

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสาร
และปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT PLAN OF SCIENCE
STRANDS ON THE TOPIC OF CLASSIFY SUBSTANCES AND CHEMICAL
REACTION FOR MATHAYOMSUKSA II STUDENTS BASED ON
CONCEPTUAL FRAMEWORK OF PEDAGOGICAL CONTENT
KNOWLEDGE FOR DEVELOPING SCIENCE
COMMUNICATION ABILITIES

สุดาลักษณ์ สุทธะคำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา
ผนวกวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร
ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย

ศุดาลักษณ์ สุทธะคำ

สาขาวิชา

การสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อโนดาญ์ รัชเวทย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี มณีโกศล

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ วัฒนสงค์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อโนดาญ์ รัชเวทย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี มณีโกศล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลณัฐ พลวัน)

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย

สุดาลักษณ์ สุทธะคำ

สาขาวิชา

การสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อโนดาญ์ รัชเวทย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี มณีโกศล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมีที่ได้สร้างขึ้น และ 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี 2) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t - test ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี จำนวน 12 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง โดยมีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.89 – 0.93

2. สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี มีความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนระหว่าง 4.19-4.34

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (ค่า $t = 24.21$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์, ความรู้เนื้อหา ผนวกวิธีการสอน, ค่าดัชนีประสิทธิผล



The title : Development of learning management plans of the science strand on the topic of substance classification and chemical reactions for Mathayom Suksa 2 students based on the pedagogical content knowledge framework for developing science communication abilities

The author : Sudaluck Suthakum

Program : Science Teaching

Thesis Advisors

: Assistant Professor Dr. Anodar Ratchawet

Chairperson

: Association Professor Dr. Chatree Maneekosol

Member

ABSTRACT

The objectives of this research were to construct learning management plans based on the pedagogical content knowledge framework on Substance Classification and Chemical Reactions for Mathayom Suksa 2 students, to develop the students' science communication ability through the use of the learning management plans, and to investigate their learning achievement after implementing the learning management plans.

The simple random sampling method was applied to select the sample group of 22 Mathayom Suksa 2/1 students in the second semester of the 2020 academic year at Nabot Pitthayakhom School in Wang Chao district, Tak province. The research instruments were the learning management plans, a science communication ability assessment, and a learning achievement test. The data were statistically analyzed for mean, standard deviation, and t-test. The research results are as follows.

1. The construction of the learning management plans derived 12 plans with each plan taking two hours with the total of 24 hours. Their IOC values were between 0.89 and 0.93.

2. The students' science communication ability after learning through the learning management plans was at a high level with the mean scores between 4.19 and 4.34.

3. The posttest scores of the students after learning through the learning management plans were statistically higher ($t=24.21$) at the significance level of .05.

Keywords: Science Communication, Pedagogical Content Knowledge, Effectiveness Index



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากบุคลากรหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ วัฒนศักดิ์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อโนทัย รัชเวทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี มณีโกศล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมีที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในการศึกษาตลอดหลักสูตร ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาเคมี ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และโรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนการวิจัยในเรื่องของสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการทำวิจัย และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะสำเร็จไม่ได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนและกำลังใจอันดีจากครอบครัวผู้วิจัยที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี และเป็นตัวอย่างการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

สุดาถักษณ์ สุทธะคำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	๗
ABSTRACT.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๙
สารบัญ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๙
สารบัญภาพ.....	๙
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
กรอบแนวคิดเนื้อหาแผนกวิธีสอน.....	8
การสื่อสาร.....	27
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	37
การหาประสิทธิภาพ.....	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
เครื่องมือวิจัย.....	48

