



การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ณัฐวดี ศรีระชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ณัฐฤติ ศรีระชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

LEARNING MANAGEMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING (5E) WITH ELECTRONIC BOOK
ON LEARNING ACHIEVEMENT AND SATISFACTION OF UPPER SECONDARY
SCHOOL STUDENTS.



NUTTAWUT SRIRASA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN SCIENCE TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2021

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ญัฐวุฒิ ศิริระชา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

..... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

..... กรรมการ

(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

..... กรรมการภายนอก

มหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉลอง ทับศรี)

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวงษ์ชิตระกูล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

62910112: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E), หนังสืออิเล็กทรอนิกส์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจของนักเรียน

ณัฐวดี ศรีระชา : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (LEARNING MANAGEMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING (5E) WITH ELECTRONIC BOOK ON LEARNING ACHIEVEMENT AND SATISFACTION OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด., เชษฐ ศรีสวัสดิ์, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2564.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2) แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดียวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับระดับมากที่สุด

62910112: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: Inquiry-based learning (5E), Electronic book, Learning achievement, Satisfaction of students

NUTTAWUT SRIRASA : LEARNING MANAGEMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING (5E) WITH ELECTRONIC BOOK ON LEARNING ACHIEVEMENT AND SATISFACTION OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.. ADVISORY COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., CHADE SIRISAWAT, Ed.D. 2021.

The purposes of this research were to study the effectiveness of learning management of inquiry-based learning (5E) using an electronic book on learning achievement and to study satisfaction of students in upper secondary school. The participants of this research were 44 eleventh grade students who studied in the first semester of academic year 2020 at Darasamutr School. They were selected by the cluster random sampling. The research instruments were 1) electronic book on the topic of the rate of chemical reaction, 2) lesson plans for the chemistry course of the rate of chemical reaction, 3) learning achievement test, and 4) student satisfaction questionnaire. The data were analyzed by using the mean, standard deviation, t-test for dependent samples, and t-test for one-sample. The results of this research showed that: 1) The post-test scores after learning with inquiry-based learning (5E) using electronic book on the topic of the rate of chemical reaction were statistically significantly higher than the pre-test at the .05 level. 2) The post-test scores after learning with inquiry-based learning (5E) using electronic book on the topic of the rate of chemical reaction were statistically significantly higher than the 80 percent criterion at the .05 level. and 3) Satisfaction of students with the inquiry-based learning (5E) using electronic book on the topic of the rate of chemical reaction at the most level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางปรับปรุงแก้วิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จนงานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ฉลอง ทับศรี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุง แก้ไข วิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การะเกด เทศศรี อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์หลพ อาจารย์ชนิกันต์ กู้เกียรติ และคุณครูนาตยา โสภาโชติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมศักดิ์ ศรีระชา คุณแม่เจียมปาง ศรีระชา อาจารย์จุฑามาศ ศรีระชา นายจิรศักดิ์ ศรีระชา และว่าที่ร้อยตรีณัฐพล ศรีระชา ที่ให้กำลังใจและช่วยสนับสนุนผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนงานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้สิ้นสุดสมบูรณ์ไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 5/2 6/1 และ 6/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตาแต่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ความเมตตากรุณาแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี

ณัฐวุฒิ ศรีระชา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560.....	12
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้.....	17
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	24
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	41
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	64

ความพึงพอใจ.....	78
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	82
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	86
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	86
แบบแผนการวิจัย.....	87
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	87
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	88
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	108
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	109
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	110
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	119
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	119
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	119
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	120
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	126
สรุปผลการวิจัย.....	127
อภิปรายผลการวิจัย.....	127
ข้อเสนอแนะ.....	142
บรรณานุกรม.....	144
ภาคผนวก.....	152
ภาคผนวก ก.....	153
ภาคผนวก ข.....	163
ภาคผนวก ค.....	200
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	227

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	15
2-2	บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	29
2-3	การเปรียบเทียบการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และของผู้เรียน.....	33
2-4	ระดับของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.....	34
2-5	ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะ หาความรู้.....	37
2-6	การวิเคราะห์คุณลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และหนังสือทั่วไป.....	46
2-7	การกำหนดภาพประกอบและจำนวนหน้าที่เหมาะสม.....	52
2-8	มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท.....	81
3-1	แบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง.....	87
3-2	การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2 รายวิชาเคมี เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	90
3-3	ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	96
3-4	แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	97
3-5	เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น กับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	98
3-6	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้อง ข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้.....	101
3-7	จำนวนข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน.....	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-1 ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการ ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	120
4-2 ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แบบรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	121
4-3 ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80.....	123
4-4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	124
ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	164
ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1.....	166
ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2.....	168
ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	170
ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1.....	172
ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2.....	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	176
ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	177
ข-9 ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	180
ข-10 ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	183
ข-11 ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	186
ข-12 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียน.....	188
ข-13 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของ นักเรียน.....	190
ข-14 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบเดี่ยว.....	191
ข-15 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบกลุ่ม.....	192
ข-16 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ภาคสนาม.....	193
ข-17 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มทดลอง.....	195
ข-18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง.....	198

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
2-1	วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ชั้น.....	28
2-2	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน.....	36
2-3	หน้าตาโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9.....	42
2-4	รูปแบบของ output option ของโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9.....	42
2-5	เปรียบเทียบอนุกรมวิธานของบลูมและอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงจากบลูม ด้านพุทธิพิสัย.....	69
5-1	หน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี.....	131
5-2	คำนำและข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	132
5-3	คำนำและข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คำขอแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ) และสารบัญ.....	132
5-4	องค์ประกอบผังมโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ ที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	133
5-5	ตัวอย่างคำถามกระตุ้นความสนใจที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	134
5-6	ตัวอย่างแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	134
5-7	ตัวอย่างเรื่องนี้ต้องขยายที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	135
5-8	ตัวอย่างใบกิจกรรมและวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	136
5-9	ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	136
5-10	ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	137
5-11	ตัวอย่างสรุปเนื้อหาท้ายเรื่องและแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง ที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	137
5-12	บรรณานุกรมและตารางธาตุ.....	138

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-1	บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา ทองสอน)..... 155
ก-2	บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (อาจารย์ ดร. สมศิริ สิงห์ลพ)..... 156
ก-3	บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การะเกด เทศศรี)..... 157
ก-4	บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (อาจารย์ชนิกานต์ กู้เกียรติ)..... 158
ก-5	หนังสือภายนอก เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (คุณครูนาตยา โสภาโชติ)..... 159
ก-6	หนังสือภายนอก เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์.... 160
ก-7	เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา..... 161
ก-8	หนังสือภายนอก เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย..... 162
ค-1	ปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์..... 201
ค-2	คำนำและข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์..... 201
ค-3	ตัวอย่างเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์..... 202
ค-4	ตัวอย่างเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านโทรศัพท์..... 202

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในยุคไทยแลนด์ 4.0 มีการขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม เพื่อนำพาประเทศไทยไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน (พาสนา จุฬารัตน์, 2561, หน้า 2363) การก้าวเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 ของประเทศไทย ก่อให้เกิดผลกระทบในทุก ๆ ภาคส่วน มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน (दनัยศักดิ์ กาโร, 2562, หน้า 1) ในส่วนของภาคการจัดการศึกษาจำเป็นต้องมีการปฏิรูปกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อพัฒนาพลเมืองให้ตอบสนองต่อนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ได้ เนื่องจากการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ไม่ใช่เป็นเพียงการให้ความรู้ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียนเท่านั้น นอกจากความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับแล้ว ผู้เรียนยังจะต้องได้รับการพัฒนาทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตด้วย (พาสนา จุฬารัตน์, 2561, หน้า 2363) การจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งสอนให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้ตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้ ซึ่งเมื่อศึกษาข้อมูลในเรื่องดังกล่าวจะพบว่าการจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0 สามารถตอบสนองการพัฒนาผู้เรียนให้ไปเป็นไปตามกระแสสังคมโลกและศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี (กุลิสรา จิตรชนาวณิช, 2562, หน้า 133) ดังนั้น การปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอน จึงถือเป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยพัฒนาให้คนไทยในยุคไทยแลนด์ 4.0 เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 สามารถก้าวข้ามและก้าวผ่านปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบันได้ (กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา, 2560, หน้า 21-22)

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test หรือ O-NET) ประจำปีการศึกษา 2562 ที่จัดสอบโดยสถาบันการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ ซึ่งหากพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามขนาดโรงเรียนและจำแนกตามภูมิภาค มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 29.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันการศึกษาแห่งชาติ, 2562, หน้า 5-6) หากวิเคราะห์โดยรายละเอียดของรายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าสาระเคมี มีคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกัน มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 28.87 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนและชี้ให้เห็นได้ว่า คุณภาพการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยเฉพาะในสายวิทยาศาสตร์ ควรที่จะมีต้องมีการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0 ของประเทศไทยในปัจจุบัน มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย การที่จะจัดการเรียนรู้โดยวิธีใดนั้นจะต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของผู้เรียนที่พึงประสงค์ที่นักการศึกษาจะต้องตั้งไว้เป็นประเด็นที่ชัดเจน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายและทิศทางของการจัดการศึกษา (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์, 2559, หน้า 27) สำหรับการจัดการเรียนรู้ของประเทศไทยในปัจจุบัน มีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ณพัชร บัวฉุน นฤมล ยุติคม และพจนารถ สุวรรณรุจิ, 2559, หน้า 99) ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา อันจะเห็นได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ที่ได้มีการปรับปรุงหลักสูตร โดยมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยมากขึ้น ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ก, หน้า 2) ตลอดจนสามารถจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตรและศตวรรษที่ 21 ผ่านการลงมือปฏิบัติสืบเสาะหาความรู้ เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผักผ่อนทักษะกระบวนการต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 1)

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงนับเป็นการจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 343) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531, หน้า 502) ผ่านการที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิตินา แคมมณี, 2553, หน้า 141) การสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นการค้นหาคำตอบที่สนใจ ผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ แต่มีอิสระ และไม่เป็นลำดับขั้นที่ตายตัว เนื่องจากอาจมีการสืบเสาะซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อตอบคำถาม และอาจเกิดคำถามขึ้นมาใหม่ที่ต้องสืบเสาะหาคำตอบต่อไป หมุนวนเป็นวัฏจักร 5 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5. ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 7, 66) แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพียงอย่างเดียว ยังไม่เพียงพอให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาได้ เนื่องจากการจัดการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 ต้องมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน เพื่อปรับเปลี่ยนเป็นการศึกษา 4.0 ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนใน

ศตวรรษที่ 21 ที่มีการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาใช้ในห้องเรียนรวมถึงการจัดการเรียนการสอน (दनัยศักดิ์ กาโร, 2562, หน้า 1)

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาบูรณาการการจัดการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการศึกษาอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพการเรียนรู้และประสิทธิผลทางการศึกษาที่เพิ่มมากขึ้น (อุทิศ บำรุงชีพ, 2556, หน้า 499) หนึ่งในเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนของประเทศไทยและมีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า E-book (ปานทิพย์ ผ่องอักษร และ ละเอียด แจ่มจันทร์, 2561, หน้า 3) เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีการตอบสนองที่สะดวก รวดเร็ว เรียกใช้งานได้สะดวก สามารถแสดงได้ทั้งรูปแบบพจนดัตว์อักษร ข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี และเสียง สามารถออกแบบกิจกรรมได้หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับเว็บไซต์หรือหนังสืออ้างอิงได้ทันที มีน้ำหนักเบา จัดเก็บข้อมูลได้มาก สามารถเขียนได้โดยไม่จำกัดจำนวนหน้า อีกทั้งยังสามารถแทรกวิดีโอการทดลอง ทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย โดยเปิดผ่านสื่อตัวกลางในรูปแบบที่แตกต่างกันได้ เช่น สมาร์ทโฟน แล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สามารถขยายทำให้มองเห็นได้ชัดเจน ผู้อ่านสามารถเลือกอ่านได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนสะดวก สามารถเลือกเรียนหัวข้อที่ตนสนใจได้ล่วงหน้าหรือย้อนกลับเพื่อทบทวนเนื้อหาสาระที่ยังไม่เข้าใจได้ตลอดเวลา มีความทนทาน สะดวกต่อการดูแลรักษา เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ทันทีโดยไม่ต้องตีพิมพ์ใหม่ทำให้มีความทันสมัย นอกจากนี้ยังสามารถดาวน์โหลดไว้อ่านได้ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดทรัพยากรในการผลิตและการจัดซื้อ ช่วยลดพื้นที่จัดเก็บ ป้องกันหนังสือหายหรือหนังสือไม่เจอ และผู้เรียนรู้ได้รับการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบใหม่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษา สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ที่จะนำสื่อเข้าไปบรรจุในรูปแบบดิจิทัล เพื่อลดข้อจำกัดจากการอ่านหนังสือปกติทั่วไป (เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ, 2545) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประการหนึ่งที่สำคัญที่จะทำให้การศึกษาเป็นไปตามเป้าหมายคือ ทักษะด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา หรือทักษะด้านการรู้สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนในด้านอื่น ๆ ต่อไป (จินตวีร์ คล้ายสังข์, 2561, หน้า 6) ดังนั้นการสร้างและนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้

นอกจากนี้ยังเป็นการตอบสนองต่อนโยบายการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 หมวด 9 มาตรา 65 ที่บัญญัติไว้ว่า ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและประสิทธิภาพ รวมถึงมาตรา 66 ที่บัญญัติไว้ว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542, หน้า 7)

การจัดการศึกษาในยุคไทยแลนด์ 4.0 แม้ว่าจะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้มากขึ้นด้วยปัจจัยหลายประการตามเหตุผลที่ได้กล่าวไปข้างต้น แต่ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนก็ยังคงเป็นเสาหลักของการจัดการศึกษา การให้ความเอาใจใส่ดูแลเป็นรายบุคคล หรือการเป็นพี่เลี้ยงในฐานะการเป็นครูที่ดี ก็ยังคงเป็นทรัพยากรที่ล้ำค่า ที่เทคโนโลยีไม่สามารถจะทำหน้าที่เทียบเท่าหรือมาแทนได้ (วิโรจน์ สารรัตนะ, 2556, หน้า 46) ดังพระราชดำรัสของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่กล่าวไว้ในการพระราชทานรางวัลสมเด็จพระเจ้าฟ้ามหาจักรี ครั้งที่ 3 ปีพุทธศักราช 2562 ความตอนหนึ่งว่า “ไม่มีเทคโนโลยีใด ๆ สามารถมาแทนที่ครูได้” (news.thaipbs, เว็บไซต์, 2562) เพราะการที่จะใช้แต่เทคโนโลยีในการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว ผู้เรียนต้องมีแรงจูงใจ มีความตั้งใจ มีวินัยในตัวเอง อุทิศเวลาที่จะเรียนมาก จึงจะสามารถเรียนได้ตลอดรอดฝั่ง การเรียนโดยใช้เทคโนโลยีเพียงด้านเดียวเป็นเรื่องยืดหยุ่น ปล่อยเสรีมากกว่าในชั้นเรียนมาก ดังตัวอย่าง การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า MOOC (Massive Open Online Course) ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วโลกในรอบ 5-6 ปีที่ผ่านมา ที่มีคนเรียนจบเพียงราว 3 – 6 % ของผู้สมัครเรียนเท่านั้น การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ในการเรียนรู้ อาจใช้เพื่อการเรียนรู้เสริมได้ แต่ไม่อาจทดแทนหลักสูตรแบบต้องมีอาจารย์ดูแลแบบโดยตรงได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2562, หน้า 98) แสดงให้เห็นว่า บทบาทของเทคโนโลยีทางการศึกษานั้นไม่ได้มาแทนที่กระบวนการเรียนการสอนทั้งหมด แต่เป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ ให้สามารถจัดการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น (อุทิศ บำรุงชีพ, 2556, หน้า 295) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนในยุคไทยแลนด์ 4.0 จึงต้องเป็นการบูรณาการระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อยังประโยชน์สูงสุดให้เกิดต่อผู้เรียนที่จะสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนในยุคไทยแลนด์ 4.0 เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญถึงการพัฒนาการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาด้านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้วิจัยได้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อแก้ไขปัญหาคุณภาพการจัดการศึกษา พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ผ่านการใช้เทคโนโลยีในการจัดการศึกษาในรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เพื่อศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยสามารถตั้งสมมติฐานได้ 2 ประการ ดังนี้

1. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5. ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 66) ซึ่งมีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นในด้านการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สูงขึ้น นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น และนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 346-347) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีประโยชน์และความน่าสนใจ สามารถนำเสนอในรูปแบบของสื่อมัลติมีเดียที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เสียง ฯลฯ มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการพกพา มีความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึง สามารถเชื่อมโยงกับเว็บไซต์หรือหนังสืออ้างอิงได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย และประหยัดทรัพยากรในการผลิต (ปานทิพย์ ผ่องอักษร และ ละเอียด แจ่มจันทร์, 2561, หน้า 3) ทำให้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อันจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนให้สูงขึ้น โดยนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1-1 ดังนี้

ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ความพึงพอใจของนักเรียน

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ สามารถนำเสนอในรูปแบบของหนังสือสื่อประสม (Multimedia) ที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เป็นต้น มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการพกพา มีความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึง สามารถเชื่อมโยงกับเว็บไซต์หรือหนังสืออ้างอิงได้ทันที ทำให้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย และประหยัดทรัพยากรในการผลิต
2. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนให้สูงขึ้น
3. นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ คือ ทักษะด้านการรู้สารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นทักษะด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
4. เป็นแนวทางการศึกษาสำหรับคุณครูผู้สอนในการสร้างหรือพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 89 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสมุทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้จากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมในการใช้งานโทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ตทุกคน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง 15 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ข, หน้า 71)

- 4.1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4.2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 4.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **หนังสืออิเล็กทรอนิกส์** หมายถึง หนังสือเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนังสือสื่อประสม (Multimedia) ที่ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพที่เป็นทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียงในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง ดังต่อไปนี้ เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยมี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 66-67)

2.1 **ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

2.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) คือ ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบ อย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประกอบการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) คือ ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน อันเป็นคุณลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยแบ่งออกเป็น 6 ระดับการเรียนรู้ คือ ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) ด้านความเข้าใจ (Comprehension) ด้านการนำไปใช้ (Apply) ด้านการวิเคราะห์ (Analyze) ด้านการประเมินค่า (Evaluate) และด้านความคิดสร้างสรรค์ (Create) ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ แสดงรายละเอียดแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 61-62)

4.1 ความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้ว สามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้

4.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง

4.3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์

4.4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมา

4.5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐาน ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking)

4.6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating)

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ การวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ อันเป็นคุณลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6. ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 ดังนี้

6.1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำไปกิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 80 ซึ่งเป็นประสิทธิผลของกระบวนการ

6.2 ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 80 ซึ่งเป็นประสิทธิผลของผลลัพธ์

7. เกณฑ์ร้อยละ 80 หมายถึง ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป อยู่ในระดับดีเยี่ยม (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, หน้า 22)

8. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับในเชิงบวก โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

9. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกที่ดีของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับในเชิงบวก จำนวน 12 ข้อคำถาม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 4 ข้อความ โดยใช้แบบสอบถามตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบไปด้วย ด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อและนวัตกรรม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม จัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิต วิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ใน ชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 127-128) สรุปได้ดังนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาระหว่างตัวชี้วัดในรายวิชาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ รายวิชาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีเวลาสำหรับการเรียนรู้ และทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น
2. ลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีการพิจารณาเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกัน แล้วจัดให้เรียนที่สาระใดสาระหนึ่ง เช่น
 - 2.1 เรื่องสารชีวโมเลกุล เดิมเรียนทั้งในสาระชีววิทยา และเคมี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระชีววิทยา
 - 2.2 เรื่องปิโตรเลียม เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ
 - 2.3 เรื่องกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล ไอโซโทปกัมมันตรังสี ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี และเรื่องพลังงานนิวเคลียร์ จัดให้เรียนในสาระฟิสิกส์ เนื่องจากเดิมเนื้อหาเหล่านี้ทับซ้อนกันในสาระเคมีและฟิสิกส์
 - 2.4 เรื่องการทดลองของทอมสัน และการทดลองของมิลลิแกน เดิมเรียนทั้งในสาระเคมี และฟิสิกส์ ได้พิจารณาแล้วจัดให้เรียนในสาระเคมี
3. ลดความซ้ำซ้อนกันระหว่างระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น
 - 3.1 เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา ได้ปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม มีความแตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน
 - 3.3 เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ การเกิดลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก พายุ และมรสุม ได้มีการปรับให้สาระการเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรม เรียนต่อเนื่องกันจากระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อไม่ให้ทับซ้อนกัน
4. ลดทอนเนื้อหาที่ยาก เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
5. มีการเพิ่มเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในสาระชีววิทยา เรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี เรื่องเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เหมาะสมกับสังคม และเศรษฐกิจดิจิทัลในปัจจุบัน รวมทั้งเนื้อหาเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค เพื่อความสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ในปัจจุบัน

สำหรับกลุ่มวิทยาศาสตร์ในหมวดหมู่ของสาระเพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 128-129)

เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ โลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

งานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยที่มุ่งเน้นในขอบเขตของเนื้อหาการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาเคมี กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สาระเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ผู้วิจัยจึงจะกล่าวถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระสำคัญ ภายใต้ขอบข่ายของเนื้อหาในรายวิชาเคมี กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สาระเพิ่มเติม เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่านั้น แสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

มาตรฐานการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 มีทั้งหมด 3 มาตรฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 130)

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตารางที่ 2-1 ดังนี้

ตารางที่ 2-1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์
2. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทาง การชนและพลังงานที่เกิดจากการชน
3. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย
4. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
5. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา	

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
6. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 180)

นอกจากมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว งานวิจัยนี้จะพิจารณาสาระสำคัญ ในขอบข่ายเฉพาะเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียดของสาระสำคัญ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ข, หน้า 71)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหน่วยโมลหรือโมลาร์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา หาด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นในสมการเคมี ซึ่งอาจวัดเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะหนึ่ง

ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานจลน์ของอนุภาคที่ชนมากพอตามทฤษฎีการชน เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันจะมีพลังงานศักย์สูงขึ้นจนถึงสถานะแทรนซิชันตามทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน ซึ่งพลังงานก่อกัมมันต์เปรียบเทียบกับได้จากผลต่างของพลังงานศักย์ที่สถานะแทรนซิชันกับสถานะเริ่มต้น

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ คือ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมต่าง ๆ

จากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และสาระสำคัญ ในรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย เช่น การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน เป็นต้น

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสุมพร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ วย และความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัย ตั้งขึ้น ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้และความเข้าใจทฤษฎีการเรียนรู้ และจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจ
2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกอ์สกี
3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง
4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจ

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development theory) ค้นพบโดย จอห์น เพียร์เจ (jean piaget) ในปี ค.ศ. 1896 – 1980 มีความสนใจเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ ปัญญาและถือว่าเด็กทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้เกิดพัฒนาการเชาวน์ปัญญา (ลักษณะ สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 84) โดยได้ทำการศึกษาพัฒนาการ ทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการคิดอย่างไร ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development theory) ของเพียร์เจ พบว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการ ทางสติปัญญา ซึ่งจะมีการลำดับขั้นตอนของพัฒนาการที่เป็นไปตามวัยต่าง ๆ โดยธรรมชาติ ดังนั้น ใน การจัดการเรียนการสอนจึงไม่ควรเร่งเด็กให้ข้ามขั้นจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง หากเร่ง ขั้นตอนการพัฒนาแล้วจะส่งผลเสียต่อเด็ก (ลักษณะ สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 178) อย่างไรก็ตามใน การจัดประสบการณ์ที่สูงกว่าพัฒนาการเดิม ในช่วงที่กำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า จะช่วยส่งเสริม พัฒนาการของเด็กให้สามารถพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจ จึง เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็ก มากกว่าการกระตุ้นเด็กจนเป็นการ เร่งการพัฒนาที่เกินวัย

ทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียร์เจ มีดังต่อไปนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 25 และชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 37-38)

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับ ดังนี้

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วง อายุ 0 – 2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้และการกระทำ โดยเด็กจะยึดตัวเองเป็น ศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดของบุคคลอื่น ๆ ได้

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถใช้เหตุผลที่คิดได้ แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กวัยนี้ไม่ขึ้นกับอยู่กับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น แต่เด็กสามารถสร้างภาพในใจ สามารถคิดย้อนกลับ และมีความเข้าใจความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11 – 15 ปี ความคิดของเด็กในวัยนี้สามารถคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ สามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ได้

2. ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะดังนี้ (สรวงศ์ โค้วตระกูล, 2554, หน้า 49 และ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 37-38)

3.1 การซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะซึมซาบหรือดูดซึมประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งใหม่ เข้ามาสะสมเก็บไว้อยู่ในโครงสร้างของสติปัญญา (Cognitive Structure) เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Accommodation) เป็นการเปลี่ยนโครงสร้างแนวคิดที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจ มีหลักการจัดการการเรียนรู้ตามทฤษฎีดังนี้ (ทิตินา แชนมณี, 2551, หน้า 66)

1. ผู้สอนควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน และจัดประสบการณ์ให้เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนต้องเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัย

2. การจัดการเรียนการสอน ควรจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามช่วงวัยของตน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองไปสู่ในระดับที่สูงได้

3. ในช่วงพัฒนาการเรียนรู้ตามช่วงอายุ แม้จะอายุเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน จึงไม่ควรเปรียบเทียบผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถไปตามระดับของผู้เรียนแต่ละคน

4. การจัดการเรียนการสอนควรจัดให้เป็นรูปธรรม ไม่ควรให้ใช้จินตนาการมากเกินไป เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

5. ผู้สอนให้ความสนใจและสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน อันจะช่วยให้เราเข้าใจและทราบถึงลักษณะของผู้เรียนแต่ละคนได้

6. การจัดการเรียนการสอนควรเริ่มจากสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน แล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่สัมพันธ์กับสิ่งเก่า การกระทำเช่นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนซึมซับและจัดระบบความรู้ได้ดี

7. การจัดการเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาและพัฒนาการทางสติปัญญาได้ดี

จากการศึกษาสรุปได้ว่าทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual development theory) กล่าวถึงการพัฒนาการทางด้านสติปัญญามีลักษณะที่เป็นไปตามวัยและเป็นผลเนื่องมาจากการเจอความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้กระบวนการดูดซึมประสบการณ์ และกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา โดยการพยายามปรับความรู้ ความคิดเดิมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งทำให้บุคคลอยู่ในภาวะสมดุล สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการพัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคล

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกออสกี

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกออสกี ค้นพบโดย เล็ป ซีมานอวิช วิกออสกี (Lev Semanovick Vygotsky) ในปี ค.ศ. 1886-1934 ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาในสมัยเดียวกับเพียร์เจ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 61)

ทฤษฎีของวิกออสกี ได้ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคม และการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาการเขาว์ปัญญา กล่าวคือ มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งคือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 37) วิกออสกี กล่าวว่า การเข้าใจพัฒนาการของมนุษย์จะต้องเข้าใจวัฒนธรรมที่เด็กได้รับการอบรมเลี้ยงดูและถูกปลูกฝังมา เพราะตั้งแต่แรกเกิดมนุษย์จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม นั่นคือ “วัฒนธรรม” ซึ่งแต่ละวัฒนธรรมจะสามารถบ่งชี้ถึงการพัฒนาของเด็กได้ ว่าเด็กควรจะเรียนรู้อะไร มีความสามารถทางใดบ้าง ซึ่งสถาบันทางสังคมตั้งแต่ครอบครัวขึ้นไป ถือว่ามีบทบาทที่สำคัญที่จะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ และมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเขาว์ปัญญา โดยพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาของเด็กแต่ละวัยจะเพิ่มขึ้นถึงขั้นสูงสุดตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้ ก็ต่อเมื่อได้รับการช่วยเหลือจากผู้ใหญ่หรือผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับเด็ก เช่น ญาติ หรือแม้กระทั่งเพื่อนในวัยเดียวกัน (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 61)

วิกิอัสก็ได้เสนอแนวคิดสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน คือ แนวคิด “Zone of proximal development” (ขอบเขตของการพัฒนาที่ใกล้เคียง) หรือ “Zone of proximal growth” (ขอบเขตของการเติบโตที่ใกล้เคียง) กล่าวคือ เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึง การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับเป็นการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยเด็กพัฒนาขึ้น (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 92)

ดังนั้น ผู้สอนสามารถพัฒนาเด็กได้โดยการจัดการเรียนการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ สิ่งที่สำคัญคือ ในกรณีที่หากเด็กทำไม่ได้ ผู้สอนอาจให้ความช่วยเหลือโดยการชี้แนะแนวทางหรือการสาธิตให้ดู เด็กก็จะสามารถทำได้ ทำให้เด็กมีวุฒิภาวะที่จะพัฒนาตัวเองให้มีศักยภาพที่เพิ่มมากขึ้น (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 93) แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับแนวคิดของการสอนเป็นอย่างมาก

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกิอัสกี มีหลักการจัดการการเรียนรู้ตามทฤษฎีดังนี้

1. ผู้สอนเข้าใจวัฒนธรรมและสังคมของผู้เรียน เพื่อเข้าใจถึงพัฒนาการผู้เรียน จะทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างถูกทิศทาง เหมาะสมกับตัวผู้เรียน
2. ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างแบบอย่าง และฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น เพื่อให้ผู้เรียนจะได้สามารถฝึกฝนในการสร้างความรู้ด้วยตัวเองได้ ซึ่งมีความสอดคล้องตามหลักทฤษฎีของการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism)
3. การจัดการเรียนการสอนทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพ สามารถทำได้และแก้ปัญหาได้จริง
4. การจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) เนื่องจากผู้เรียนจะต้องจัดการกับข้อมูล และแก้ปัญหาด้วยตัวเอง รวมถึงการสร้างความหมายให้กับสิ่งต่าง ๆ จากประสบการณ์ของผู้เรียน (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 94)

ดังนั้น การจัดการกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน จะช่วยเพิ่มประสบการณ์ให้ผู้เรียนในการจัดการข้อมูล ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูก จนเกิดเป็นองค์ความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน

5. การจัดการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวก และช่วยเหลือให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” โดยที่ผู้เรียนควรมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries, 1992, pp. 3-6 อ้างถึงใน ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 95)

ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของวิกออสกี (Vygotsky) เชื่อว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลมาจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ยังมีสิ่งแวดล้อมทางทางสังคม ซึ่งคือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นการเข้าใจพัฒนาการของมนุษย์จะต้องเข้าใจวัฒนธรรมที่เด็กได้รับการอบรมเลี้ยงดูและถูกปลูกฝังมา ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาโดยมาก

3. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้แบบปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี คือ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้สร้างความรู้เอง จากการปฏิสัมพันธ์สิ่งๆ ที่พบกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม (สมชาย รัตนทองคำ, 2556, หน้า 47) โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็น มาสร้างจนเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า สกิมา (Schema) (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2541 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, หน้า 31) ดังนั้น กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ จึงมีแนวทางความเชื่อที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ทำให้เป้าหมายของการสอนจะเป็นการสนับสนุนการสร้างมากกว่าการพยายามในการถ่ายทอดความรู้ โดยจะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ให้เหมาะสมกับตนเองและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง กล่าวคือ ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ (Duffy & Cunningham, 1996 อ้างถึงใน บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, หน้า 32)

ซึ่งจากแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถแบ่งประเภทธรรมชาติความรู้ของมนุษย์มี 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านจิตวิทยาและด้านสังคมวิทยา ในส่วนของด้านจิตวิทยา เพียร์เจเสนอไว้ว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นเอกนัย ส่วนด้านสังคมวิทยา วิกออสกี ได้ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่าเกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น (ลักษณะ สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 185) แนวคิดทฤษฎีนี้มีรากฐานมาจาก 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของเพียร์เจและวิกออสกี ประกอบไปด้วย (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2554, หน้า 210)

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบพุทธิปัญญานิยม (Cognitive constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียร์เจ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นภายในเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจึงมีบทบาทที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญา เป็นเหตุให้ผู้เรียนต้องปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ให้เข้ากับความรู้ใหม่ จนกระทั่งเกิดความสมดุลทางพุทธิปัญญา หรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น (Fowler, 1994 และ Greens et al., 1996 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 210)

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองเชิงสังคมนิยม (Social constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกออสกี ซึ่งถือว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เช่น การมีส่วนร่วมกิจกรรมในห้องเรียน ถือเป็นสถานะทางสังคม (Social context) ที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้อง ชับซ้อนกว้างขวางขึ้น (Bruning et al., 1999 อ้างถึงใน สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 210)

จากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง (Constructivism) มีหลักการจัดการการเรียนรู้ตามทฤษฎี ดังนี้ (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 187-188)

1. ผู้สอนควรออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการแก้ปัญหาที่มีความหมายที่แท้จริง และเป็นปัญหาในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. ผู้สอนควรจัดเตรียมหากกลุ่มหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันได้
3. ผู้สอนควรช่วยเหลือโดยการแนะแนวทาง และสั่งสอน หรือฝึกฝน ให้ผู้เรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตัวเอง เชื่อว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้สร้างความรู้เอง จากการปฏิสัมพันธ์สิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็น มาสร้างจนเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) การเรียนรู้จึงเป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับความรู้ ทำให้เป้าหมายของการสอนจะเป็นการสนับสนุนการสร้างมากกว่าการพยายามในการถ่ายทอดความรู้ โดยจะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่ให้เหมาะสมกับตนเองและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง กล่าวคือ ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสูเบล

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสูเบล ค้นพบโดย ออสูเบล (Ausubel) ในปี ค.ศ. 1968 (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 181) ออสูเบล มีแนวคิดทางการเรียนรู้ที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมาย หรือที่เรียกว่า “ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย” (A theory of Meaningful verbal learning) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 28) สำหรับความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย ออสูเบลได้อธิบายความหมายไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอน อธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ฟังและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยที่ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรี้นรู้กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และสามารถนำมาใช้ในอนาคตได้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2554, หน้า 217)

ออสูเบลยังได้ชี้ให้เห็นว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะอธิบายเกี่ยวกับพุทธิปัญญา โดยเชื่อว่าการเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่คุณเรียนนั้นรู้มาก่อน (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 182) กล่าวคือ การเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นได้ หากการเรียนรู้สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เคยทราบมาก่อน ดังนั้น การแสดงกรอบความคิดบทสรุปล่วงหน้า ให้เห็นเนื้อหาใหม่ที่จะเรียนและความรู้เดิมของผู้เรียน ก่อนเริ่มจัดการเรียนการสอน จะช่วยเป็นสะพานหรือโครงสร้างที่ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหา สิ่งที่ยเรียนใหม่ไปเชื่อมโยงยึดเกาะกับความรู้เดิมได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมาย

ออสูเบลได้นำเสนอหลักสำคัญของแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยให้ความสำคัญกับโครงสร้างทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ของมนุษย์ และได้แบ่งการรับรู้ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2554, หน้า 217)

1. การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย
2. การเรียนรู้โดยการรับแบบท่องจำโดยไม่คิด หรือแบบนกแก้วนกขุนทอง
3. การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย
4. การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำโดยไม่คิด หรือแบบนกแก้วนกขุนทอง

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสูเบล มีหลักการจัดการการเรียนรู้ตามทฤษฎี ดังนี้

1. ออสูเบลได้กล่าวถึงเทคนิคในการจัดการเรียนการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยไม่ท่องจำ โดยการให้ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อน กับข้อมูลใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียนก่อน หรือที่เรียกว่า เทคนิค Advance organizer

2. ก่อนจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรมีการแนะนำเนื้อหา สารการเรียนรู้ของบทเรียน ก่อนที่จะเริ่มทำการสอนสิ่งใหม่

3. การจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรสอนให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมที่มีกับความรู้ใหม่ หรือความคิดรวบยอดใหม่ก่อนที่จะเริ่มจัดการเรียนการสอน โดยไม่เน้นการท่องจำ

4. การจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรแบ่งหัวข้อบทเรียนที่สำคัญ ให้ทราบความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่จะต้องเรียน รวมถึงแบ่งเนื้อหาการเรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่ให้ชัดเจน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออสเชเบล ว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอน อธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ฟังและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยที่ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำและสามารถนำมาใช้ในอนาคตได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1992 โดยบาร์แมน (Barman) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางคนได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E อันประกอบไปด้วย 1. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 3. ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase) และ 4. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 152) ต่อมาในปี ค.ศ. 1992 ได้มีโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อ ๆ ว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 66)

2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีผู้นิยามความหมายไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ทิตินา แชมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

กู๊ด (Good, 1973, p. 303) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และพยายามค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

นากาลสกี (Nagalski, 1980) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การแสวงหาคำตอบ โดยอาศัยการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

มีผู้นิยามความหมายในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

บายบีและคณะ (Bybee et al., 2006, p. 2) ได้นิยามความหมายในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูเข้าถึงความรู้เก่าของนักเรียนและช่วยให้ให้นักเรียนสนใจในโมเดลใหม่ด้วยกิจกรรมสั้น ๆ ที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและตรวจสอบความรู้เดิม กิจกรรมควรเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงโมเดลก่อนหน้าออกมา และจัดระเบียบความคิดที่มีต่อผลการเรียนรู้ของกิจกรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาอาจจะเป็นการทดลองที่ช่วยนักเรียนได้ใช้ความรู้เก่าในการสร้างความคิดใหม่ สำรวจและค้นหาข้อสงสัย และออกแบบวิธีการหาคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปจะมุ่งไปที่มุมมองของนักเรียนหลังจากผ่านการสร้างความสนใจและการสำรวจค้นหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรม ในขั้นนี้ครูคอยช่วยแนะนำให้นักเรียน รวมไปถึงครูอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกมากขึ้นซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของขั้นนี้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความเข้าใจและทักษะไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ด้วยกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจข้อมูลและทักษะที่มากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ขั้นการประเมินเป็นขั้นที่นักเรียนจะถูกประเมินความเข้าใจและความสามารถเพื่อครูจะได้ทราบถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นไปตามของวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เว็บบไซต์, 2545) ได้นิยามความหมายในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชักจูง หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นตัว สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลายแบบ เช่น การสาธิต การทดลอง การนำเสนอข้อมูล การเล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ การให้ค้นคว้าหรืออ่านเรื่อง การอภิปรายหรือพูดคุย การสนทนา การใช้เกม การใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจที่น่าสนใจสลับไป

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น การสังเกต การวัด การทดลอง การรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate)

1. ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

ขั้นที่ 5 การประเมิน (Evaluate)

1. นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต
2. นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

3. นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 66-67) ได้นิยามความหมายในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

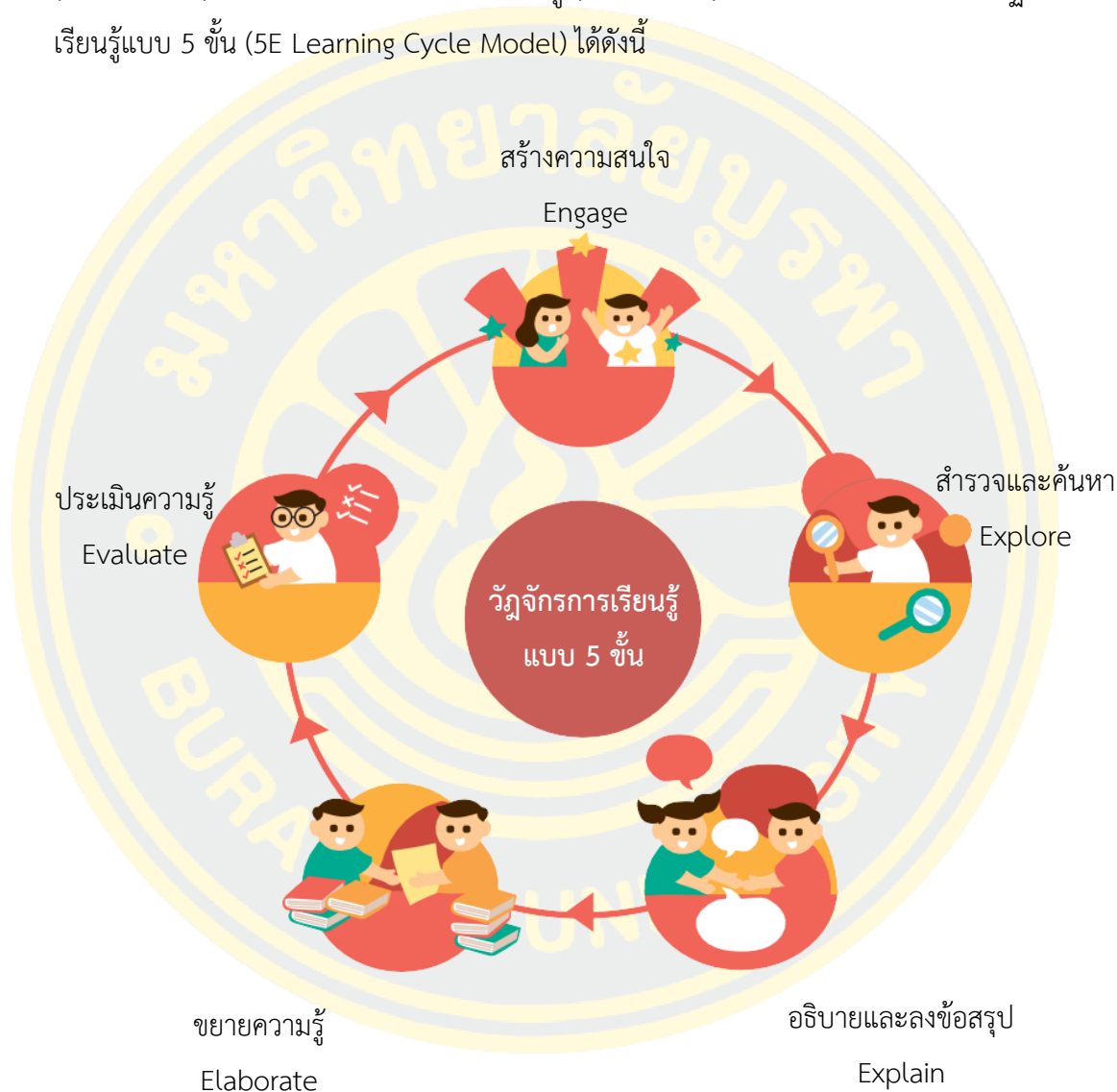
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) คือ ขั้นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) คือ ขั้นการนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) คือ ขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) คือ ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) สามารถแสดงแผนภาพวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning Cycle Model) ได้ดังนี้



ภาพที่ 2-1 วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 67)

4. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

มีผู้นิยามความหมายไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

ภพ ไพบุลย์ (2540, หน้า 125-126) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า บทบาทครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกให้การศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยแนะนำทางให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ ส่วนบทบาทหน้าของผู้เรียน ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นมโนคติ หลักการต่าง ๆ เป็นผู้ตอบคำถาม

สกุล มูลแสดง (2554, หน้า 113-117) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังตารางที่ 2-2 ดังนี้

ตารางที่ 2-2 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบหรือแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้ออกกำลังกายกับนักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระภายในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐาน - บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น - พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย - ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอน - ถูกต้อง
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ - อภิปรายชักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนนำ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไป ประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอภิปราย อย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูล ที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดง หลักฐานและถาม - ถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้างหรือได้แนวคิด อะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบไปอธิบาย หรือทักษะจากการสำรวจ ตรวจสอบไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับ สถานการณ์เดิม - นำข้อมูลจากการสังเกต ไปสร้างความรู้ใหม่ - นำความรู้ใหม่เชื่อมโยง กับความรู้เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน - ตรวจสอบความเข้าใจ กับเพื่อน ๆ
5. ชั้นประเมิน (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการ นำความคิดรวบยอดและ ทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะ ของนักเรียน - ให้นักเรียนประเมินตนเอง เกี่ยวกับการเรียนรู้และ ทักษะกระบวนการกลุ่ม - ให้นักเรียนวิเคราะห์ สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข ในการสำรวจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้ การสังเกตหลักฐาน และ คำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับความคิด รวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้า หรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ครูมีบทบาทในการกระตุ้น ส่งเสริม ให้คำปรึกษา และประเมิน ผู้เรียนตลอดการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนมีบทบาทในการตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อสงสัยเพื่อหาคำตอบ แล้วทำการสำรวจค้นเพื่อหาข้อสรุปและคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยที่ตั้งขึ้นจนเกิดเป็นองค์ความรู้แล้วนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายกับสถานการณ์อื่นที่ใช้หลักการเหมือนกันได้

5. แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 55-57) ได้ให้แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สอดคล้องกับการพัฒนา ผู้เรียนแห่งศตวรรษที่ 21 และธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์นั้น ครูสามารถเลือกกลวิธีในการจัดการ เรียนรู้ได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสมกับเนื้อหา เวลา บริบท และปัจจัยอื่น ๆ กลวิธีที่สามารถนำมาใช้จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ เช่น การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning)

“การสืบเสาะ (Inquiry)” เป็นกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเลียนแบบวิธีการที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับธรรมชาติ แม้ว่าจะมีการนำการเรียนรู้แบบ สืบเสาะมาใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี ปัจจุบันก็ยังปรากฏความ สับสนหลายประการเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น (5E Learning Cycle) เป็นสิ่งเดียวกัน
2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องจัดแบบสืบเสาะหาความรู้เท่านั้น
3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือต้องให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถามและทำการ สืบเสาะเพื่อตอบคำถามที่ตนตั้งไว้ด้วยตัวเอง
4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรม (hands-on activity) เพื่อฝึกฝนทักษะกระบวนการมากกว่าการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. ความตื่นเต้นสนุกสนานของผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรมเป็นตัวบ่งชี้ระดับของการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติของประเทศ สหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards) โดยสภาวิจัยแห่งชาติ (NRC, 1996 อ้าง ถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561 ก, หน้า 55) ได้นิยาม “การสืบเสาะ หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (Scientific Inquiry) ว่าเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และนำเสนอผลการศึกษานั้น ตามสารสนเทศหรือหลักฐานต่าง ๆ ที่รวบรวมได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงเป็นการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ จึงกล่าวได้ว่า หัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนก็คือ การให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ (Investigation process) และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาข้อสงสัยที่ตนมีเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนได้ทำระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีส่วนที่คล้ายคลึงกับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และของผู้เรียน

การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์	การสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียน
1. สังเกต	1. เกิดข้อสงสัย/ปัญหา
2. เกิดข้อสงสัย/ปัญหา	2. กำหนดปัญหา
3. กำหนดปัญหาจากความรู้พื้นฐาน	3. พยากรณ์หรือตั้งสมมติฐาน
4. รวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและ/หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์	4. วางแผนและดำเนินการอย่างง่ายเพื่อสืบเสาะค้นหาคำตอบ
5. ค้นหาคำตอบจากงานวิจัยที่ผ่านมา	5. รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ทดลอง หรือสร้างแบบจำลอง
6. อธิบายสิ่งที่ศึกษา	6. สร้างคำอธิบายจากหลักฐานเชิงประจักษ์
7. เผยแพร่ผลการศึกษาโดยมีข้อมูล/หลักฐานสนับสนุน	7. พิจารณาและเปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ
8. สื่อสารสิ่งที่ค้นพบ	8. สื่อสารสิ่งที่ค้นพบ
9. อธิบายเพิ่มเติมสิ่งที่ศึกษา	9. ตรวจสอบคำอธิบาย
10. เผยแพร่ผลการศึกษาโดยมีข้อมูล/หลักฐานสนับสนุน	

ที่มา: ปรับปรุงจาก National Research Council. (2000). Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning.

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561 ก, หน้า 56)

การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนสามารถทำได้หลากหลายระดับ ตั้งแต่การที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดการสำรวจตรวจสอบของผู้เรียนเพื่อตรวจสอบยืนยันสิ่งที่รู้มาแล้ว ไปจนถึงการที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจตรวจสอบอย่างอิสระเพื่อสำรวจปรากฏการณ์ที่ยังไม่สามารถอธิบายได้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง
2. การสืบเสาะแบบกึ่งกำหนดโครงสร้าง
3. การสืบเสาะไม่กำหนดโครงสร้าง

โดยบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ระดับของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ชั้น	ระดับของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		
	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
การกำหนดปัญหา	ผู้สอนหรือหนังสือเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา	ผู้สอนหรือผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา
กระบวนการแก้ปัญหา	ผู้สอนหรือหนังสือเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการแก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการแก้ปัญหา
แนวทางการแก้ปัญหา	ผู้เรียนแก้ปัญหาตามวิธีการที่กำหนดไว้	ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหา

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561 ก, หน้า 57)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แต่ละแบบนี้มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ผู้สอนต้องพิจารณาระดับของการสืบเสาะหาความรู้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาในการจัดการเรียนรู้ ความสามารถของผู้เรียน บริบทของห้องเรียนและโรงเรียน รวมถึงความมั่นใจของตัวผู้สอนเอง

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 55-57) สรุปได้ว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องเป็นการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ หัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจึงเป็นการให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาข้อสงสัยที่ตนมีเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

6. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน

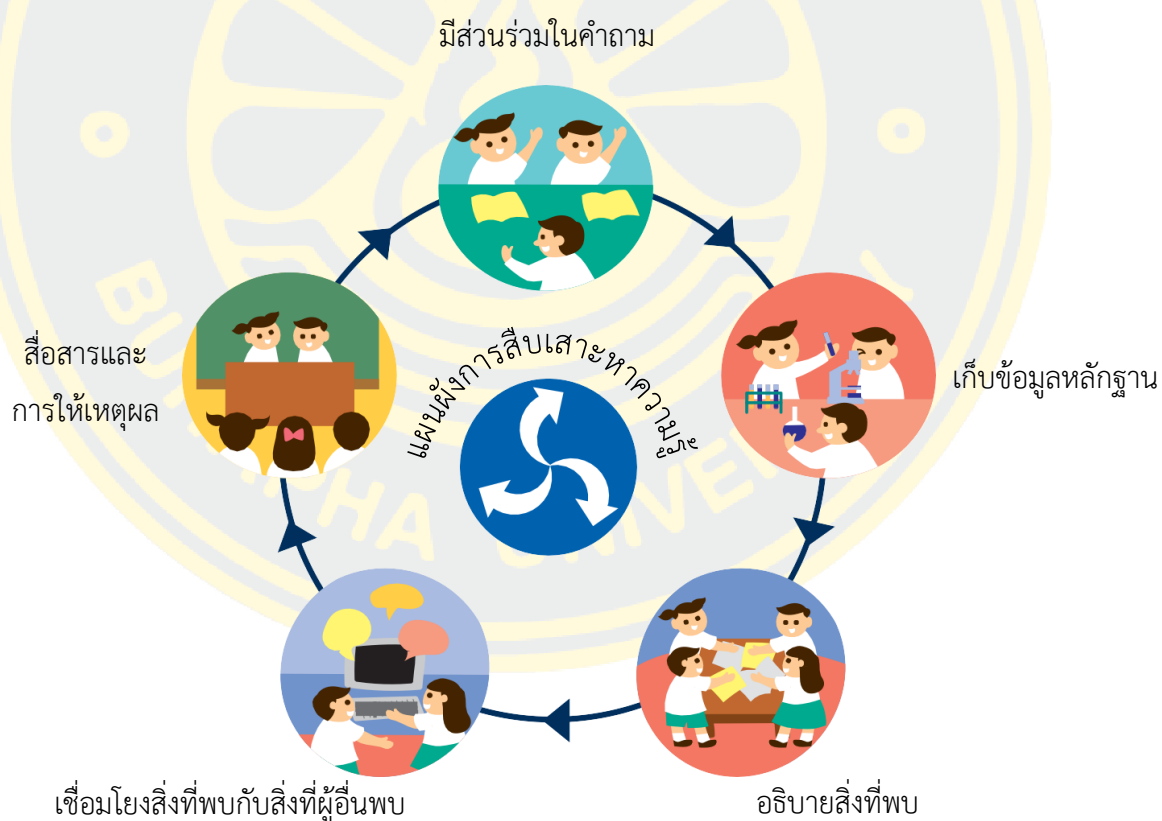
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 11-14) กล่าวว่า เราสามารถจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียนโดยจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามที่หลักสูตรกำหนด ด้วยกระบวนการแบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์สืบเสาะ แต่อาจมีรูปแบบที่หลากหลายตามบริบทและความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน เช่น การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened Inquiry) ที่ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง ตั้งแต่การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) และอธิบายสิ่งที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ยังไม่มีการนำมาประมวล (Data) หรือหลักฐาน (Evidence) ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่น นอกจากนี้ ผู้สอนอาจใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่ตนเองเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม (Structured Inquiry) โดยผู้สอนสามารถแนะนำผู้เรียนได้ตามความเหมาะสม

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนให้มีลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึง คำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะค้นหาและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อตอบคำถามนั้น ๆ ได้
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบ ผู้เรียนต้องลงมือทำปฏิบัติการ เช่น การสังเกต การทดลอง การสร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยงและอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา
3. ผู้เรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล ต้องแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ สามารถจำแนกวิเคราะห์ ลงความเห็นจากข้อมูล พยากรณ์ ตั้งสมมติฐาน หรือลงข้อสรุป

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถประเมิน (Judge) ข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ เพื่อตัดสินใจ (Make Decision) ว่า ควรเพิกเฉยหรือนำคำอธิบายนั้นมาพิจารณาและปรับปรุงคำอธิบายของตนเอง ในขณะเดียวกันก็สามารถประเมินคำอธิบายของเพื่อน บุคคลอื่น หรือแหล่งข้อมูลอื่น แล้วนำมาเปรียบเทียบ เชื่อมโยง สัมพันธ์ แล้วสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผลและหลักฐานสนับสนุน ซึ่งสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. สื่อสารการค้นพบของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ผู้เรียนได้สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นเข้าใจ สามารถทำตามได้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผลวิจารณ์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบาย หรือวิธีการสืบเสาะค้นหาคำตอบ



ภาพที่ 2-2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 12)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน และบริบทอื่น ๆ การยืดหยุ่นระดับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถอธิบายได้ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม	ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม	ผู้เรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น	ผู้เรียนสนใจคำถามจากสื่อการสอนหรือแหล่งอื่น ๆ
2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม	ผู้เรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวม	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและการบอกเล่าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล
4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	ผู้เรียนได้รับการชี้แนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้	ผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด
	← มาก	← การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียน	← น้อย	
	← น้อย	← การชี้แนะโดยครูหรือสื่อการสอน	← มาก	

ตารางที่ 2-5 (ต่อ)

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
5. ผู้เรียนสื่อสาร	ผู้เรียนสร้าง	ผู้เรียนได้รับการ	ผู้เรียนได้รับ	ผู้เรียนได้รับ
และให้เหตุผล	ข้อคิดเห็นที่มี	ฝึกฝนในการ	แนวทางกว้าง ๆ	คำแนะนำถึง
เกี่ยวกับการ	เหตุผลและมี	พัฒนาวิธีการ	สำหรับการ	ขั้นตอนและ
ค้นพบของตน	หลักการเพื่อ	สื่อสาร	สื่อสารที่ชัดเจน	วิธีการสื่อสาร
	สื่อสารคำอธิบาย		ตรงประเด็น	
	มาก ←	การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียน		←
	น้อย	การชี้แนะโดยครูหรือสื่อการสอน		→
				มาก

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561 ก, หน้า 57)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจแนวคิด หลักการ ทฤษฎี กฎและความรู้พื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการสืบเสาะหาความรู้และพัฒนาเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักการมีผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม
5. เพื่อนำความรู้ในแนวคิดและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการประเมินและตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้สอนและผู้เรียน และบริบทอื่น ๆ การยืดหยุ่นระดับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

7. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บายบีและคณะ (Bybee et al., 2006, pp. 41-42) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนถูกกระตุ้นจากสถานการณ์ เพื่อสร้างความรู้และแนวคิดอย่างมีความหมาย
2. ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและความรู้ของตนเองอย่างเต็มที่ โดยเรียนรู้วิธีการการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ โดยสามารถกำหนดเป้าหมายและติดตามผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ภพ เลหาทไพบูลย์ (2542, หน้า 156-157) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับชีววิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู ผู้เรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

7.1 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. ผู้เรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

7.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และผู้เรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอบทตอบคำถามได้ แต่ผู้เรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงมีโอกาสดำเนินความคิดและการกระทำ ทำให้เกิดความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนมิตี และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนอาจมีความสนใจลดลงเมื่อจัดการเรียนรู้แบบเดิม ในกรณีที่สถานการณ์ไม่ทำให้น่าสงสัย ผู้เรียนจะรู้สึกเบื่อหน่ายและถ้าควบคุมพฤติกรรมมากเกินไป ผู้เรียนจะไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ถ้าผู้เรียนระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีวุฒิภาวะ จะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1. ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

มีผู้นิยามความหมายไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

กิตานันท์ มลิทอง (2548, หน้า 203) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic book) หมายถึง สื่อสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์โดยจัดพิมพ์หรือสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมประมวลผลคำให้เป็นรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบ pdf (portable document file) เพื่อความสะดวกในการอ่านด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ 1. แบบมีข้อความและภาพเหมือนหนังสือทั่วไป และ 2. แบบสามารถเชื่อมโยงไปยังหน้าอื่น เว็บไซต์อื่น

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2551, หน้า 14) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic book) หมายถึง รูปแบบหนังสือที่สร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นไฟล์หรือแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถออกแบบให้อ่านได้แบบออฟไลน์หรือออนไลน์ สามารถเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ภายนอก และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 103) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic book) หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลในลักษณะคล้ายหน้ากระดาษอิเล็กทรอนิกส์ นำเสนอรายละเอียดของหนังสือทั้งเล่มบนจอคอมพิวเตอร์ในลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย มีความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระในแต่ละหน้าเข้าด้วยกันกับภาพ ข้อความ เสียง ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้อย่างรวดเร็วและมีความเข้าใจยิ่งขึ้น

บุญรัตน์ แผลงศร (2558, หน้า 3) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic book) หมายถึง หนังสือหรือเอกสารในรูปแบบไฟล์หรืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book reader) แท็บเล็ต (Tablet) หรือ โทรศัพท์มือถือได้

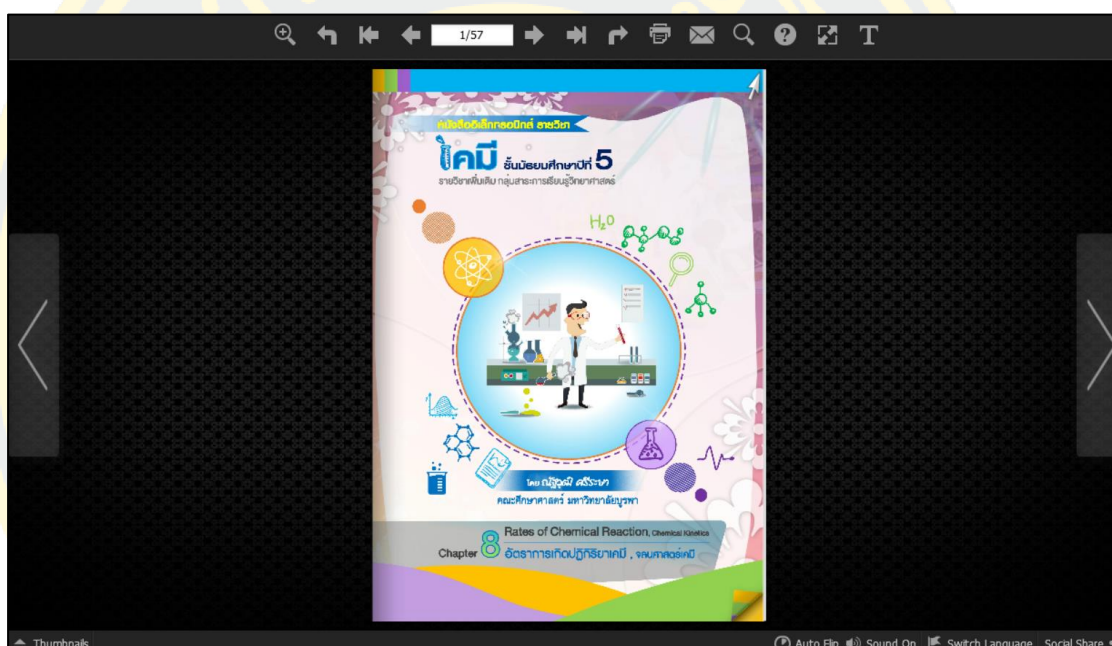
จากการศึกษาสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ หมายถึง หนังสือเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนังสือสื่อประสม (Multimedia) ที่ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพที่เป็นทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียงในลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง ดังต่อไปนี้

- 1.1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 1.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

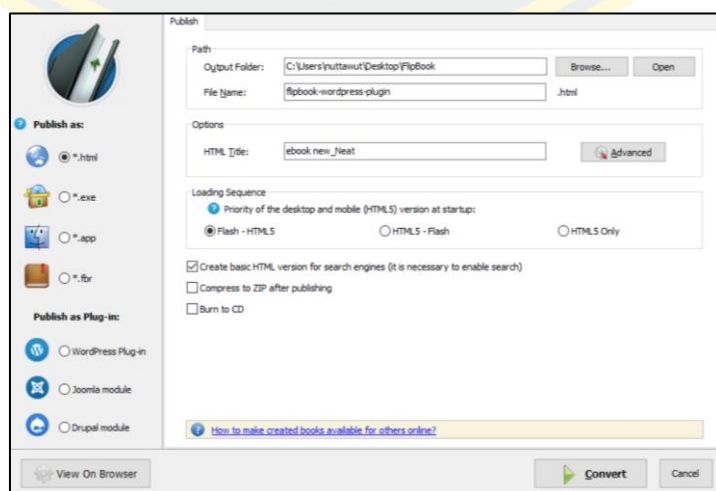
สามารถสรุปคุณสมบัติของโปรแกรมบางประการที่สำคัญ ดังนี้

1.1 สามารถแสดงเนื้อหาในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รูปร่าง เสียง วิดีทัศน์จากเครื่อง ลิงค์เชื่อมโยง ไฟล์ flash ข้อความ popup หรือ ข้อความที่ปรากฏขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ปุ่ม button หรือ ปุ่มที่มีความสามารถไว้ติดต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถควบคุมทิศทางการย้อนไปมาของหนังสือจากปุ่มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้

1.2 สามารถแสดงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ทั้งรูปแบบออฟไลน์ (Offline) หรือออนไลน์ (Online) หลากหลายช่องทาง รองรับการทำงานกับ HTML 5



ภาพที่ 2-3 หน้าตาโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9



ภาพที่ 2-4 รูปแบบของ output option ของโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9

1.3 ความสามารถในการเข้าถึงมีหลากหลายรูปแบบที่สะดวกต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น เข้าถึงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผ่านการพิมพ์ลิงค์ URL หรือป้อนการสแกนคิวอาร์โค้ดแทน (QR Code) อ่านบนอุปกรณ์พกพาอย่าง Smartphone ได้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งปันหรือแชร์ (Share) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้อีกหลากหลายช่องทาง เช่น Facebook, twitter หรือแชร์ผ่านอีเมล เป็นต้น

1.4 สามารถสร้างชั้นหนังสือเพื่อเก็บหรือรวบรวมหนังสือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไว้ในหน้าการเข้าถึงเดียวกัน เรียกว่า อีบุ๊กคอลเลคชัน (E-book Collection) โดยมีธีมที่มากกว่า 400 ธีม 200 ฉาก และภาพพื้นหลัง 700 ภาพ ให้เลือกใช้งานบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้

1.5 สามารถทำหนังสือออนไลน์เพื่อเอาไว้อขายบน store ได้ สร้างโลโก้หนังสือแบบส่วนตัวได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผ่านโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9 แล้วนำไปเผยแพร่บนเว็บไซต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้แสดงผลในรูปแบบออนไลน์ (Online) สามารถอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลายรูปแบบ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) หรือแท็บเล็ต (Tablet) เป็นต้น เนื่องจากโปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9 สามารถรองรับการทำงานกับ HTML 5 ซึ่งเป็นภาษามาร์กอัปสำหรับเขียนเว็บไซต์ (Website) ที่มีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถแสดงผลได้กับทุก Web Browser นอกจากนี้ HTML 5 ยังช่วยลดการใช้ปลั๊กอินพิเศษ (plug in) ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมชนิดหนึ่ง ที่จะเพิ่มความสามารถให้กับโปรแกรมหลัก ซึ่งเราจะติดตั้งเพื่อใช้งานหรือไม่ติดตั้งก็ได้ เช่น Adobe Flash เป็นต้น

2. องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540, หน้า 157-158) ได้จำแนกองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ 7 องค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อการออกแบบ รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1. **อักขระ** (text) คือ ข้อความที่เป็นองค์ประกอบของโปรแกรมมัลติมีเดีย สามารถนำอักขระมาออกแบบเป็นส่วนหนึ่งของภาพ หรือสัญลักษณ์กำหนดหน้าที่การเชื่อมโยงนำเสนอเนื้อหา เสียง ภาพกราฟฟิก หรือวีดิทัศน์ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษาได้ การใช้อักขระเพื่อกำหนดหน้าที่ในการสื่อสารความหมายในคอมพิวเตอร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. สื่อความหมายให้ชัดเจน เพื่ออธิบายความสำคัญที่ต้องการนำเสนอส่วนของเนื้อหาสรุป

2. การเชื่อมโยงอักขระบนจอภาพสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์ในสื่อมัลติมีเดีย การเชื่อมโยงทำได้หลากหลายรูปแบบ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระบบเครือข่ายแฟ้มเอกสารข้อมูลด้วยกัน หรือ ต่างแฟ้มกันได้ทันที ในลักษณะรูปแบบตัวอักษร (font) เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ (symbol) การเลือกใช้แบบอักขระ

3. กำหนดความยาวเนื้อหาให้เหมาะสม ผู้ผลิตโปรแกรมสามารถใช้เทคนิคแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย แล้วเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกัน หากต้องการศึกษาข้อมูลส่วนใดก็สามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันได้ การเชื่อมโยงเนื้อหาสามารถกระทำได้ 3 ลักษณะด้วยกัน คือ ลักษณะเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะผสมผสานหลายมิติ

4. สร้างการเคลื่อนไหวให้อักขระ เพื่อสร้างความน่าสนใจก่อนนำเสนอข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเคลื่อนไหวย้ายตำแหน่ง การหมุน การกำหนดให้เห็นเป็นช่วงจังหวะ เป็นต้น

5. เครื่องหมายและสัญลักษณ์ เป็นสื่อกลางที่สำคัญในการติดต่อกับผู้ศึกษาในบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ การนำเสนอหรือออกแบบสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายควรให้สัมพันธ์กับเนื้อหาในบทเรียน ที่สามารถทำความเข้าใจกับความหมายและสัญลักษณ์ต่าง ๆ นั้น ได้อย่างรวดเร็ว

2. ภาพนิ่ง (still Images) เป็นภาพกราฟิกที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย หรือ ภาพวาด เป็นต้น ภาพนิ่งมีบทบาทสำคัญต่อมัลติมีเดียมาก ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงของการเรียนรู้ด้วยการมองเห็น ไม่ว่าจะดูโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร ฯลฯ จะมีภาพเป็นองค์ประกอบเสมอ ดังนั้นภาพนิ่งจึงมีบทบาทมากในการออกแบบมัลติมีเดีย

3. ภาพเคลื่อนไหว (animation) เกิดจากจุดภาพที่มีความแตกต่างกันมาแสดงเรียงต่อเนื่องกันไป ความแตกต่างของแต่ละภาพที่นำเสนอทำให้มองเห็นเป็นการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ สามารถกำหนดลักษณะและเส้นทางที่จะทำให้ภาพเคลื่อนไหวที่เป็นไปตามต้องการ คล้ายกับการสร้างภาพยนตร์ขึ้นมาตอนหนึ่ง นับเป็นสื่อที่ดีอีกชนิดหนึ่งในมัลติมีเดีย

4. เสียง (Sound) เป็นสื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาและทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีชีวิตชีวาขึ้น เสียงในมัลติมีเดียจะจัดเก็บอยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล และสามารถเล่นซ้ำ (Replay) ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์พีซี การใช้เสียงในมัลติมีเดียก็เพื่อนำเสนอข้อมูล หรือสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น เสียงน้ำไหล เสียงหัวใจเต้น เป็นต้น เสียงสามารถใช้เสริมตัวอักษรหรือนำเสนอวัสดุที่ปรากฏบนจอภาพได้เป็นอย่างดี เสียงที่ใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์สามารถบันทึกเป็นข้อมูลแบบดิจิทัลจากไมโครโฟน แผ่นซีดีเสียง เทปเสียง และวิทยุ เป็นต้น

5. วิดิทัศน์ (video) เป็นภาพที่เหมือนจริงที่ถูกเก็บไว้ในรูปของดิจิทัล มีลักษณะแตกต่างจากภาพเคลื่อนไหวที่ถูกสร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ ในลักษณะคล้ายภาพยนตร์ การ์ตูน การใช้มัลติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำเอาภาพยนตร์วิดิทัศน์ ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิทัลรวมเข้าไปกับโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้น โดยทั่วไปของวิดิทัศน์จะนำเสนอ ด้วยเวลาจริงที่จำนวน 30 ภาพต่อวินาที ในลักษณะนี้จะเรียกว่า วิดิทัศน์ดิจิทัล คุณภาพของวิดิทัศน์ดิจิทัลจะทัดเทียมกับคุณภาพที่เห็นจากจอโทรทัศน์ ดังนั้นทั้งวิดิทัศน์ดิจิทัลและเสียงจึงเป็นส่วนที่ผนวกเข้าไปสู่การนำเสนอและการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย วิดิทัศน์สามารถนำเสนอได้ทันทีด้วยจอคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เสียงสามารถเล่นออกไปยังลำโพงภายนอกได้โดยผ่านการดเสียง

6. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links) การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการ โดยใช้ตัวอักษรหรือปุ่มสำหรับตัวอักษรที่จะสามารถเชื่อมโยงได้จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าหาข้อมูลที่ต้องการหรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูลต่อไป

7. การจัดเก็บข้อมูลมัลติมีเดีย (multimedia storage) เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยสื่อที่หลากหลาย เช่น ภาพ เสียง วิดิทัศน์ เป็นต้น จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก สื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูลควรมีขนาดใหญ่และรองรับการอ่านข้อมูลที่รวดเร็ว จากการศึกษาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถจำแนกได้ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ อักษร (text) ภาพนิ่ง (still Images) ภาพเคลื่อนไหว (animation) เสียง (Sound) วิดิทัศน์ (video) การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links) และการจัดเก็บข้อมูลมัลติมีเดีย (multimedia storage) ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3. ความแตกต่างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับหนังสือทั่วไป

สันทนา สงครินทร์ (2552) อ้างถึงใน บุญรัตน์ แผลงศรี (2558, หน้า 7) ได้อธิบายความแตกต่างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับหนังสือทั่วไป ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสร้างและการใช้งาน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 การวิเคราะห์คุณลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และหนังสือทั่วไป

