการทำให้เกิดวงจรเปิดเช่นเดียวกัน ซึ่งได้ศึกษาในหัวข้อสวิตช์ ฟิวส์ และสะพานไฟมาแล้ว

ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะไหลกลับไปมาอย่างรวดเร็ว สายไฟที่ต่อเข้าบ้านมี 2 สาย คือ สายมีศักย์หรือสายมีไฟ และสายกลางที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เมื่อเทียบกับสายดิน



การไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าใน  $\frac{1}{100}$  วินาทีแรก กระแสไฟฟ้าไหลเข้าทางสายมีศักย์และจะไหลกลับทางสายกลางใน  $\frac{1}{100}$  วินาทีถัดมา กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าทางสายกลาง และไหลกลับออกทางสายมีศักย์สลับกันไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเรียกว่า ไฟฟ้ากระแสสลับ

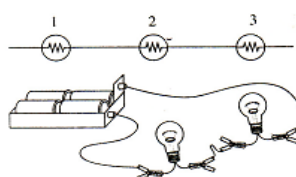
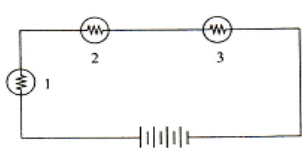
ในการต่ออุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านั้นจะแทนด้วยสัญลักษณ์ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาจากตารางต่อไปนี้

### ตารางแสดงสัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้า

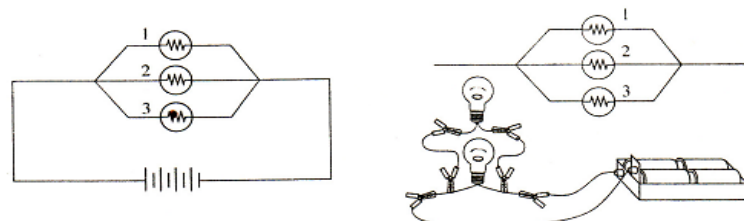
| ชื่อ             | สัญลักษณ์ | ชื่อ               | สัญลักษณ์ |
|------------------|-----------|--------------------|-----------|
| สวิตช์           |           | กระแสไฟฟ้า         | I         |
| ความต้านทาน      |           | ความต้านทานภายนอก  | R         |
| เซลล์ไฟฟ้า       |           | ความต้านทานภายใน   | r         |
| ฟิวส์            |           | ความต่างศักย์ไฟฟ้า | V         |
| หลอดไฟฟ้า        |           | กำลังไฟฟ้า         | P         |
| แอมมิเตอร์       |           | แรงเคลื่อนไฟฟ้า    | E         |
| โวลต์มิเตอร์     |           | พลังงานไฟฟ้า       | W         |
| แหล่งกำเนิดไฟฟ้า |           | เวลา               | t         |
| เบลล์สแตต        |           |                    |           |
| สตาร์ทเตอร์      |           |                    |           |

### การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย มี 2 แบบ ดังนี้

1. **แบบอนุกรม** เป็นการต่อเรียงลำดับกันไปในวงจรไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้าหลอดที่ 1 ต่อกับหลอดที่ 2 และหลอดที่ 3 เรียงลำดับกัน ถ้าหลอดใดหลอดหนึ่งได้หลอดขาด ไฟจะดับทุกหลอด เมื่อแยกขั้วไฟฟ้าออกจากกันจะเป็นเส้นตรงต่อกัน ยิ่งต่อยิ่งเพิ่มความยาวของวงจรไฟฟ้า



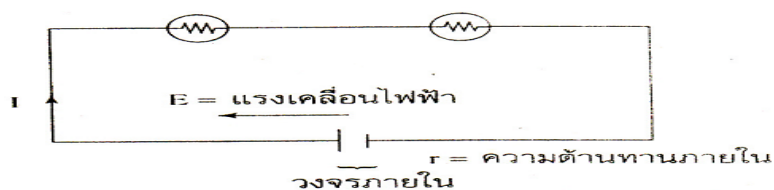
2. **แบบขนาน** เป็นการต่อแบบรวมหัวเข้าด้วยกันในวงจรไฟฟ้า เช่น ต่อหลอดไฟฟ้า 3 หลอดแบบขนาน ดังรูป เมื่อได้หลอดหนึ่งหลอดใดขาดหลอดอื่นยังใช้ได้ เมื่อแยกหัวไฟฟ้าออกจากกัน จะไม่เป็นเส้นตรงต่อกัน ยิ่งต่อยิ่งเพิ่มความกว้างของวงจรไฟฟ้า



