

การพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลอง เรื่อง เคมีไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี

The Development of Electrochemistry Practice Sets to Support Learning
Outcome and Scientific Process Skills for Mattayomsuksa 6 Students

at Princess Chulabhorn's, College

จักรพงษ์ น้อยสีภูมิ* ดร.สุพัฒน์ มุลสิน**

*นักศึกษาลัทธิศาสตร์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

**อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย
ด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี จำนวน 40 ผลการวิจัยพบว่าชุดปฏิบัติการทดลอง
เคมีไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.00/92.50 ผลการเรียนรู้วิชาไฟฟ้าเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7
ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
0.05 นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปจำนวน 38 คน คิดเป็นร้อย
ละ 95 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า อยู่ในระดับดี
(ค่าเฉลี่ย = 4.33)

คำสำคัญ : ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า, ผลการเรียนรู้, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Abstract : The purposes of this research were to construct and develop the electrochemistry
practice sets for Mattayomsuksa 6 students to support learning outcomes and scientific process
skills. The samples used in this study were 40 students from Mattayomsuksa 6/7 at Chulabhorn's
College Pathumthani School. It was found from the research that the electrochemistry practice
set had the efficiency of 91.00/92.50. The score from the post-test was significantly higher than
that of the pre-test at the statistic level of 0.05. For the scientific process skill, 38 students or 95
percent of students received more than a passing score of 70%. Finally, students satisfied on the
electrochemistry practice sets at a good level (Average was 4.33).

Keywords : Electrochemistry practice sets, Learning outcomes, Scientific process skills

บทนำ ในอดีตการสอนเคมีสมัยก่อนจะเน้นการบรรยายของครูโดยเน้นครูเป็นศูนย์กลาง แม้ในกระทั้งปัจจุบันก็ยัง
ปฏิบัติอยู่ในบางโรงเรียน นักเรียนต้องนั่งฟังการบรรยายของครูในเนื้อหาที่ครูสอน โดยเฉพาะเนื้อหาในเคมี เรื่อง
เคมีไฟฟ้า ในหนังสือเล่มที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ นั้นพบว่าใน
รายวิชาเพิ่มเติมจะเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและนักเรียนจะเกิดความสับสนในการเรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ ในการเรียนเคมีไฟฟ้าจะมีทั้งการเรียนทฤษฎีและการทดลอง การทดลองเป็นการปฏิบัติเพื่อหาเหตุและผลด้วยตนเอง ปกติในหนังสือเรียนเคมีเล่ม 4 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะมีการทดลองอยู่แล้ว แต่ผู้วิจัยได้ศึกษาและเล็งเห็นว่าการสร้างนวัตกรรมหรือชุดปฏิบัติการทดลองเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาผลการเรียนรู้ของนักเรียนและทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษาชุดปฏิบัติการ ดังเช่น ในงานวิจัยของ ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง (2554) ผลของการสร้างชุดปฏิบัติการของไหลสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และการใช้ชุดปฏิบัติการของไหลทำให้นักเรียนมีความคงทนทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับเคมีไฟฟ้าขึ้น เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นของนักเรียนและศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้านี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลองทางเคมีไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ใช้วิธีการสุ่มโดยจับสลากมา 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า จะประกอบไปด้วยชุดปฏิบัติการทดลองการชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า ชุดปฏิบัติการทดลองการแยกสารละลาย Na_2SO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า ชุดปฏิบัติการทดลองการแยกสารละลาย KI ด้วยกระแสไฟฟ้า การประเมินความสอดคล้องและความถูกต้องของชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านและทดลองใช้สอนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน ประกอบไปด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อเป็นการพัฒนาและปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า
2. แบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบปรนัยเติมคำ เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 40 ข้อ โดยผ่านการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา IOC (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 93) จากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้ทดลองสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจการจำแนก (r) แบบทดสอบเป็นรายชื่อที่ผ่านเกณฑ์ ค่าอำนาจการจำแนก และคำนวณค่าความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบวัดผล โดยใช้สูตร KR 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Formula 20) (สมนึก ภัททิยธนี. 2546 : 237)
3. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ
4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า โดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประเมินความสอดคล้องและความถูกต้องของชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรจิยา อารักษ์สกุลวงศ์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภกร คนยืน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และนางสุกัญญา กล่อมเกลี้ยง ครู คศ.2 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี
2. ประเมินเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความพึงพอใจต่อชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าทั้ง 3 ท่าน และ ดร.ศรีสมร พุ่มสะอาด จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต และ ดร.ดวงฤทัย ศรีแดง จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต รวมเป็น 5 ท่าน
3. ประเมินแบบวัดผลการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/6 จำนวน 40 คน เพื่อหาความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ทำการแก้ไขปรับปรุงข้อสอบให้ผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด
4. ทดลองจัดการเรียนรู้ด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมา 8 ชุด และเครื่องมือในการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 คน มีทั้งนักเรียนเก่ง กลาง และอ่อน ปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าและแก้ไขเครื่องมือในการเก็บข้อมูล
5. นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/7 จำนวน 40 คน โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัยปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าโดยใช้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากบทปฏิบัติการระหว่างเรียน และแบบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน E_1/E_2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2531)