รายการ	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	หนังสือทั่วไป
วัสดุ	ไม่ใช่กระดาษ (อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้)	ใช้กระดาษ
ลักษณะเนื้อหา	สามารถสร้างให้มีภาพเคลื่อนไหวได้	มีข้อความและภาพประกอบธรรมดา
เสียง	สามารถใส่เสียงประกอบได้	ไม่มีเสียงประกอบ
การแก้ไข	สามารถแก้ไขและปรับปรุงข้อมูล (update) ได้ง่าย	สามารถแก้ไขและปรับปรุงข้อมูล (update) ได้ยาก
เนื้อหาเพิ่มเติม	สามารถสร้างจุดเชื่อมโยง (links) ออกไปยังข้อมูลภายนอกได้	มีความสมบูรณ์ในตัวเอง
ต้นทุนการผลิต	มีต้นทุนในการผลิตหนังสือต่ำ	มีต้นทุนในการผลิตหนังสือสูง
ข้อจำกัด	ไม่มีข้อจำกัดในการจัดพิมพ์ สามารถทำสำเนาได้ง่ายไม่จำกัด	มีข้อจำกัดในการจัดพิมพ์
อุปกรณ์	สามารถอ่านผ่านคอมพิวเตอร์ และสั่งพิมพ์ผลได้	สามารถเปิดอ่านจากเล่ม อ่านได้ อย่างเดียว
ผู้อ่าน	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 1 เล่ม สามารถอ่านพร้อมกันได้จำนวนมาก (ออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต)	สามารถอ่านได้ 1 คนต่อ 1 เล่ม
การพกพา	สามารถพกพาสะดวกได้ครั้งละจำนวนมาก ในรูปแบบของไฟล์คอมพิวเตอร์ และสามารถเข้าถึงได้โดยไม่จำกัดเรื่องสถานที่และเวลา	สามารถพกพาลำบาก และต้องเดินทางไปที่ห้องสมุดและศูนย์สารนิเทศต่าง ๆ

4. ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบ่งตามช่องทางการสื่อสาร (Barker, 1991, p. 140-141 อ้างถึงใน วิไลรักษ์ บุญงาม, 2550, หน้า 16) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ช่องทางการสื่อสารแบบทางเดียว เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านสามารถรับสารได้เพียงช่องทางเดียว เช่น ใช้ตาดู หรือใช้หูฟังแต่เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งเท่านั้น ได้แก่ หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Textbooks) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง (Picture Books) และ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลายภาษา (Talking Books) เป็นต้น

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ช่องทางการสื่อสารแบบหลายช่องทาง เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านสามารถรับข่าวสารได้หลายช่องทาง เช่น ใช้ตาดู ใช้หูฟัง ใช้มือสัมผัสหน้าจอ ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม (Multimedia Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รวมสื่อ (Poly Media Books) และ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Books) เป็นต้น

รูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบ่งตามหน้าที่ (Barker and Giller, 1992 อ้างถึงใน สุวิดา ศรีนาค, 2552, หน้า 16) สามารถแบ่งออกได้ 4 รูปแบบ คือ

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเก็บเอกสารสำคัญ (Archival) จะมีที่เก็บข้อมูลข่าวสารขนาดใหญ่ ในรูปแบบของฐานข้อมูล วิธีใช้งานผู้ใช้ขั้นปลายสามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างหนังสือประเภทนี้ ได้แก่ สารานุกรมโกรเลียร์ (Grolier Encyclopedia) และ สารานุกรมมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ (Compton's Multimedia Encyclopedia) เป็นต้น

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับให้ข่าวสารความรู้ (Information) จะมีลักษณะคาบเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบแรก แต่ข่าวสารจะกินความแคบกว่าแบบแรก และมีลักษณะเฉพาะมากกว่า มีความสัมพันธ์กับหัวข้อเรื่องใดหัวข้อเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น หนังสือเรียนแพทยศาสตร์ออกซ์ฟอร์ดบนซีดีรอมและหนังสือรายชื่อเพลงนินบัส เป็นต้น

3. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอน (Instructional) เป็นรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์อย่างมากในการถ่ายทอดความรู้ ความชำนาญ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการอบรม ผู้เรียนจะได้รับความรู้และทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้ บางส่วนจะมีการประเมินและประยุกต์ตามรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละคน จะมีการนำเสนอให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ตัวอย่างเช่น หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการออกแบบหน้าจอสำหรับคอมพิวเตอร์พื้นฐานการอบรม

4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบตั้งคำถาม (Interrogational) เป็นรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการทดสอบ สอบย่อย และประเมินผลกิจกรรม โดยวัดจากความรู้ที่ได้จากการศึกษา หัวข้อที่เกี่ยวข้องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบตั้งคำถามจะประกอบด้วย 3 ลักษณะที่สำคัญคือ ธนาการตั้งคำถามหรือแบบฝึกหัด ข้อสอบ ลักษณะการประเมินผล และระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการเรียน มีการแข่งขันและพิจารณาให้ระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

เบเกอร์ (Barker, 1992, pp. 139-149 อ้างถึงใน บุษบา ชูคำ, 2550, หน้า 40) ได้แบ่งรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกเป็น 10 ประเภท คือ

1. หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือ หรือแบบตำรา (Textbooks) หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทนี้เน้นการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ และภาพประกอบในรูปแบบหนังสือปกติที่พบเห็นทั่วไป หลักหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้สามารถกล่าวได้ว่า เป็นการแปลงหนังสือจากสภาพสิ่งพิมพ์ปกติเป็นสัญญาณดิจิทัล เพิ่มเติมศักยภาพการนำเสนอ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่านกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน เช่น การเปิดหน้าหนังสือ การสืบค้น การคัดลอก เป็นต้น

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเสียงอ่าน (Talking Book) เป็นหนังสือมีเสียงคำอ่าน เมื่อเปิด หนังสือจะมีเสียงอ่าน หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้เหมาะสำหรับเด็กเริ่มเรียน หรือสำหรับฝึกออกเสียง หรือฝึกพูด เป็นต้น หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้เป็นการเน้นคุณลักษณะด้านการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นตัวอักษร และเสียงเป็นลักษณะหลัก นิยมใช้กับกลุ่มผู้อ่านที่มีระดับทักษะทางภาษาโดยเฉพาะด้านการฟังหรือการอ่านค่อนข้างต่ำ เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนภาษาของเด็ก ๆ หรือผู้ที่กำลังฝึกภาษาที่ 2 หรือฝึกภาษาใหม่ เป็นต้น

3. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพนิ่งหรืออัลบั้มภาพ (Static Picture Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณลักษณะหลักเน้นจัดเก็บข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพนิ่ง หรืออัลบั้มภาพเป็นหลัก เสริมด้วยการนำศักยภาพของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอ เช่น การเลือกภาพที่ต้องการขยายหรือย่อขนาดของภาพหรือตัวอักษร

4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพเคลื่อนไหว (Moving Picture Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบวีดิทัศน์ หรือภาพยนตร์สั้น ๆ ผนวกกับข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบ ตัวหนังสือ ผู้อ่านสามารถเลือกอ่านข้อมูลได้ ส่วนใหญ่นิยมนำเสนอข้อมูลเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ หรือเหตุการณ์สำคัญ ๆ เช่น ภาพเหตุการณ์สงครามโลก เป็นต้น

5. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสม (Multimedia) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพ ที่เป็นทั้งภาพนิ่ง

และภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียงในลักษณะต่าง ๆ ผนวกกับศักยภาพของคอมพิวเตอร์อื่น เช่นเดียวกันกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่กล่าวมา

6. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อหลากหลาย (Polymedia books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม แต่มีความหลากหลายในคุณลักษณะด้านความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลภายในเล่มที่บันทึกในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตัวหนังสือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ดนตรี เป็นต้น

7. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง (Hypermedia Book) เป็นหนังสือที่มีคุณลักษณะสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในเล่ม ซึ่งผู้อ่านสามารถคลิกเพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่ออกแบบเชื่อมโยงกันภายในเล่ม การเชื่อมโยงเช่นนี้มีคุณลักษณะเช่นเดียวกันกับบทเรียน โปรแกรมแบบแตกกิ่ง นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับแหล่งเอกสารภายนอกเมื่อเชื่อมต่อบริบทอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต

8. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออัจฉริยะ (Intelligent Electronic Books) เป็นหนังสือสื่อประสม แต่มีการใช้โปรแกรมขั้นสูงที่สามารถมีปฏิกริยาหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่าน เสมือนกับหนังสือมีสติปัญญาในการโต้ตอบ หรือคาดคะเนในการโต้ตอบหรือมีปฏิกริยากับผู้อ่าน

9. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหนังสือทางไกล (Telemedia Electronic Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีคุณลักษณะหลัก ๆ คล้ายกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง แต่เน้นการเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลภายนอกผ่านระบบเครือข่าย ทั้งที่เป็นเครือข่ายเปิดและเครือข่ายเฉพาะสมาชิกของเครือข่าย

10. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบไซเบอร์สเปซ (Cyberspace books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีลักษณะเหมือนกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ แบบที่กล่าวมาแล้วมาผสมกัน สามารถเชื่อมโยงข้อมูล ทั้งจากแหล่งภายในและภายนอก สามารถนำเสนอข้อมูลในสื่อที่หลากหลาย สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านได้หลากหลายมิติ

จากการศึกษาผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดให้เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนังสือสื่อประสม (Multimedia Book) ซึ่งเป็นการรวมช่องทางการสื่อสารสองทางหรือมากกว่าเข้าด้วยกันเพื่อเข้ารหัสข้อมูล เป็นการรวมตัวอักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว มารวมไว้ด้วยกันตามโครงสร้างแบบเส้นตรง เมื่อผลิตเสร็จสื่อจะออกมาในรูปของสื่อเดียว โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทสื่อประสม (Multimedia) จะเน้นนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาต่าง ๆ ในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพ (Visual Media) ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียง (Audio Media) ในลักษณะต่าง ๆ ผนวกกับศักยภาพของคอมพิวเตอร์

5. ขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 104-108) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญในการนำเสนอเนื้อหาสาระ ข้อความ ภาพ เสียง บรรจุลงในเล่มหนังสืออย่างผสมกลมกลืนต่อเนื่องเชื่อมโยงกันให้เป็นสื่อและนวัตกรรมที่มีคุณภาพ ดังนั้น ผู้วิจัยหรือผู้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าหลักสูตร เทคนิควิธี การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงค่อยลงมือสร้าง จะทำให้การจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดำเนินไปได้อย่างมีขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

1. สำรวจเรื่องที่จะสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาว่าสาระการเรียนรู้เรื่องใดที่ผู้เรียน ขาดความรู้ ความเข้าใจ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียน เนื้อหาสาระที่ยาก เนื้อหาสาระการเรียนรู้ใหม่ สาระการเรียนรู้ที่ขาดเอกสารสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หรือเรื่องที่ต้องการนำเสนอทางด้านศิลปวัฒนธรรม ประเพณี ปัญหาสังคม ปัญหาชุมชนที่กำลังประสบอยู่ เรื่องราวเกี่ยวกับอดีตที่มีคุณค่า โดยเรื่องเหล่านี้อาจเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้หรือหลักสูตรส่วนใดส่วนหนึ่ง

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์จะทำให้ผู้สร้างเข้าใจหลักการสร้าง หลักจิตวิทยาที่จำเป็นถูกต้องตามประเภทหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรียนรู้ขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้องก็จะทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามหลักการทฤษฎีที่จะส่งผลให้มีคุณภาพ

3. กำหนดประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การเลือกประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญมาก เพราะผู้สร้างต้องคำนึงถึงเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ระยะเวลาที่ใช้ รูปแบบการนำเสนอ ดังนั้น การเลือกประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ก็จะทำให้ผู้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถเลือกและสร้างได้ตรงกับความต้องการแต่ละประเภทมากยิ่งขึ้น

4. กำหนดแก่นเรื่อง เป็นการกำหนดแก่นของเรื่องหรือสาระการเรียนรู้ของเรื่องคืออะไร นำสาระการเรียนรู้ หลักหรือแก่นของเรื่องมาแตกเป็นเนื้อหาสาระย่อยตามความต้องการ โดยเรียงเนื้อหาสาระ ตามลำดับความสำคัญ ตามความยากง่าย เพื่อให้เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ดี จากนั้นนำสาระการเรียนรู้มากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ว่าต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ แล้วแสดงพฤติกรรมใด แสดงว่าเกิดการเรียนรู้

5. เขียนเนื้อหาสาระ เมื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ได้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ต่อไปเป็นกระบวนการศึกษา ค้นคว้าเพื่อนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากการค้นคว้าจากหนังสือ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มาเรียบเรียง ให้มีเนื้อหาสาระครอบคลุม ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย และมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของผู้เรียน ผู้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่ควรที่จะนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากหนังสือเพียงเล่มเดียว เพราะจะทำให้ได้เนื้อหาสาระไม่ครอบคลุมสมบูรณ์ การเรียบเรียงต้องใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่ายสำหรับผู้เรียน

6. วางโครงเรื่องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการตัดสินใจนำเนื้อหาสาระที่ได้จากการสืบค้นและนำมาเรียบเรียงครบถ้วนตามสาระการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว โดยเลือกเนื้อหาสาระที่มีความเหมาะสมนำเสนอในรูปแบบร้อยแก้ว ร้อยกรอง บรรยาย นิทาน สารคดี บทละคร จดหมาย เรื่องเล่า ชีวิตประวัติ ตำนาน บันทึกการเดินทาง การบันทึกการสำรวจ ซึ่งการวางโครงเรื่องจะต้องแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

6.1 ตอนต้นเรื่อง กำหนดจะเปิดเรื่องหรือนำผู้อ่านให้เข้าสู่เรื่องที่อ่าน สร้างความสนใจที่อยากจะอ่านได้อย่างไร

6.2 ตอนกลางเรื่อง เนื้อหาสาระที่นำมาเรียบเรียงให้ร้อยรัดผูกพันอย่างต่อเนื่องกันตลอดทั้งเล่ม ให้ครบตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้

6.3 ตอนจบ ดำเนินเรื่องมาแล้วจะจบอย่างไรให้ผู้อ่านมีความสุข เนื้อเรื่องมีคุณธรรมใดแฝงอยู่

7. ลงมือเขียน การเขียนหนังสือในขั้นนี้เป็นการปฏิบัติจริงของผู้สร้างหนังสือจะดำเนินการเขียนตามโครงเรื่องที่ได้วางไว้แล้ว ตอนต้นเรื่อง ตอนกลางเรื่อง และตอนจบเรื่อง ซึ่งจะต้องใช้ความสามารถเฉพาะตัวในการเรียบเรียงแต่ละหน้าให้มีความต่อเนื่องกันจนจบ การลงมือเขียนจะต้องคำนึงถึงการใช้ คำ ประโยค สำนวนภาษา ให้ถูกต้อง ถ้าเป็นบทร้อยกรองต้องเขียนให้ถูกต้องตามฉันทลักษณ์ เพื่อให้ผู้อ่านได้เพลิดเพลินกับเรื่องที่ได้เรียนรู้

8. กำหนดภาพประกอบและจำนวนหน้า เป็นการนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้แต่ละหน้ามากำหนดภาพประกอบว่าเป็นภาพวาด ภาพถ่าย เพื่อให้เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย สื่อเข้าใจตรงกันในการอ่าน สร้างความเชื่อมโยงในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ในการกำหนดภาพขนาดของภาพ ขนาดของตัวอักษร เกี่ยวข้องกับระดับชั้น ดังนี้

ตารางที่ 2-7 การกำหนดภาพประกอบและจำนวนหน้าที่เหมาะสม

ระดับชั้น	ขนาดของภาพ	จำนวนหน้า	ขนาดตัวอักษร
ปฐมวัย	3 ใน 4 ส่วนของหน้ากระดาษ	8-12	30-36
ประถมศึกษาปีที่ 1-2	3 ใน 4 ส่วนของหน้ากระดาษ	8-12	30-36
ประถมศึกษาปีที่ 3-6	1 ใน 2 ส่วนของหน้ากระดาษ	12-16	20-26
มัธยมศึกษาปีที่ 1-3	1 ใน 2 ส่วน หรือ 1 ใน 4 ส่วนของหน้ากระดาษ	16-24	16-20
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6	1 ใน 4 ส่วนของหน้ากระดาษ	16-32	16-20

9. สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ภาพที่เตรียมไว้บรรจุลงในโปรแกรม E-Book ที่เลือก เช่น Flip Album, Flash, Dream จัดพิมพ์เนื้อหาสาระที่กำหนด และแทรกรูปภาพ บันทึก เสียง ตกแต่งภาพ ข้อความ สร้างแบบทดสอบ และทดสอบการใช้งานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าเป็นไปตามที่วางไว้หรือไม่ บันทึกลงแผ่น CD จัดทำปก CD และจัดทำคู่มือการใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

10. ประเมินความเหมาะสม หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นรูปเล่มแล้วก่อนนำไปใช้จริงเพื่อความมั่นใจว่า หนังสือที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมทั้งด้านเนื้อหาสาระ ภาษา ภาพ เสียง ดนตรี ฉันทลักษณ์ ควรนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อประเมินความเหมาะสมอีกครั้ง โดยยึดเกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปจึงเป็นที่ยอมรับว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

11. หาประสิทธิภาพ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ควรนำไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียนเพื่อให้แน่ใจว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นจะต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ในส่วนใดบ้าง โดยดำเนินการหาประสิทธิภาพใน 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Testing) การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small-Group Testing) และการทดลองภาคสนาม (Field Testing) เมื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพแล้วจึงนำไปใช้จริงต่อไป

6. โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

Truelookpanya (เว็บไซต์, 2554) โครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book Construction) จะมีความคล้ายคลึงกับหนังสือทั่วไปที่พิมพ์ด้วยกระดาษ หากจะมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนก็คือกระบวนการผลิต รูปแบบ และวิธีการอ่านหนังสือ สามารถสรุปโครงสร้างทั่วไปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2551, หน้า 17-18)

1. หน้าปก (Front Cover) หมายถึง ปกด้านหน้าของหนังสือซึ่งจะอยู่ส่วนแรก เป็นตัวบ่งบอกว่าหนังสือเล่มนี้ชื่ออะไร ใครเป็นผู้แต่ง
2. คำนำ (Introduction) หมายถึง คำบอกกล่าวของผู้เขียนเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล และเรื่องราวต่าง ๆ ของหนังสือเล่มนั้น
3. สารบัญ (Contents) หมายถึง ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่มว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง อยู่ที่หน้าใดของหนังสือ สามารถเชื่อมโยงไปสู่หน้าต่าง ๆ ภายในเล่มได้
4. สารของหนังสือแต่ละหน้า (Pages Contents) หมายถึง ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย
 - 4.1 หน้าหนังสือ (Page Number)
 - 4.2 ข้อความ (Texts)
 - 4.3 ภาพประกอบ (Graphics) .jpg, .gif, .bmp, .png, .tiff
 - 4.4 เสียง (Sounds) .mp3, .wav, .midi
 - 4.5 ภาพเคลื่อนไหว (Video Clips, flash) .mpeg, .wav, .avi
 - 4.6 จุดเชื่อมโยง (Links)
5. อ้างอิง (Reference) หมายถึง แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง อาจเป็นเอกสาร ตำรา หรือเว็บไซต์ก็ได้
6. ดัชนี (Index) หมายถึง การระบุคำสำคัญหรือคำหลักต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเล่ม โดยเรียงลำดับตัวอักษรให้สะดวกต่อการค้นหาพร้อมระบุเลขหน้าและจุดเชื่อมโยง
7. ปกหลัง (Back Cover) หมายถึง ปกด้านหลังของหนังสือซึ่งจะอยู่ส่วนท้ายเล่ม

7. ขั้นตอนการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

สิริน สีระชนกุล และ อำนวยวัฒน์กุล (2554) อ้างถึงใน บุญรัตน์ แผลงสร (2558, หน้า 9) ได้เสนอขั้นตอนการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. **การเตรียมผู้สอน** เป็นการเตรียมตัวในการอ่าน ฟัง หรือดูเนื้อหาที่อยู่ในสื่อที่จะใช้ในด้านความถูกต้อง ครบถ้วน ความต้องการ หากสื่อมีเนื้อหาไม่ครบ ผู้สอนจำเป็นต้องเพิ่มเติม เช่น การใช้ภาพประกอบเพื่ออธิบายเนื้อหา การใช้คลิปวิดีโอเพื่อสร้างความเข้าใจมากขึ้น
2. **การเตรียมสภาพแวดล้อม** โดยการจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม ตลอดจนจัดเตรียมสถานที่ ห้องเรียน ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม
3. **การเตรียมความพร้อมผู้เรียน** เป็นการเตรียมตัวผู้เรียนโดยการแนะนำหรือให้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่นำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการฟัง ดู หรืออ่านบทเรียนจากสื่อให้เข้าใจและสามารถจับประเด็นสำคัญของเนื้อหาได้ หากผู้เรียนไม่เคยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้สอนควรบอกหรือทำคู่มือการใช้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การใช้สื่อ ผู้สอนต้องใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เหมาะสมกับขั้นตอนที่เตรียม เพื่อให้ดำเนินการสอนอย่างราบรื่น และต้องควบคุมการนำเสนอสื่ออย่างถูกต้อง

5. การติดตามผล หลังจากที่มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว ควรมีการติดตามผล โดยการให้ผู้เรียนตอบคำถาม อภิปราย หรือเขียนรายงาน เพื่อผู้สอนจะได้สามารถทราบจุดบกพร่อง และแก้ไข ปรับปรุงการสอนของตนได้

8. การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างตามขั้นตอนถูกต้องแล้ว และผ่านการหาประสิทธิภาพ จน เชื่อได้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพสามารถพัฒนาความรู้ ความจำ ความเข้าใจแก่ ผู้เรียนได้เป็นอย่างดีแล้ว จึงนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถจัดการเรียนได้ หลายแนวทาง ทั้ง การเรียนตามปกติในชั่วโมง การสอนซ่อมเสริม การสอนนอกเวลา การสอน เฉพาะบุคคลตาม วัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 110-111) เสนอวิธีการจัดการ เรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามสภาพการจัดการเรียนรู้ตามปกติได้ ดังนี้

1. เตรียมการเรียนรู้ก่อนใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นนี้ครูผู้สอนควรเตรียม คอมพิวเตอร์โดยตรวจสอบสภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ว่าสามารถใช้การได้ดีหรือไม่ เตรียมหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ในเรื่องนั้น ๆ นำเข้าสู่การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเข้าใจแนวทางการเรียนรู้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น ในขั้นนี้ต้องเตรียมผู้เรียนให้ สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้

2. ขั้นการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นขั้นที่นักเรียนได้เรียนรู้จากหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์เป็นรายบุคคลตามขั้นตอนที่กำหนดด้วยการศึกษาคำแนะนำ ศึกษาเนื้อหา สารระ ทำ กิจกรรม ตรวจสอบผลการเรียนรู้ บันทึกผลการเรียนรู้

3. ขั้นการสรุปองค์ความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เกิดองค์ความรู้ แก่ผู้เรียน ควรจัดกิจกรรมทบทวนความรู้โดยใช้กิจกรรมกลุ่มหรือรายบุคคลให้นำผลจากการศึกษา จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาอภิปราย สรุป บันทึกผลการอภิปราย หรือสรุปผลการอภิปราย เพื่อให้ ได้ข้อสรุปตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประสบ ผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น

4. ขั้นขยายและแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เกิดจากการเรียนรู้ประสบ ผลสำเร็จและมีความรู้ ความจำ ความเข้าใจที่คงทนแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ควรให้นำเสนอผลการสรุป แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล ระหว่างกลุ่มเพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้รับเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และเพื่อเสริมความสัมพันธ์ในการเรียนรู้ดียิ่งขึ้น

5. **ชั้นนำความรู้ไปประยุกต์ใช้** เป็นขั้นที่ครูผู้สอนมอบหมายงานกิจกรรมให้ผู้เรียน ไปศึกษา ค้นคว้า ทำกิจกรรมเพิ่มเติม และสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนทำกิจกรรมนอกเวลาเพิ่ม เพื่อเสริมทักษะความรู้และประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น สรุปปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นข้อปรับปรุงในครั้งต่อไป และต้องสรุปคุณธรรมและความซื่อสัตย์ที่จำเป็นในการเรียนรู้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วย

9. ข้อดีและข้อจำกัดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

9.1 ข้อดีของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 103-104) ได้กล่าวถึงความสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ว่ามีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในปัจจุบัน เพราะระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้จึงทำให้สะดวก สามารถใช้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อและนวัตกรรมที่ได้รับความนิยมของครูผู้สอนและผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีความสำคัญ ดังนี้

1. มีการตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ให้ทั้งภาพ สี เสียง ทำให้เกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
2. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนเนื้อหาสาระที่ไม่เข้าใจได้
3. เลือกเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนสะดวก
4. สามารถสำเนาได้สะดวกทั้งเป็นเอกสารและลงแผ่นซีดีรอม
5. สามารถเลือกเรียนหัวข้อที่ตนสนใจเรื่องใดก่อนหลังได้ และย้อนกลับไปเรียนต่อไปได้
6. สามารถแสดงได้ทั้งข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ได้พร้อมกัน
7. จัดเก็บและเรียกมาใช้ได้สะดวก เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ทันที
8. มีประสิทธิภาพในแง่ลดเวลาในการเรียน สนองความต้องการของบุคคล
9. สามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาได้จากแฟ้มอื่น ๆ ได้ไม่จำกัด
10. เป็นการใช้เทคนิคใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

9.2 ข้อจำกัดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 104) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ถูกนำมาใช้ในด้านการศึกษา การนำเสนองาน จึงเป็นสื่อที่ถูกนำมาใช้ทดแทนสำหรับโรงเรียนที่ขาดแคลนครู ขาดแคลนหนังสือ หรือสอนเนื้อหาที่ยากแทน แต่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ก็มีข้อจำกัด ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ราคาแพง อุปกรณ์ค่อนข้างมาก
2. โปรแกรมสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพค่อนข้างจำกัด

3. การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต้องจัดทำหลายขั้นตอน
4. การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ลงทุนสูง
5. การออกแบบโปรแกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ใช้เวลามาก
6. ความซับซ้อนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้ยากต่อการเรียนรู้ได้ดี
7. ครูใช้คอมพิวเตอร์มีความรู้ไม่เพียงพอ
8. บางโรงเรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ
9. ครูผู้สอนบางคนไม่ชอบการสอนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
10. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดี

10. ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

10.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 13) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ความสามารถทางการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จทั้งด้านกระบวนการและผลลัพธ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ซึ่งประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี

คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับ คำว่า ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์ และเน้นการกระทำที่ถูกต้อง (Doing the right thing) ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ “ประสิทธิภาพและประสิทธิผล”

ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ

1. การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น
2. การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี
3. การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมา

เผยแพร่เป็นจำนวนมาก

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

10.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หริพล ธรรมนารักษ์ (2558, หน้า 292) ได้อธิบายความหมายของเกณฑ์ไว้ว่า เกณฑ์ (Criterion) เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับได้ว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะได้รับได้

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะมีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการนำไปทดลองหาประสิทธิภาพจะต้องได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จึงถือได้ว่ามีคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยหรือผู้ผลิตสามารถกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้เอง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้กล่าวถึง เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับพึงพอใจ หากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นมีประสิทธิภาพถึงระดับที่ตั้งไว้แล้ว จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ผลคุ้มค่าแก่การผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพสามารถกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแรกเป็นพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และรูปแบบที่สองเป็นพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ การประเมินผลที่มีการดำเนินการต่อเนื่อง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ครูกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior) คือ การประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาผลการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พิจารณาจากเกณฑ์ที่ผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้กำหนดขึ้นว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับใด จึงจะยอมรับได้ว่าอยู่ในระดับเป็นที่น่าพอใจ โดยจะกำหนดไว้ 2 ส่วน คือ ในส่วนของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนทุกคน (E_1) และเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียน (E_2) นั่นคือ E_1/E_2 จะเท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ความหมายในการตั้งเกณฑ์นั้น ถ้าตั้งเกณฑ์ค่า $E_1/E_2 = 80/80$ หมายความว่า เมื่อผู้เรียนเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว จำนวนผลเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เรียนทุกคนสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด ผู้วิจัยหรือผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเป็นผู้พิจารณาตั้งได้ตามเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ก็มักจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ทางด้านทักษะหรือเจตคติที่จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง จึงอาจตั้งต่ำลง เช่น 80/80 หรือ 75/75 เป็นต้น แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 75/75 ผู้วิจัยหรือผู้ผลิตไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไป เพราะทำให้ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

โดยปกติทั่วไปในขั้นตอนการทดลองครั้งแรก ๆ จะได้ค่าประสิทธิภาพต่ำเมื่อได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ค่าประสิทธิภาพก็จะสูงขึ้น และในขณะเดียวกันหากได้ค่าประสิทธิภาพสูงมากก็ไม่ควรตัดสินใจยอมรับค่านั้นในทันที เพราะค่าประสิทธิภาพที่สูงอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น เนื้อหาที่จัดให้ง่ายหรือข้อสอบยังไม่ดีพอ อาจเกิดจากการสร้างตัวเลือกไม่ดี เดาง่าย เป็นต้น ดังนั้น ผู้ผลิตต้องตรวจสอบกระบวนการการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละขั้นว่าถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด

10.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2555, หน้า 490) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า การหาประสิทธิภาพ (Efficiency Validation) หมายถึง การแสดงถึงระดับคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีกระบวนการและวิธีการที่เหมาะสมในแต่ละงาน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 เป็นวิธีการที่สามารถชี้ได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพในภาพรวมทั้งในลักษณะกว้างและส่วนย่อย เป็นราย

จุดประสงค์ทำให้ได้ผลการวัดที่ชัดเจน นำข้อมูลที่ได้มาเป็นเครื่องตัดสินใจได้โดยไม่ต้องใช้วิธีการอื่น มาประกอบให้เกิดการซ้ำซ้อนอีก ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้สูตร ประกอบด้วย 2 สูตร ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9-11)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	คือ	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์
	A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	คือ	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2557, หน้า 1-10) ได้กล่าวถึง การหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การประเมินประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยนำไปหาประสิทธิภาพด้วยกระบวนการเชิงพินิจ และกระบวนการเชิงประจักษ์ ในกระบวนการเชิงพินิจกระทำ

เป็นระยะ ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อผลิตสำเร็จแล้วนำไปทดลองใช้ เป็นการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ นำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้ต่อไป ซึ่งในกรณีนี้สามารถแบ่งการหาประสิทธิภาพออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

การหาประสิทธิภาพแบบที่ 1 (80/80) ตัวเลขชุดแรก คือ ร้อยละของคะแนนนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดถูกต้องถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และตัวเลขชุดหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบถูกต้องโดยถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การหาประสิทธิภาพแบบที่ 2 (80/80) ตัวเลขชุดแรก คือ ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนจากแบบฝึกหัดหรือจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และตัวเลขชุดหลัง คือ ร้อยละของคะแนนจากแบบทดสอบที่จำนวนนักเรียนในตัวเลขชุดหน้าทำได้

การหาประสิทธิภาพแบบที่ 3 (80/80) ตัวเลขชุดแรก คือ ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนจากแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และตัวเลขชุดหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทำคะแนนเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบก่อนเรียน

การหาประสิทธิภาพแบบที่ 4 (80/80) ตัวเลขชุดแรก คือ ร้อยละเฉลี่ยของข้อสอบแต่ละข้อที่นักเรียนตอบถูก ตัวเลขชุดหลัง คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำข้อสอบได้ถูกหรือผ่านเกณฑ์ ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

นอกจากนี้ เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 13-14) ได้กล่าวถึง ความหมายประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไว้หลากหลายลักษณะ ซึ่งได้ยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E_1 และ E_2

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนผู้เรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

ตัวอย่าง ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) อธิบายได้ดังนี้ สมมตินักเรียนในห้องทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่า แตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ 100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่า ความแตกต่างของการสอบ 2 ครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน) เท่ากับ $85 - 10 = 75$ ดังนั้น ค่าของ $E_2 = \left(\frac{75}{90}\right) \times 100 = 83.33\%$ ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_2 = 80$)

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่า สื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียน การสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ถือว่าใช้ได้คือ 87.5/87.5 หรือ 87.5/90 เป็นต้น

ประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีการเรียนการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลขตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพสื่อ การเรียนการสอนและมีแนวคิดในการหาประสิทธิภาพที่ควรคำนึง ดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจนและสามารถวัดได้
2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน
3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ ส่วนความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ควรมีการวิเคราะห์เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม
4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับจำนวนของวัตถุประสงค์ และต้องมีแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบครอบคลุมจุดประสงค์การสอน จำนวนแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจำนวนวัตถุประสงค์

10.4 การแปลความหมายของผลการคำนวณประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องแปลความหมายของผลลัพธ์ โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ มีความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์กับเกณฑ์ได้ ± 2.5 คือ ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

2. หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจง่ายกว่า การทดสอบหลังเรียน หรือหากค่า E_2 มากกว่า ค่า E_1 แสดงว่า การทดสอบหลังเรียนง่ายกว่างานที่มอบหมายให้ทำจึงจำเป็นต้องปรับแก้

3. หากสื่อหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกันห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่ยืนยันว่านักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้น ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรือประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ได้ทำข้อสอบได้เพราะการเดา

10.5 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เกณฑ์กำหนดค่าประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ มี 3 ระดับ ดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2545 อ้างถึงใน สุรีพร อนุศาสนนันท์, 2551, หน้า 168)

กรณีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5% จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์

กรณีที่ 2 เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เท่ากับหรือสูงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์

กรณีที่ 3 ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

10.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 11-12) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่าเมื่อผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นต้นแบบได้แล้วต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพซึ่งทำได้ตามขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่เรียน อ่อน ปานกลาง เก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่าไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกิจกรรมและทดสอบหลังเรียนคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหา สาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วคะแนนจะสูงขึ้นในการทดลองแบบกลุ่มต่อไป ในขั้นนี้จะมีประสิทธิภาพประมาณ 60/60

ขั้นที่ 2 ทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองกับนักเรียน 6-10 คน โดยละนักเรียน ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่าไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกิจกรรมหรืองานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วจึงนำมาปรับปรุงข้อบกพร่องอีกครั้ง ในครั้งนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือค่า E_1/E_2 ที่ได้มีค่าประมาณ 70/70

ขั้นที่ 3 ทดสอบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้นที่ทดลองจะต้องมี นักเรียนคละกันไม่เลือกห้องที่เรียนเก่งหรือเรียนอ่อนล้วน ในระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่าไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกิจกรรมหรืองานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% ถือว่ายอมรับได้ หากแตกต่างกันมากควรต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่โดยยึดสภาพการณ์ตามความเป็นจริง

การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการหาประสิทธิภาพตามวิธีของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-12)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 80 ซึ่งเป็นประสิทธิผลของกระบวนการ และตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผ่านเกณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 80 ซึ่งเป็นประสิทธิผลของผลลัพธ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีผู้นิยามความหมายไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 68) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 329) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำหรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาวี ยินดีสุข (2548, หน้า 125) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัญยกานนท์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้และทักษะหรือผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556, หน้า 166) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน อันเป็นคุณลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ทั้ง 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) ด้านความเข้าใจ (Comprehension) ด้านการนำไปใช้ (Apply) ด้านการวิเคราะห์ (Analyze) ด้านการประเมินค่า (Evaluate) และด้านความคิดสร้างสรรค์ (Create) ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บลูม (Bloom, 1965, pp. 201) หรือเบนจามิน บลูม (Benjamin s. Bloom) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย แสดงรายละเอียดแต่ละด้านได้ดังนี้

ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา

ด้านเจตพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรมหรือค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก

ด้านทักษะพิสัย (Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือผลของการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจะขอกกล่าวเฉพาะในด้านพุทธิพิสัยเพียงด้านเดียว แสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

ด้านพุทธิพิสัยนั้นเป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ความคิดพฤติกรรมที่แสดงออกทางด้านนี้จะบ่งบอกถึงความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ชั้น เรียงลำดับจากชั้นต่ำไปชั้นสูง ได้แก่ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) เรียกว่า อนุกรมวิธานของบลูม (Bloom's Taxonomy)

แต่ต่อมาในปีคริสต์ศักราช 2001 (พุทธศักราช 2544) นักจิตวิทยาชื่อ แอนเดอร์สัน (Lorin Anderson) ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของบลูม และเดวิด คราธวอห์ล (David Krathwohl) เพื่อนร่วมงานที่เคยเผยแพร่อนุกรมวิธานของบลูมมาก่อนหน้านี้ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนรู้ การสอน และการประเมิน (A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessment) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) (Anderson & Krathwohl, 2001 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 61) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 61-62) ได้กล่าวถึง อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) และแนวทางการใช้คำถามกับการส่งเสริมการคิดและพัฒนาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้ว สามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- แรงแบบใดบ้างจัดเป็นแรงไม่สัมผัส
- อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- แรงแสัมผัสและแรงไม่สัมผัสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- แผนภูมิแสดงความสูงของพืชแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างไร
- เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศเมื่อออกไปปฏิบัติภารกิจภายนอกยานอวกาศ

ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแก๊สที่กำลังเดือดได้รับพลังงานความร้อนมากขึ้น
- ถ้านำพืชแต่ละชนิดไปวางไว้ในที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง พืชแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- จะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาสร้างเสื่อกันฝน เพราะเหตุใด

ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมา

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- ปากใบมีความสำคัญอย่างไรต่อการทำหน้าที่ของใบพืช
- การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร
- ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลก และแต่ละปัจจัยมี

ความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐาน ซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking)

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- แบบจำลองใดที่อธิบายเกี่ยวกับระบบสุริยะได้ครบถ้วนและใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง
- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริง

มากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อย เข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating)

ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์ เช่น

- เสนอแนวทางอื่น ๆ ที่จะทำให้ประเทศไทยมีพลังงานไว้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ

- นักเรียนเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีตัดต่อพันธุกรรมมาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เพราะเหตุใดหมาป่าจึงไม่สามารถทำลายบ้านของหนูตัวที่ 3 ได้

- ถ้าสามารถเปลี่ยนตอนจบของนิทานเรื่องนี้ นักเรียนจะเปลี่ยนตอนจบของนิทานเรื่องนี้ให้เป็นอย่างไร

รัฐพล ประดับเวทย์ (2560, หน้า 1054-1055) ได้กล่าวถึง ลำดับชั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจำ เป็นความสามารถของสมองในการระลึกได้ จากความรู้ สารสนเทศ แสดงรายการได้ ระบุ บอกชื่อได้ ซึ่งเป็นความจำระยะยาว

ขั้นที่ 2 การเข้าใจ เป็นความสามารถของสมองในการแปล สร้างความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิงการศึกษาด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ เป็นการใช้กระบวนการที่ได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดใน สถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ เป็นการแยกความรู้ออกเป็น ส่วน ๆ โดยสามารถให้เหตุผลว่า ความรู้ส่วนย่อยที่แยกแต่ละส่วนมีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของความรู้ทั้งหมดอย่างไร

ขั้นที่ 5 การประเมินค่า เป็นความสามารถของสติปัญญาเกี่ยวกับการตรวจสอบ ควบคุม ทดสอบ เพื่อค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งในกระบวนการหรือผลผลิต และการ วิพากษ์ต่าง ๆ เพื่อการตัดสินใจ

ขั้นที่ 6 การคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของสติปัญญาในการสร้างสิ่งใหม่ จากสิ่ง ที่เคยเรียนรู้ หรือพบเห็นในบริบทต่าง ๆ ที่สามารถสร้างสรรค์งาน วางแผนงาน และดำเนินงานตาม กระบวนการจนได้รับความสำเร็จ

ซวลิต ซูกำแพง (2550, หน้า 91) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาใน จุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำ (remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ ระบุชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

ขั้นที่ 2 เข้าใจ (understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

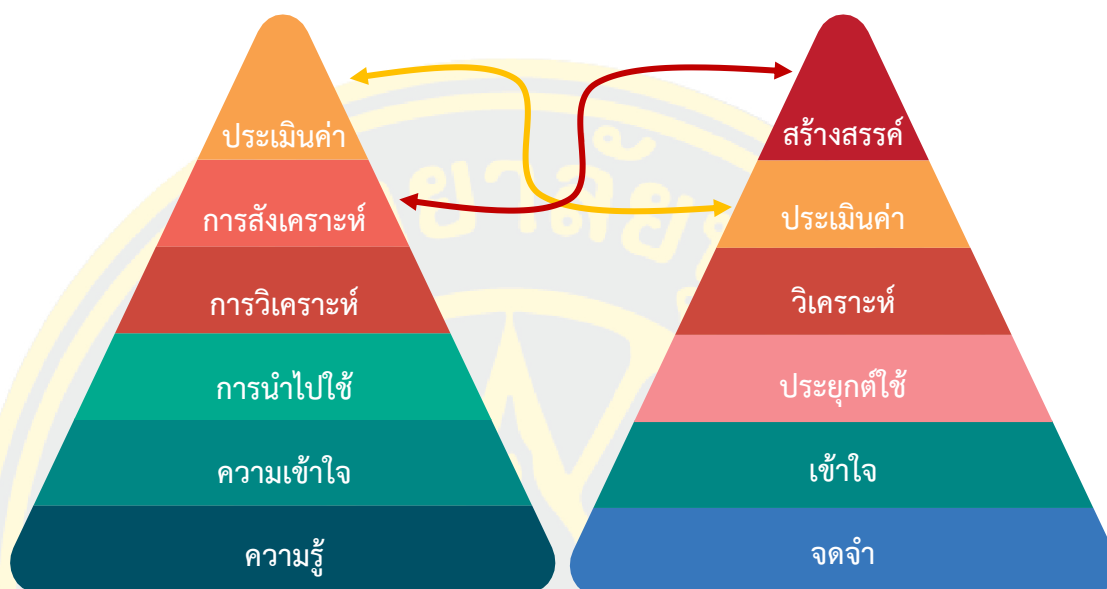
ขั้นที่ 3 ประยุกต์ใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ (analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะ การจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

ขั้นที่ 5 ประเมินค่า (evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

ขั้นที่ 6 คิดสร้างสรรค์ (creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (design) วางแผนผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

สามารถสรุปแผนภาพอนุกรมวิธานของบลูมและอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงจากบลูม เพื่อให้เปรียบเทียบความแตกต่างของอนุกรมวิธานของบลูมได้ดังภาพ 2-4



ภาพที่ 2-5 เปรียบเทียบอนุกรมวิธานของบลูมและอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงจากบลูม ด้านพุทธิสัย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ก, หน้า 63 และ รัฐพล ประดับเวทย์, 2560, หน้า 1055)

คลอปเฟอร์ (Klopfer, 1971 อ้างถึงใน ภาพ เลขาไพบูลย์, 2542, หน้า 99-110, 295) ได้ศึกษาวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมที่ยังไม่ได้ผ่านการปรับปรุง แล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวของคลอปเฟอร์ มีดังนี้

1. ความรู้ความจำวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ การจัดประเภท และการบรรยายลักษณะตามที่เรียนมาแล้ว อย่างตรงไปตรงมา พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจแบ่งออกเป็น 9 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง และทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือคำนิยามศัพท์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง เป็นข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิต ซึ่งทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หรือในการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก็จะมีลำดับขั้นตอนเช่นกัน

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท การจัดประเภทและเกณฑ์ จัดประเภทและเกณฑ์ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่มากมายหลายวิธี ซึ่งเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้จะเน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครู หรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ โดยหลักการ เป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ได้จากการนำมโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

2. ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพได้ พฤติกรรมด้านความเข้าใจ แบ่งออกเป็น 2 ชั้น

2.1 การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่ มีความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ สามารถบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้ หรือการที่ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติและสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

3.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง ซึ่งถ้าใช้การสังเกตเพียงอย่างเดียวก็จะไม่สามารถบอกปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ ต้องใช้ทั้งการสังเกตและการวัดควบคู่กันไป

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การสังเกตและการวัดจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และหาวิธีการที่จะแก้ปัญหานั้น

3.3 การตีความหมายของข้อมูลและการสรุป ข้อมูลผู้เรียนได้จากการทดลองนั้นเป็นการบันทึกผลของการสังเกตและการวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะต้องถูกจัดกระทำต่อไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าสูงขึ้นในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าไป ทำให้ได้ข้อสังเกตและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทั้งหลายเพิ่มพูนขึ้นเป็นลำดับ ทำให้ได้กฎเกณฑ์ หลักการและข้อสรุปต่าง ๆ มากขึ้น แต่ในบางครั้งหลักการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษายังไม่ได้กำหนดชัดเจน หรือบางครั้งผลการศึกษาค้นคว้าใหม่ขัดกับข้อสรุปเดิมทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่ศึกษา แบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นต้องสามารถที่จะใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและหลักการเหล่านั้นได้

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา หาผลลัพธ์จากข้อมูล คาดคะเนการใช้เครื่องมือปฏิบัติการได้ถูกต้องและการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ได้ พฤติกรรมด้านการนำไปใช้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 4.1 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาค้นคว้าใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 4.2 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาค้นคว้าใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขา
- 4.3 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาค้นคว้าอื่น ๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ ไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ชำรุดเสียหายไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

6. เจตคติและความสนใจ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจในวิทยาศาสตร์

7. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ที่มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ และชักนำให้ผู้เรียนมีความสนใจในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

กาเย่และบริกส์ (Robert M. Gagne and Leslie J. Briggs อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 27) ได้จำแนกประเภทของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 5 ด้านดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่าง ๆ และเป็นสมรรถภาพที่ทำให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยผ่านทางสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา ตัวเลขและสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งทักษะทางปัญญาแบ่งออกตามความซับซ้อนเป็น 5 ประเภท คือ

1.1 การจำแนก คือ ความสามารถในการจำแนกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งต่าง ๆ

1.2 มโนทัศน์รูปธรรม คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันได้

1.3 มโนทัศน์นิยาม คือ ความสามารถในการสาธิตความหมายของประเภทของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้

1.4 กฎ มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้และปฏิบัติตามกฎในสถานการณ์ต่าง ๆ กฎเป็นตัวคอยควบคุมเพื่อให้มนุษย์สามารถดำเนินชีวิต ปฏิบัติภารกิจ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น เช่น การขับรถยนต์ การเล่นเกม การพูดจาสื่อสารกัน เป็นต้น ล้วนแต่ต้องควบคุมด้วยกฎทั้งนั้น

1.5 การแก้ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่ผู้เรียนค้นพบการใช้กฎต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาก่อนร่วมกันในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาใหม่ เรียกได้ว่า เป็นการใช้กฎที่ซับซ้อน การแก้ปัญหาไม่ได้หมายถึง การนำเอากฎที่ได้เรียนรู้มาก่อนมาใช้ แต่เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา เขาระลึกกฎต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาก่อน เพื่อหาทางแก้ปัญหา เขาอาจตั้งสมมติฐานจำนวนหนึ่งและทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้ โดยใช้กฎต่าง ๆ ร่วมกัน เขาจะเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ นั่นคือได้กฎใหม่ หรือชุดของกฎใหม่ อาจเป็นกฎที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด คือทักษะทางปัญญาชนิดพิเศษ ซึ่งมีความสำคัญมาก เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมความคิดของบุคคล เป็นกระบวนการทำงานภายในสมอง ทักษะนี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของผู้เรียนและแตกต่างจากทักษะทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมภายนอกคือต้องมีสิ่งภายนอกเป็นสื่อ เช่น การฝึกให้เขียนประโยค เขียนกราฟ การแก้สมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่ในบางขณะการฝึกดังกล่าวนักเรียนบางคนอาจจะใช้กระบวนการคิดที่ต่างจากครูสอน หรือใช้กระบวนการคิดพิเศษซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะตัว สิ่งเหล่านี้คือยุทธศาสตร์ทางความคิด

3. สารสนเทศ มนุษย์ทุกคนเรียนรู้สารสนเทศ หรือข้อมูลความรู้จำนวนมหาศาลและสั่งสมไว้ในสมอง ทั้งจากโรงเรียนหรือภายนอกโรงเรียน เช่น จากการอ่านหนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ ฟังรายการวิทยุ ดูโทรทัศน์ ใช้ระบบสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนรู้เกี่ยวกับสารสนเทศมี 3 ประเภทดังนี้

3.1 การเรียนรู้ชื่อ หมายถึง ความสามารถในการจดจำชื่อและบอกชื่อได้

3.2 การเรียนรู้ชื่อเท็จจริง หมายถึง การจดจำชื่อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งชื่อเท็จจริง ก็คือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชื่อของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

3.3 การเรียนรู้เรื่องราว หมายถึง การเรียนรู้สาระของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งก็คือความเชื่อมโยงของชื่อเท็จจริงที่ได้จัดระบบไว้แล้ว

4. ทักษะการเคลื่อนไหว หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหรือการใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทด้านต่าง ๆ

5. เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ต่อบุคคล และต่อสถานการณ์ โรงเรียนควรสร้างเจตคติด้านการนับถือบุคคลอื่น การร่วมมือกัน การรับผิดชอบ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ต่อวิชา ต่อสังคม

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ คือ อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในด้านพุทธิพิสัย โดยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการประเมินค่า และด้านความคิดสร้างสรรค์ ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีผู้นิยามความหมายไว้หลากหลายความหมาย ดังตัวอย่างเช่น

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2548, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ชวาล แพร่ตกุล (2552, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจาก ประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้น การวัดทางร่างกาย ความถนัด และ ทางบุคคล - สังคม อันได้แก่ อารมณ์ และการปรับตัว เป็นต้น

เยาวดี รวงชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อวัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นเรียนต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 165) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ การวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนตาม เป้าหมายทางการศึกษาที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่า ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึง ระดับมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ ความสามารถดีเพียงไร เมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ ที่เรียนด้วยกัน

รอสส์และแดนลีย์ (Ross and Stanley, 1967) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาเลขคณิต เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ การวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ อันเป็นคุณลักษณะและความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้าน พุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ตรงตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. **แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง** หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 **แบบทดสอบอัตนัย** เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 **แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ** เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. **แบบทดสอบมาตรฐาน** หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 73) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น กับ แบบทดสอบมาตรฐาน

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 16) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นข้อเขียน (Paper and Pencil Test) และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นภาคปฏิบัติจริง (Performance Test)

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 74-75) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. **แบบทดสอบของครู** หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง แบบทดสอบชนิดนี้ครูสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ และใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานความรู้เดิม วัดความงอกงามในการเรียนการสอน วัดความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดความรู้พร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. **แบบทดสอบมาตรฐาน** หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานตรงวิธีดำเนินการและวิธีการแปลคะแนน มีคุณค่าในระดับที่สูง สามารถใช้เป็นหลักสำหรับวัดและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้สำหรับวัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัย ในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ หรือจะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, หน้า 167-169) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่วไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผล เปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made Tests) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม (Readiness Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัด **ทักษะพื้นฐานที่จำเป็น** สำหรับการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย (Diagnosis Test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัด **จุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ** อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ (Proficiency Test) เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมี **สมรรถนะ** ถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey Test) เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัด **ระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไป** ของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่สุ่มได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Tests) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับ เกณฑ์ หรือ มาตรฐาน ที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply Type)

5.1.1 แบบสอบความเรียง (Essay Test)

- แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Essay-Extended)
- แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Essay-Restricted)

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น (Short Answer)

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ (Selection Type)

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด (True-False)

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่ (Matching)

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-Choice)

จากการศึกษาสามารถแบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเอง เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและต้องการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีลักษณะเฉพาะเรื่อง กล่าวคือ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาที่ผู้วิจัยได้ทำการสอน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในงานวิจัยเฉพาะเรื่อง จึงมีโอกาที่จะจำแนกผู้เรียนได้มากกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 273) ได้ให้ความหมายไว้ว่าของคำว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกที่ดี ที่ประทับใจ หรือเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับในเชิงบวก โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่าง และมีความต้องการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ

นอกจากนี้ เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 274) ยังได้กล่าวถึงความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อและนวัตกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และต้องการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นั้นจนบรรลุผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยความประทับใจ

ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อและนวัตกรรม หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ประทับใจ ความรู้สึกที่ดี ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีสื่อและนวัตกรรมที่สร้างขึ้นเป็นองค์ประกอบสำคัญในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุผลสำเร็จในการจัดการเรียนรู การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ สื่อและนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ของการสร้างสื่อและนวัตกรรม

กู๊ด (Good, 1973, p. 121) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพที่สิ่งมีชีวิตมีความพึงพอใจระหว่างการทำงานกับสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้รับในเชิงบวก โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในการวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 12 ข้อคำถาม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 4 ข้อความ โดยใช้แบบสอบถามตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบไปด้วย ด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อและนวัตกรรม

2. ลักษณะความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 273) ได้กล่าวถึงลักษณะของความพึงพอใจต่อการเรียนรู้และการทำงาน ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงลักษณะความพึงพอใจต่อการเรียนรู้เพียงประการเดียว มี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การเรียนรู้ เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่สูงกว่า ส่วนผู้ที่ไม่ได้รับการตอบสนอง ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง หมายความว่า ครูผู้สอนที่ต้องการให้ผู้เรียนพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศและสถานการณ์ รวมทั้งสื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียน ให้มีแรงจูงใจในการศึกษาและทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

2. ผลของการเรียนนำไปสู่ความพึงพอใจ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงานที่ผูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการเรียนรู้ที่ดีที่ประทับใจ จะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสมคุ้มค่า ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจผลการเรียน สามารถแบ่งออกเป็นผลการตอบแทนภายใน (Intrinsic rewards) และผลการตอบแทนภายนอก (Extrinsic rewards) โดยผ่านการรับรู้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้เรียนได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจในงานของผู้เรียน หมายความว่า ครูผู้สอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยสื่อและนวัตกรรมที่สร้างขึ้นแล้วเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด จึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของสื่อและนวัตกรรม การจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมในการใช้สื่อและนวัตกรรม รวมทั้งสิ่งอำนวยต่อการเรียนรู้ด้วยสื่อและนวัตกรรม เพื่อตอบสนองต่อการใช้สื่อและนวัตกรรมของผู้เรียนแล้วนำไปสู่ความพึงพอใจของผู้เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ มี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นความพึงพอใจนำไปสู่การเรียนรู้ เป็นความพึงพอใจที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้จนเกิดแรงจูงใจในการศึกษาและทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อันจะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่เริ่มต้น และลักษณะที่สอง เป็นผลของการเรียนนำไปสู่ความพึงพอใจ โดยเป็นความพึงพอใจที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่แรก อันเกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่เสร็จสิ้นแล้วสร้างความพึงพอใจแก่ผู้เรียน

3. วิธีการวัดและประเมินความพึงพอใจ

การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้ (ชวลิต ชู ก้าแพง, 2550, หน้า 112-125)

1. การสังเกต (Observation) การสังเกตการพูด การกระทำ การเขียน ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสนใจต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด ครูอาจสังเกตการกระทำของนักเรียนในเรื่อง

1. การมาเรียน
2. การถามตอบในชั้นเรียน
3. การทำการบ้านหรือส่งงาน
4. อ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
5. เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
6. ชอบสังเกตและทดลองธรรมชาติรอบตัว เป็นต้น

สำหรับวิชาอื่น ๆ ก็สังเกตได้ทำนองเดียวกันนี้ ผลจากการสังเกตการกระทำของนักเรียนดังกล่าว พอที่จะทำให้ครูวินิจฉัยได้ว่า นักเรียนสนใจการเรียนวิชาใด มากน้อยปานใด

ในเรื่องของคุณธรรมจริยธรรม ครูอาจดูความประพฤติของนักเรียน แล้วแปลความว่า นักเรียนผู้นั้นเป็นผู้ปฏิบัติตนดีมากน้อยเพียงใด เช่น การไม่ขาดเรียนก็แสดงว่ามีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ มีวินัยในตนเอง การไม่เล่นการพนัน การไม่เที่ยวกลางคืน ล้วนแต่พฤติกรรมที่แปลความหมายได้ว่า นักเรียนคนนั้นเป็นคนดี เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ (Interview) บางครั้งครูใช้วิธีพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ครูอยากรู้ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึก ทศนคติของนักเรียน เพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับลักษณะจิตพิสัยของนักเรียน เช่น ครูอยากรู้ว่าเขาสนใจเรียนวิชาภาษาไทยหรือไม่ ครูอาจพูดคุยกับนักเรียนว่าเคยอ่านวรรณคดีเล่มใดบ้าง คำตอบของนักเรียน จะทำให้ครูประเมินได้ว่า มีความสนใจในการเรียนวิชาภาษาไทยมากน้อยเพียงใด

3. การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มาตราส่วนประมาณค่า เป็นเครื่องมือใช้ได้ทั้งให้ผู้ถูกวัดประเมินตนเอง และให้ผู้อื่นประเมินการตอบ ทำได้โดยให้ผู้ตอบหรือผู้สังเกตประเมินค่าของคุณลักษณะออกมาเป็นระดับต่าง ๆ มากน้อยตามปริมาณหรือความเข้มของความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออก มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายลักษณะ เช่น มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล (Semantic differential rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าแบบเทอร์สตัน (Thurstone's rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าแบบออสกู๊ด (Osgood's rating scale) และการเสนอผลแบบเส้นภาพ (profile) เป็นต้น

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้และสร้างได้ง่าย เช่น สามารถสร้างได้ง่ายกว่าวิธีของเทอร์สโตน มีความเชื่อมั่นสูง และพัฒนาเพื่อวัดด้านความรู้สึกได้หลากหลาย (ซวลิต ชูกำแพง, 2550, หน้า 119) สามารถแสดงรายละเอียดมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert rating scale) ได้ดังนี้

ลักษณะของมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ทจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนที่เป็นข้อความหรือสถานการณ์ที่กล่าวถึงความคิดเห็น ความรู้สึก ทศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลที่เราต้องการวัด ซึ่งข้อความนั้นอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

2. ส่วนที่เป็นคำตอบ การกำหนดค่าระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทศนคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกแบบลิเคิร์ทจะกำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ ในเชิงสนับสนุน-ไม่สนับสนุน ข้อความนั้น จะใช้ข้อความที่มีลักษณะทำนองต่อไปนี้

เหมาะสมมาก	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มาก
เหมาะสม	เห็นด้วย	ค่อนข้างมาก
เหมาะสมปานกลาง	ไม่แน่ใจ	ปานกลาง
ไม่เหมาะสม	ไม่เห็นด้วย	ค่อนข้างน้อย
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	น้อย

มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท อาจใช้ตัวเลขในการจำแนกระดับพฤติกรรมได้ 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2, 1 โดยให้ 5 หมายถึง มีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาในระดับความเข้มมากลดลงไปเรื่อยๆจนถึง 1 ซึ่งหมายถึงระดับความเข้มน้อย ดังตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท

คำตอบ			เทียบเท่าค่าระดับ
รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	คะแนน
เหมาะสมมาก	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มากที่สุด	5
เหมาะสม	เห็นด้วย	มาก	4
เหมาะสมปานกลาง	ไม่แน่ใจ	ปานกลาง	3
ไม่เหมาะสม	ไม่เห็นด้วย	น้อย	2
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	น้อยที่สุด	1

การประเมินความพึงพอใจ เป็นการนำแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้เรียนมา วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อและนวัตกรรมนั้น ๆ รวบรวมผลการประเมินมา คิดคะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 276)

พึงพอใจมากที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00
พึงพอใจมาก	ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50
พึงพอใจปานกลาง	ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50
พึงพอใจน้อย	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50
พึงพอใจน้อยที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50

4. แบบวัดเชิงสถานการณ์ ถ้าเป็นแบบวัดจริยธรรม มักสร้างเป็นสถานการณ์

จากการศึกษาสรุปได้ว่า วิธีการวัดและประเมินความพึงพอใจ สามารถทำได้ทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่ การสังเกต (Observation) การสัมภาษณ์ (Interview) การใช้แบบวัดมาตราส่วน ประเมินค่า (Rating scale) และ แบบวัดเชิงสถานการณ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะวัดความพึงพอใจ ต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยใช้ แบบสอบถามตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert) เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้และสร้างได้ง่าย เช่น สามารถ สร้างได้ง่ายกว่าวิธีของเทอร์สโตน มีความเชื่อมั่นสูง และพัฒนาเพื่อวัดด้านความรู้สึกได้หลากหลาย นอกจากนี้ยังสามารถวัดนักเรียนทุกคนได้อย่างทั่วถึง ใช้ระยะเวลาไม่มากจนเกินไป และวัดจาก สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จินตวีร์ โยสีดา (2554) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไปโอติเซล สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อศึกษาประสิทธิผล การจัดการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน จากการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไปโอติเซลหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ชุดกิจกรรมของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมาก

ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ (2556) ได้พัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการ เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษางานวิจัยพบว่า เมื่อ ผู้วิจัยพัฒนาหนังสือเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้แล้ว นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา

ตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งยังสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด

สุจิตรา เชื้อกุล (2559) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 80.53/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก

อับดุลเลาะ อุมาร์ ญูนี โมพันธุ์ อาฟีฟี ลาเต๊ะ และอุสมาน สารี (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ส่งผลให้แบบจำลองทางความคิด เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์การเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น อยู่ในระดับมากที่สุด

กชนนท์ ขวัญพุด (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ ในอุตสาหกรรม มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.98/81.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกประการ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Nuttrakon Pakprod & Panita Wannapiroon (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบเอดูเทนเมนต์ (Edutainment) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และได้รับความรู้ควบคู่ไปกับการผสมผสานสื่อที่หลากหลาย ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้วัตถุประสงค์การเรียนรู้ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ (EQ) ผ่านการพัฒนาเครื่องมือและการประเมินผลงานวิจัย ผู้วิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบเอดูเทนเมนต์ที่ให้ความบันเทิงควบคู่กับสาระความรู้โดยการใช้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์แบบพกพาเพื่อพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์จะต้องประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ หลักการที่สำคัญของการสอน วัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนรู้ และการวัดการประเมินผล ซึ่งวัตถุประสงค์ในการพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ เกิดจากขั้นตอนการเรียนรู้และกิจกรรมต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ การกำหนดเป้าหมาย การแสดงออกหรือการตอบสนอง การรับ การเรียนรู้ การนำไปใช้และการทบทวน ซึ่งในการวัดและประเมินผลจะดำเนินการโดยใช้เวลาแบ่งออกในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ซึ่งออกแบบมาสำหรับการทดลอง เพื่อการพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์

Brueck (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในเชิงคุณภาพของการสอนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในห้องเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาชี้ให้เห็น 3 ประเด็นที่สำคัญ คือ ประเด็นแรก ครูระดับประถมศึกษาตอนต้นจะใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้และการปรับตัวให้เข้ากับการปฏิบัติที่คุ้นเคย ประเด็นที่สอง ครูระดับประถมศึกษาจะเลือกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาเพื่อใช้ในชั้นเรียน โดยจะพิจารณาตามรูปแบบของเนื้อหาเกี่ยวกับคุณลักษณะของสื่อดิจิทัลที่จะนำมาเพิ่มเนื้อหาความรู้ และประเด็นที่สาม โอกาสในการสอนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนมีความท้าทาย การศึกษานี้อาจมีอิทธิพลต่อลักษณะของวิธีการและเทคนิคที่ใช้

Reichenberg (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ไอแพด (iPads) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการอ่าน โดยใช้ทักษะการจับใจความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการอ่านโดยใช้ทักษะการจับใจความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในไอแพด เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนที่อ่านในหนังสือทั่วไปแบบปกติ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม เมื่อทำการประเมินและวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า ทักษะการอ่านโดยใช้ทักษะการจับใจความของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Shin (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในชั้นเรียนเทคโนโลยี การศึกษา: การรับรู้ของครูและครูผู้สอนเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอน โดย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของครูผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มากกว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี แต่ในทางตรงกันข้ามการศึกษาวิชาลัยกลับพบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวนมากกว่า 63.6% กลับมีความสนใจในการยืมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากห้องสมุดมากกว่า นักศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาซึ่งพบอยู่ที่ 51.9% แม้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะมีความน่าสนใจช่วย เพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ได้ แต่ก็ยังพบว่ามีการใช้หนังสือแบบปกติดอยู่ อันเกิดจากข้อจำกัด ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

Marie (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์: การประเมินประสิทธิภาพขององค์ประกอบที่มีปฏิสัมพันธ์ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็ก ผล การศึกษาพบว่า การอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์ในโลกสมัยใหม่ เด็กจะเรียนรู้จาก การอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์บนคอมพิวเตอร์พกพา โดยต่อไปจะกลายเป็นเรื่องปกติและเป็น เหตุการณ์ทั่ว ๆ ไปที่เด็กสามารถกระทำกันผ่านการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องด้วยโลกใน ปัจจุบันที่เทคโนโลยีได้พัฒนาเข้ามาแทรกซึมเกือบทุกด้านในชีวิตประจำวันที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งใน งานวิจัยนี้ยังชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะสำหรับเด็กที่จะต้องสร้าง การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านการที่นักการศึกษาจำเป็นต้องสามารถ ออกแบบกราฟิกเพื่อดึงดูดให้เด็กหรือผู้อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสนใจเชิงบวกและ ประสบการณ์ที่น่าสนใจ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้เมื่อมีการนำ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ มาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้ พบว่า สามารถช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้นกว่าการจัดการเรียนโดยไม่ ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดี ขึ้น เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นอีกประการ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 89 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิรา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้จากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมในการใช้งานโทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ตทุกคน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (Randomized One Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 50 และรัตน์ บัวสนธ์, 2562, หน้า 41, 46)

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง

การเลือก กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R	Gr ₁	O ₁	T	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	หมายถึง	การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (งานวิจัยนี้ใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม)
Gr ₁	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
O ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองก่อนทดลองใช้นวัตกรรม
O ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองหลังทดลองใช้นวัตกรรม
T	หมายถึง	การใช้นวัตกรรม หรือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 เครื่องมือ ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนในแต่ละเครื่องมือ ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 เพื่อกำหนดผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ซึ่งในรายวิชาเคมี มีทั้งหมด 3 มาตรฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 130)

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุพันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานที่ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

1.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 และคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

โดยผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาในรายวิชาเคมี ตามมาตรฐานที่ 2 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ความว่า เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 130) ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะพิจารณาในขอบข่ายเฉพาะเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีสาระสำคัญ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ข, หน้า 71)

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหน่วยโมลหรือโมลาร์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา หาคด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นในสมการเคมี ซึ่งอาจวัดเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะหนึ่ง

ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานจลน์ของอนุภาคที่ชนมากพอตามทฤษฎีการชน เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันจะมีพลังงานศักย์สูงขึ้นจนถึงสถานะแทรนซิชันตามทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน ซึ่งพลังงานก่อกัมมันต์เปรียบเทียบกับจากผลต่างของพลังงานศักย์ที่สถานะแทรนซิชันกับสถานะเริ่มต้น

ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ คือ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถแจกแจงเนื้อหาย่อย ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ได้แก่

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน ในขอบข่ายของรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2
รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

หัวข้อเรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน
1. ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา 2. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	- ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์	1. บอกความหมายและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร 2. ทำการทดลอง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา และแปลความหมายจากกราฟ 3. บอกความหมายและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 4. เขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	6 ชั่วโมง
2. แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3. เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์ตั้งนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับทิศทาง การชนและพลังงานที่เกิดจากการชน	1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ทฤษฎีการชนและทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน	3 ชั่วโมง

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

หัวข้อเรื่อง	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน
3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	4. ทดลอง และ อธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	- อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่ง และตัวหน่วงปฏิกิริยา นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมียังขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	1. ทำการทดลอง และ อธิบายผลของความเข้มข้นของสาร พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	6 ชั่วโมง
	5. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยา		2. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
	6. ยกตัวอย่าง และ อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	- ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำมาใช้อธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	
				รวม 15 ชั่วโมง

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 180 และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ข, หน้า 71)

จากตารางที่ 3-2 หัวข้อเรื่องที่ปรากฏในตารางจะเป็นหัวข้อเรื่องที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และยังเป็นหัวข้อในการนำไปสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อีกประการด้วย

นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการพิจารณาใช้ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ให้ครอบคลุมเนื้อหา สามารถออกแบบหนังสือได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

1.3 กำหนดประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยในงานวิจัยนี้จะเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนังสือสื่อประสม (Multimedia) โดยเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพ ที่เป็นทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว กับสื่อประเภทเสียงในลักษณะต่าง ๆ

1.4 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามากำหนดโครงสร้างขอบเขตของเนื้อหา วัตถุประสงค์ เวลาดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง จำนวน 3 เรื่อง ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ข, หน้า 71) แสดงรายละเอียดดังนี้

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

1.5 ดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสร้างขึ้นเอง ผ่านการใช้โปรแกรม Flip PDF professional 2.4.9.9 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสียค่าใช้จ่ายและเปิดให้ใช้งานโดยทั่วไป เผยแพร่โปรแกรมฟรีโดย นายทวิชัย จรัสแสง นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ สามารถเข้าถึงโปรแกรมได้จาก <https://drive.google.com/drive/folders/1qhTVDFyzwQGf70Yo-PKHeZxIGjf3J6sg>

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งมีองค์ประกอบภายในหนังสือ ดังนี้

1.5.1 ปก

1.5.2 คำนำ

1.5.3 ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.5.4 สารบัญ

1.5.5 ผังมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.5.6 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.7 เวลาเรียนที่ใช้

1.5.8 คำถามกระตุ้นความสนใจ

1.5.9 ตัวอย่าง / เนื้อหาการเรียนรู้

1.5.10 เรื่องนี้ต้องขยาย

1.5.11 ตรวจสอบความเข้าใจ

1.5.12 ใบกิจกรรม

1.5.13 สรุปเนื้อหาท้ายเรื่อง

1.5.14 แบบฝึกหัดท้ายเรื่อง

1.5.15 บรรณานุกรม

1.6 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.7 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

โดยรายละเอียดของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ) หน้า 153 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในด้านเนื้อหาและเพื่อประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข (การวิเคราะห์ข้อมูล) หน้า 165 โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ เทียบเคียงกับเกณฑ์การหาคุณภาพเครื่องมือของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 117) จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีคุณภาพเหมาะสม ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20 ถึง 4.80 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.89 ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีคุณภาพความเหมาะสมมากที่สุด

1.8 ดำเนินการปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ จนได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ต่อไป โดยปรับลดข้อความเนื้อหาในเล่มให้น้อยลงและเพิ่มรูปภาพ เสียง วิดีโอ ปฏิบัติการทดลอง เพื่อเพิ่มความน่าสนใจที่สมบูรณ์มากขึ้น อีกทั้งยังพัฒนาภาพต่าง ๆ ประกอบหนังสือด้วยตนเอง เพื่อป้องกันลิขสิทธิ์ภาพหรืออ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลให้ชัดเจน เชื่อมโยงระหว่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับวิดีโอโดยตรงโดยไม่ต้องสแกนคิวอาร์โค้ด เพื่อเพิ่มความสะดวกความน่าสนใจแก่ผู้ใช้งาน และทำให้เห็นลักษณะเด่นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างจากหนังสือทั่วไปได้อย่างชัดเจน

1.9 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่ได้เรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนดาราสุมุทระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ดังนี้ (ไชยยศ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 11-12)

1.9.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) ครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 3 คน โดยละผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง เพื่อตรวจสอบการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์และความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียด จากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์ ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 67.78 และ 63.33 ผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนในกลุ่มอ่อนต้องใช้

เวลามากในการเรียนรู้ เนื่องจากในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีข้อความจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการลดข้อความลงและเพิ่มรูปภาพให้มากขึ้น รวมถึงการเพิ่มสีสันของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มสีพื้นหลัง การจำแนกบทเรียนออกเป็นสีต่าง ๆ ทั้งหมด 3 สี ตามหัวข้อเรื่อง เพื่อความสะดวกและน่าสนใจต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีส้ม

เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีเขียว

เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีม่วง

1.9.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:10) ครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 9 คน โดยคณะผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น แล้วนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.87 และ 74.07 จากการเพิ่มปริมาณรูปภาพและลดปริมาณข้อความในการทดสอบประสิทธิภาพเดียว รวมถึงการเพิ่มสีสันความน่าสนใจของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น โดยวัดได้จากเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แต่คะแนนยังไม่ถึงเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนด เนื่องจากในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณข้อความจำนวนน้อย นักเรียนที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถนำไปทบทวนและเรียนรู้ด้วยตนเองได้ก่อนล่วงหน้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเพิ่มจำนวนข้อความกับจำนวนรูปภาพให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกัน

1.9.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (1:100) ครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 30 คน โดยคณะผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.03 และ 81.11 ผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนใช้เวลามากเกินไปในการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ปรับเนื้อหาให้เข้าใจความมากยิ่งขึ้น และจัดการเรียนรู้ตามระยะเวลาให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้