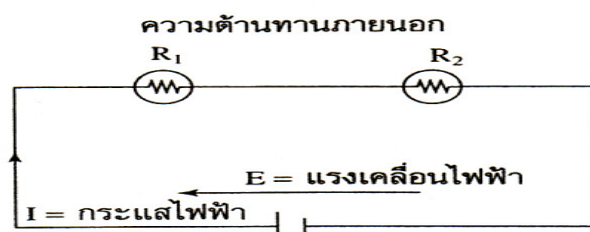
ในการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านจึงต้องเลือกต่อระหว่างส่วนที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้าให้ถูกต้อง สะดวก และปลอดภัย

**วงจรไฟฟ้า** ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

**ส่วนที่ 1 วงจรภายใน** เป็นส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ไฟฟ้า เช่น ในแบตเตอรี่ ในเซลล์ถ่านไฟฉาย ซึ่งจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ด้วย เรียกว่า “ความต้านทานภายใน” วงจรในคิดจากขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าผ่านความต้านทานภายในของเซลล์มายังขั้วบวกของเซลล์



**ส่วนที่ 2 วงจรภายนอก** เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างขั้วของเซลล์ไฟฟ้า ซึ่งจะต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาต่อในวงจรจะมีความต้านทาน เรียกว่า “ความต้านทานภายนอก” มายังขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า ดังรูป



**การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน** เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เช่น หม้อหุงข้าว เครื่องซักผ้า เตาหีต ดัชนี ควรต่อแบบขนานเพื่อที่ว่าถ้ามีอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนหนึ่งส่วนใดเสียไป อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ก็ยังคงใช้งานได้

## ใบงานที่ 2 หลักการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

ให้นักเรียนบันทึกผลการศึกษาวิธีการออกแบบและติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกต้องและปลอดภัย

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว 33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยเรียนรู้ที่ 3 ไฟฟ้า

เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

เวลา 1 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

การสืบค้นข้อมูล และอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง ประหยัดและคุ้มค่า

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

1. ให้นักเรียน อธิบายและจำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้
2. นักเรียนเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง ประหยัด และ

คุ้มค่า

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. บอกความหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
2. บอกการเปลี่ยนรูปพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้

#### 3. สารสำคัญ / แนวคิดหลัก

เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่นๆตามความต้องการได้ เช่น เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง พลังงานแสง พลังงานความร้อน และพลังงานเสียง

#### 4. เนื้อหาสาระ

- การเปลี่ยนรูปพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นรู้ความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานอะไรได้บ้าง

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- นักเรียนทำกิจกรรมใบงานที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

##### 5.3 ขั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาอธิบายผลการทำกิจกรรม หน้าชั้นเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป

#### 5.4 ขั้ขยายความรูู้

- ใ้ให้นักเรียนศึกษาไปความรูู้ที่ 1 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วตอบคำถามไปงานที่ 2

#### 5.5 ขั้ประเมินผล

1. ตรวจไปงานที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงาน
2. ตรวจไปงานที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

### 6. สื่อการเรียนการสอน

1. ตรวจไปงานที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงาน
2. ตรวจไปงานที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

### 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจไปงานที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงาน
2. ตรวจไปงานที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

### 8. แหล่งเรียนรูู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

### 9. บัณฑิตกั้หลังการสอน

#### 9.1 ปัญหาคือหรือสิ่งทีู้ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

#### 9.2 แนวทางการแก้ไ้ปัญหาคือหรือพัฒนา

.....

.....

.....

#### 9.3 ผลทีู้เกิดขึ้นกับผูู้เรียน

.....

.....

.....

#### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

#### 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน  
(นางสาวรัชฎา ศิลมั่น)

## ใบงานที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้า

**คำชี้แจง:** ให้นักเรียนร่วมมือกันศึกษาและดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลอง

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
2. บอกการเปลี่ยนรูปของพลังงานของเครื่องไฟฟ้าภายในบ้านได้

### วัสดุ – อุปกรณ์

- เครื่องใช้ไฟฟ้า 9 ชนิด

### วิธีการทดลอง

- ให้นักเรียนสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมา 10 ชนิด แล้วระบุการเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้า

### คำถามก่อนการทดลอง

1. การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์อะไร.....
2. นักเรียนคิดว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอะไรบ้าง.....
3. เมื่อใส่ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน นักเรียนคิดว่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วบวกและขั้วลบเป็นเท่าใด.....

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

| ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน | การเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้า |
|------------------------------|------------------------------|
| 1.                           |                              |
| 2.                           |                              |
| 3.                           |                              |
| 4.                           |                              |
| 5.                           |                              |
| 6.                           |                              |
| 7.                           |                              |
| 8.                           |                              |

### คำถามหลังภาคทดลอง

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักเรียนไปสำรวจ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงหรือไม่ ได้แก่  
อะไรบ้าง.....

.....

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักเรียนไปสำรวจ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน หรือไม่  
ได้แก่อะไรบ้าง.....

.....

3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักเรียนไปสำรวจ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง หรือไม่ ได้แก่  
อะไรบ้าง.....

.....

4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักเรียนไปสำรวจ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลหรือไม่ ได้แก่  
อะไรบ้าง.....

.....

5. เครื่องใช้ไฟฟ้า คืออะไร.....

.....

## ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

### เครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้า คือ เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานกล เป็นต้น

### เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง คือ หลอดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

**1. หลอดไฟธรรมดาหรือหลอดชนิดไส้** นักวิทยาศาสตร์ ทอมัส แอลวา เอดิสัน เป็นผู้ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าใช้เป็นครั้งแรก ด้วยการใช้คาร์บอนเป็นไส้หลอด และได้พัฒนาปรับปรุงมาจนถึงปัจจุบันที่ใช้วัตถุดิบอื่นทำเป็นไส้หลอด หลอดไฟธรรมดามีส่วนประกอบดังนี้

1.1 หลอดแก้ว ทนความร้อนได้ดี ไม่แตกง่าย ภายในเป็นสุญญากาศ บรรจุไนโตรเจนและแก๊สอาร์กอนเล็กน้อยช่วยป้องกันการกระเหิดและไส้หลอดระเบิด

1.2 ไส้หลอด ทำด้วยโลหะทั้งสแตน มีความต้านทานไฟฟ้าสูง จุดหลอมเหลวสูง หาง่าย ราคาถูก เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะเกิดความร้อนสูงจนเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ที่ฉลากหรือบนแผ่นป้ายจะมีข้อมูลระบุลักษณะเฉพาะของหลอดไฟ เช่น กำลังไฟฟ้า ให้สังเกตจำนวนวัตต์ (W) ที่หลอด เป็นต้น

**2. หลอดเรืองแสงหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์** เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้สูงกว่าหลอดไฟธรรมดา ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไฟธรรมดาประมาณ 5 เท่า มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไฟธรรมดา 8 เท่า และช่วยประหยัดพลังงานได้มากกว่าเมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้ที่กำลังไฟฟ้าเท่ากัน ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีดังนี้

2.1 ตัวหลอดและขั้วหลอด ตัวหลอดทำด้วยแก้วทนความร้อนภายในเป็นสุญญากาศ บรรจุไอปรอทและแก๊สอาร์กอนเล็กน้อย มีขั้ว 2 ขั้ว ที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองมีไส้หลอดที่ทำจากทั้งสแตน ผิวด้านในของหลอดฉาบน้ำด้วยสารเรืองแสง (fluorescent coating) เป็นสารเคมีที่เปล่งแสงได้เมื่อกระทบกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตสารที่ฉาบน้ำข้างหลอดต่างชนิดกันให้สีของแสงแตกต่างกัน เช่น ถ้าฉาบน้ำด้วยแมกนีเซียม ทั้งสแตน เรืองแสงให้สีทองแกมฟ้า ถ้าฉาบน้ำด้วยซิงค์ซิลิเกตให้แสงสีเขียว เป็นต้น