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
	แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.....	50
	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	51
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	52
	การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	53
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
	การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	54
	การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี.....	56
	ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกและสารปฏิกิริยาเคมี.....	56
5	สรุปอภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	58
	สรุปการวิจัย.....	58
	อภิปรายผล.....	59
	ข้อเสนอแนะ.....	62
	บรรณานุกรม.....	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	68
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	69
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ.....	70
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำแนกสารและ ปฏิกิริยาเคมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	120
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน	127
ภาคผนวก จ ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี.....	139
ภาคผนวก ฉ เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสาร.....	146
ภาคผนวก ช ผลงานนักเรียน.....	154
ประมวลภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	156
ประวัติผู้วิจัย.....	159

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ใน PCK.....	17
4.1	แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน.....	55
4.2	ผลการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.....	56
4.3	ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การจำแนกสารและ ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	56

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แบบจำลอง PCK ที่เหมาะสมสำหรับครูผู้สอน.....	11
2.2	แสดงความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
2.3	องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์ของ PCK.....	15
2.4	การบูรณาการระหว่างความรู้ของเนื้อหาและความรู้ของกระบวนการจัดการเรียนรู้.....	19
2.5	วิธีการสอนการทดลองในรายวิทยาศาสตร์.....	23
2.6	วิธีสอนโจทย์ปัญหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์.....	24

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกซึ่งต้องอาศัยทักษะต่าง ๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น.6 1) ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวิเคราะห์ การเข้าถึงการจัดการ การบูรณาการ การวัดผล และการสร้างสรรค์ข้อมูล ในรูปแบบและสื่อต่าง ๆ รวมทั้งเข้าใจในบทบาทของสื่อในสังคม 2) ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการคิดซึ่งเป็นการใช้ความคิดระดับสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เพื่อนำไปสู่เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ส่วนทักษะการแก้ปัญหา เป็นการใช้ความคิดที่เป็นระบบ มีความสามารถทางสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในการใช้ทักษะและประสบการณ์เดิมมาประกอบกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาหาแนวทางปฏิบัติ หรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) ทักษะการสื่อสาร เป็นความเข้าใจ การจัดการและการสร้างสรรค์ด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการสื่อสารด้วยการเขียนและการใช้สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบและบริบทที่หลากหลาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.6-7) มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งในการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ คือ 1) ความสามารถในการสื่อสารซึ่งมีความสามารถในการรับและ ส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารอันจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม 2) ความสามารถในการคิด เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้เหตุผล คุณธรรม และสารสนเทศมาใช้ในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และ ข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลง ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาและมีการจัดสิ่งที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และ สิ่งแวดล้อม 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการเสริมสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่น 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และ สังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.2-3) ได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยสรุปได้ดังนี้ คือ ต้องให้ผู้เรียน ได้คิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แก้ปัญหาค้นคว้าด้วยตนเองโดยที่ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียน ได้ลงมือกระทำ มากกว่าเป็นผู้บอกเล่าเนื้อหาให้นักเรียน ได้จดจำเรื่องราว การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเหล่านั้น เมื่อนักเรียน ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนไปแล้ว จะสามารถแสวงหาความรู้ รวมทั้งมีทักษะในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง พัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม และ จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.3-4) ยังได้กำหนดให้มีการพัฒนาทักษะในการสื่อสารไว้ในเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนพัฒนา กระบวนการคิดแล้ว ยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน อีกด้วย เช่นเดียวกับที่สำนักบริหารงาน การมัธยมศึกษา (2553, น.6-7) กล่าวถึงศักยภาพผู้เรียนสู่ ความเป็นพลโลกตามหลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล ที่เน้นความสามารถในการสื่อสาร ระบุไว้ ว่าผู้เรียนต้องสามารถใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษและภาษาต่างประเทศที่สองในการฟัง พูด อ่าน เขียนและการสื่อสารอื่น ๆ ได้ดี รวมถึง มีทักษะการสื่อสารปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถสื่อ ความหมายแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดผ่านสื่อ เครื่องมือ และ วิธีการสื่อสารที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับทฤษฎีรากฐานของความรู้ เนื้อหาผนวกวิธีการสอน ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้รูปแบบกรณีศึกษาเชิงตีความ (ศิริวรรณ จัตรมณีรุ่งเจริญ, 2553, น.2-3) ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge:PCK) ได้รับการเสนอเพื่อ นำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ และความเชื่อเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนของครู วิทยาศาสตร์ (Lederman and Newsome, 1999) ส่วน ชูลแมน (Shulman, 1986) ได้นิยาม ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK) เป็นประเภทของความรู้จำเพาะและเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้นี้คือการบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น โดยองค์ประกอบที่สำคัญในแนวคิดของ ชูลแมน (Shulman) เกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) คือองค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหาและวิธีการสอนที่เหมาะสม ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าใจ ถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้น และความยากในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาท่านอื่น ๆ ได้ปรับ และขยายแนวคิดเกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ในฐานแนวคิดของ ชูลแมน (Shulman) เช่น กลอสแมน (Grossman, 1989) ได้พัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) จากผลวิจัยของเขาและเสนอว่า PCK ควรประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียนและแนวคิดเรื่องในวิชาที่สอน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนและการนำเสนอ ตัวแทนของเนื้อหาที่สอน 3) แนวคิดเกี่ยวกับจุดประสงค์การสอนเนื้อหาเฉพาะ และ 4) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร และวัสดุอุปกรณ์หรือแหล่งการเรียนรู้ในหลักสูตร ส่วน เกดดิส (Geddis, 1993) ได้ขยายแนวคิด และมีความคิดเห็นว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) เป็นการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาสาระ ไปอยู่ในรูปแบบที่ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้มากขึ้น เพราะการที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจเหมือนนักวิทยาศาสตร์ หรือครูวิทยาศาสตร์นั้น ไม่สามารถบอกความรู้ได้โดยตรง แต่ต้องผ่านกระบวนการการเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาความรู้ นั้นก่อน แล้วจึงถ่ายทอดความรู้ นั้นให้กับนักเรียน โดยการเปลี่ยนรูปแบบนี้ต้องอาศัยความรู้ 4 ด้าน คือ 1) ความรู้เกี่ยวกับความรู้เดิมของนักเรียน 2) ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ 3) ความรู้เกี่ยวกับการนำเสนอ ตัวแทนของเนื้อหา และ 4) ความรู้เกี่ยวกับประเด็นสำคัญในหลักสูตร นอกจากนี้ ในปี ค.ศ.1999 แม็กนิสสัน คราดคิก และบอร์โก (Magnusson, Krajcik and Borko) ได้ขยายแนวคิดของ ชูลแมน (Shulman, 1986) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยคณะของ แม็กนิสสัน (Magnusson) ได้ให้นิยามว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ควรประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการ

สอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตร ผู้เรียนและการเรียนรู้ วิธีการสอน และการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม เป็นโรงเรียนที่มีความหลากหลายของกลุ่มนักเรียน ทั้งชาวไทย ชาวไทยอีสาน และชาวไทยม้ง นักเรียนส่วนใหญ่ในโรงเรียนเป็นชาวม้งและจะใช้ภาษาถิ่นในการสื่อสาร (ภาษาม้ง) ทำให้การสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนมีความยากลำบากส่งผลต่อการถ่ายทอดความรู้ระหว่างครูกับผู้เรียน ทำให้ส่งผลกระทบต่อคะแนนเฉลี่ยการสอบระดับชาติ (O-Net) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 ระดับประเทศ ระดับภาค และ ระดับจังหวัด เท่ากับ 34.99 34.84 และ 33.67 ตามลำดับ ซึ่งสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ได้แก่ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงานและ สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนในเรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร จากแนวคิดข้างต้น การจัดการเรียนรู้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สู่การปฏิบัติ เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ ผู้สอนต้องพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน โดยในการจัดการเรียนรู้ ได้ยึดหลักการว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด โดยทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นความรู้และคุณธรรม และเพื่อพัฒนานักเรียนให้ได้เต็มตามศักยภาพ จึงควรมีการฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในการสื่อสารความรู้ โดยเฉพาะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการสอนเนื้อหาสาระให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่ายขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดความรู้ เนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเรื่องอื่น ๆ ต่อไป
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดความรู้ เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี มีความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ตามแนวคิดความรู้ เนื้อหาผนวกวิธีการสอน ได้แก่ นักเรียนที่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม ตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 64 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ของโรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม ตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลาก

2. เนื้อหา

งานวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ที่ส่งผลต่อความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้กรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน มาเป็นแนวคิดพื้นฐานในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน หมายถึง ครูผู้สอน ผสมผสานเนื้อหาและวิธีสอนที่แตกต่างกัน มีความเฉพาะเจาะจง และเฉพาะด้านเข้าไว้ด้วยกัน มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อเอื้ออำนวยต่อการตอบสนอง หรือกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกันสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมมาตรฐาน ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การกำหนดภาระงานหรือชิ้นงานหรือกิจกรรมที่แสดงออกซึ่งความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่เหมาะสมกับบริบท และ ความรู้เดิมของผู้เรียน

ผลการใช้ หมายถึง

1. **ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์** ได้แก่ ความสามารถในการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน เพื่อแสดงความคิดการแลกเปลี่ยนความรู้ หรือการนำเอาความคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมมาถ่ายทอด สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง สมบูรณ์วัดได้โดยแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ด้านการฟัง การพูด การอ่านและการเขียน โดยสังเกตพฤติกรรม ความรู้ ความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งให้นักเรียนแสดงออกในรูปแบบการพูด และ การเขียน สรุปจับใจความสำคัญ ตอบคำถาม เขียนบรรยาย สร้างตาราง แผนผัง คำศัพท์ และ สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง สมบูรณ์

2. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความรู้ด้านเนื้อหา ทักษะ หรือความสามารถของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องนั้นมาแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. กรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน

- 1.1 ความหมายของกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน
- 1.2 ความสำคัญของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน
- 1.3 องค์ประกอบของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน
- 1.4 การบูรณาการเนื้อหาและวิธีการสอน
- 1.5 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน
- 1.6 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

2. การสื่อสาร

- 2.1 ความหมายของทักษะการสื่อสาร
- 2.2 การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2 แนวทางการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.4 การหาประสิทธิภาพ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยภายในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน

1. ความหมายของกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน

ชูลแมน (Shulman, 1987, pp. 1-23) ได้ให้ความหมายแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน หมายถึง การผสมผสานเนื้อหา ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหัวข้อหรือประเด็นต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับความสนใจและความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียน

แม็กนิสสัน, บอร์โก และ คราจคิก (Magnusson, Borko, & Krajcik, 1999, pp. 95-132) ได้ให้ความหมาย ของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน หมายถึง ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับวิธีสอน ให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องเฉพาะ มีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน เรื่องหัวข้อปัญหาและประเด็นต่าง ๆ ที่สามารถจัดกิจกรรมและปรับเปลี่ยนได้อย่างหลากหลาย โดยหัวใจสำคัญของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอนคือครูสามารถตีความเนื้อหาและหาวิธีที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหานั้นได้

มิสชา และ โคห์เลอร์ (Mishra & Koehler, 2006) ได้ให้ความหมายของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน หมายถึง ความรู้ด้านการเรียนการสอนที่มีผลต่อการสอนเนื้อหาเฉพาะเจาะจง รวมถึงความรู้อย่างจำเพาะเจาะจงต่อเนื้อหา หรือจำเพาะเจาะจงต่อประเด็น ที่สามารถเอื้ออำนวยหรือตอบสนองต่อลักษณะหรือกระบวนการการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียนได้