จากข้อ 1.9.1 – 1.9.3 ที่กล่าวมานั้น ทำการทดสอบเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.10 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และเตรียมเพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 44 คน โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหิราฯ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1.11 ผลการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 เมื่อ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่ทำให้กิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสุมุทระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน โดยนำคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีผลเปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	120	98.59	82.16
หลังเรียน	30	24.05	80.15
ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นร้อยละ (E_1/E_2)			82.16/80.15

จากตารางที่ 3-3 พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่ามีประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 82.16/80.15 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในมาตรฐานการเรียนรู้ที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 130)

2.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 และคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ตามมาตรฐานที่ 2 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาในขอบข่ายเฉพาะเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 ข, หน้า 71) ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ได้แก่

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

2.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุม ผลการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เพิ่มเติมและเวลาเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่องที่	ชื่อเรื่อง	เวลา	
			ที่ใช้ (ชม.)	รวม (ชม.)
1	1	ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1	3	6
2		ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2	3	
3	2	แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3	3
4	3	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1	3	6
5		ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2	3	
รวม			15	

โดยโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

2.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้

2.3.2 ผลการเรียนรู้

2.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.4 สาระสำคัญ

2.3.5 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

2.3.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

2.3.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.3.8 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับ
ขั้นตอน ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น กับการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ลำดับขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
1	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ในขั้นนี้มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น รวมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
5	ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation)	ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) (ในขั้นนี้มีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

2.3.9 อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

2.3.10 การวัดและการประเมินผล

2.3.11 บันทึกหลังการสอน

2.3.12 เอกสารแนบ

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งพิจารณาตรวจสอบมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล บันทึกหลังการสอน และเอกสารแนบ เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม ตรวจสอบองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล บันทึกหลังการสอน และเอกสารแนบ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม เทียบเคียงกับเกณฑ์การหาคุณภาพเครื่องมือของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีคุณภาพเหมาะสม ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.49 ถึง 4.56 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.54 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

2.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ลดบทบาทครู เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวก และปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้มีการปรับปรุงก่อนนำไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนดาราสุมทร อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 44 คน โรงเรียนดาราสุมทร อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา ผลการเรียนรู้แล้วกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 60 ข้อ โดยนำมาใช้จริง 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่มีการปรับปรุงมาจากบลูม (Bloom's Taxonomy) ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) ด้านความเข้าใจ (Comprehension) ด้านการนำไปใช้ (Apply) ด้านการวิเคราะห์ (Analyze) ด้านการประเมินค่า (Evaluate) และด้านความคิดสร้างสรรค์ (Create) โดยทำการกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้ (Item-Objective Congruence index) ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต้องการให้สอดคล้องข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
		ความรู้ที่เกิดความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
1. ความหมายและการคำนวณ	1. บอกความหมายและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร	-	4	2	-	-	-	6
			(2)	(1)				(3)
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2. ทำการทดลอง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา และแปลความหมายจากกราฟ	-	2	2	2	-	-	6
			(1)	(1)	(1)			(3)

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)					รวม	
		ความรู้ที่เกิดความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า		สร้างสรรค์
	3. บอกความหมายและ คำคุณศัพท์	-	2	2	2	-	-	6
	เกิดปฏิกิริยาเคมี		(1)	(1)	(1)			(3)
	4. เขียนกราฟการลดลง หรือเพิ่มขึ้นของสารที่ ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	-	2	-	4	-	-	6
			(1)		(2)			(3)
2. แนวคิด เกี่ยวกับ อัตราการ เกิดปฏิกิริยา เคมี	1. อธิบายแนวคิด เกี่ยวกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ ทฤษฎีการชนและทฤษฎี สถานะแทรนซิชัน	-	4	4	4	-	-	12
			(2)	(2)	(2)			(6)
3. ปัจจัยที่มี ผลต่ออัตรา การ เกิดปฏิกิริยา เคมี	1. ทำการทดลอง และ อธิบายผลของความ เข้มข้นของสาร พื้นที่ผิว ของสาร อุณหภูมิ และ ตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็น ปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	4	2	-	2	-	-	8
		(2)	(1)		(1)			(4)
	2. เปรียบเทียบอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อมี การเปลี่ยนแปลงปัจจัย หลักที่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	-	2	2	2	2	-	8
			(1)	(1)	(1)	(1)		(4)

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)					รวม	
		ความรู้ที่เกิดความจำ ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
	3. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ กระบวนการที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันหรือ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง กับปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี	-	6 (3)	-	-	-	2 (1)	8 (4)
	รวม	4 (2)	24 (12)	12 (6)	16 (8)	2 (1)	2 (1)	60 (30)

หมายเหตุ ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการจริง

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความถูกต้องของเนื้อหาและความสอดคล้อง
ของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อ
ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของข้อคำถาม
และความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด (Item-Objective
Congruence index) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 262)

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.4 ถึง 1.0 โดยมีข้อที่ไม่สามารถใช้ได้จำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 23 และ ข้อที่ 56 เนื่องจากแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่มีการปรับปรุงมาจากบลูม (Bloom's Taxonomy) จากนั้นปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในข้อที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการเรียน รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนดาราสุมุทระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 43 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยใช้ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก B (B-index) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 (กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์, 2540, หน้า 119 อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 124) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 120) โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.58 โดยมีข้อที่ไม่สามารถใช้ได้จำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 6 และข้อที่ 26 เนื่องจากแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีค่าความยากที่สูงเกินกว่าเกณฑ์กำหนดไว้ นอกจากนี้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.54 โดยมีข้อที่ไม่สามารถใช้ได้จำนวน 7 ข้อ คือ ข้อที่ 4, 6, 16, 18, 26, 41, และข้อที่ 44

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett) เนื่องจากเป็นแบบทดสอบเป็นแบบอิงเกณฑ์ ที่อาศัยแนวคิดการวัดความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ คือ อาศัยคะแนนจากการสอบเพียงครั้งเดียว (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286) โดยที่มีจำนวนข้อที่ใช้จริงทั้งหมด 30 ข้อ โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.88 แบบทดสอบนี้จึงมีค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ว่ามีข้อที่ไม่สามารถใช้ได้ทั้งหมด 9 ข้อ คือ ข้อที่ 4, 6, 16, 18, 23, 26, 41, 44 และข้อที่ 56 จากนั้นจึงได้ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 44 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนดาราสุมทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยการใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert rating scale)

4.2 กำหนดประเด็นที่ต้องการสอบถาม โดยแยกประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อและนวัตกรรม รวมทั้งหมด 30 ข้อ โดยต้องการใช้จริง 12 ข้อ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 จำนวนข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

องค์ประกอบของ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	จำนวนข้อคำถาม (ข้อ)	
	สร้าง	ใช้จริง
1. ด้านเนื้อหา	10	4
2. ด้านการจัดการเรียนรู้	10	4
3. ด้านสื่อและนวัตกรรม	10	4
รวม	30	12

4.3 รวบรวมประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มาสร้างเป็นข้อคำถามที่ใช้สอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความครอบคลุม แล้วนำมาแก้ไขสร้างเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของข้อคำถามและความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการสอบถาม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 262)

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้อง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้อง

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้อง

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบสอบถามของนักเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่หากมีค่าต่ำกว่า ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีคุณภาพต่อไป ซึ่งเมื่อนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในข้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนำไปวัดผลกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5/1 โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ผ่านการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพราะสามารถบอกได้ว่าพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 45 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

4.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม โดยใช้วิธีการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม หรือ Item Total Correlation (r_{XY}) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product-moment correlation coefficient) (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 297-299) แล้วคัดเลือกข้อที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนรวม จะถือว่าแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 115-116) โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.81

4.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) หรือ วิธีการของครอนบาค (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 118 และ สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 113) เมื่อค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 จะถือว่าแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 97) โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามมีค่าเท่ากับ 0.95

4.10 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 44 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนดาราสุมทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

4.11 การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียน ใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 276)

พึงพอใจมากที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00
พึงพอใจมาก	ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50
พึงพอใจปานกลาง	ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50
พึงพอใจน้อย	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50
พึงพอใจน้อยที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนลำดับได้ ดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่จะต้องมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2. ผู้วิจัยแจ้งถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย การปฏิบัติตนของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ความเสี่ยง และประโยชน์ เป็นต้น หลังจากให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเข้าใจแล้ว จะลงลายมือชื่อเพื่อยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย ตามเอกสารของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองอ่านเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (สำหรับอายุต่ำกว่า 18 ปี) ก่อนที่จะลงนามยินยอมเข้าร่วมโครงการ ซึ่งเป็นไปตามแนวทางแบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยบูรพา โดยที่ผู้เข้าร่วมโครงการจะได้รับสำเนาเอกสารยินยอมไว้ 1 ฉบับ

3. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

4. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อเตรียมข้อมูลไว้ทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 15 ชั่วโมง โดยที่ข้อมูลจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ มีเพียงผู้วิจัยเท่านั้นจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ โดยผู้วิจัยจะใช้นามสมมติในการเก็บรักษาข้อมูล

6. ในระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยในที่นี้จะเป็นใบกิจกรรมที่ 8.1 ถึงใบกิจกรรมที่ 8.6 เพื่อเตรียมข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยอยู่ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

7. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ได้กำหนดขึ้นแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับเดิม) และให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยก่อนที่ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บข้อมูลจากผู้เข้าร่วมโครงการ หากมีข้อคำถามใดที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยไม่สามารถให้ข้อมูลได้หรือไม่สะดวกที่จะให้ข้อมูล ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถข้ามผ่านในข้อคำถามนั้นไปได้

8. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป โดยในรายงานผลการวิจัย สถานที่เก็บข้อมูล และข้อมูลส่วนบุคคลจะไม่ถูกเปิดเผยเพื่อเป็นการรักษาความลับ และพิทักษ์สิทธิของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งขึ้นไว้ตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยการใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent samples) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 116) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยการใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดียวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร (t-test for One-sample) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 110) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{x}) ใช้สูตร

(ลั้วณ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

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

เมื่อ \bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ SD) ใช้สูตร

(ลั้วณ สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD	คือ	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
$(\sum x)^2$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
n	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแผนการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของนวัตกรรม (รัตนะ บัวสนธ์, 2562, หน้า 35-37)

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์กำหนดค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และแผนการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีคุณภาพเหมาะสม

2.2 ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สามารถคำนวณโดยใช้สูตร ประกอบด้วย 2 สูตร ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9-11)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	คือ	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์
	A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	คือ	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

เกณฑ์กำหนดค่าประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ มี 3 ระดับ ดังนี้ (วาโร เฟิงส์วสต์, 2545 อ้างถึงใน สุรียพร อนุศาสนนันท์, 2551, หน้า 168)

เกณฑ์ที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5 % จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์

เกณฑ์ที่ 2 เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5 % จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์

เกณฑ์ที่ 3 ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % จะถือว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

2.3 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of item objective congruence หรือ IOC) ใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 108)

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

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	คือ	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์กำหนดค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่ออาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาแล้วข้อคำถามมีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป จะถือว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (รัตนะ บัวสนธ์, 2562, หน้า 65)

2.4 ค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ใช้สูตร (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2551, หน้า 134)

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

เมื่อ	P	คือ	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	คือ	จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	คือ	จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด

เกณฑ์กำหนดค่าความยากง่าย คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 เนื่องจากถ้าค่าที่ได้ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยากเกินไป แต่ถ้าค่าที่ได้เกิน 0.80 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่ายเกินไป (กังวล เทียนกัมภ์เทศน์, 2540, หน้า 119 อ้างถึงใน สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 124)

2.5 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แบบอิงเกณฑ์ โดยวิธีดัชนี B (B-index) ที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan) ใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 107 และ สุริพร อนุศาสนนันท์, 2551, หน้า 137-138)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	คือ	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	U	คือ	จำนวนนักเรียนทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์
	L	คือ	จำนวนนักเรียนทำข้อสอบถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์
	N ₁	คือ	จำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์
	N ₂	คือ	จำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

เกณฑ์กำหนดค่าอำนาจจำแนกคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปถือว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อนั้นมีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม (สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 120)

2.6 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett) เนื่องจากแบบทดสอบเป็นแบบอิงเกณฑ์ที่อาศัยแนวคิดการวัดความสอดคล้องภายในของแบบทดสอบ คือ อาศัยคะแนนจากการสอบเพียงครั้งเดียว (ไพศาล วรคำ, 2555, หน้า 286)

$$r_{CC} = 1 - \frac{k\Sigma x - \Sigma x^2}{(k-1) \Sigma (x-c)^2}$$

เมื่อ	r_{CC}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์
	X	คือ	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน
	k	คือ	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	c	คือ	คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด เท่ากับ 24 ซึ่งคิดจากร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

เกณฑ์กำหนดค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 จะถือว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 97)

2.7 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (สมบัติท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 111)

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

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ นิยามศัพท์เฉพาะ
	ΣR	คือ	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์กำหนดค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เมื่ออาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาเลือกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 จะถือว่าเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117)

2.8 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนแบบอิงกลุ่ม โดยใช้วิธีการหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม หรือ Item Total Correlation ($r_{XY'}$) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product-moment correlation coefficient) (ไพศาล วรรค้ำ, 2555, หน้า 297-299)

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

เมื่อ	$r_{XY'}$	คือ	ดัชนีอำนาจจำแนก
	X	คือ	คะแนนรายข้อ
	Y'	คือ	คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว หาได้จาก $Y' = Y - X$ เมื่อ Y คือ คะแนนรวม
	n	คือ	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

เกณฑ์กำหนดค่าอำนาจจำแนกคัดเลือกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนรวม จะถือว่าเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 115-116)

2.9 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient) หรือวิธีของครอนบาค โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 118 และ สมโภชน์ อเนกสุข, 2559, หน้า 113)

$$\alpha = \frac{n}{(n-1)} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ	α	คือ	วิธีการสัมประสิทธิ์แอลฟา
	s_i^2	คือ	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	s^2	คือ	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมในเครื่องมือฉบับนั้น

เกณฑ์กำหนดค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 จะถือว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสม (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 97)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (T-test for Dependent samples) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ความเป็นอิสระของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หรือสามารถคำนวณโดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 116) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \text{ และ } df = n - 1$$

เมื่อ	t	คือ	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	n	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง หรือ จำนวนคู่ของคะแนนที่นำมาเปรียบเทียบ
	D	คือ	ค่าความต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	คือ	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบ ก่อนเรียนกับหลังเรียน
	$\sum D^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของความต่างระหว่างคะแนนสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน

3.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดี่ยวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร (T-test for One-sample) เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ความว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หรือสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2556, หน้า 110) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณ

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n - 1$$

เมื่อ	n	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	คือ	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	S	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

หาได้จากสูตร $S = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
p หรือ sig	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
df	แทน	ระดับขั้นแห่งความอิสระ
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสุมุทระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน โดยนำคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

กลุ่มทดลอง	n	\bar{X}	SD	df	t	P (1-tailed)
ก่อนเรียน	44	7.91	2.28	43	21.986*	.000
หลังเรียน	44	24.05	4.37	43		

*p < 0.05

จากตารางที่ 4-1 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 24.05$, $SD = 4.37$) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 7.91$, $SD = 2.28$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (T-test for Dependent samples) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากค่า sig. = .000 น้อยกว่า 0.05 ($p < \alpha$) นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ว่า “คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี” อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาคณะแผนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสุมพร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน โดยนำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์จำแนกเป็นรายด้าน แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาคณะแผนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง	ร้อยละ	ลำดับที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD			
ความรู้ความจำ (2)	15.50	7.50	39.00	0.00	23.50	78.33	4
ความเข้าใจ (12)	11.92	3.48	36.92	7.72	25.00	83.33	3
ประยุกต์ใช้ (6)	11.17	3.89	39.67	1.60	28.50	95.00	2
วิเคราะห์ (8)	11.75	4.74	31.38	12.67	19.63	65.42	5

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความต่าง	ร้อยละ	ลำดับ ที่
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}		
ประเมินค่า (1)	6.00	0.00	12.00	0.00	6.00	20.00	6
สร้างสรรค์ (1)	7.00	0.00	36.00	0.00	29.00	96.67	1
รวม (30)	10.56	3.27	32.49	3.66	21.94	73.125	-

จากตารางที่ 4-2 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าคะแนนด้านความรู้ที่เกิดจากความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณาความต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทั้ง 6 ด้าน พบว่าคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ มีความต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนมากที่สุด ร้อยละ 96.67 รองลงมาคือ ด้านการประยุกต์ใช้ ร้อยละ 95.00 ด้านความเข้าใจ ร้อยละ 83.33 ด้านความรู้ที่เกิดจากความจำ ร้อยละ 78.33 ด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 65.42 และด้านการประเมินค่า ร้อยละ 20.00

2. ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสุมทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน โดยนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 80 แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการศึกษาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 80

กลุ่มทดลอง	n	เกณฑ์ (80)	\bar{X}	SD	df	t	p (1-tailed)
หลังเรียน	44	24	24.05	4.37	43	85.00*	.000

*p < 0.05

จากตารางที่ 4-3 พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 24.05$, $SD = 4.37$) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในงานวิจัยกำหนดเกณฑ์คะแนนอยู่ที่ร้อยละ 80

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดียวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร (T-test for One-sample) คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากค่า sig. = .000 น้อยกว่า 0.05 ($p < \alpha$) นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ว่า “คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80” อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนดาราสมุทร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน

โดยนำคะแนนจากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อและนวัตกรรม แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ที่	รายละเอียดการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
ด้านเนื้อหา					
1.	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.59	0.54	มากที่สุด	3
2.	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระเหมาะสม	4.68	0.47	มากที่สุด	1
3.	เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ	4.61	0.58	มากที่สุด	2
4.	เนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	4.34	0.75	มาก	4
5.	เนื้อหาสาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย	4.32	0.71	มาก	5
รวม		4.51	0.63	มากที่สุด	3
ด้านการจัดการเรียนรู้					
1.	การจัดการเรียนรู้ใช้ภาษาสื่อความหมายได้ ชัดเจน	4.59	0.54	มากที่สุด	3
2.	การจัดการเรียนรู้มีเทคนิคในการถ่ายทอด น่าสนใจ	4.61	0.49	มากที่สุด	2
3.	การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการ เรียนรู้	4.41	0.62	มาก	5
4.	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การเรียนรู้	4.57	0.55	มากที่สุด	4
5.	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ สรุปความรู้	4.64	0.53	มากที่สุด	1
รวม		4.56	0.55	มากที่สุด	1

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ที่	รายละเอียดการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
ด้านสื่อและนวัตกรรม					
1.	ความชัดเจนของภาพ เสียง วิดีโอ ขนาดตัวอักษร และดนตรีประกอบ	4.64	0.49	มากที่สุด	1
2.	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีภาพประกอบที่น่าสนใจ	4.55	0.63	มากที่สุด	2
3.	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีรูปเล่มสวยงาม	4.52	0.55	มากที่สุด	3
4.	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกต่อการเรียนรู้	4.48	0.76	มาก	4
5.	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ บทเรียนได้ดียิ่งขึ้น	4.43	0.90	มาก	5
รวม		4.52	0.68	มากที่สุด	2
เฉลี่ยรวม		4.53	0.62	มากที่สุด	-

จากตารางที่ 4-4 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, $SD = 0.06$) เมื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจเป็นรายด้าน พบว่าด้านการจัดการเรียนรู้ มีความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.56 รองลงมาคือ ด้านสื่อและนวัตกรรม ค่าเฉลี่ย 4.53 และสุดท้ายคือด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ย 4.51 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อแยกทั้ง 3 ด้านออกมา ในด้านของการจัดการเรียนรู้ พบว่าการจัดการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์สรุปความรู้ มีความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.64 ด้านสื่อและนวัตกรรม พบว่าความชัดเจนของภาพ เสียง วิดีโอ ขนาดตัวอักษร และดนตรีประกอบ มีความพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.64 และด้านเนื้อหา พบว่ารูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระเหมาะสม ค่าเฉลี่ย 4.68

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนมีความพึงพอใจด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อและนวัตกรรม ในระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการงานวิจัยเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดาราสุมทร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 44 คน ซึ่งได้จากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมในการใช้งานโทรศัพท์มือถือและอินเทอร์เน็ตทุกคน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20 ถึง 4.80 มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.89 และมีประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E_1/E_2) ร้อยละ 82.16/80.15 2) แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.49 ถึง 4.56 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.54 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 30 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.58 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.54 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.88 และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามรูปแบบของลิเคิร์ท (Likert rating scale) จำนวน 12 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.81 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ค่าจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (T-test for Dependent samples) และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างเดียวเมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์หรือค่าคงที่ของประชากร (T-test for One-sample) โดยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (Randomized One Group Pretest-Posttest Design)

สรุปผลการวิจัย

1. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือเกิดข้อคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ผ่านการที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระดับการสืบเสาะในระดับที่ 1 การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 ก, หน้า 57) ซึ่งเป็นจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านการกำหนดปัญหา โดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดปัญหาไว้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีกระบวนการแก้ไขปัญหาโดยที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดวิธีการแก้ปัญหาไว้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการที่ผู้เรียน

แก้ปัญหาตามวิธีการที่กำหนดไว้โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามหรือประเด็นการศึกษาอย่างมีทิศทาง ตามระดับการสืบเสาะในระดับที่ 1 การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวอย่างคำถาม เช่น “ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า วัตต์ได้อย่างไร ?” เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือ “การชนกันของอนุภาคสารตั้งต้นสามารถนำไปสู่การเกิดผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่ และมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร” เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนเกิดประเด็นศึกษาหรือข้อสงสัยที่เกิดจากคำถามกระตุ้นความสนใจในขั้นแรกแล้ว ผู้เรียนจะต้องวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานทางเลือกที่เป็นไปได้ แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ผ่านใบกิจกรรมที่ 8.1 ถึง 8.6 ในรูปแบบออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการสแกน QR code พิมพ์ URL หรือคลิกไฮเปอร์ลิงค์ไปยังหน้าที่ต้องการได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกได้ตามความถนัดและความสะดวกในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อตอบคำถามใบกิจกรรมศึกษาความรู้ได้จากวิดีโอปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในประเด็นคำถามเพิ่มมากขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการสำรวจและค้นหาผ่านใบกิจกรรมที่ 8.1 ถึง 8.6 และวิดีโอปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหาแล้ว ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้จากการทำใบกิจกรรมมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ ผ่านการสรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทำกิจกรรมในใบกิจกรรมรูปแบบออนไลน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อผู้เรียนได้ลงมือสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเองผ่านใบกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจในระดับหนึ่งแล้ว ผู้เรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมโดยนำความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ สามารถศึกษาเนื้อหาได้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนของเรื่องนี้ต้องขยายที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ได้ ตัวอย่างเช่น หลังจากที่ผู้เรียนได้ลงมือทำใบกิจกรรมที่ 8.1 การทดลองศึกษาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก จะพบว่าปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนและเวลานั้นแปรผกผันกัน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบกิจกรรมมาต่อยอดผ่านส่วนขยายความรู้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบกิจกรรมไปคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

โดยใช้สูตรในการคำนวณได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทราบอัตราการเกิดปฏิกิริยาในแต่ละช่วงเวลาและทราบแนวโน้มที่แน่ชัดได้มากยิ่งขึ้น ผ่านตัวอย่างในส่วนของเรื่องนี้ต้องขยายที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) เมื่อผู้เรียนศึกษาความรู้จนมีความเข้าใจแล้ว ครูผู้สอนสามารถประเมินความรู้ได้จากการตรวจสอบความเข้าใจผ่านใบกิจกรรม ตรวจสอบความเข้าใจ และแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อประเมินการเรียนรู้ว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งได้ดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ โดยมีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.16/80.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยได้จัดทำอย่างมีระบบและเป็นมาตรฐาน โดยเริ่มจากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ รายวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 เพื่อกำหนดผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จากนั้นวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียนจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 และคู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยกำหนดเนื้อหาในรายวิชาเคมี ตามมาตรฐานที่ 2 ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ความว่า เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 ข, หน้า 130) ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะพิจารณาในขอบข่ายเฉพาะเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวมีลักษณะที่แตกต่าง มีความหลากหลายในแต่ละหัวข้อ ทั้งด้านเนื้อหา รูปแบบทฤษฎี การคำนวณ รวมไปถึงการปฏิบัติการทดลองที่มีความหลากหลายน่าสนใจ ประกอบด้วย 3 เรื่อง ดังนี้ เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีสาระสำคัญ คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหน่วยโมลหรือโมลาร์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ทารด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นในสมการเคมี ซึ่งอาจวัดเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะหนึ่ง เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีสาระสำคัญ คือ ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสมและมีพลังงานจลน์ของอนุภาคที่ชน

มากพอตามทฤษฎีการชน เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันจะมีพลังงานศักย์สูงขึ้นจนถึงสถานะ แทรนซิชันตามทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน ซึ่งพลังงานก่อกัมมันต์เปรียบเทียบกับได้จากผลต่างของพลังงาน ศักย์ที่สถานะแทรนซิชันกับสถานะเริ่มต้น และเรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีสาระสำคัญ คือ ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ คือ ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถ นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรมต่าง ๆ จากสาระสำคัญทั้ง 3 เรื่องที่กล่าวไปนั้น เนื้อหาในแต่ละเรื่องมีลักษณะค่อนข้างที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด เหมาะแก่การนำมาจัดทำหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นหนังสือสื่อประสม (Multimedia) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้น นำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อภาพ ที่เป็นทั้งภาพนิ่งและ ภาพเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียง ผู้วิจัยจึงได้เลือกเนื้อหา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มาจัดทำ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มีลักษณะรูปแบบเนื้อหาที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนไม่เกิด ความเบื่อหน่าย และเหมาะกับประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยกำหนด

ผู้วิจัยยังได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ให้ครอบคลุมเนื้อหา สามารถออกแบบหนังสือได้ตรง ตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และสอดคล้องกับหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 โดยผู้วิจัยได้จัดทำ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาเนื้อหาที่สำคัญและเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้อง กับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้ใช้งานหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์สามารถทำใบกิจกรรมหรือคู่มือปฏิบัติการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเชื่อมต่อไปยัง หน้าเว็บไซต์รายการสื่อที่ต้องการได้โดยเลือกสแกน QR code พิมพ์ URL หรือคลิกไฮเปอร์ลิงค์ไปยัง หน้าที่ต้องการได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกได้ตามความถนัดและความสะดวกในการใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น การทำแบบฝึกหัดท้ายบท ผู้วิจัยได้มีการออกแบบให้เชื่อมโยงกับ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ โดยปรับจากรูปแบบกระดาษให้อยู่ในรูปแบบฟอร์ม (google form) ที่ ผู้เรียนสามารถใช้อุปกรณ์สื่อสาร เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ในการส่งคำตอบได้ โดยไม่ต้องใช้กระดาษ ซึ่งในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา มีองค์ประกอบที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

1.1 ปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยแสดง ข้อมูลชื่อรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และชื่อผู้จัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

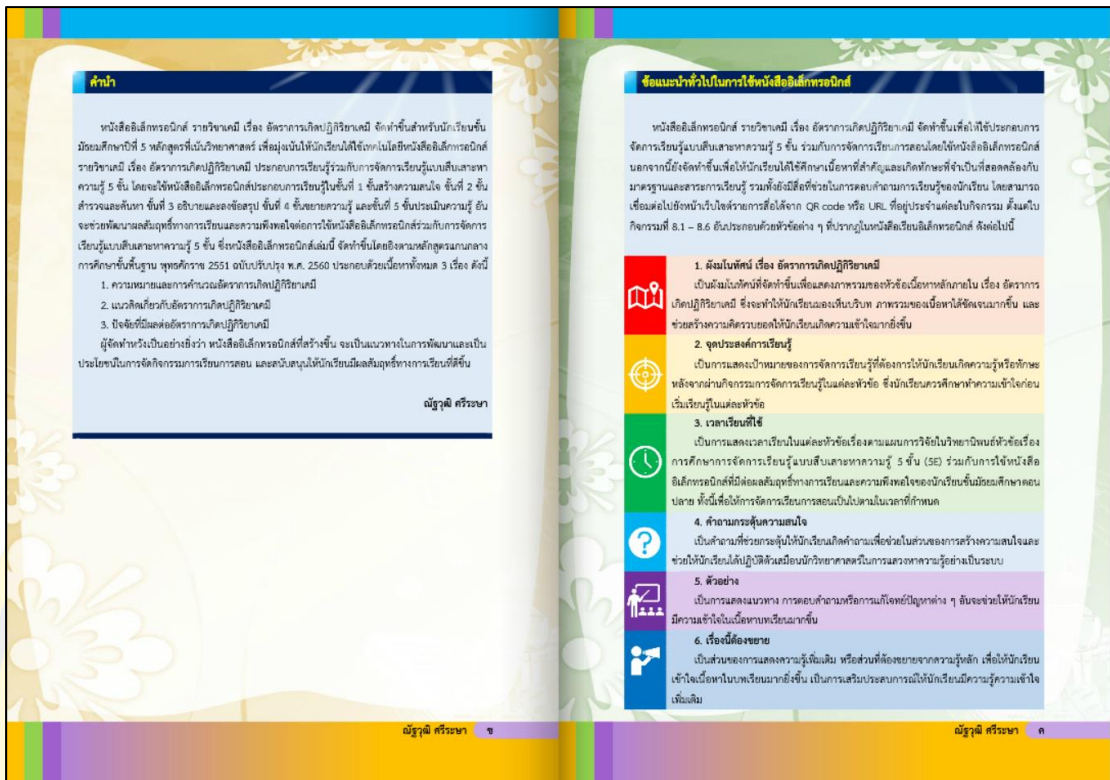


ภาพที่ 5-1 หน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

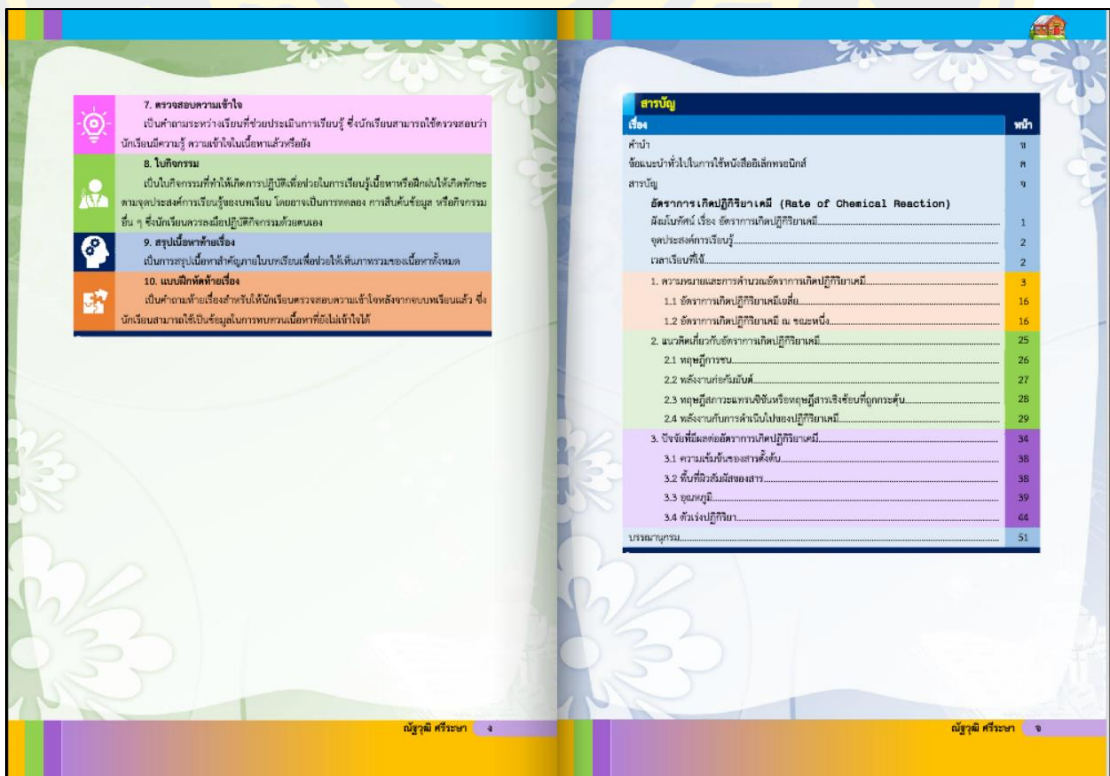
1.2 คำนำ เป็นส่วนของคำอธิบาย ชี้แจงรายละเอียดเหตุผลที่ผู้จัดทำได้จัดสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.3 ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนของข้อเสนอแนะที่ผู้จัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ต้องการให้ผู้อ่านทราบก่อนใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทราบวิธีการใช้งานในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ผู้เขียนต้องการ

1.4 สารบัญ เป็นส่วนที่แสดงหัวข้อหลักในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้อ่านสามารถคลิกหัวข้อชื่อเรื่องที่ต้องการศึกษา แล้วโปรแกรมจะนำผู้อ่านไปยังหน้าที่ต้องการได้ทันที โดยไม่ต้องเปิดหาทีละหน้าเหมือนกับหนังสือทั่วไปแต่หากผู้อ่านต้องการย้อนกลับมาที่หน้าสารบัญเช่นเดิม สามารถคลิกที่รูปบ้านหรือปุ่ม home โปรแกรมจะนำพาผู้อ่านกลับมาที่หน้าสารบัญเช่นเดิม



ภาพที่ 5-2 คำนำและข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 5-3 ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ) และสารบัญ

1.5 ผังมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นผังมโนทัศน์ที่จัดทำขึ้นเพื่อแสดงภาพรวมของหัวข้อเนื้อหาหลักภายในเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นบริบท ภาพรวมของเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้น และช่วยสร้างความคิดรวบยอดให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

1.6 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการแสดงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ

1.7 เวลาเรียนที่ใช้ เป็นการแสดงเวลาเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่องตามแผนการวิจัยในวิทยานิพนธ์เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามในเวลาที่กำหนด

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
Rate of Chemical Reaction

จากบทเรียนวิชาเคมีที่ผ่านมา เราได้ศึกษากับสมการปฏิกิริยาของของแข็ง ของเหลว แก๊ส และสารละลาย สมบัติในระดับโมเลกุลและพิจารณาปฏิกิริยาประเภทต่าง ๆ ไปแล้ว การศึกษาขั้นต่อไปคือการศึกษาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วเกิดปฏิกิริยาและชนิดของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาคนิวเคลียส และรายละเอียดเนื้อหาของบทเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

ผังมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ขึ้นอยู่กับ
 - ความเข้มข้นของสารตั้งต้น
 - อุณหภูมิ
 - พื้นที่ผิวสัมผัส
 - ตัวเร่งปฏิกิริยา

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (ใน หน่วยของหน่วย)

ความถี่ของและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Meaning and Calculation of Rate Chemical Reactions)

อัตราทฤษฎีเคมี

แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (The Concept of Rate Chemical Reactions)

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Factors for Rate Chemical Reactions)

ภาพปฏิกิริยา, ความถี่ของ, ความเข้มข้น, พื้นที่ผิว, อุณหภูมิ, ตัวเร่งปฏิกิริยา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. บอกความหมายและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. ทำการทดลอง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลา และแปลความหมายจากกราฟ
3. บอกความหมายและคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. เขียนกราฟการทดลองหรือเขียนสมการสารที่ไม่ได้เกิดปฏิกิริยา

เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยอิงทฤษฎีการชนและทฤษฎีสถานะแทรนซิชัน

เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ทำการทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้นของสาร พื้นที่ผิวของสาร อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. อธิบายเชื่อมโยงเกี่ยวกับกระบวนการที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

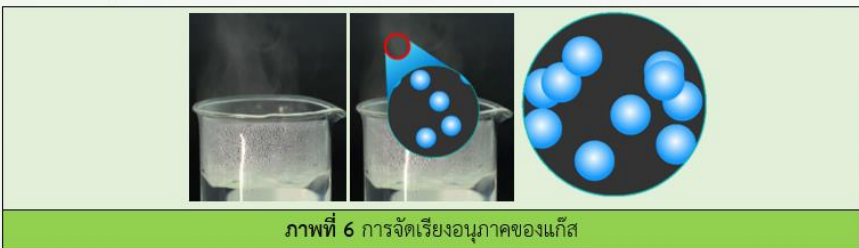
เวลาเรียนที่ใช้

1. ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	6 ชั่วโมง
2. แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	3 ชั่วโมง
3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	8 ชั่วโมง
รวม	16 ชั่วโมง