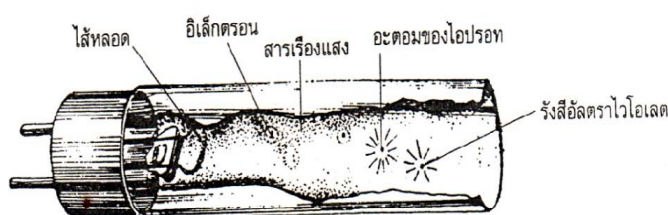
2.2 สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติ อาศัยหลักการขยายตัวของโลหะคู่เมื่อได้รับความร้อน เมื่อเปิดสวิตช์กระแสไฟฟ้าจะไหลจากแผ่นโลหะผ่านแก๊สอาร์กอนในครอบแก้วไปยังโลหะตัวนำที่ปลายอีกข้างหนึ่ง ขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแก๊สอาร์กอนจะทำให้เกิดประกายไฟขึ้นมา และทำให้แผ่นโลหะคู่ร้อนขึ้นแล้วงอมาแตะกับอีกขั้วหนึ่งได้ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นโลหะทั้ง

สองไปสู่ขั้วหลอดโดยไม่ผ่านแก๊สอาร์กอน จนกระทั่งหลอดไฟติดสว่าง ความร้อนบนแผ่นโลหะจะลดลง ทำให้แผ่นโลหะทั้งสองแยกออกจากกัน

2.3 แบลสต์ มีลักษณะโครงสร้างคล้ายหม้อแปลงไฟฟ้า คือ มีขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็ก ทำหน้าที่เหนี่ยวนำทำให้เกิดความต่างศักย์สูงที่ขั้วหลอด จนทำให้อิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในหลอดเคลื่อนที่ไปชนไอปรอทที่บรรจุในหลอด แล้วทำให้เกิดรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้สารเรืองแสงที่เคลือบอยู่บนหลอดเกิดการเรืองแสงขึ้น

การทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ เมื่อกดสวิตช์เพื่อเปิดไฟหรือปิดวงจรไฟฟ้าสตาร์ทเตอร์จะต่อวงจรไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว ทำให้แบลสต์มีความต่างศักย์สูง ขณะเดียวกันขั้วไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดทั้งสองโดยไม่ผ่านสตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์ตัดวงจรไฟฟ้าทำให้ไส้หลอดทั้งสองดับ แต่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดทั้งสองได้ ทำให้อิเล็กตรอนพุ่งเข้าชนกับอะตอมของไอปรอท เกิดเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตไปกระทบกับสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ข้างหลอด สารเรืองแสงจะดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้วปล่อยแสงสว่างออกมา สรุปแผนผังการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้า → ไอปรอท → รังสีอัลตราไวโอเล็ต → สารเรืองแสง → พลังงานแสงสว่าง



รูปแสดงส่วนประกอบของหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์

### ประสิทธิภาพของหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. ให้แสงสว่างได้มากกว่าหลอดไส้ธรรมดาประมาณ 5 เท่า
2. มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดธรรมดาประมาณ 8 เท่า
3. ให้แสงสว่างกระจายได้ทั่วถึง ไม่รวมเป็นจุด
4. มีหลายสี ขึ้นอยู่กับสารเรืองแสงที่ฉาบไว้
5. ไม่ร้อนมากเท่ากับหลอดไฟธรรมดา

**รูปแบบของหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์** ปัจจุบันมีการพัฒนาหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบใหม่อีก 2 แบบ คือ

1. หลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงหรือเรียกว่าหลอดผอม ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา

2. หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (CFL) หรือหลอดตะเกียบ มีราคาค่อนข้างแพง แต่คุ้มค่าในระยะยาวอีกทั้งประหยัดพลังงานมากกว่า และอายุการใช้งานก็มากกว่าด้วย



รูปแสดงหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ (CFL)

โดยทั่วไปหลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์มี 2 แบบ คือ แบบขั้วเกลียวและขั้วเสียบ

2.1 หลอด SL แบบขั้วเกลียว มีบัลลัสในตัว มีขนาด 9,13,18, และ 25 วัตต์ ประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้ เหมาะกับสถานที่เปิดไฟนานๆ หรือบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก เช่น โคมไฟหัวเสา เป็นต้น