การวิเคราะห์ข้อมูล

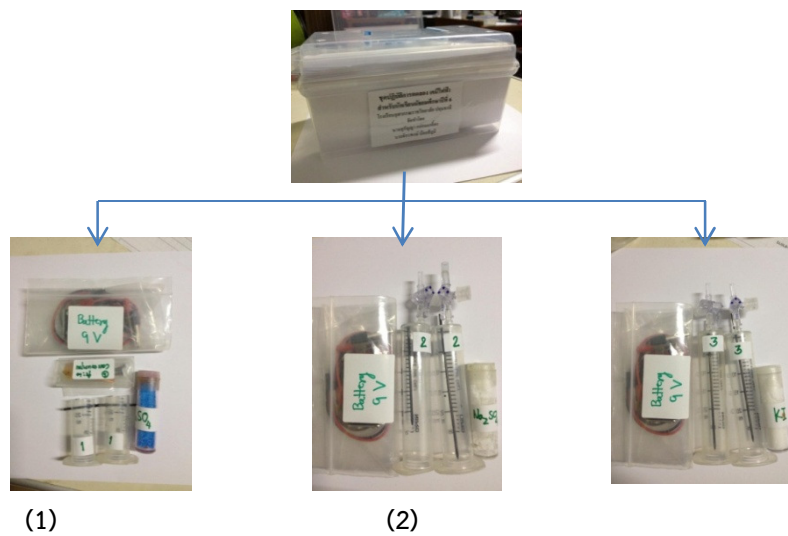
1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรง และองค์ประกอบของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีค่า 0.6 - 1.00
2. วิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป
3. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (ปรนัยแบบเติมคำ) โดยใช้คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.92
4. วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.92
5. วิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72
6. วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า โดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการวิจัย

1. จากการสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าประกอบไปด้วย 3 ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า (ภาพ 1) สามารถสรุปปฏิกิริยาที่สำคัญได้แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญของเคมีไฟฟ้า

ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า	ปฏิกิริยาออกซิเดชัน	ปฏิกิริยารีดักชัน
การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า	$\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)}$
การแยกสารละลาย Na_2SO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า	$\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 1/2\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O(l)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
การแยกสารละลาย KI ด้วยกระแสไฟฟ้า	$\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 1/2\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$	$2\text{I}^-(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2(\text{s})$



ภาพ 1 ชุดปฏิบัติการทดลอง เรื่อง เคมีไฟฟ้า (1) การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า (2) การแยกสารละลาย Na_2SO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า (3) การแยกสารละลาย KI ด้วยกระแสไฟฟ้า

2. ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าที่สร้างและพัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องของเนื้อหาซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 และประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า E_1/E_2 แสดงผลจากตารางที่ 2 และ 3 ได้จากคะแนนบทปฏิบัติการทั้ง 3 และแบบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเท่ากับ 91.00/92.50

ตาราง 2 ผลคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของแต่ละชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า

ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
1. การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า	10	8.92	89.20
2. สารละลาย Na_2SO_4 ด้วยกระแสไฟฟ้า	10	9.25	92.50
3. การแยกสารละลาย KI ด้วยกระแสไฟฟ้า	10	9.13	91.30
รวมเฉลี่ย	10	9.10	91.00

ตาราง 3 ผลคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของแบบวัดผลการเรียนรู้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า

แบบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียน	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
ปรนัยแบบเติมคำ	20	18.50	92.5

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 4 พบว่า คะแนนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าทำให้มีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ก่อนเรียนและหลังเรียน

การสอบ	N	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	D^2	t-test
ก่อนเรียน	40	9.07	1.41	372	3664	6.06**
หลังเรียน	40	18.28	2.10			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีผลแสดงดังตารางที่ 5 พบว่านักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของนักเรียนทั้งหมด

ตาราง 5 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				จำนวนนักเรียน	นักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70		
คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละ	S.D.		จำนวน (คน)	ร้อยละ	S.D.
32	40	18.28	2.10	40	38	95.00	2.05

5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า 2 ด้าน คือ ด้านความรู้สึกรู้สึกต่อชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้าและด้านการการแสดงผลออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้า แสดงดังตาราง 6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพที่ดี

ตาราง 6 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการเคมีไฟฟ้า

ความพึงพอใจของนักเรียนด้านที่	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. ความรู้สึกรู้สึกต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า	4.35	0.64	ดี
2. การแสดงผลออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอน	4.33	0.72	ดี
ภาพรวม	4.34	0.68	ดี

อภิปรายผล

1. การสร้างชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าขึ้นมาครั้งแรก แล้วนำไปทำการทดลองแยกสารละลาย พบว่ายังไม่สามารถที่จะแยกได้ดังนั้นจึงพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าต่อมาอีก จนได้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าทั้งหมด 3 ชุด สามารถนำมาอยู่ในกล่องชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า 1 กล่อง เพื่อที่จะสามารถนำไปทดลองเกี่ยวกับเคมีไฟฟ้าที่ต่างๆ และสามารถที่จะนำสารละลายที่ผู้เรียนต้องการศึกษามาใช้กับชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้านี้ได้ แต่ควรที่จะพัฒนาให้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้ามีความคงทนให้มากกว่านี้ เพื่อที่จะสามารถใช้ในการทดลองซ้ำได้หลายๆ ครั้ง

2. ผู้วิจัยได้นำชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าที่สร้างและพัฒนาขึ้นไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า มีความสอดคล้องค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 ซึ่งถือว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ระดับ 0.5 และทำการหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ซึ่งค่า E1/E2 ที่ได้จากคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ทั้ง 3 ชุด และแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน พบว่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเท่ากับ 91.00/92.50 อันมีผลจากกระบวนการสร้างชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ได้มีการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์เอกสารที่เชื่อถือได้ มีการวางแผนที่เหมาะสมและผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำและทดลองใช้กับนักเรียนเป็นรายบุคคล และนำชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้ามาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จากการทดลองจริงๆ และนักเรียนได้มีองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นจากการทดลองของนักเรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์นิยม (experimentalism) ของ Dewey (1969) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ในแบบ learning by doing ผู้เรียนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากตัวของผู้เรียน และ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ของ Vygotsky (1978) ที่ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็นผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ที่ทักษะต่างๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาได้จริง ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ผู้เรียนจะต้อง

เป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อวัสดุอุปกรณ์ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ และผลวิจัยสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจุฑามาศ เจตน์กลกิจ (2551:71) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนวิชาเคมี เรื่องไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน ผลงานวิจัยชุดการสอนวิชาเคมี เรื่อง เคมีไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.48/81.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith (1994) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว

3. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้ามีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทำให้ผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากการเรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าเน้นการปฏิบัติการทดลอง ยึดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ ฝึกให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มีผลการเรียนรู้ที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Al-Ruwashid (1984) พบว่าการเรียนการสอนที่ใช้การบรรยายควบคู่กับการทำบทปฏิบัติการ มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเพิ่มมากกว่าการเรียนการสอนที่ใช้การบรรยายอย่างเดียว และผู้วิจัยยังสังเกตเห็นว่าผู้เรียนเรียนอย่างสนุกสนาน มีความกระตือรือร้น สนใจต่อการเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอน ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงทั้งเนื้อหาและกระบวนการ และจากการเรียนด้วยบทปฏิบัติการในแต่ละบทยังเห็นว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความสามารถ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในการทำการทดลอง ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการคำนวณ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป นักเรียนมีโอกาสได้ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์การทำงานเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคล บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเน้นการปฏิบัติการทดลองจากการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นในแต่ละบทปฏิบัติการมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน คล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540) สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ในแต่ละบทปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง เล็งเห็นประโยชน์ของการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาสัมพันธ์กับบทเรียน จากการสกัดและการนำสารที่สกัดได้ไปใช้ประโยชน์ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้ฝึกปฏิบัติการทดลอง ฝึกการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ ฝึกการแก้ปัญหาและสามารถค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน (ภพ เลหาพิบูลย์. 2542) จากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองและครูผู้สอนกับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมในขณะที่ทำการทดลอง ทำให้สังเกตเห็นพัฒนาการของนักเรียนในด้านทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเห็นความสนใจใฝ่รู้ที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

5. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยรวมทั้ง 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 อยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างเครื่องมือต่างๆ เช่น ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้า ที่ประกอบไปด้วยชุดทดลองและบทปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าที่มีขั้นตอนและกระบวนการสร้างที่ดีและถูกต้อง สามารถเป็นสื่อที่จะพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มากขึ้นและเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อาร์รี่ พันธมณี (2542) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้นั้นมีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอนควรที่จะให้มีการส่งเสริมให้เด็กเกิดพฤติกรรมที่ส่งผลต่อการเรียนรู้โดยสร้างความพอใจให้เกิดแก่ผู้เรียน เช่นการใช้วิธีการสอนที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าความสนใจเพราะเป็นวิธีที่แปลกใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่ได้รับมาก่อนและเป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนตื่นตัวและมีแรงจูงใจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ชุดปฏิบัติการทดลองเคมีไฟฟ้าในส่วนของแท่งดินสอดหรือแท่งแกรไฟต์ไม่มีความคงทน ควรที่จะพัฒนาชุดทดลองให้มีความคงทนมากกว่านี้
2. การออกแบบการทดลอง ควรให้นักเรียนออกแบบและบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งจะสามารถทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการวางแผนและออกแบบในการเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยตนเอง
3. นอกจากการศึกษาผลการเรียนรู้และทักษะวิทยาศาสตร์แล้ว อาจศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ ความคิดอย่างเป็นเหตุผล ความคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ เจตน์กสิกิจ. (2551). การพัฒนาชุดการสอนวิชาเคมี เรื่องไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2531). ชุดการสอนระดับประถมศึกษา. (เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริสาส์น.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2554). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง และคณะ. (2554). การใช้ชุดปฏิบัติการของไหลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วารสารการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : องค์การค้ำคูณสภา.
- สุภาพ บุญยะรัตเวช และเกสร วีระชาติ. (2540). ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2556). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กทม. : ประสานพิมพ์

อารีย์ พันธุ์ณี. (2542). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ต้ออ้อ.

Al-Ruwashid, M.S.A. (1984). "The Effects of Lecture – Only and Lecture – Laboratory Approach on Riyadh Junior College, Saudi Arabia Chemistry Students Achievement and Atitudes." **Dissertation Abstracts International**. 45(5) : 1357-A.

Dewey, J. (1969). "Philosophy, Education, and Reflective Thinking." In **Thomas O.Buford Toward a Philosophy of Education**. Pp. 180-183.

Smith, P. (1994). "Instructional Method Effects on Student Attitude and Achievement." **Dissertation Abstracts Internation**. 54(7) : 2528-A

Vygotsky, L. S. (1978). **The Development of Higher psychological Process**. Cambridge, MA: Harvard University Press.