ภาพที่ 5-4 องค์ประกอบผังมโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.8 คำถามกระตุ้นความสนใจ เป็นคำถามที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อคำถามหรือข้อสงสัยเพื่อช่วยในส่วนของการสร้างความสนใจและช่วยให้นักเรียนได้ปฏิบัติตัวเสมือนนักวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 1 **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)**
อนุภาคของแก๊สมีการเคลื่อนที่และอาจเกิดการชนกันได้



ภาพที่ 6 การจัดเรียงอนุภาคของแก๊ส

? **คำถามกระตุ้นความสนใจ**

การชนกันของอนุภาคสารตั้งต้นสามารถนำไปสู่การเกิดผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่ และมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร



ภาพที่ 5-5 ตัวอย่างคำถามกระตุ้นความสนใจที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.9 ตัวอย่าง เป็นการแสดงแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ อันจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น

ตัวอย่างที่ 1

ให้นักเรียนพิจารณาปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งมีสีน้ำตาลแดงที่อยู่ในระบบปิด ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) กับแก๊สออกซิเจน (O_2) ดังสมการเคมี

$$2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$

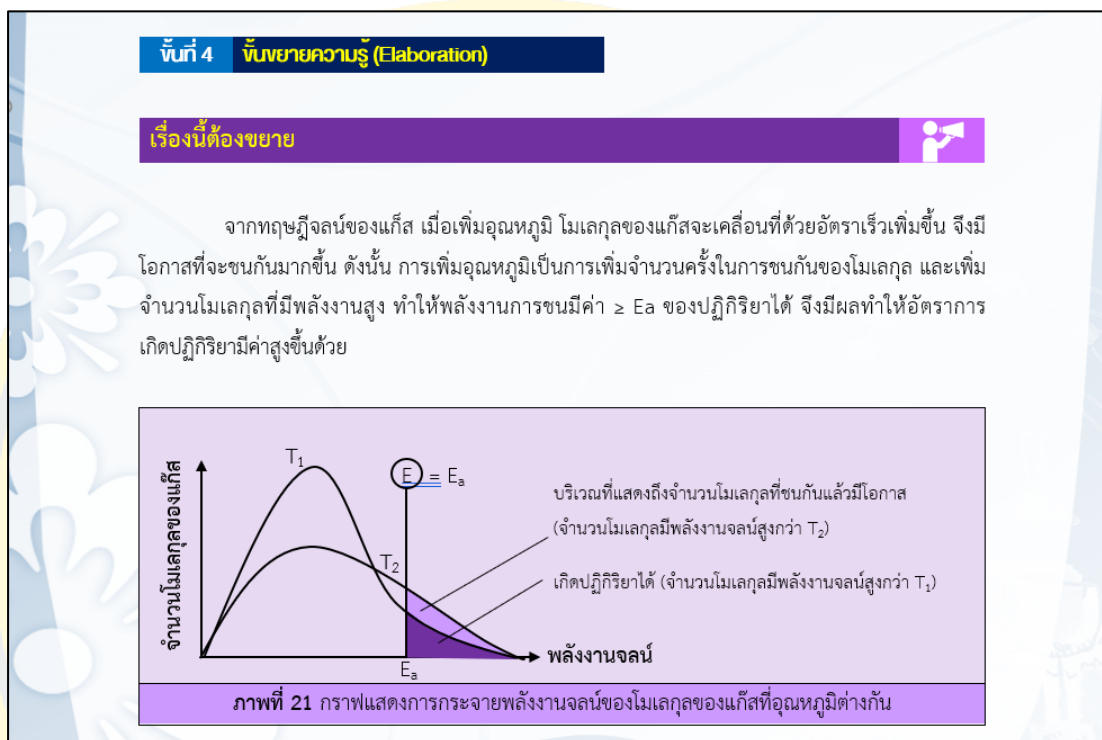
ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียสของปฏิกิริยา $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

เวลา (s)	$[\text{NO}_2]$ (M)	$[\text{NO}]$ (M)	$[\text{O}_2]$ (M)
0	4.00×10^{-3}	0	0
100	2.83×10^{-3}	1.18×10^{-3}	0.59×10^{-3}

ภาพที่ 5-6 ตัวอย่างแนวทางการตอบคำถามหรือการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

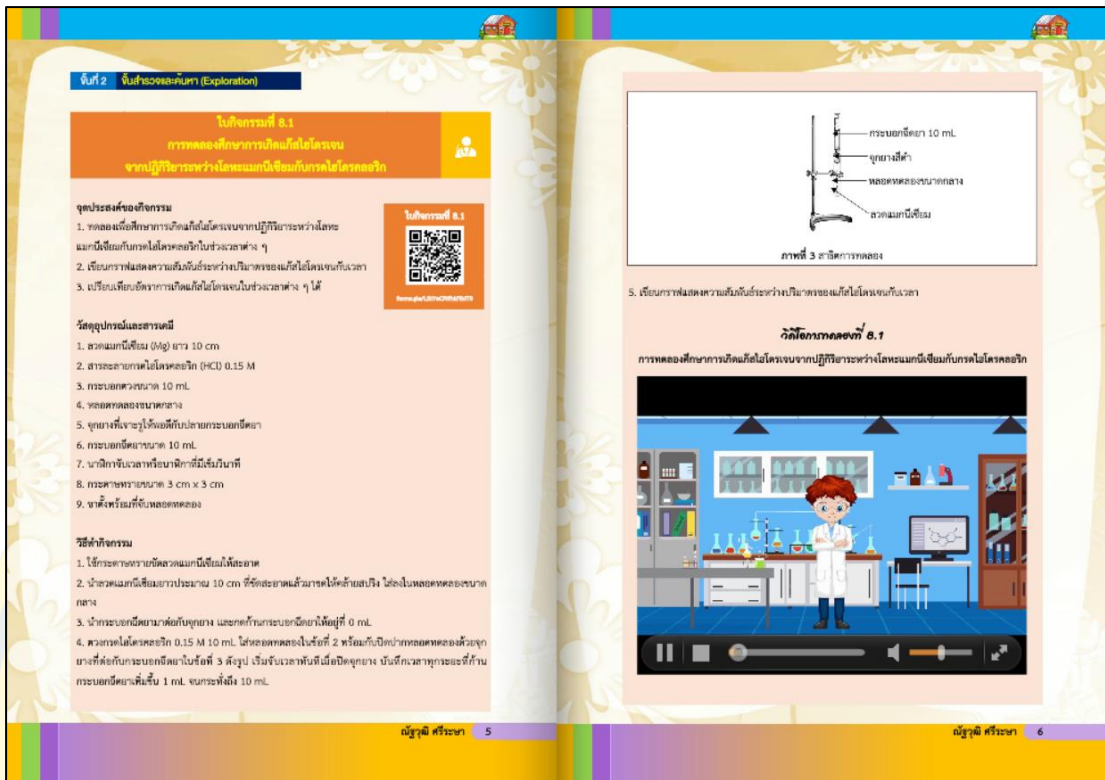
1.10 เรื่องนี้ต้องขยาย เป็นส่วนของการแสดงความรู้เพิ่มเติม หรือส่วนที่ต้องขยายจากความรู้หลัก เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เป็นการเสริมประสบการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติม



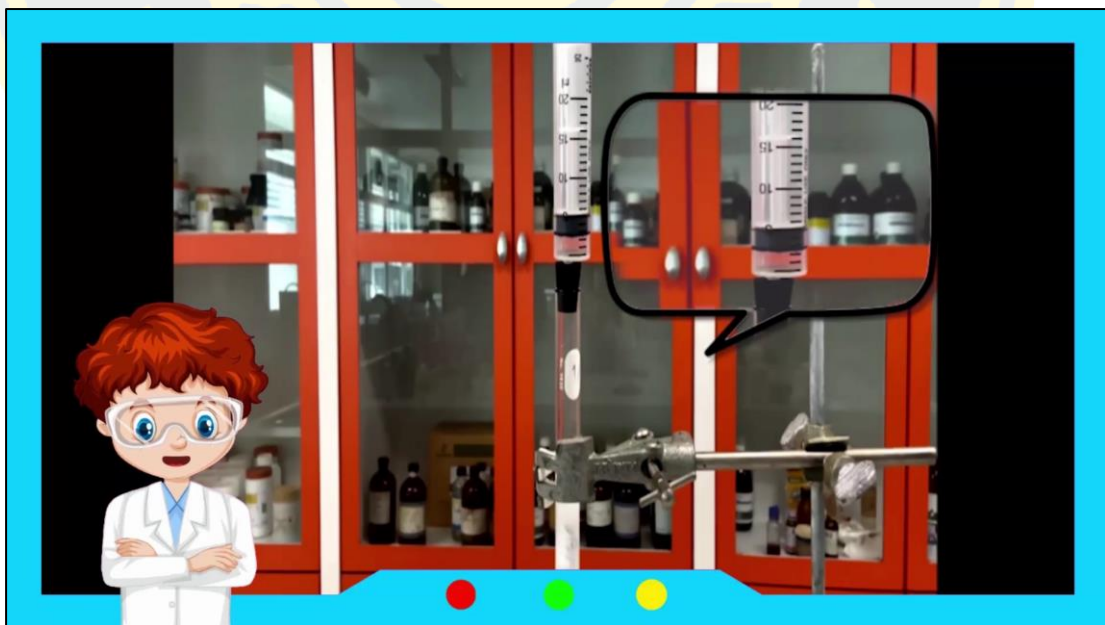
ภาพที่ 5-7 ตัวอย่างเรื่องนี้ต้องขยายที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.11 ตรวจสอบความเข้าใจ เป็นคำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง

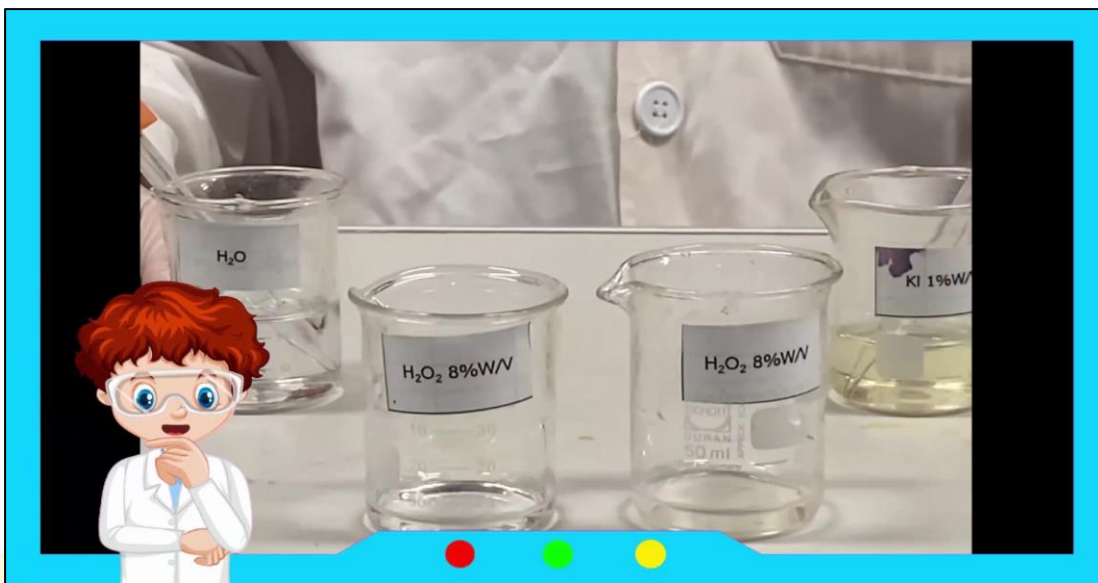
1.12 ใบกิจกรรม เป็นใบกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปฏิบัติเพื่อช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยศึกษาผ่านการสืบค้นข้อมูล กิจกรรมอื่น หรือการทดลองจากวิดีโอปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งนักเรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง



ภาพที่ 5-8 ตัวอย่างใบกิจกรรมและวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



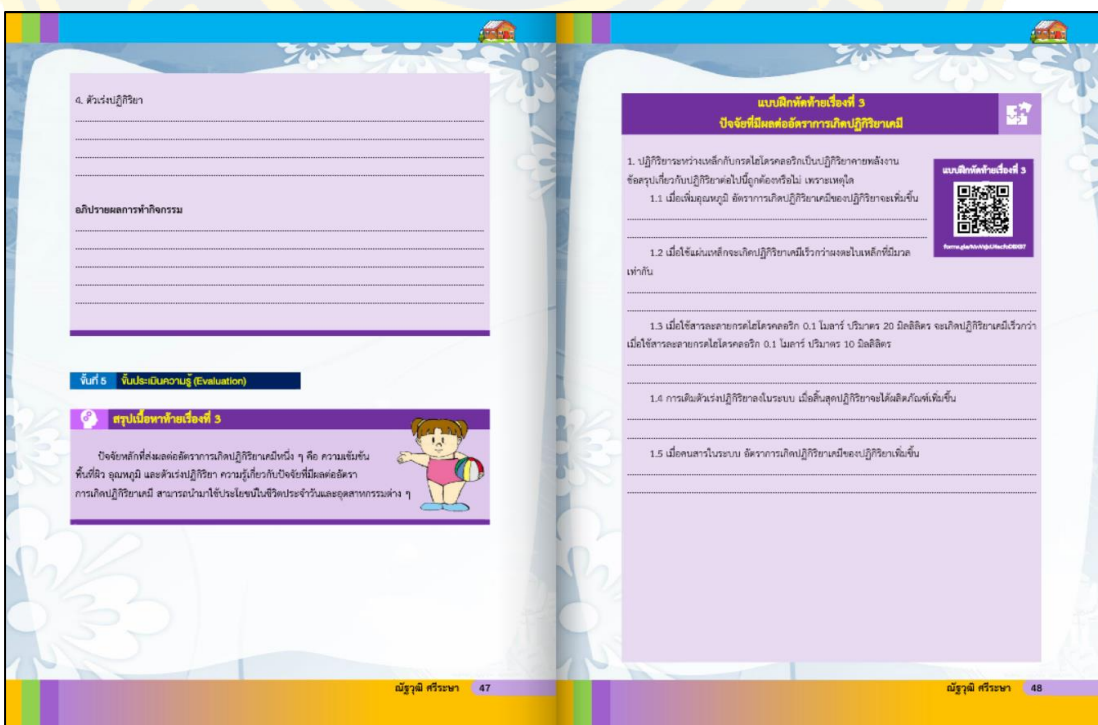
ภาพที่ 5-9 ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 5-10 ตัวอย่างวิดีโอการทดลองที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

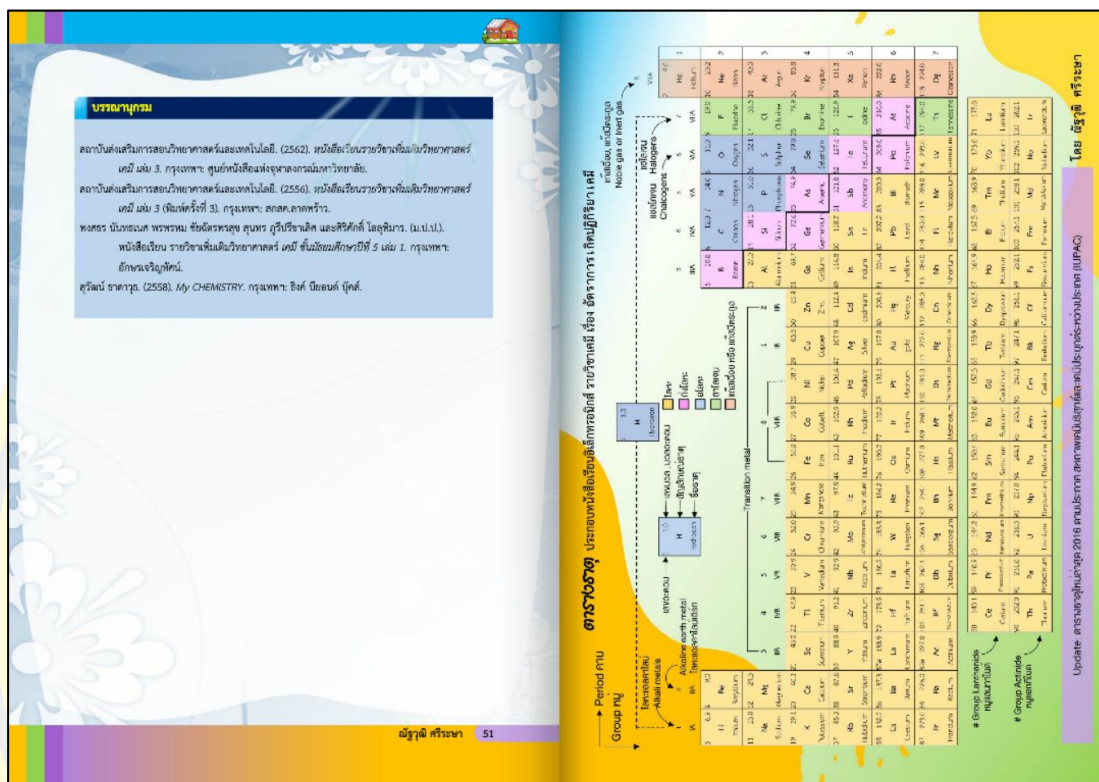
1.13 สรุปเนื้อหาท้ายเรื่อง เป็นการสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียนเพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด

1.14 แบบฝึกหัดท้ายเรื่อง เป็นคำถามท้ายเรื่องสำหรับให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจหลังจากจบบทเรียนแล้ว ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้



ภาพที่ 5-11 ตัวอย่างสรุปเนื้อหาท้ายเรื่องและแบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.15 บรรณานุกรม เป็นรายการสื่อสารสนเทศที่ผู้จัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ใช้ประกอบการเขียนหนังสือ



ภาพที่ 5-12 บรรณานุกรมและตารางธาตุ

ในการจัดทำองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวไปข้างต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยยังได้แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไว้ในหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ นักเรียนและครูผู้สอนที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้ทราบถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขณะที่กำลังใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่าอยู่ในขั้นใด เพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมบรรลุวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

นอกจากนี้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ยังได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำข้อเสนอแนะนั้นมาพัฒนา โดยปรับลดข้อความเนื้อหาในเล่มให้น้อยลง และเพิ่มรูปภาพ เสียง วิดีโอปฏิบัติการทดลอง เพื่อเพิ่มความ เป็นมัลติมีเดียให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พัฒนาภาพต่าง ๆ ประกอบหนังสือด้วยตนเอง เพื่อป้องกันลิขสิทธิ์ ภาพหรืออ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลให้ชัดเจน เชื่อมโยงระหว่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับวิดีโอ โดยตรงทำให้ไม่ต้องสแกนคิวอาร์โค้ด เพื่อเพิ่มความสะดวก ความน่าสนใจแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งแสดงให้เห็น ลักษณะเด่นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างจากหนังสือทั่วไปได้อย่างชัดเจน ก่อหน้าไปทดสอบ

ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่มเล็ก และภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ โดยพบว่าในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่ายังคงต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ เนื่องจากในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีข้อความจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ลดข้อความลงและเพิ่มรูปภาพให้มากขึ้น รวมถึงการเพิ่มสีสันของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มสีพื้นหลัง การจำแนกบทเรียนออกเป็นสีต่าง ๆ ทั้งหมด 3 สี ตามหัวข้อเรื่อง เพื่อความสะดวกและน่าสนใจต่อการใช้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีส้ม เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีเขียว และเรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จัดรูปแบบสีม่วง ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าจากการเพิ่มปริมาณรูปภาพและลดปริมาณข้อความในการทดสอบประสิทธิภาพเดี่ยว รวมถึงการเพิ่มสีสันความน่าสนใจของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น โดยวัดได้จากเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แต่คะแนนยังไม่ถึงเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนด เนื่องจากในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณข้อความจำนวนน้อย นักเรียนที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถนำไปทบทวนและเรียนรู้ด้วยตนเองได้ก่อนล่วงหน้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับเพิ่มจำนวนข้อความกับจำนวนรูปภาพให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกัน ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า ผู้เรียนใช้เวลามากเกินไปในการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้ปรับเนื้อหาให้เข้าใจความมากยิ่งขึ้น และจัดการเรียนรู้ตามระยะเวลาให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมแล้ว ทำให้ในการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ มีค่าประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ $80/80$ ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.03 และ 81.11 และเมื่อนำหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปใช้กับกลุ่มทดลอง พบว่าค่าประสิทธิภาพยังคงผ่านเกณฑ์ $80/80$ ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ $82.16/80.15$ หลังจากที่ได้จัดสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนจะมีความสนใจเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในช่วงเริ่มใช้งานในช่วงแรก ผู้วิจัยสังเกตเห็นได้จากในช่วงเวลาพักช่วงกลางวัน หรือช่วงพักระหว่างเปลี่ยนคาบเรียน นักเรียนก็จะมีการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเปิดใช้งานและสอบถามถึงข้อสงสัยเป็นระยะ ในขณะเดียวกันในช่วงเวลาเลิกเรียน ก็จะมีนักเรียนติดต่อผ่านช่องทางสื่อโซเชียลมีเดียต่าง ๆ เข้ามาสอบถามทบทวนถึงวิธีการใช้งาน และเนื้อหาบทเรียนในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว

หากพิจารณาคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าด้านความรู้ที่เกิดจากความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านวิเคราะห์ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูง แต่ส่วนด้านการประเมินค่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนต่ำที่สุด (ร้อยละ 20) และด้านความคิดสร้างสรรค์มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสูงที่สุด (ร้อยละ 96.67) โดยหลังจากที่ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือวิจัยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด (Item-Objective Congruence index) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านในการตรวจเครื่องมือ ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการปรับปรุงข้อสอบโดยจำแนกข้อสอบเป็นรายด้านตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูมใหม่ทั้งหมด ทำให้จำนวนข้อสอบด้านการประเมินค่าและด้านความคิดสร้างสรรค์เหลือจำนวนข้อสอบหลังจากคัดเลือกแล้วเพียงด้านละ 1 ข้อ ซึ่งในข้อสอบด้านการประเมินค่า มีความยากง่ายต่ำ ทำให้มีคะแนนเฉลี่ยที่ค่อนข้างน้อย ในขณะที่ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีเพียง 1 ข้อเช่นกัน แต่มีค่าความยากง่ายสูง จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยของด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าสูงเช่นกัน

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงทำให้ผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 สอดคล้องกับงานวิจัยของ จินตวีร์ โยสีดา (2554) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไบโอดีเซล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลเลาะ อุมาร์ ณัฐินี โมพันธุ์ อาฟีฟี ลาเต๊ะ และอุสมาน สารี (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี พบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ส่งผลให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น อยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น มีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับ สุจิตรา เชื้อกุล (2559) พบว่าผลของการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน รวมทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก และ

สอดคล้องรายงานผลการวิจัยของสุทิน โจรจน์ประเสริฐ (2552) ที่ได้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง เทคนิคการถ่ายภาพโฆษณาสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วย e-book พบว่าผลของการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจในระดับมาก

2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีการจัดการเรียนรู้โดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ถูกกระตุ้นจากคำถามกระตุ้นความสนใจที่ปรากฏในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสร้างความรู้และแนวคิดอย่างมีความหมาย ได้พัฒนาความคิดและความรู้ของตนเองอย่างเต็มที่ ผ่านการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีลักษณะสีสันทสวยงาม ถูกสร้างและออกแบบมาให้มีการตอบสนองที่สะดวก รวดเร็ว แสดงได้ทั้งพอนต์ตัวอักษร ข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี และเสียง ที่เป็นประเภทสื่อประสม สามารถขยายให้มองเห็นได้ชัดเจนพร้อมกัน มีวิดีโอการประกอบบททดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ผู้เรียนจึงมีความรู้สึกตื่นเต้น เกิดความสนใจ ไม่น่าเบื่อหน่ายและรู้สึกเพลิดเพลินไปกับการทดลองในรูปแบบออนไลน์ ประกอบกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนไม่เคยได้ทำมาก่อน ทั้งนี้ผู้เรียนยังสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเองต่อได้ทั้งในและนอกชั้นเรียน โดยเลือกเวลาเรียนและสถานที่ที่ตนสะดวก สามารถศึกษาทบทวนเนื้อหาในบทเรียนย้อนหลังหรือล่วงหน้า เลือกเรียนหัวข้อที่ตนสนใจเรื่องใดก่อนหลังได้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนเนื้อหาสาระที่ไม่เข้าใจ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ โดยสามารถกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังมีข้อดีและข้อแตกต่างที่จากหนังสือแบบกระดาษทั่วไปคือ สามารถเปิดผ่านสื่อตัวกลางในรูปแบบที่แตกต่างกันได้ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ สามารถเชื่อมโยงไฮเปอร์ลิงค์ได้หลากหลาย เช่น หน้าสารบัญ แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม เพื่อไปยังแหล่งข้อมูลที่ต้องการได้ทันที โดยไม่ต้องเปิดทีละหน้าแบบหนังสือทั่วไป ทั้งยังมีน้ำหนักเบา จัดเก็บข้อมูลได้มาก ไม่จำกัดหน้า เรียกมาใช้ได้สะดวก เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ทันที ทำให้ทันสมัย ทนทาน สะดวกต่อการดูแลรักษา สามารถดาวน์โหลดไว้อ่านได้ แก้ปัญหาหนังสือหาย หาหนังสือไม่เจอหรือผู้เรียนลืมเอาหนังสือมาโรงเรียน ทั้งยังสามารถออกแบบกิจกรรมได้หลากหลาย หากต้องการเพิ่มกิจกรรมหรือปรับปรุงเนื้อหาในบทเรียนก็สามารถแก้ไขหนังสือได้ง่าย ไม่ต้องตีพิมพ์ใหม่ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและทรัพยากรในการผลิตและในการซื้อหนังสือจำนวนมาก สามารถตรวจสอบการส่งงานและประเมินชิ้นงานของผู้เรียนได้ทันที และสามารถประยุกต์ใช้งานกับเครื่องมือได้หลากหลาย

ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยได้ออกแบบใบกิจกรรมที่ทำงานร่วมกับ google form ในการตอบคำถามจากแบบฝึกหัด และการใช้ google sheet ในการวาดกราฟและการคำนวณเพื่อประกอบการตอบคำถาม ใบกิจกรรม เป็นต้น จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับที่มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ (2556) พบว่าผลของการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน รวมทั้งยังสร้างความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในระดับมากที่สุด ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนได้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53, SD = 0.62$)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงความพร้อมเกี่ยวกับการจัดสรรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน เนื่องจากการจัดการศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์พกพา โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต ที่สามารถใช้งานได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่สูงขึ้น ครูผู้สอนที่ต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนสามารถนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในชั้นเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 งานวิจัยชิ้นนี้มีการจัดทำวิดีโอปฏิบัติการเพื่อจำลองการทดลองให้นักเรียนสามารถศึกษาวิธีการและผลการทดลองได้ตลอดเวลาในรูปแบบวิดีโอปฏิบัติการที่แทรกอยู่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลาและป้องกันอันตรายจากสารเคมี แต่ยังไม่มีการทดลองใช้นวัตกรรมทางการศึกษาอื่นร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงควรมีการศึกษาผลของนวัตกรรมอื่นที่แทรกอยู่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น การใช้เทคโนโลยีภาพเสมือน AR

(augmented reality) เพื่อเพิ่มความสนใจการเรียนรู้ ซึ่งอาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าสูงขึ้น

2.2 ผลการศึกษาคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบรายด้าน พบว่าผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงสุด และการประเมินค่าอยู่ในระดับต่ำสุด แต่ข้อสอบที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์และการประเมินค่ามีเพียงข้อเดียว อันเป็นผลมาจากการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูงสุดและการประเมินค่าอยู่ในระดับต่ำสุด ในงานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรที่จะต้องสร้างข้อสอบในการวัดและประเมินผลให้มีอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กชนนท์ ขวัญพุ่ม. (2562). การศึกษามลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560 ก). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560 ข). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุลิสรา จิตรชญาณินช. (2562). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา. (2560). Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. เข้าถึงได้จาก: <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171114-draeqa-blueprint.pdf>
- เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2555). เทคโนโลยีการศึกษาวิชาชีพ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2557). นวัตกรรมและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. เข้าถึงได้จาก <http://www.matichon.co.th>
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. (2540). ทศนะไอที (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

- จินตวีร์ โยสีดา. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไปโอทีเซล สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. สารนิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาเคมี, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จินตวีร์ คล้ายสังข์. (2561). *UTEL Ubiquitous Technology Enhanced Learning: The Outcome-Base Learning Design for 21st Century Learners*
ยุคดิจิทัลเทคโนโลยีที่ส่งเสริมการเรียนรู้: การออกแบบที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้
สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สุทธาคารพิมพ์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 3).
กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์โพรเซชั่น.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6).
นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซม์แอนพริ้นติ้ง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน Developmental testing
of media and instructional package. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์. (2556). การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *ปริญญาานิพนธ์ศึกษาศาสตร
ดุขฎิบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.*
- ชนินทร์ชัย อินทிரารณ และสุวิทย์ ทิรันยกาณต์. (2548). *ปทานุกรมศัพท์การศึกษา ฉบับแก้ไข
ปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไร่ไทยเพลส.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิบูลย์การปก.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้ Learning Assessment*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ณพัทธ์ บัวฉุน นฤมล ยุทธาคม และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2559). สภาพการจัดการเรียนการสอน
รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวดีวิชาศึกษาทั่วไป. *วารสารวิจัยและพัฒนา
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*. 11(2), 97-109.
- दनัยศักดิ์ กาโร. (2562). *ปฏิวัติการสอนสู่ห้องเรียน 4.0 ด้วย Google for Education*. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิตินา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญรัตน์ แผลงศร. (2558). *รายงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะในการผลิตและการใช้ประโยชน์จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เครือข่ายการวิจัยการศึกษาของครูในจังหวัดฉะเชิงเทรา*. ฉะเชิงเทรา: มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). *ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: เอส.พรินติ้ง ไทย แฟคตอรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุษบา ชูคำ. (2550). *ผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปานทิพย์ ผ่องอักษร และ ละเอียด แจ่มจันทร์. (2561). การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์: ถอดบทเรียนจากผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล E-book Implementation: Lesson Learned from Nursing Students' Learning Outcome. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข Nursing Journal of the Ministry of Public Health*, 28(3), 1-9.
- พาสนา จุลรัตน์. (2561). การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในยุค Thailand 4.0 Learning Management for Students in the Thailand 4.0 Era. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 11(2), 2363-2380.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แฮ็ส ออฟ เคอร์มีส์.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2559). *การศึกษาไทย 4.0 ปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ไพศาล วรคำ. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา Education Research* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2551). *E-book หนังสือพูดได้*. กรุงเทพฯ: ฐานบุ๊คส์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ Measurement and Achievement Test Construction*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตน์ะ บัวสนธ์. (2562). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัฐพล ประดับเวทย์ (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิด
 อนุกรมวิธานของบลูม. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 10(3), 1051-1065.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). *กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษา กรณีที่คณะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ์.
- วีไลรักษ์ บุญงาม. (2550). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องภาคตัดกรวย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรดิตรัด เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตรัด*.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ Learning Management*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สกุล มูลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ Seminar in science teaching*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. เข้าถึงได้จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561 ก). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561 ข). *คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *สภาวะการศึกษาไทย 2561/2562 การปฏิรูปการศึกษาในยุคดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สถาบันการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562*. เข้าถึงได้จาก http://www.newonresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM6_2562.pdf
- สุวิดา ศรีนาค. (2552). *ผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ส่งเสริมการอ่าน เรื่องเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สุริพร อนุศาสนนันท์. (2551). *เอกสารประกอบการสอน 400302 การวิจัยทางการศึกษา Educational Research*. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุทิน โจรจน์ประเสริฐ. (2552). รายงานผลการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย *Statistical methods for research*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2559). การวิจัยทางการศึกษา *Educational Research* (พิมพ์ครั้งที่ 8). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ *Research Methodology for Social Sciences and Humanities* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซ็นเตอร์.
- สมชาย รัตนทองคำ. (2556). ทฤษฎีการเรียนรู้ของนักการศึกษาที่มักถูกนำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอน. เอกสารประกอบการสอน 475 788 การสอนทางกายภาพบำบัด ภาคต้น ปีการศึกษา 2556. เข้าถึงได้จาก https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/tech/56web/4learn_edu56.pdf
- สุจิตรา เชื้อกุล (2559). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. (2545). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- หริพล ธรรมนารักษ์. (2558). นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา ยุคดิจิทัล. เชียงราย: ทริปเพิ้ล กรุ๊ป.
- อุทิศ บำรุงชีพ. (2556). เอกสารประกอบการสอน วิชาบังคับวิชาชีพรู 400202 เทคโนโลยีทางการศึกษา. ชลบุรี: ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.

- อับดุลเลาะ อุมาร์ ญิรฺนี โมพัน์ อารีฟ ลาเต๊ะ และอุสมาน สารี. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมมูลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 30(1), 181-194.
- News.thaipbs. (2562). *กรมสมเด็จพระเทพฯ มีพระราชดำรัส “ไม่มีเทคโนโลยีใด ๆ แทนครูได้”*. เข้าถึงได้จาก <https://news.thaipbs.or.th/content/285242>
- Trueplookpanya. (2554). *หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ตอนที่ 6)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.trueplookpanya.com/blogdiary/4049>
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P.V., Powell, C.J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado: BSCS.
- Bloom, B. S. (1965). *Human characteristics and school learning*. New York: McGrawHill Book.
- Brueck. (2014). *A qualitative understanding of teaching in an e-book equipped early Elementary classroom*. The University of Akron, ProQuest Dissertations Publishing.
- Ebel, R.L. (1979). *Essential of Education measurement*. Ealewood Cliffs, Prentice-Hall Inc.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Marie, D.K. (2015). *Designing for interactive eBooks: An evaluation of effective interaction elements in children’s eBooks*. Iowa State University, ProQuest Dissertations Publishing.
- Nagalski, J.L. (1980). “Why Inquiry Must Hold Its Groud”. *The Science Teacher*. 47(4), 26-27.
- Nuttakan, P., and Panita, W. (2013). Development of an Edutainment Instructional Model Using Learning Object for Electronic Book on Tablet Computer to Develop Emotional Quotient. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*. 3(2), 131-134.
- Reichenberg. (2014). *The Use of iPads to Facilitate Growth in Reading Comprehension Skills of Second Grade Students*. Liberty University, ProQuest Dissertations Publishing.