2.2 หลอดตะเกียบ 4 แฉก ขั้วเกลียวขนาด 9,11,15 และ 20 วัตต์ มีบัลลัสอิเล็กทรอนิกส์ในตัว ปิดติดทันที ไม่กระพริบ ประหยัดไฟฟ้าได้ร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้

2.3 หลอดตะเกียบตัวยู 3 ขด ขนาดกะทัดรัด 20 และ 23 วัตต์ ขจัดปัญหาหลอดยาวเกินโคมไฟประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้

2.4 หลอดตะเกียบขั้วเสียบ บัลลัสภายนอก ขนาด 7,9 และ 11 วัตต์ ประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้

2.5 หลอดตะเกียบ 4 แฉกขั้วเสียบ บัลลัสภายนอก ขนาด 8,10,13,18 และ 26 วัตต์ ประหยัดไฟฟ้าร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับหลอดชนิดไส้

## ใบงานที่ 2 เครื่องใช้ไฟฟ้า

**คำชี้แจง** จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความ

1. จงเขียนแผนผังการเปลี่ยนสัญญาณเสียงของเครื่องรับวิทยุให้ถูกต้อง

.....

.....

.....

2. จงยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงและภาพมา 2 ชนิด .....

.....

3. พลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆถูกส่งออกไปไกลๆได้อย่างไร

.....

4. เตารีดไฟฟ้ามีสวิตช์ไฟฟ้าความร้อนทำหน้าที่อย่างไร และเรียกว่าอะไร

.....

5. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความร้อนนั้นควรมีลักษณะอย่างไร

.....

6. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเรียกว่าอะไร

.....

7. จงยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นองค์ประกอบมา 5 ชนิด

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5 E (Inquiry Cycle)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

รหัส ว 33101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้สอนนางสาวรัชฎา ศิลมัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

หน่วยเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

เวลา 2 คาบ

#### 1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าในบ้านได้

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 2.1 จุดประสงค์ปลายทาง

- นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจสามารถสรุปและคำนวณเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าของเครื่องและค่าไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านได้

##### 2.2 จุดประสงค์นำทาง

1. คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดได้
2. คำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านได้

#### 3. สาระสำคัญ / แนวคิดหลัก

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าจะสามารถหาพลังงานไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นกิโลวัตต์และคิดเป็นช่วงเวลาเป็นชั่วโมง

กำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์เท่ากับ 1,000 วัตต์ ถ้าใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หมายถึงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,000 วัตต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

#### 4. เนื้อหาสาระ

1. กำลังไฟฟ้า
2. การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า
3. การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าในบ้าน

#### 5. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูถามนักเรียนว่า เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหลายชนิดนักเรียนคิดว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดใช้พลังงานไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด และมีหลักการในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าอย่างไร

##### 5.2 ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล

- ให้นักเรียนศึกษาการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า

### 5.3 ขั้นตอนอภิปรายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากจากขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูลมาอภิปรายภายในกลุ่ม
2. ตัวแทนนักเรียนกลุ่มต่างๆนำเสนอข้อค้นพบของกลุ่มต่อสมาชิกในห้อง
3. นักเรียนช่วยหาข้อสรุปแล้วบันทึกไว้บนกระดานดำ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน มีสูตรคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

$$P = \frac{W}{t}$$

เมื่อ            P            คือ            กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น    วัตต์  
                          W            คือ            พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น    จูล  
                          t            คือ            เวลา มีหน่วยเป็น    ชั่วโมง

### 5.4 ขั้นขยายความรู้

1. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าจะเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีหลักการเลือกซื้ออย่างไร
2. ให้นักเรียนสังเกตเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์บนอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หลอดไฟฟ้า พัดลม ตู้เย็น เป็นต้น
3. ให้นักเรียนสังเกตตัวเลขที่มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) ของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด
4. ให้นักเรียนศึกษาความหมายของสัญลักษณ์ที่เขียนไว้ที่เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเนื้อหาข้อสรุปที่ชัดเจนจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสัญลักษณ์ (ใบงานที่ 1 เรื่อง ให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆ)
6. นักเรียนทำกิจกรรมในใบงาน ที่ 2 เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

### 5.5 ขั้นประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

## 6. สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ 1 เรื่อง การคำนวณพลังงานไฟฟ้า
2. ใบงานนี้ค่าไฟฟ้า

## 7. การวัดผลและประเมินผล

1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

## 8. แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต

## 9. บันทึกหลังการสอน

### 9.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนา

.....