Ross, C.C. and Stanley, J.C. (1967). *Measurement in Today's School*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Shin. (2014). E-book Usability in Educational Technology classes: Teachers and Teacher Candidates' Perception toward E-book for Teaching and Learning. *International Journal of Distance Education Technologies; Hershy, 12(3), 62-74.*





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
- เอกสารรับรองจริยธรรมวิจัย
- การทดลองเก็บข้อมูลวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
2. อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
3. นางสาวนัตยา โสภาโชติ ครูผู้สอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนดาราสมุทร จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการศึกษา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.การะเกด เทศศรี อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
5. อาจารย์ชนิกานต์ กู้เกียรติ อาจารย์ประจำภาควิชาภาษาไทย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
 ที่ อว ๘๑๓๗/๑๒๗๗ วันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน คณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๕๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
 การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ
 สืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่
 ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในขณะนี้บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต
 ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)
 รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาพที่ ก-1 บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ
 เครื่องมือวิจัย (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา ทองสอน)



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๐๒๕๐

วันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์หลพ คณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๕๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในครั้งนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาพที่ ก-2 บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (อาจารย์ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ)



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๑๒๘๑

วันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.การะเกด เทศศรี คณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๕๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ ๕ ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในกรณีนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาพที่ ก-3 บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การะเกด เทศศรี)



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗
 ที่ อว ๘๑๓๗/ ๑๒๘๒ วันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ชนิกันต์ กู้เกียรติ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

ด้วย นายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๕๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
 การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ
 สืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่
 ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต
 ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)
 รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาพที่ ก-4 บันทึกข้อความ เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ
 เครื่องมือวิจัย (อาจารย์ชนิกันต์ กู้เกียรติ)



ที่ อว ๘๑๓๗/๕๕๘

มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

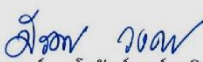
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดาราสุมทร อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ด้วย นายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๙๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ ๕ ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากบุคลากรในสังกัดของท่านคือ คุณนายทยา โสภาโชติ คุณครูผู้สอนรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในกรณีนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญ คุณนายทยา โสภาโชติ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือ การวิจัยของนิสิต ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำเนาถึง คุณนายทยา โสภาโชติ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th

ภาพที่ ก-5 หนังสือภายนอก เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของ เครื่องมือวิจัย (คุณครูนายทยา โสภาโชติ)



ที่ อว ๘๑๓๗/๔๕๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์

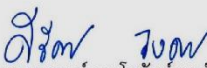
เรียน บาทหลวง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย พงษ์ศิริ
ผู้อำนวยการโรงเรียนดาราสมุทร อำเภศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ด้วยนายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสประจำตัว ๖๒๕๑๐๑๑๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ ๕ ชั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (A Study Learning Management of Inquiry-Based Learning (5E)
with Electronic Book on Learning Achievement and Satisfaction of Upper Secondary School.)
โดยมี ดร.ภรภัทร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ มีความประสงค์จะขอคะแนนสอบ
ปลายภาค รายวิชาเคมี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๑ และ ๔/๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ (ย้อนหลัง ๑ ปี)
เพื่อการสุ่มทดลองใช้เครื่องมือและการเก็บข้อมูลการทดลองที่ต้องมีนักเรียนคละความสามารถในแต่ละกลุ่มสำหรับ
ทดลองประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลประกอบการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอความอนุเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบปลายภาค
รายวิชาเคมี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔/๑ และ ๔/๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๒ (ย้อนหลัง ๑ ปี) ทั้งนี้ สามารถ
ติดต่อนิสิตได้ที่เบอร์ ๐๘๘-๐๕๑-๐๒๗๗ หรือ E-mail: nuttawut.srirasa@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๗, ๗๐๕
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

ภาพที่ ก-6 หนังสือภายนอก เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์



ที่ ๑๕๙/๒๕๖๓

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU 148/2563

โครงการวิจัยเรื่อง : การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ชั้น (๕E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายณัฐวุฒิ ศรีระชา

หน่วยงานที่สังกัด : นิติระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

- | | |
|---|---|
| ๑. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ | ฉบับที่ ๒ วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๒. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย | ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๓. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๒ วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๔. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๒ วันที่ ๑ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๕. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๖ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ |
| ๖. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) | ฉบับที่ - วันที่ - เดือน - พ.ศ. - |

วันที่รับรอง : วันที่ ๑๘ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓


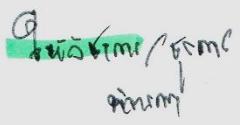




วันที่หมดอายุ : วันที่ ๑๗ เดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

ลงนาม

(นายเจนวิทย์ นวลแสง)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ชุดที่ ๒ (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)

ภาพที่ ก-7 เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

<p>ที่ อว ๘๑๓๗/๓๙๔</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">โรงเรียนคาราสุมทร อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">เลขที่รับ..... 08๗4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">รับส่ง..... 3 พ.ค. 2563</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">เวลา..... 12.40 น.</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑</p>	โรงเรียนคาราสุมทร อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	เลขที่รับ..... 08๗4	รับส่ง..... 3 พ.ค. 2563	เวลา..... 12.40 น.
โรงเรียนคาราสุมทร อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี						
เลขที่รับ..... 08๗4						
รับส่ง..... 3 พ.ค. 2563						
เวลา..... 12.40 น.						
<p>๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๓</p>						
<p>เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย</p> <p>เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนคาราสุมทร</p> <p>สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมของมหาวิทยาลัยบูรพา ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</p>	<p>สำเนาเรียน..... - 4 พ.ค. 2563</p>					
<p>ด้วยนายณัฐวุฒิ ศรีระชา รหัสนิสิต ๖๒๙๑๐๑๑๒ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมี ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอโรงเรียนท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น</p> <p>ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้น ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๓ จำนวน ๑ ห้องเรียน รวม ๔๔ คน ระหว่างวันที่ ๒๘ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ถึงวันที่ ๑๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้น ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๘-๐๕๑๐๒๗๗</p> <p style="text-align: center;">จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดพิจารณา</p>						
<p style="text-align: center;">  นิสิต  </p>	<p>ขอแสดงความนับถือ</p> <p style="text-align: center;">  (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสรัตน์ วงศ์สุทธิธรรม) รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย </p>	<p>บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๓๐๗๗๒๐๕ (ไม่พิกัด) ผศ.ดร.ชาติชาย พงษ์ศิริ E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th ผู้อำนวยการ</p> <p style="text-align: right;">   </p>				

ภาพที่ ก-8 หนังสือภายนอก เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์ความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- วิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
- วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
- วิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูป

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่								
	1	2	3	4	5				
1. บทนำ									
1.1 คำนำ	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 ข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 ผังมโนทัศน์ เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	23	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 เวลาเรียนที่ใช้	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี									
2.1 คำถามกระตุ้นความสนใจ	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 ตัวอย่าง	4	5	4	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 ใบกิจกรรมที่ 8.1	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.4 ใบกิจกรรมที่ 8.2	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.5 ใบกิจกรรมที่ 8.3	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.6 เรื่องนี้ต้องขยาย	4	5	5	3	5	22	4.40	0.89	มาก
2.7 ตรวจสอบความเข้าใจ	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.8 สรุปเนื้อหาท้ายเรื่องที่ 1	3	5	5	4	5	22	4.40	0.89	มาก
2.9 แบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ 1	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการ									
เกิดปฏิกิริยาเคมี									
3.1 คำถามกระตุ้นความสนใจ	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.2 เรื่องนี้ต้องขยาย	4	5	5	4	4	22	4.40	0.55	มาก
3.3 ตรวจสอบความเข้าใจ	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 สรุปเนื้อหาท้ายเรื่องที่ 2	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.5 แบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ 2	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการ									
เกิดปฏิกิริยาเคมี									
4.1 คำถามกระตุ้นความสนใจ	4	4	5	4	4	21	4.20	0.45	มาก
4.2 ตัวอย่าง	4	5	4	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ใบกิจกรรมที่ 8.4	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.4 ใบกิจกรรมที่ 8.5	4	5	5	3	5	22	4.40	0.89	มาก
4.5 ใบกิจกรรมที่ 8.6	4	5	5	3	5	22	4.40	0.89	มาก
4.6 เรื่องนี้ต้องขยาย	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.6 สรุปเนื้อหาท้ายเรื่องที่ 3	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4.7 แบบฝึกหัดท้ายเรื่องที่ 3	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
						รวม	4.55	0.59	มากที่สุด

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1

รายการประเมิน	คะแนนความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่								
	1	2	3	4	5				
1. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด									
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	5	3	5	4	5	22	4.40	0.89	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
5.3 ช่วยประหยัดเวลา	4	5	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
6. การวัดและการประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
						เฉลี่ย	4.56	0.54	มากที่สุด

ตารางที่ ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
1. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด									
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	4	3	5	4	5	21	4.20	0.84	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
6. การวัดและการประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
						เฉลี่ย	4.55	0.47	มากที่สุด

ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่องที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
1. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด									
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	5	4	4	4	21	4.20	0.45	มาก
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
6. การวัดและการประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
						เฉลี่ย	4.49	0.52	มาก

ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
1. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด									
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	5	4	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
6. การวัดและการประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
						เฉลี่ย	4.55	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่องที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
1. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด									
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	5	5	5	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	5	24	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	25	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	22	4.40	0.55	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4	5	23	4.60	0.55	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลา	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความ					รวม	\bar{X}	SD	ระดับ ความ เหมาะสม
	คิดเห็นของ								
	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่								
1	2	3	4	5					
6. การวัดและการประเมินผล									
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	4	4	5	21	4.20	0.45	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	22	4.40	0.55	มาก
						เฉลี่ย	4.52	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้	\bar{X}	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.56	0.54	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.55	0.47	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.49	0.52	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.55	0.51	มากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	4.52	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.53	0.50	มากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ตารางที่ ข-8 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
16	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
18	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
23	+1	0	-1	+1	+1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
27	+1	+1	0	+1	0	3	0.6	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
29	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
46	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
47	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
50	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
54	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
55	+1	0	0	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
56	+1	0	0	0	+1	2	0.4	ใช้ไม่ได้
57	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
58	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
59	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
60	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-9 ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ม.6/2)

ข้อ	จำนวนผู้ตอบ	จำนวนผู้ตอบถูก	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์
1*	43	20	0.47	ใช้ได้
2*	43	15	0.35	ใช้ได้
3*	43	17	0.40	ใช้ได้
4	43	13	0.30	ใช้ได้
5	43	22	0.51	ใช้ได้
6	43	8	0.19	ใช้ไม่ได้
7*	43	19	0.44	ใช้ได้
8*	43	30	0.70	ใช้ได้
9	43	17	0.40	ใช้ได้
10*	43	19	0.44	ใช้ได้
11	43	12	0.28	ใช้ได้
12	43	13	0.30	ใช้ได้
13*	43	12	0.28	ใช้ได้
14	43	18	0.42	ใช้ได้
15*	43	19	0.44	ใช้ได้
16	43	12	0.28	ใช้ได้
17*	43	17	0.40	ใช้ได้
18	43	23	0.53	ใช้ได้
19	43	20	0.47	ใช้ได้
20*	43	16	0.37	ใช้ได้
21*	43	13	0.30	ใช้ได้
22	43	15	0.35	ใช้ได้
23	43	14	0.33	ใช้ได้
24	43	16	0.37	ใช้ได้
25*	43	19	0.44	ใช้ได้

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อ	จำนวนผู้ตอบ	จำนวนผู้ตอบถูก	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์
26	43	6	0.14	ใช้ไม่ได้
27	43	23	0.53	ใช้ได้
28	43	17	0.40	ใช้ได้
29*	43	13	0.30	ใช้ได้
30	43	23	0.53	ใช้ได้
31	43	14	0.33	ใช้ได้
32	43	20	0.47	ใช้ได้
33*	43	20	0.47	ใช้ได้
34*	43	16	0.37	ใช้ได้
35*	43	14	0.33	ใช้ได้
36*	43	12	0.28	ใช้ได้
37*	43	18	0.42	ใช้ได้
38*	43	20	0.47	ใช้ได้
39	43	10	0.23	ใช้ได้
40	43	23	0.53	ใช้ได้
41	43	14	0.33	ใช้ได้
42*	43	14	0.33	ใช้ได้
43*	43	13	0.30	ใช้ได้
44	43	11	0.26	ใช้ได้
45*	43	19	0.44	ใช้ได้
46*	43	18	0.42	ใช้ได้
47	43	13	0.30	ใช้ได้
48*	43	17	0.40	ใช้ได้
49*	43	19	0.44	ใช้ได้
50	43	17	0.40	ใช้ได้

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อ	จำนวนผู้ตอบ	จำนวนผู้ตอบถูก	ค่าความยากง่าย	ผลการวิเคราะห์
51	43	11	0.26	ใช้ได้
52	43	17	0.40	ใช้ได้
53*	43	25	0.58	ใช้ได้
54*	43	20	0.47	ใช้ได้
55*	43	16	0.37	ใช้ได้
56	43	10	0.23	ใช้ได้
57	43	9	0.21	ใช้ได้
58	43	13	0.30	ใช้ได้
59	43	13	0.30	ใช้ได้
60*	43	12	0.28	ใช้ได้

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-10 ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ม.6/2)

ข้อ	จำนวนผู้รอบรู้	จำนวนผู้ไม่รอบรู้	ค่าอำนาจ จำแนก (B)	ผลการ วิเคราะห์
	ตอบถูก (U)	ตอบถูก (L)		
1*	14	6	0.35	ใช้ได้
2*	10	4	0.26	ใช้ได้
3*	12	5	0.31	ใช้ได้
4	8	4	0.17	ใช้ไม่ได้
5	14	8	0.26	ใช้ได้
6	5	3	0.08	ใช้ไม่ได้
7*	14	5	0.40	ใช้ได้
8*	17	12	0.20	ใช้ได้
9	12	5	0.31	ใช้ได้
10*	13	6	0.31	ใช้ได้
11	10	2	0.36	ใช้ได้
12	9	4	0.22	ใช้ได้
13*	8	3	0.22	ใช้ได้
14	15	3	0.54	ใช้ได้
15*	13	6	0.31	ใช้ได้
16	7	5	0.08	ใช้ไม่ได้
17*	14	2	0.54	ใช้ได้
18	13	10	0.11	ใช้ไม่ได้
19	15	4	0.49	ใช้ได้
20*	11	5	0.26	ใช้ได้
21*	12	1	0.50	ใช้ได้
22	12	3	0.40	ใช้ได้
23	10	4	0.26	ใช้ได้
24	11	5	0.26	ใช้ได้

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อ	จำนวนผู้รอบรู้	จำนวนผู้ไม่รอบรู้	ค่าอำนาจ	ผลการ วิเคราะห์
	ตอบถูก (U)	ตอบถูก (L)	จำแนก (B)	
25*	12	6	0.26	ใช้ได้
26	4	1	0.13	ใช้ไม่ได้
27	15	8	0.30	ใช้ได้
28	11	5	0.26	ใช้ได้
29*	9	4	0.22	ใช้ได้
30	15	8	0.30	ใช้ได้
31	12	2	0.45	ใช้ได้
32	16	4	0.54	ใช้ได้
33*	16	4	0.54	ใช้ได้
34*	13	3	0.45	ใช้ได้
35*	10	4	0.26	ใช้ได้
36*	10	2	0.36	ใช้ได้
37*	12	6	0.26	ใช้ได้
38*	12	7	0.21	ใช้ได้
39	9	1	0.36	ใช้ได้
40	15	7	0.35	ใช้ได้
41	8	6	0.08	ใช้ไม่ได้
42*	10	3	0.31	ใช้ได้
43*	11	2	0.40	ใช้ได้
44	7	3	0.18	ใช้ไม่ได้
45*	14	5	0.40	ใช้ได้
46*	12	6	0.26	ใช้ได้
47	10	3	0.31	ใช้ได้
48*	12	5	0.31	ใช้ได้
49*	14	5	0.40	ใช้ได้
50	13	4	0.40	ใช้ได้

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อ	จำนวนผู้รอบรู้	จำนวนผู้ไม่รอบรู้	ค่าอำนาจ จำแนก (B)	ผลการ วิเคราะห์
	ตอบถูก (U)	ตอบถูก (L)		
51	9	2	0.31	ใช้ได้
52	13	4	0.40	ใช้ได้
53*	15	9	0.25	ใช้ได้
54*	15	4	0.49	ใช้ได้
55*	11	5	0.26	ใช้ได้
56	8	2	0.27	ใช้ได้
57	8	1	0.32	ใช้ได้
58	11	2	0.40	ใช้ได้
59	9	4	0.22	ใช้ได้
60*	10	1	0.41	ใช้ได้

หมายเหตุ

- * หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก
- $n_1 = 22$, $n_2 = 21$ ได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.54
- ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ข-11 ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ม.6/2)

คนที่	x	x^2	x-c	$(x-c)^2$
1	45	2025	21	441
2	42	1764	18	324
3	40	1600	16	256
4	38	1444	14	196
5	37	1369	13	169
6	37	1369	13	169
7	34	1156	10	100
8	33	1089	9	81
9	33	1089	9	81
10	32	1024	8	64
11	31	961	7	49
12	31	961	7	49
13	30	900	6	36
14	30	900	6	36
15	30	900	6	36
16	29	841	5	25
17	28	784	4	16
18	26	676	2	4
19	24	576	0	0
20	21	441	-3	9
21	20	400	-4	16
22	19	361	-5	25
23	16	256	-8	64
24	16	256	-8	64
25	16	256	-8	64

ตารางที่ ข-11 (ต่อ)

คนที่	x	x ²	x-c	(x-c) ²
26	15	225	-9	81
27	15	225	-9	81
28	15	225	-9	81
29	14	196	-10	100
30	14	196	-10	100
31	14	196	-10	100
32	13	169	-11	121
33	13	169	-11	121
34	13	169	-11	121
35	13	169	-11	121
36	13	169	-11	121
37	13	169	-11	121
38	12	144	-12	144
39	12	144	-12	144
40	11	121	-13	169
41	11	121	-13	169
42	10	100	-14	196
43	10	100	-14	196
Σ	969	26405	-	4661

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

$$= 1 - \frac{(60 \times 969) - (26405)}{(60-1) \times 4661} = 1 - \frac{(31735)}{274,999} = 0.8846$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เท่ากับ 0.88

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตารางที่ ข-12 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของนักเรียน

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	ผลการ วิเคราะห์
		คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
		1	2	3	4	5			
เนื้อหา	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
การจัดการเรียนรู้	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ตารางที่ ข-12 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
		1	+1	+1	+1	+1			
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
4	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	ใช้ได้	
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
7	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้	
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้	

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ($r_{xy'}$) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนตารางที่ ข-13 ค่าอำนาจจำแนก ($r_{xy'}$) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ด้านเนื้อหา		ด้านการจัดการเรียนรู้		ด้านสื่อและนวัตกรรม	
ข้อที่	$r_{xy'}$	ข้อที่	$r_{xy'}$	ข้อที่	$r_{xy'}$
1*	0.61	1	0.65	1*	0.75
2	0.51	2*	0.69	2	0.56
3	0.48	3	0.59	3	0.59
4	0.45	4	0.50	4*	0.80
5*	0.58	5	0.51	5	0.60
6	0.51	6*	0.75	6*	0.67
7*	0.57	7	0.64	7*	0.66
8*	0.58	8*	0.70	8*	0.81
9*	0.66	9*	0.65	9	0.63
10	0.52	10*	0.65	10	0.57

* หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน เท่ากับ 0.95

การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ ข-14 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบเดี่ยว (ม.5/1)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน	
	8.1 (20)	8.2 (20)	8.3 (20)	8.4 (20)	8.5 (20)	8.6 (20)	รวม (120)	(30)	
1	9	13	11	10	11	13	67	22	
2	12	13	11	13	14	15	78	17	
3	14	16	15	17	19	18	99	18	
							รวม	244	57
							เฉลี่ย	81.33	19.00
							%	67.78	63.33

จากตารางที่ ข-14 จะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 = \frac{81.33}{120} \times 100 = 67.78$$

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{19.00}{30} \times 100 = 63.33$$

ตารางที่ ข-15 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบกลุ่ม (ม.5/1)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	รวม	(30)
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(120)	
1	17	15	18	18	15	18	101	25
2	16	18	15	17	15	18	99	23
3	12	15	11	10	14	15	77	14
4	12	15	18	18	15	17	95	27
5	15	13	16	17	15	18	94	18
6	17	14	15	13	14	13	86	28
7	15	16	16	16	15	17	95	26
8	15	14	18	17	15	16	95	26
9	16	19	18	14	14	18	99	13
	รวม						841	200
	เฉลี่ย						93.44	22.22
	%						77.87	74.07

จากตารางที่ ข-15 จะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 = \frac{93.44}{120} \times 100 = 77.87$$

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{22.22}{30} \times 100 = 74.07$$

ตารางที่ ข-16 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ภาคสนาม (ม.5/1)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ
								แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
	8.1 (20)	8.2 (20)	8.3 (20)	8.4 (20)	8.5 (20)	8.6 (20)	รวม (120)	ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน (30)
1	15	18	17	16	15	17	98	27
2	13	15	19	16	15	19	97	28
3	14	17	17	18	13	17	96	27
4	15	18	19	16	15	19	102	22
5	13	19	18	17	15	19	101	28
6	16	15	19	17	15	19	101	26
7	16	19	19	17	15	18	104	22
8	14	18	19	17	14	15	97	21
9	13	19	19	15	14	15	95	25
10	14	7	17	18	13	15	84	23
11	14	18	19	17	14	15	97	22
12	16	15	19	17	15	19	101	19
13	17	19	19	17	15	19	106	21
14	15	19	19	17	15	19	104	25
15	15	19	19	17	15	19	104	27
16	11	19	5	5	15	6	61	24
17	15	12	19	17	15	19	97	24
18	15	15	18	17	15	19	99	20
19	15	19	19	17	15	19	104	24
20	16	19	19	20	15	19	108	25

ตารางที่ ข-16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	รวม	(30)
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(120)	
21	16	15	19	17	15	19	101	26
22	15	17	19	17	14	19	101	25
23	17	19	5	20	15	19	95	20
24	18	19	19	20	16	19	111	25
25	16	14	17	18	13	14	92	23
26	17	19	19	17	14	19	105	25
27	15	19	19	16	14	19	102	25
28	16	14	17	18	13	14	92	28
29	15	13	19	17	15	19	98	26
30	15	16	19	16	15	19	100	27
			รวม				2953	730
			เฉลี่ย				98.43	24.33
			%				82.03	81.11

จากตารางที่ ข-16 จะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 = \frac{98.43}{120} \times 100 = 82.03$$

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{24.33}{30} \times 100 = 81.11$$

ตารางที่ ข-17 การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กลุ่มทดลอง (ม.5/2)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	รวม	(30)
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(120)	
1	17	19	19	17	14	19	105	27
2	15	19	19	16	14	19	102	26
3	16	14	17	18	13	14	92	23
4	15	13	19	17	15	19	98	18
5	15	16	19	16	15	19	100	14
6	14	19	19	17	14	18	101	26
7	16	14	19	17	15	19	100	27
8	16	16	19	16	15	19	101	24
9	17	19	19	17	14	18	104	25
10	19	19	18	17	14	17	104	11
11	17	15	19	19	15	19	104	23
12	17	15	19	15	15	19	100	19
13	12	15	11	5	5	15	63	26
14	12	15	19	19	15	9	89	26
15	16	19	19	17	15	19	105	25
16	17	14	19	19	14	13	96	26
17	15	13	16	17	15	19	95	22
18	15	14	19	17	15	16	96	27
19	16	19	18	14	14	18	99	21
20	15	19	19	16	15	17	101	26

ตารางที่ ข-17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน	
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	รวม	(30)	
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(120)		
21	13	15	19	16	15	19	97	26	
22	14	17	17	18	13	17	96	9	
23	17	19	19	20	16	19	110	27	
24	13	19	19	17	15	19	102	20	
25	16	15	19	17	15	19	101	23	
26	16	19	19	17	15	18	104	26	
27	14	18	19	17	14	15	97	27	
28	13	19	19	15	14	15	95	18	
29	14	7	17	18	13	15	84	26	
30	15	18	19	16	15	19	102	28	
31	16	15	19	17	15	19	101	25	
32	17	19	19	17	15	19	106	29	
33	15	19	19	17	15	19	104	25	
34	15	19	19	17	15	19	104	29	
35	11	19	5	5	15	6	61	27	
36	15	18	19	17	14	19	102	24	
37	15	15	18	17	15	19	99	28	
38	15	19	19	17	15	19	104	25	
39	16	19	19	20	15	19	108	26	
40	15	12	19	17	15	19	97	25	

ตารางที่ ข-17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนของนักเรียนที่ทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี							คะแนนของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี หลังเรียน
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	รวม	(30)
	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(120)	
41	15	17	19	17	14	19	101	27
42	17	19	5	20	15	19	95	25
43	18	19	19	20	16	19	111	26
44	17	15	19	17	15	19	102	25
รวม							4338	1058
เฉลี่ย							98.59	24.05
%							82.16	80.15

จากตารางที่ ข-17 จะได้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 = \frac{98.59}{120} \times 100 = 82.16$$

และ

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{24.05}{30} \times 100 = 80.15$$

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการ
เกิดปฏิกิริยาเคมี

ตารางที่ ข-18 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
(ม.5/2)

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
1	6	27
2	9	26
3	7	23
4	10	18
5	8	14
6	11	26
7	8	27
8	12	24
9	9	25
10	10	11
11	7	23
12	7	19
13	9	26
14	5	26
15	6	25
16	5	26
17	10	22
18	9	27
19	8	21
20	10	26

ตารางที่ ข-18 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)
21	9	26
22	5	9
23	6	27
24	10	20
25	4	23
26	4	26
27	6	27
28	4	18
29	7	26
30	7	28
31	13	25
32	5	29
33	3	25
34	9	29
35	9	27
36	9	24
37	9	28
38	10	25
39	9	26
40	9	25
41	10	27
42	8	25
43	7	26
44	10	25



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

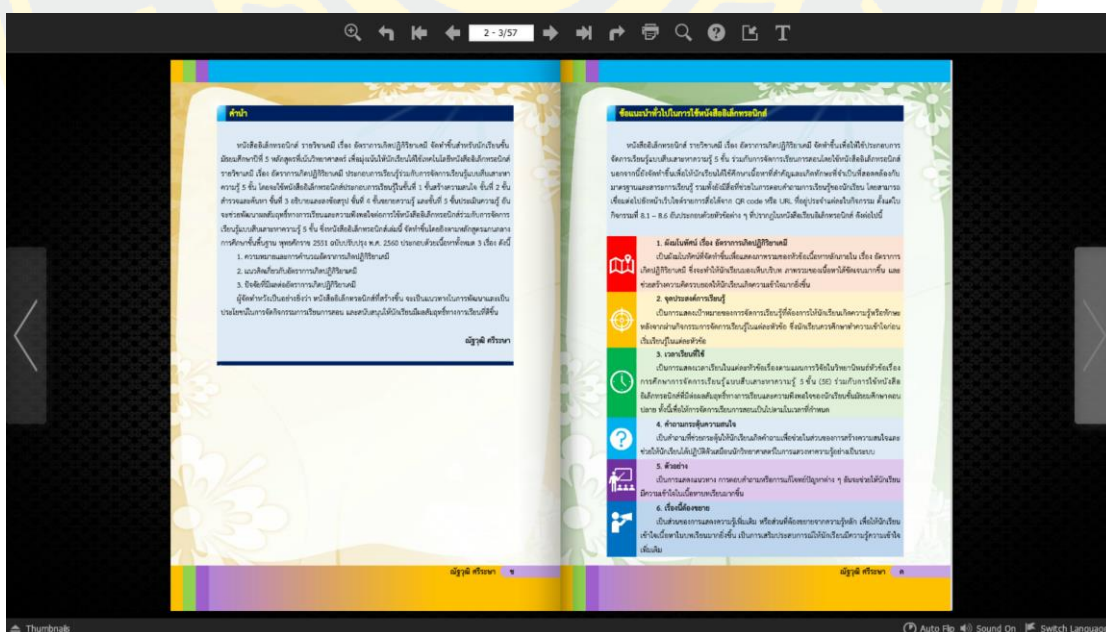
- ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

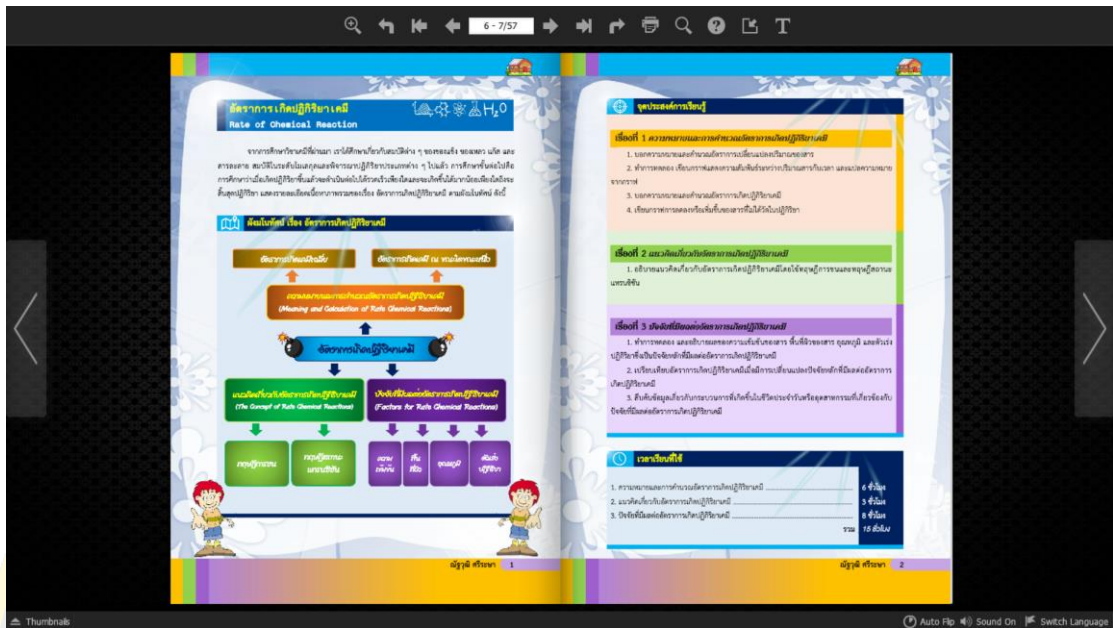
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



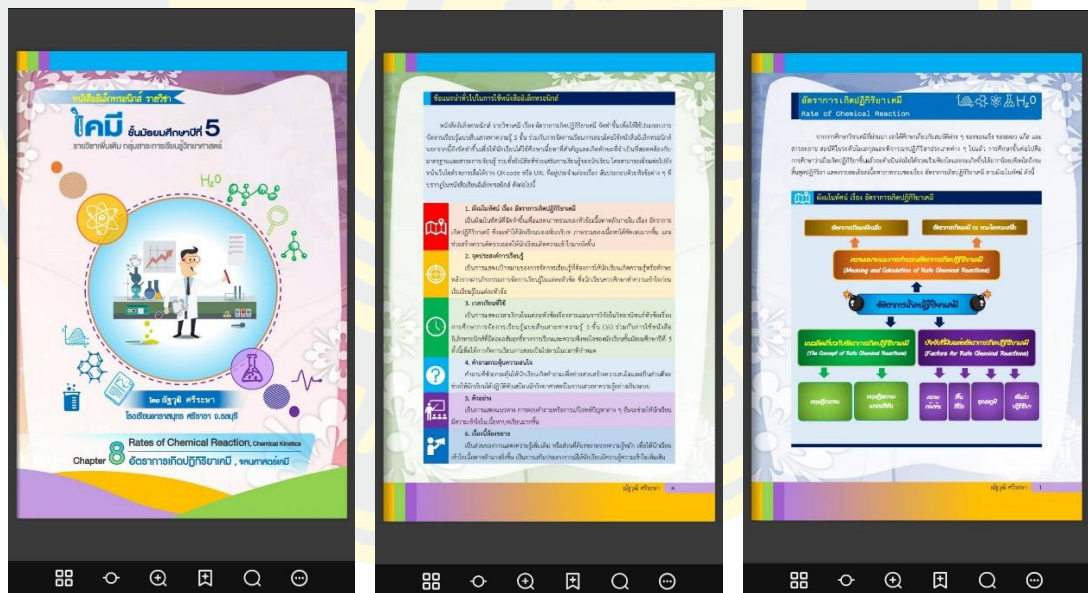
ภาพที่ ค-1 ปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ค-2 คำนำและข้อเสนอแนะทั่วไปในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ค-3 ตัวอย่างเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ค-4 ตัวอย่างเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เมื่อใช้ผ่านโทรศัพท์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา เพิ่มเติม เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสวิชา ว 32221

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ภาคเรียนที่ 1 / 2563

เรื่องที่ 1 ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1

เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ความเข้าใจ (Knowledge : K)

- บอกความหมายและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร

ด้านทักษะกระบวนการ (Process : P)

- ทำการทดลอง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลาและแปลความหมายจากกราฟ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

- ใฝ่เรียนรู้

- มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระสำคัญ

อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ ในหน่วยโมลหรือโมลาร์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา หาคด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้นในสมการเคมี ซึ่งอาจวัดเป็นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเฉลี่ยหรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ณ ขณะหนึ่ง

5. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ปฏิกิริยาเคมีแต่ละปฏิกิริยามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างกัน โดยอาจวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา และหาคด้วยเลขสัมประสิทธิ์ของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี เพื่อให้ได้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เท่ากันไม่ว่าจะเป็นการวัดจากสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

<input checked="" type="checkbox"/>	ความสามารถในการสื่อสาร
<input checked="" type="checkbox"/>	ความสามารถในการคิด
<input checked="" type="checkbox"/>	ความสามารถในการแก้ปัญหา

<input type="checkbox"/>	ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
<input checked="" type="checkbox"/>	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

<input type="checkbox"/>	รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
<input type="checkbox"/>	ซื่อสัตย์สุจริต
<input type="checkbox"/>	มีวินัย
<input checked="" type="checkbox"/>	ใฝ่เรียนรู้

<input type="checkbox"/>	อยู่อย่างพอเพียง
<input checked="" type="checkbox"/>	มุ่งมั่นในการทำงาน
<input type="checkbox"/>	รักความเป็นไทย
<input type="checkbox"/>	จิตสาธารณะ

8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (20 นาที)

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยแสดงรูปหรือตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้เร็วและช้าที่พบในธรรมชาติหรือในชีวิตประจำวัน เช่น การเกิดแก๊สในถุงลมไนโตรเจน การเกิดสนิมเหล็ก การเน่าเสียของอาหาร หรือการระเบิดไดนาไมต์ โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 3

2. ครูถามความรู้เดิมเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้เร็วและช้าที่นักเรียนทราบ

3. จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจเป็นคำถามนำว่า “ปฏิกิริยาเคมีอาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าแตกต่างกัน นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า” โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 4 เพื่อนำเข้าสู่เรื่องอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร และใบกิจกรรมที่ 8.1 โดยที่นักเรียนในห้องร่วมกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(แนวตอบ : สิ่งที่จะกำหนดได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้า คือ อัตราการลดลงของสารตั้งต้น หรืออัตราการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหนึ่งหน่วยเวลา หรืออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (110 นาที)

1. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 8.1 การทดลองศึกษาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 5 พิมพ์ URL ดังนี้

<https://forms.gle/L2kYeCf4fhkFibiT8> หรือสแกนคิวอาร์โค้ด เพื่อตอบใบกิจกรรมที่ 8.1



2. นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกในช่วงเวลาต่าง ๆ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา และเปรียบเทียบอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 5 หรือดูวิดีโอการทดลองจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 5 พิมพ์ URL ดังนี้ https://www.youtube.com/watch?v=ulEyniQh_xw&feature=emb_title หรือสแกนคิวอาร์โค้ดเพื่อเข้าชมวิดีโอการทดลอง



เวลาที่ใช้ในการทำใบกิจกรรมที่ 8.1 ประกอบด้วย

อภิปรายก่อนทำการทดลอง	20 นาที
ทำการทดลอง	40 นาที
อภิปรายหลังทำการทดลอง	40 นาที
รวม	100 นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (20 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนจากการจับสลากมา 2 คน มานำเสนอผลการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้คำถามท้ายการทดลองท้ายใบกิจกรรมที่ 8.1 ในหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 7 หรือใช้แนวคำถาม ดังนี้

1) แก๊สที่เกิดขึ้นจากการทดลองคือแก๊สชนิดใด และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้อย่างไร

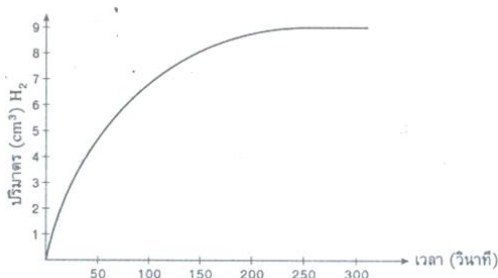
(แนวตอบ : แก๊สที่เกิดขึ้น คือ แก๊สไฮโดรเจน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงเป็นสมการเคมีได้ ดังนี้ $Mg (s) + 2HCl (aq) \rightarrow MgCl_2 (aq) + H_2 (g)$)

2) เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรมีค่าไม่เท่ากัน โดยในช่วงแรกจะใช้เวลาน้อย ในช่วงถัดไปจะใช้เวลามากขึ้น ตามลำดับ)

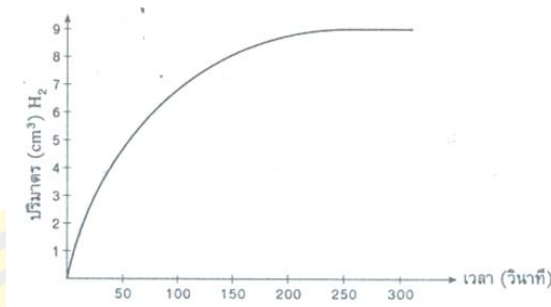
3) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นกับเวลามีลักษณะเป็นอย่างไร

(แนวตอบ :



)

4) จากกราฟ สามารถแปลความหมายได้ว่าอย่างไร



(แนวตอบ : ลักษณะของกราฟในตอนแรกจะมีความชันมาก แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดได้เร็ว และเมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟลดลง แสดงว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้าลง)

3. ครูอธิบายเกี่ยวกับการติดตามการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีซึ่งทำได้หลายวิธี แต่ในทางปฏิบัติจะเลือกการวัดปริมาณสารด้วยวิธีที่สะดวกที่สุด และสรุปผลการทดลองว่าจากการทดลองในใบกิจกรรมที่ 8.1 ปฏิกิริยาเคมีตอนเริ่มต้นเกิดได้เร็วและค่อย ๆ ช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป

4. ครูอธิบายความหมายของอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร โดยใช้ตัวอย่างการดำเนินไปของปฏิกิริยาจาก $A \rightarrow B$ และใช้ภาพที่ 4 โดยมีใจความสำคัญคือ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ปริมาณของสาร A ซึ่งเป็นสารตั้งต้นจะลดลง ส่วนปริมาณของสาร B ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น และการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารทั้งที่เป็นสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ รวมทั้งชี้ประเด็นให้นักเรียนเห็นว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของสารมีค่าเป็นบวก (+) เสมอ แต่เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารตั้งต้นมีค่าเป็นลบ (-) ดังนั้น ในสมการจึงต้องมีเครื่องหมายลบ โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 8

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) (20 นาที)

1. ครูยกตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สไนโตรเจนออกไซด์กับแก๊สออกซิเจน ซึ่งมีความเข้มข้นของสารชนิดต่าง ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ดังตารางที่ 8.1 โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 9

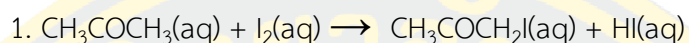
2. จากนั้นอธิบายวิธีการคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแก๊สแต่ละชนิดในช่วงเวลา 0 – 100 วินาที โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 10

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความหมายและการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1 ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น เพื่อจะให้เป็นความรู้เบื้องต้นสำหรับการเรียนในเนื้อหาต่อ ๆ ไป

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluation) (10 นาที)

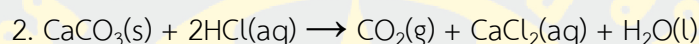
1. ครูให้นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ โดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน้า 11 โดยมีแนวทางในการตอบคำถาม ดังนี้

ในการศึกษาการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ ควรติดตามการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของสารใด พร้อมให้เหตุผลประกอบ

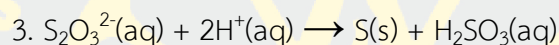


ไม่มีสี สีน้ำตาลแดง ไม่มีสี ไม่มีสี

(แนวตอบ : I_2 เพราะสามารถสังเกตจากสีของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย)



(แนวตอบ : CO_2 เพราะสามารถวัดปริมาตรแก๊สได้ง่าย)



(แนวตอบ : S เพราะสามารถวัดปริมาณตะกอนได้ง่ายโดยการสังเกตเครื่องหมายที่ขีด

ไว้ด้านหลังหลอดทดลองที่ให้สารทำปฏิกิริยากัน)

2. ครูให้นักเรียนรวบรวมใบกิจกรรมที่ 8.1 แล้วทำการประเมินผ่านแบบประเมินใบกิจกรรมที่ 8.1

3. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียนพร้อมประเมินผู้เรียนผ่านแบบ ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

9.1 อุปกรณ์

ใบกิจกรรมที่ 8.1 การทดลองศึกษาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่าง โลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ประกอบด้วย

- ลวดแมกนีเซียม (Mg) ยาว 10 cm
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.15 M
- กระจกบดวงขนาด 10 mL
- หลอดทดลองขนาดกลาง
- จุกยางที่เจาะรูให้พอดีกับปลายกระจกบดชนิดยา
- กระจกบดชนิดยาขนาด 10 mL
- นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกาที่มีเข็มวินาที
- กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm
- ขาดั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง

9.2 สื่อ

- หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- ใบกิจกรรมที่ 8.1 (<https://forms.gle/L2kYeCf4fhkFibiT8>)



- เฉลยใบกิจกรรมที่ 8.1
- แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 8.1
- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.3 แหล่งเรียนรู้

- วิดีทัศน์ประกอบการทดลองกิจกรรม 8.1
(https://www.youtube.com/watch?v=ulEyniQh_xw&feature=emb_title)



- ห้องเรียน
- อินเทอร์เน็ต

10. การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) - บอกความหมายและคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาร	- การตรวจใบกิจกรรม 8.1 - การตรวจโจทย์ปัญหา	- ใบกิจกรรมที่ 8.1 - โจทย์ปัญหา	- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - ทำการทดลอง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกับเวลาและแปลความหมายจากกราฟ	- การตรวจใบกิจกรรม 8.1	- ใบกิจกรรมที่ 8.1	- คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการทำงาน	- การสังเกตความใฝ่เรียนรู้และความมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- พฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับดีขึ้นไป

11. บันทึกหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ความเข้าใจ

.....

1.2 ด้านทักษะกระบวนการ

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

4. บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายณัฐวุฒิ ศรีรักษา)

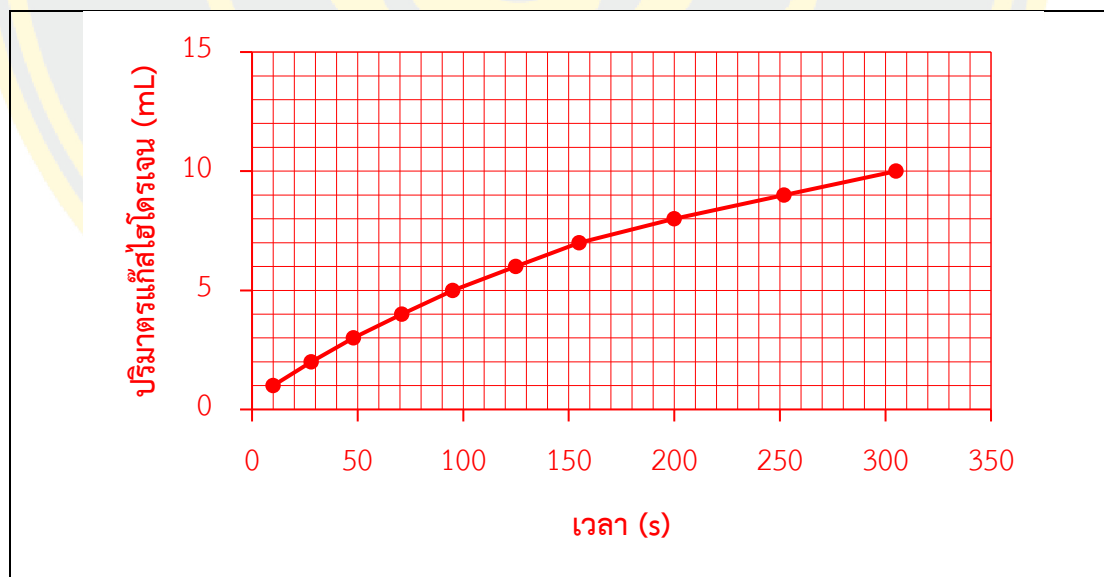
วันที่/...../.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 8.1

การทดลองศึกษาการเกิดแก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก
ผลการทำกิจกรรม

ปริมาตรแก๊สไฮโดรเจน (mL)	เวลา (s)
1	10
2	28
3	48
4	71
5	95
6	125
7	155
8	200
9	252
10	305

แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนกับเวลา



สรุปผลการทำกิจกรรม

1. การเกิดแก๊สไฮโดรเจนในแต่ละช่วงปริมาตรใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ จากการทดลอง เมื่อเติม HCl ลงในหลอดทดลองที่มี Mg จะสังเกตเห็นฟองแก๊สเกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เขียนสมการแสดงได้ดังนี้ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ เมื่อติดตามการดำเนินไปของปฏิกิริยานี้โดยวัดปริมาตร H_2 ที่เกิดขึ้น พบว่า H_2 ที่เกิดขึ้นทุก ๆ 1 mL ใช้เวลาในแต่ละช่วงปริมาตรไม่เท่ากัน ในช่วงแรกใช้เวลาน้อยและในช่วงถัดไป ใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ แสดงว่าการเกิด H_2 ในช่วงแรกเกิดขึ้นได้เร็วกว่าในช่วงท้ายของการทดลอง

2. ความชันของกราฟคงที่ตลอดทุกช่วงการทดลองหรือไม่ อย่างไร สัมพันธ์กับอัตราเร็วในการเกิดแก๊สไฮโดรเจนอย่างไร

แนวคำตอบ เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร H_2 กับเวลา พบว่า กราฟในช่วงแรกมีความชันมาก เมื่อเวลาผ่านไปความชันของกราฟค่อย ๆ ลดลง ซึ่งความชันของกราฟนี้ สัมพันธ์กับอัตราการเกิด H_2 โดยถ้ากราฟมีความชันมากแสดงว่ามี H_2 เกิดขึ้นได้เร็ว ถ้ากราฟมีความชันน้อยแสดงว่ามี H_2 เกิดขึ้นได้ช้า

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

แนวคำตอบ การเกิด H_2 จากปฏิกิริยาระหว่าง Mg กับ HCl ในช่วงแรกเกิดขึ้นเร็วและค่อย ๆ ช้าลง เมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งสัมพันธ์กับความชันของกราฟระหว่างปริมาตร H_2 กับเวลา

การเตรียมการล่วงหน้า

เตรียม HCl 0.15 M ปริมาตร 200 mL โดยตวง HCl 6.0 M ปริมาตร 5 mL ลงในน้ำกลั่นประมาณ 100 mL แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 200 mL (สารละลายที่เตรียมสามารถใช้ได้กับการทดลองของนักเรียนประมาณ 20 กลุ่ม)

ข้อควรระวัง

1. HCl มีฤทธิ์กัดกร่อน ควรให้นักเรียนสวมถุงมือระหว่างทำการทดลอง
2. เจาะจุกยางให้พอดีกับปลายกระบอกฉีดยา โดยใช้ดอกสว่านขนาด 4 มิลลิเมตร

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 8.1

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนประเมินใบงานของนักเรียนแล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับ

คะแนน

ที่	รหัสประจำตัวนักเรียน	บันทึกผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง				สรุปผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง				อภิปรายผลการทำงานกิจกรรมได้ถูกต้อง				การใช้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ				ส่งใบกิจกรรมตามเวลาที่กำหนด				รวม	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		20
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติถูกต้องครบถ้วน ให้ 4 คะแนน

ปฏิบัติถูกต้องมาก ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติถูกต้องปานกลาง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติถูกต้องน้อย ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน ระดับคุณภาพ

18-20 ดีมาก

14-17 ดี

10-13 พอใช้

ต่ำกว่า 10 ปรับปรุง

ลงชื่อ

(นายณัฐวุฒิ ศรีรักษา)

วันที่/...../.....

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนประเมินพฤติกรรมของนักเรียนแล้วให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ที่	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผลการประเมิน				
		3	2	1	0	คุณภาพ
1	ใฝ่เรียนรู้					
	1.1 ตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้					
	1.2 แสวงหาความรู้จากทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ด้วยการเลือกใช้สื่ออย่างเหมาะสม สรุปเป็นองค์ความรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					
2	มุ่งมั่นในการทำงาน					
	2.1 มีความตั้งใจทำงานด้วยความเพียรพยายามและอดทนเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมายที่ได้รับมอบหมาย					
	2.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ					

เกณฑ์การประเมิน

- 3 หมายถึง พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ
- 2 หมายถึง พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง
- 1 หมายถึง พฤติกรรมที่ปฏิบัติเป็นบางครั้ง
- 0 หมายถึง ไม่พบพฤติกรรมที่ปฏิบัติเลย

ลงชื่อ

(นายณัฐวุฒิ ศรีระชา)

วันที่/...../.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และกากบาท (X) คำตอบลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนำแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) มาทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน (Cl₂) ทำให้ได้แก๊สไนโตรซิลคลอไรด์ (NOCl) ถ้าความเข้มข้นของแก๊สไนโตรซิลคลอไรด์เพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.030 mol/dm³.s อัตราการหายไปของแก๊สคลอรีน ณ ช่วงเวลาเดียวกันมีค่าเท่าไร

- ก. 0.015 mol/dm³.s
- ข. 0.030 mol/dm³.s
- ค. 0.060 mol/dm³.s
- ง. 0.010 mol/dm³.s

2. สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y ได้สาร Z จากการทดลองพบว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับ $\frac{1}{3}$ เท่าของอัตราการลดลงของสาร X หรือมีค่าเท่ากับ 2 เท่าของอัตราการลดลงของสาร Y หรือมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}$ เท่าของอัตราการเกิด Z สมการที่แทนการเกิดปฏิกิริยาคือข้อใด

- ก. $3X + 2Y \rightarrow Z$
- ข. $6X + Y \rightarrow 4Z$
- ค. $3X + 2Y \rightarrow 3Z$
- ง. $\frac{1}{3}X + 2Y \rightarrow \frac{1}{2}Z$

3. ปฏิกิริยาการสังเคราะห์ NH₃(g) จาก H₂(g) และ N₂(g) โดยมีอัตราการเกิดผลผลิตเท่ากับ 0.80 mol/dm³.sec จงหาอัตราการลดลงของสารตั้งต้นทั้งสองในหน่วย mol/dm³.sec ตามลำดับ

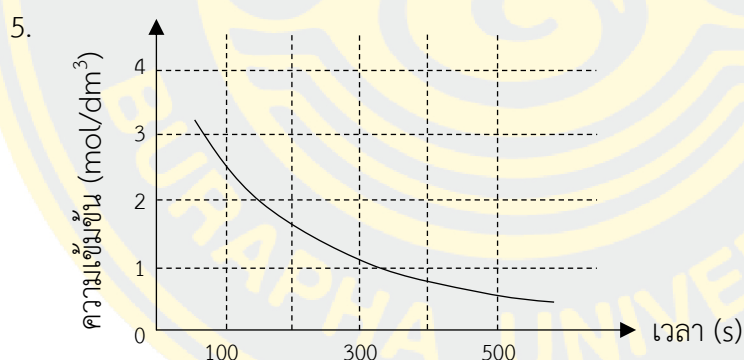
- ก. 1.20 และ 0.40
- ข. 2.40 และ 0.80
- ค. 1.20 และ 0.80
- ง. 0.80 และ 0.80

4. เมื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกจะได้แก๊สไฮโดรเจน ดังสมการ
 $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ วัดปริมาณแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นและจับเวลาได้
 ดังตาราง

ปริมาณแก๊สไฮโดรเจน (H_2) (cm^3)	เวลา (s)
1	12
2	13
3	40
4	60
5	89

การแปลความหมายของข้อมูลในตารางข้อใดไม่ถูกต้อง

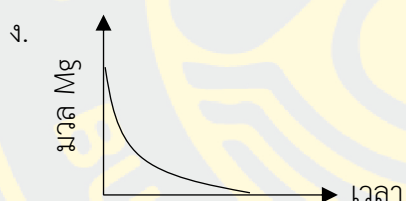
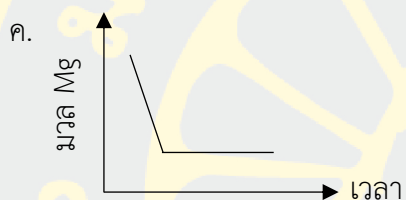
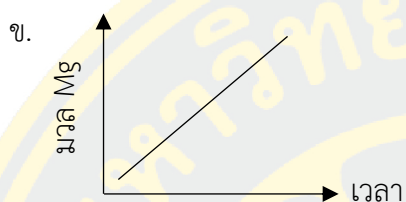
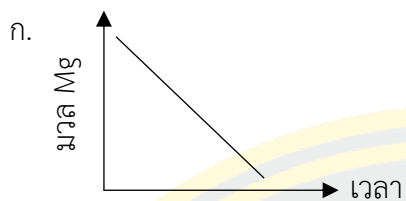
- ก. ณ วินาทีที่ 40 อัตราการเกิดแก๊ส H_2 เท่ากับ $\frac{3}{40} cm^3/s$
 ข. อัตราเร็วเฉลี่ยของการเกิดแก๊ส H_2 ในการทดลองเท่ากับ $\frac{5}{89} cm^3/s$
 ค. เวลาที่ใช้ในการเก็บแก๊ส H_2 ทุก ๆ $1 cm^3$ จะมากขึ้น
 ง. อัตราการเกิดแก๊ส H_2 จะช้าลง ๆ



จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C + D$ โดยวัดปริมาณของ B ที่เวลาต่าง ๆ ได้ผลดังกราฟ อัตราเร็วของปฏิกิริยานี้ที่เวลา 300 วินาที จะเป็นเท่าใด

- ก. $2.2 \times 10^{-3} mol/dm^3.s$
 ข. $4.3 \times 10^{-3} mol/dm^3.s$
 ค. $6.2 \times 10^{-3} mol/dm^3.s$
 ง. $8.6 \times 10^{-3} mol/dm^3.s$

6. เมื่อปล่อยให้โลหะแมกนีเซียมเกิดปฏิกิริยาไปเรื่อย ๆ จนโลหะแมกนีเซียมถูกใช้ในปฏิกิริยาหมดไป ถ้านำเอามวลของโลหะแมกนีเซียมมาเขียนกราฟสัมพันธ์กับเวลา จะได้กราฟที่มีรูปลักษณะอย่างไร



7. จากปฏิกิริยา $A \rightarrow 2C$ เมื่อทำการทดลอง ได้ผลดังนี้

เวลา (min)	[A] (10^{-2} mol/dm^3)
10	1.94
50	1.71
120	1.38
170	1.18
200	1.08

ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. สาร A สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 224 นาที
- ข. ความเข้มข้นเริ่มต้นของสาร A ประมาณ 0.02 mol/dm^3
- ค. อัตราการสลายตัวของสาร A เฉลี่ยประมาณ 4.53×10^{-5}
- ง. ความเข้มข้นของสาร A แปรผันโดยตรงกับเวลา

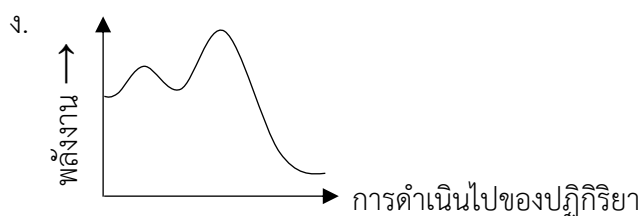
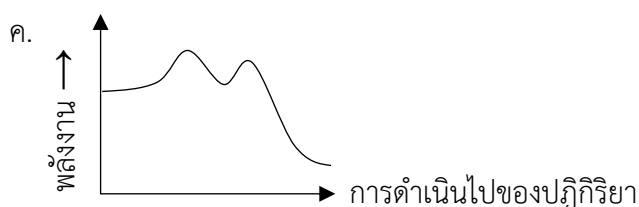
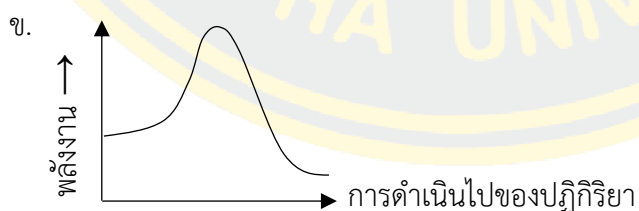
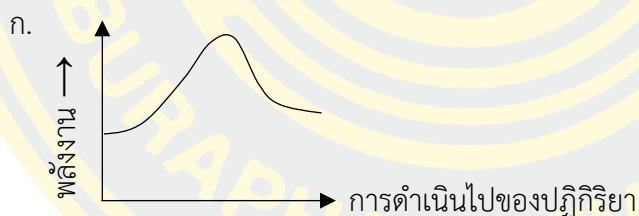
8. ในการทดลองนำเม็ดหินปูน (CaCO_3) หนัก 6 กรัม ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเจือจางจำนวนมากเกินพอ ปรากฏว่าหินปูนทำปฏิกิริยาจนหมดใช้เวลา 5 นาที และเก็บแก๊สได้ 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตรที่อุณหภูมิและความดันห้อง อัตราเร็วเฉลี่ยของการเกิดแก๊สมีค่ากี่ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

- ก. 2
- ข. 3
- ค. 4
- ง. 5

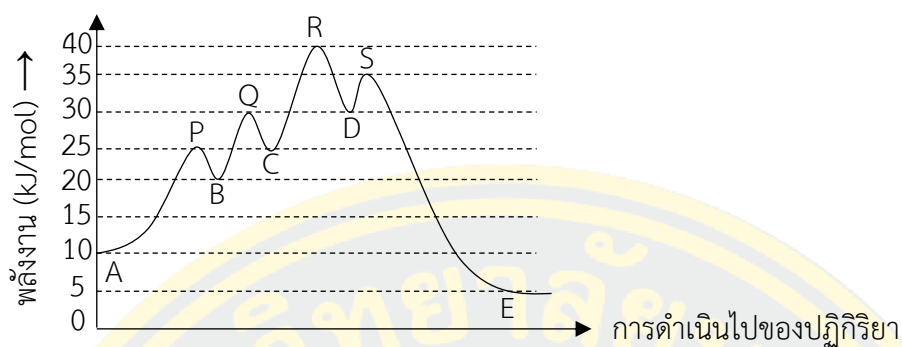
9. เมื่อให้โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกเกิดปฏิกิริยาดังสมการ $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ ถ้าใช้โลหะ Mg และ HCl จำนวนเท่ากัน การกระทำในข้อใดจะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วที่สุด

- ก. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นโตและใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร
- ข. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นโต และใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร
- ค. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นเล็ก ๆ และใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร
- ง. ใช้โลหะแมกนีเซียมชิ้นเล็ก ๆ และใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร

10. ปฏิกิริยาในข้อใดเกิดขึ้นเร็วที่สุด



คำชี้แจง ใ้รูปต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 11-12



11. ปฏิกิริยาใดเกิดเร็วที่สุด

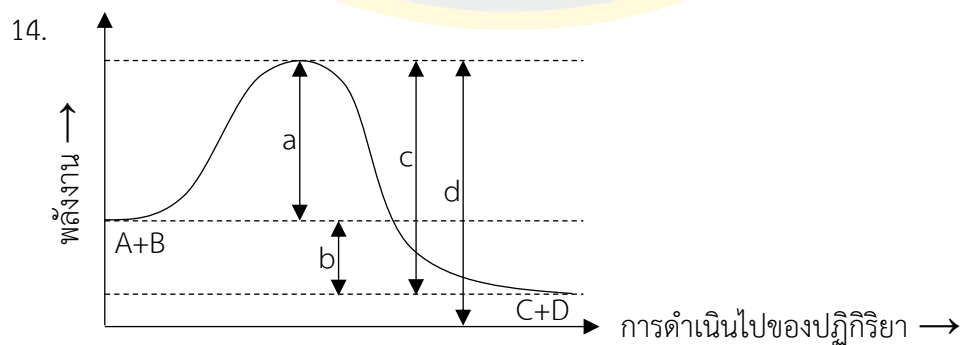
- ก. $A \rightarrow B$
- ข. $B \rightarrow C$
- ค. $C \rightarrow D$
- ง. $D \rightarrow E$

12. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาชนิดใด

- ก. คายความร้อน = 5 kJ/mol
- ข. ดูดความร้อน = 5 kJ/mol
- ค. คายความร้อน = 30 kJ/mol
- ง. ดูดความร้อน = 30 kJ/mol

13. ในปฏิกิริยาต่อไปนี้ ปฏิกิริยาใดน่าจะมีค่า ΔH สูงที่สุด

- ก. $\text{Cr}^{2+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- ข. $3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- ค. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- ง. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$



จากภาพข้อใดสามารถสรุปได้ถูกต้อง

- ก. $C + D \rightarrow A + B$ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน
 ข. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C + D$ คือช่วง $a + b$
 ค. $A + B \rightarrow C + D$ ดูดความร้อนเท่ากับช่วง b
 ง. พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา $C + D \rightarrow A + B$ คือช่วง d

15. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

- ก. โมเลกุลที่ชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้จะต้องมีพลังงานเท่ากับหรือสูงกว่าพลังงานกระตุ้นเท่านั้น
 ข. พลังงานกระตุ้นเป็นพลังงานศักย์ที่โมเลกุลทุกโมเลกุลจำเป็นต้องมีเพื่อใช้ในการเกิดปฏิกิริยา
 ค. โมเลกุลที่ชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้ จะต้องชนกันแล้วได้พลังงานเท่ากับหรือสูงกว่าพลังงานกระตุ้นเท่านั้น
 ง. พลังงานกระตุ้นคือพลังงานจลน์ที่ใช้ในการทำให้โมเลกุลของสารชนกันในแง่มุมที่เหมาะสม

16. เพราะเหตุใดแก๊สกับแก๊สจึงทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าแก๊สทำปฏิกิริยากับของแข็ง

- ก. เพราะอนุภาคเคลื่อนที่ได้สะดวกโอกาสชนกันจึงเกิดขึ้นมาก
 ข. เพราะพื้นที่ผิวของแก๊สทั้งสองสัมผัสกันมาก
 ค. เพราะอนุภาคต่าง ๆ ของแก๊สทั้งสองอยู่ชิดกันโอกาสรวมตัวกันจึงสะดวก
 ง. พันธะภายในโมเลกุลของแก๊สไม่แข็งแรงจึงสลายพันธะและเกิดพันธะได้ง่าย

17. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

ปฏิกิริยา	E_a (kJ)	ΔE (kJ)
A	70	+30
B	90	-40
C	110	+20
D	50	-15

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ปฏิกิริยา B เกิดเร็วที่สุดเพราะคายความร้อน = 40 kJ
 ข. ปฏิกิริยา A มีค่า E_a ของปฏิกิริยาย้อนกลับ = 100 kJ
 ค. ปฏิกิริยา C เกิดช้าที่สุดเพราะดูดความร้อน = 20 kJ
 ง. ปฏิกิริยา D มีค่า E_a ของปฏิกิริยาย้อนกลับ 65 kJ

18. ในปฏิกิริยา $A + B \rightleftharpoons C + D$ มีพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากับ 80 และ 60 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ตามลำดับ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้เพื่อหาข้อสรุป

1. การชนกันของอนุภาค A และ B บางครั้งเท่านั้นที่มีการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ปฏิกิริยาย้อนกลับเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน
3. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแต่การชนกันของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก

- ก. 1. และ 2. ถูกต้อง
 ข. 1. และ 3. ถูกต้อง
 ค. 2. และ 3. ถูกต้อง
 ง. 1. 2. และ 3. ถูกต้อง

19. การเพิ่มอุณหภูมิจะไม่เพิ่มสิ่งใดต่อไปนี้

- ก. ความเร็วของโมเลกุล
 ข. ความถี่ในการชนกันของอนุภาค
 ค. พลังงานกระตุ้น
 ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยา

20. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับตัวเร่งปฏิกิริยา

- ก. ทำให้ได้สารใหม่เพิ่มมากขึ้น
 ข. ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นกว่าเดิม
 ค. ทำให้ขั้นตอนของปฏิกิริยาเปลี่ยนไป
 ง. ทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาลดลง

21. ปัจจัยใดต่อไปนี้ มีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาลดลง

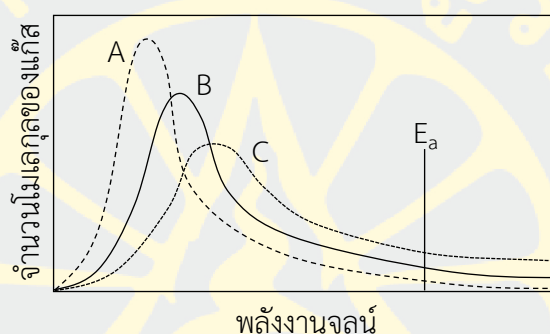
1. การเพิ่มปริมาณสารตั้งต้น
2. การลดอุณหภูมิและความดัน
3. การเติมเอนไซม์
4. การใช้สารในลักษณะที่เป็นก้อนแทนสารที่เป็นผง

- ก. 1 และ 2
 ข. 1 และ 4
 ค. 3 และ 4
 ง. 2 และ 4

22. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีคือข้อใด

- ก. ความเข้มข้นของสารละลาย ความดัน ตัวเร่งปฏิกิริยา พื้นที่ผิว
- ข. พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลาย ความดัน
- ค. อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลาย พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ง. อุณหภูมิ พื้นที่ผิว พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา

23. จากรูปเส้นกราฟ B บอกการกระจายพลังงานของโมเลกุลแก๊ส ณ อุณหภูมิหนึ่งเส้น E_a บอกค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ส่วนกราฟเส้นประ A และ C เป็นการเลื่อนไปของกราฟ B เมื่อมีปัจจัยบางประการ



เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และเติมตัวเร่งปฏิกิริยา การเปลี่ยนแปลงในกราฟควรเป็นไปตามข้อใด

	เพิ่มอุณหภูมิ	เติมตัวเร่งปฏิกิริยา
ก.	กราฟ B เลื่อนไปเป็นรูปกราฟ A	เส้น E_a เลื่อนไปทางขวา
ข.	กราฟ B เลื่อนไปเป็นรูปกราฟ C	เส้น E_a เลื่อนไปทางซ้าย
ค.	กราฟ B เลื่อนไปเป็นรูปกราฟ C	เส้น E_a เลื่อนไปทางขวา
ง.	กราฟ B เลื่อนไปเป็นรูปกราฟ A	เส้น E_a เลื่อนไปทางซ้าย

24. ข้อความใดถูกต้องสำหรับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. โมเลกุลที่มีพลังงานจลน์สูงกว่าค่าพลังงานกระตุ้น เมื่อชนกันแล้วจะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง
- ข. บางปฏิกิริยาความเข้มข้นของสารตั้งต้นไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
- ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยา คืออัตราการชนของโมเลกุลสารตั้งต้น
- ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของปฏิกิริยาคูดความร้อนจะช้าลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

25. ในการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

$S_2O_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_2(g) + S(s)$ โดยวัดเวลาที่ต้องใช้ในการเกิดตะกอนกำมะถันขึ้นจนถึงระดับที่กำหนดไว้ พบว่าได้ผลดังนี้

การทดลองที่	ปริมาตร $Na_2S_2O_3$ (cm^3) 0.3 mol/dm ³	ปริมาตร HCl (cm^3) 0.3 mol/dm ³	น้ำกลั่น (cm^3)	เวลาที่ใช้ (s)
1	10	10	0	20
2	8	10	2	25
3	8	8	4	25

จากผลการทดลอง ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุด

- ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ และ HCl
- ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ HCl และ $Na_2S_2O_3$
- ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของ HCl แต่ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$
- ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ แต่ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ HCl

26. ถ้าต้องการให้ปฏิกิริยา $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$ เกิดเร็วขึ้นควรทำอย่างไร

- ก. เพิ่มความเข้มข้นของ $KClO_3$ และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ข. บด $KClO_3$ ให้ละเอียดและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ค. ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและเพิ่มความกดดัน
- ง. เพิ่มความเข้มข้นของ $KClO_3$ และเพิ่มอุณหภูมิ

27. เมื่อให้โลหะแมกนีเซียมอยู่ในอากาศจะไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้น จนกว่าจะจุดด้วยไม้ขีด จากประโยคดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงข้อใด

- ก. ปฏิกิริยาระหว่างแมกนีเซียมกับออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน
- ข. เมื่อจุดด้วยไม้ขีดแมกนีเซียมจึงสัมผัสกับ O_2
- ค. สภาพปกติแมกนีเซียมและ O_2 มีพลังงานสูงไม่พอ
- ง. พลังงานความร้อนจากไม้ขีดไฟไปลดพลังงานกระตุ้นลง

28. เพราะเหตุใดการเผาไหม้ของน้ำตาลในอากาศต้องการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง แต่น้ำตาลในร่างกายถูกเผาไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก

- ก. น้ำตาลในร่างกายถูกย่อยเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ จึงรวมกับออกซิเจนได้ง่าย
- ข. ในร่างกายมีปริมาณของออกซิเจนเข้มข้นมากกว่าในอากาศ
- ค. มีเอนไซม์ช่วยลดพลังงานก่อกัมมันต์ลง
- ง. ความเข้มข้นของน้ำตาลในร่างกายมีค่ามาก

29. เพราะเหตุใดเกลือที่มีลักษณะเป็นผงละลายได้เร็วกว่าเกลือที่มีลักษณะเป็นเม็ด

- ก. เกลือผงมีพลังงานกระตุ้นต่ำกว่าเกลือเม็ด
- ข. เกลือผงมีไอออนอิสระพร้อมที่จะรวมตัวกับน้ำ
- ค. เกลือผงมีพลังงานโครงผลึกน้อยกว่าเกลือเม็ด
- ง. เกลือผงมีพื้นที่ผิวมากกว่าเกลือเม็ด

30. เมื่อกำหนดให้ใส่แท่งโลหะสังกะสีรูปทรงกลม 1 cm^3 ลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร ปริมาตร 20 cm^3 แล้วเขย่าเบา ๆ แล้วเพิ่มสิ่งต่อไปนี้เป็นสองเท่า ถ้านักเรียนต้องการทำให้อัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มมากที่สุด นักเรียนจะอย่างไร

- ก. เพิ่มพื้นที่ผิวของ Zn
- ข. เพิ่มปริมาตรของ Zn
- ค. เพิ่มปริมาตรของ HCl
- ง. เพิ่มความเข้มข้นของ HCl

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	16	ก
2	ข	17	ง
3	ก	18	ง
4	ก	19	ค
5	ข	20	ก
6	ง	21	ง
7	ง	22	ค
8	ค	23	ข
9	ค	24	ข
10	ค	25	ง
11	ง	26	ข
12	ก	27	ค
13	ค	28	ค
14	ก	29	ง
15	ค	30	ก

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. การประเมิน ให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- | | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |

3. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจ

ที่	รายละเอียดการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสาระเหมาะสม					
3	เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
4	เนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
5	เนื้อหาสาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย					

ที่	รายละเอียดการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านการจัดการเรียนรู้						
1	การจัดการเรียนรู้ใช้ภาษาสื่อความหมายได้ชัดเจน					
2	การจัดการเรียนรู้มีเทคนิคในการถ่ายทอดน่าสนใจ					
3	การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้					
4	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้					
5	การจัดการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สรุปความรู้					
ด้านสื่อและนวัตกรรม						
1	ความชัดเจนของภาพ เสียง วิดีโอ ขนาดตัวอักษร และดนตรีประกอบ					
2	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีภาพประกอบที่น่าสนใจ					
3	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีรูปแบบสวยงาม					
4	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกต่อการเรียนรู้					
5	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายณัฐวุฒิ ศรีระชา
วัน เดือน ปี เกิด	10 กุมภาพันธ์ 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดหนองคาย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1/14 หมู่ที่ 4 ถ.ประจักษ์ ต.ในเมือง อ.เมืองหนองคาย จ.หนองคาย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2558 - 2561 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2562 - 2564 การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา
รางวัลหรือทุนการศึกษา	พ.ศ. 2564 ทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2564 พ.ศ. 2562 รางวัลสอบได้คะแนนสูงสุด ในการสอบรับรองมาตรฐานความรู้ เคมี สาขาวิชาชีวเคมี ครั้งที่ 12 และครั้งที่ 13 ระดับอุดมศึกษา จากสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ของศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี กรมพระศรีสวางควัฒน วรขัตติยราชนารี พ.ศ. 2562 รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย ในงาน the 2nd Science Project Exhibition คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2562 รางวัลผ่านเกณฑ์การสอบเพื่อรับรองมาตรฐานความรู้เคมี ใน การสอบรับรองมาตรฐานความรู้เคมี ครั้งที่ 12 รายวิชาเคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) เคมีฟิสิกัล (Physical Chemistry) เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) และชีวเคมี (Biochemistry) ระดับอุดมศึกษา จากสมาคมเคมี แห่งประเทศไทย ในพระอุปถัมภ์ของศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี กรมพระศรีสวางควัฒน วรขัตติยราชนารี