.....

.....

### 9.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

.....

.....

.....

### 9.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนครั้งต่อไป

.....

.....

.....

## 10. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรัชฎา ศิลมน์)

ใบงานที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ของเครื่องใช้ไฟฟ้า

**คำชี้แจง:** ให้นักเรียนศึกษาสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ของ

[illegible]

## ใบงานที่ 2 เรื่อง การคำนวณค่าไฟฟ้า

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ให้นักเรียนศึกษาใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าเพื่อศึกษาการตรวจสอบค่าใช้จ่ายไฟ เพื่อหาวิธีปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟอย่างประหยัด

| การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่ใช้ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าและใบกำกับภาษี<br>ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า |                    |                  |                      |                |                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|----------------------|----------------|--------------------------|-----|
| โปรดชำระเงินภายในวันที่ 116998                                                       |                    |                  |                      |                |                          |     |
| รหัสการไฟฟ้า                                                                         | หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า | ประเภท           | แรงดัน               | วันที่ออกหน่วย | ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าเลขที่ | เขต |
| 0902501                                                                              | 031 374903         | 11               | ต                    | 19/02/47       | ช 7720162                | 01  |
| ประจำเดือน 02/47                                                                     |                    |                  |                      |                |                          |     |
| ร.ร. นางสาวสมทิติ ค่วงพันธุ                                                          |                    |                  |                      |                |                          |     |
| 83/4 ม.1 ต.บ้านยาว                                                                   |                    |                  |                      |                |                          |     |
| พลังไฟฟ้าสูงสุด<br>พลังงานไฟฟ้า                                                      | เลขอ่านครั้งหลัง   | เลขอ่านครั้งก่อน | มิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้า |                |                          |     |
|                                                                                      | 7541               | 7377             | 164                  |                |                          |     |
| ค่าไฟฟ้าฐาน                                                                          |                    |                  | จำนวนเงิน (บาท)      |                |                          |     |
| ค่า 0.3828 บาท/หน่วย                                                                 |                    |                  | 350.50               |                |                          |     |
| รวมเงินค่าไฟฟ้า                                                                      |                    |                  | 62.78                |                |                          |     |
| ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %                                                                  |                    |                  | 413.28               |                |                          |     |
| รวมเงินที่ต้องชำระ                                                                   |                    |                  | 28.93                |                |                          |     |
|                                                                                      |                    |                  | *****442.21          |                |                          |     |

(โปรดปฏิบัติตามข้อแนะนำด้านหลัง)

1.ตัวเลข 7541 และ 7377 ในใบแจ้งหนี้หมายถึงอะไร.....

1.2 ในเดือนกุมภาพันธ์ใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร.....

1.3 ตามใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้าเจ้าของบ้านต้องจ่ายค่าใช้ไฟฟ้าและภาษีมูลค่าเพิ่มเท่าไร

2.จงแสดงวิธีคำนวณหาเงินค่าไฟจากใบเสร็จที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 74 หน่วย โดยคิดอัตราก้าวหน้าตามตารางค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน

## ใบความรู้ที่ 1 การคำนวณพลังงาน

### การคำนวณค่าไฟฟ้า

ก่อนที่จะกระแสไฟฟ้าจะต่อเข้ากับบ้านต้องผ่านมาตรไฟฟ้าซึ่งเป็นเครื่องวัดพลังงานในหน่วย กิโลวัตต์- ชั่วโมง มาตรไฟฟ้ามีหลายขนาด เช่น 5, 15 และ 50 แอมป์ เป็นต้น จะต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งานและในการคิดค่าไฟฟ้าคิดในอัตราก้าวหน้า ถ้ายังใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น จะยิ่งเสียเงินมากขึ้น นักเรียนจะได้ศึกษาวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{จากสูตร กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (จูล)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \times t$$

การคำนวณคิดในหน่วยใหญ่ คือ กิโลวัตต์- ชั่วโมง

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต)} = \text{กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}$$

$$\text{หรือ พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}}{1000}$$

ดังนั้น ค่าไฟฟ้า = จำนวนยูนิต  $\times$  อัตรากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย

**การคิดคำนวณเงินค่าไฟ** นักเรียนจะต้องทราบจำนวนหน่วยหรือยูนิตก่อน ซึ่งคำนวณได้

$$\text{จากสูตร ยูนิต (หน่วย)} = \frac{\text{จำนวนวัตต์} \times \text{ชั่วโมง}}{1000}$$

การคิดค่าไฟจะคิดในอัตราก้าวหน้า เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ราคาต่อหน่วยจะมากขึ้น โดยผู้ใช้จะจ่ายเงินค่าไฟตามใบเสร็จรับเงินค่าไฟ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาข้อมูลแสดงอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้ารายเดือน (สำหรับบ้านอยู่อาศัยที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน) ดังนี้

ค่าพลังงานไฟฟ้า

|     |                            |                    |
|-----|----------------------------|--------------------|
| 5   | หน่วยแรกหรือน้อยกว่า       | เป็นเงิน 0.00 บาท  |
| 10  | หน่วยต่อไป (หน่วย 6-15)    | หน่วยละ 1.3576 บาท |
| 10  | หน่วยต่อไป (หน่วย 16-25)   | หน่วยละ 1.5445 บาท |
| 10  | หน่วยต่อไป (26-35)         | หน่วยละ 1.7968 บาท |
| 65  | หน่วยต่อไป (หน่วย 36 -100) | หน่วยละ 2.1800 บาท |
| 150 | หน่วยต่อไป (หน่วย 101-150) | หน่วยละ 2.2734 บาท |

250 หน่วยต่อไป (หน่วย 151-400) หน่วยละ 2.7781 บาท

เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วย 401 เป็นต้นไป) หน่วยละ 2.9780 บาท

ค่าบริการรายเดือนละ 8.19 บาท

หน่วยของพลังงานไฟฟ้าหรือยูนิต์อ่านได้จากมาตรวัดไฟฟ้าหรือกิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาตรวัดไฟฟ้ามากหรือน้อยตามพลังงานไฟฟ้าที่ไหลผ่านใน 1 วินาที บ้านที่อยู่อาศัยทั่วไปใช้มาตรฐานขนาด 5 แอมแปร์ ถ้าเลือกใช้ไม่เหมาะสม กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไปจนทำให้เกิดความร้อนหรือไหม้ได้

นักเรียนจะได้ศึกษาวิธีนำสูตรมาแก้ปัญหาโจทย์การคิดคำนวณเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าจากตัวอย่างต่อไปนี้ เพื่อให้เกิดทักษะและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

**ตัวอย่างที่ 1** เตารีดไฟฟ้าขณะใช้งานใช้ไฟ 220 โวลต์ มีกระแสไฟฟ้าผ่านเตารีด 5 แอมแปร์ ใช้เตารีดนาน 45 นาที จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปกี่ยูนิต์

**วิธีคิด** หากำลังไฟฟ้าจากสูตร  $P = VI$

เมื่อ  $V = 220$  โวลต์ และ  $I = 5$  แอมแปร์

แทนค่า  $P = 220 \times 5 = 1100$  วัตต์

หาพลังงานไฟฟ้า จากสูตร

$$\text{พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต์)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}}{1000}$$

เมื่อกำลังไฟฟ้า  $= 1100$  วัตต์  $t = 45$  นาที

$$\text{แทนค่า พลังงานไฟฟ้า} = \frac{1100 \times 45}{1000 \times 60} = 0.825 \text{ กิโลวัตต์-ชั่วโมง}$$

ทำให้เป็นหน่วยใหญ่กิโลวัตต์-ชั่วโมง (ยูนิต์) โดยนำ 1000 ไปหาร 1100 จะได้หน่วยเป็นกิโลวัตต์ และ 60 ไปหาร 45 นาทีจะได้เป็นหน่วยชั่วโมง

$\therefore$  เตารีดไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าไป 0.825 ยูนิต์ **ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 2** ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 2,000 วัตต์ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

$$\text{วิธีคิด จากสูตร พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต์)} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}}{1000}$$

เมื่อกำลังไฟฟ้า  $= 2000$  W เวลา  $= 5$  ชั่วโมง

$$\text{แทนค่า พลังงานไฟฟ้า} = \frac{2000 \times 5}{1000} = 10 \text{ หน่วย}$$

∴ เครื่องปรับอากาศนี้จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 10 หน่วย **ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 3** บ้านหลังหนึ่งใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จำนวน 5 ดวง ตู้เย็น 65 วัตต์ โทรทัศน์สี 155 วัตต์ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 400 วัตต์ ถ้าใช้พร้อมกันนาน 5 ชั่วโมง จะเสียค่าไฟเท่าไร ถ้าค่าไฟยูนิตละ 1.50 บาท

$$\begin{array}{ll}
 \text{วิธีคิด} & \text{กำลังไฟฟ้าจากการใช้หลอดไฟฟ้า} = 40 \times 5 = 200 \text{ วัตต์} \\
 & \text{รวมกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด} = 200 + 65 + 155 + 400 = 820 \text{ วัตต์} \\
 \text{จากสูตร} & \text{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{เวลา}}{1000} \\
 & \text{ค่าไฟฟ้ายูนิตละ 1.50 บาท} = \frac{820 \times 5}{1000} = 4.1 \text{ ยูนิต}
 \end{array}$$

∴ จะเสียค่าไฟฟ้า =  $4.1 \times 1.5 = 6.15$  บาท **ตอบ**

**ตัวอย่างที่ 4** บ้านหลังหนึ่งใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไปนี้ทุกวัน คือ หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ เปิดวันละ 5 ชั่วโมง ทุกหลอด เตารีดไฟฟ้า 750 วัตต์ ใช้วันละ 1 ชั่วโมง โทรทัศน์ 180 วัตต์ เปิดวันละ 4 ชั่วโมง ในเดือนมีนาคมจะเสียค่าไฟเท่าไร ถ้าค่าไฟหน่วยละ 1.50 บาท

$$\begin{array}{l}
 \text{วิธีคิด} \quad \text{คิดหาพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดเป็นหน่วย} \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad \text{รวมจำนวนหน่วยของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดใน 1 วัน} \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad \text{รวมจำนวนหน่วยของพลังงานไฟฟ้าในเดือนมีนาคม} \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad \text{คำนวณค่าไฟฟ้าจากราคาที่กำหนด}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าใช้} & = \frac{(60 \times 3) \times 5}{1000} = 0.9 \text{ หน่วย} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่เตารีดไฟฟ้าใช้} & = \frac{750 \times 1}{1000} = 0.75 \text{ หน่วย} \\
 \text{พลังงานไฟฟ้าที่โทรทัศน์ใช้} & = \frac{180 \times 4}{1000} = 0.72 \text{ หน่วย}
 \end{array}$$

$$\text{รวมจำนวนหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน} = 0.9 + 0.75 + 0.72 = 2.37 \text{ หน่วย}$$

$$\text{รวมจำนวนหน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเดือนมีนาคม} = 2.37 \times 31 = 73.47 \text{ หน่วย}$$

∴ จะเสียค่าพลังงานไฟฟ้า =  $73.47 \times 1.50 = 110.20$  บาท **ตอบ**

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                              |                                                                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อสกุล                     | นางสาวรัชฎา ศิลมน์                                                                                    |
| วันเดือนปีเกิด               | 1 เมษายน พ.ศ. 2524                                                                                    |
| สถานที่เกิด                  | 295/1 หมู่ 2 ตำบลบ้านเป้า อำเภอเกษตรสมบูรณ์<br>จังหวัดชัยภูมิ                                         |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน          | 89/1064 แพลตตำรวจปราบปรามยาเสพติด ถนนวิภาวดี-<br>รังสิต แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210 |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | ครูผู้ช่วย                                                                                            |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | โรงเรียนไทยรัฐวิทยา ๖๙ (คลองหลวง)<br>สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานี เขต 1                   |
| ประวัติการศึกษา              |                                                                                                       |
| พ.ศ. 2542                    | มัธยมศึกษาตอนปลาย<br>โรงเรียนภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ                                                   |
| พ.ศ. 2547                    | ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี                          |
| พ.ศ. 2552                    | การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)<br>สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ        |