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเรือง (2555) ได้ให้ความหมายแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาและวิธีการสอนในเนื้อหาที่ทำให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่าง เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหานั้น ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความรู้ของครู (Teacher Knowledge) ที่มีอิทธิพลต่อการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนของครูในห้องเรียน ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า แนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน หมายถึง ความรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงและวิธีการสอน จากนั้นครูผู้สอนผสมผสานวิธีสอนที่แตกต่างกัน และเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจง และเฉพาะด้านเข้าไว้ด้วยกัน มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อเอื้ออำนวยต่อการตอบสนองหรือกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกันสามารถเข้าถึงเนื้อหานั้นได้

2. ความสำคัญของกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน

เจนสิก โปธิศาสตร์ (2560) ความสำคัญของการผนวกความรู้เนื้อหา และวิธีการสอน มีความสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาของครูวิทยาศาสตร์เนื่องจาก

2.1 ความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้จากรายวิชาเนื้อหา และความรู้เกี่ยวกับการสอนได้จากรายวิชาการศึกษา ซึ่งแยกจากกันโดยสิ้นเชิง ครูวิทยาศาสตร์จึงเกิดความสับสน การพัฒนาครูผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญต่อการพัฒนาความรู้เนื้อหาผนวก วิธีการสอน

2.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างจากสาขาอื่น วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ บทบาทของครูผู้สอน คือ ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาแนวคิดวิทยาศาสตร์ การบูรณาการความรู้เนื้อหาและวิธีสอน จึงเป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนจะช่วยให้ นักเรียนมองเห็น สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและวิธีการสอนเนื้อหาเฉพาะ

2.3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหา เข้าใจผู้เรียน สอดแทรกความช่วยเหลืออย่างเหมาะสมโดยสร้างสถานการณ์ที่ สอดคล้องกับความสามารถ ความต้องการของผู้เรียน และสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การบูรณาการความรู้เนื้อหาและวิธีการสอนจึงจำเป็นสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี และเป็น ปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลุ่มลึก

3. องค์ประกอบของแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน

เนื่องจากความสำคัญของการบูรณาการความรู้เนื้อหาผนวกและวิธีสอน ดังกล่าว จึงมีนักการศึกษาหลายท่านหลากหลายแนวคิด โดยการรวบรวมของนักการศึกษา คือ วิล และแม็กกินสเตอร์ (Veal and Mckinster, 1999) ได้ศึกษาความเป็นมาของความรู้เนื้อหาและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) โดยจัดเป็นหนึ่งในความรู้พื้นฐานสำหรับการสอน ซึ่งมี 7 ประการ ได้แก่ 1) ความรู้เนื้อหา 2) ความรู้เกี่ยวกับการสอน 3) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร 4) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน 5) ความรู้เกี่ยวกับบริบททางการศึกษา 6) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการศึกษา และ 7) ความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอน สมิทธี และเนล (Smith and Neale, 1989) ได้เน้นความสำคัญของความรู้ในข้อผิดพลาดทั่วไปของนักเรียน (Knowledge of Typical Student Error) ซึ่งปัจจุบันกลายเป็นประเด็นสำคัญของการพัฒนา ผู้เรียนในเรื่องความรู้ความคลาดเคลื่อน (Misconception) และเป็นที่มาของความรู้ในกลวิธีสอน วิชาเฉพาะ (Knowledge of Particular Teaching Strategies) และความรู้เนื้อหาอย่างละเอียด (Knowledge of Content Elaboration) ต่อมาได้มีประเด็นที่สำคัญเพิ่มเติมจากการศึกษาของ โคเชเรน, คีรุธเตอร์ และคิง (Cochean , Deruiter and King, 1991) เกี่ยวกับการรู้เนื้อหาผนวกศิลปะการสอน คือ ความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (Knowledge of Environmental Contexts) เพิ่มขึ้น

ส่วน โคชแรน (Cochran, 1997) ได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ได้ว่า ผู้สอนควรได้รับองค์ประกอบของการบูรณาการความรู้เนื้อหาและวิธีการสอนไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ความรู้เนื้อหาที่จะสอน 2) ความรู้เกี่ยวกับการสอน 3) ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ซึ่งหมายถึงความรู้เกี่ยวกับความสามารถและกลวิธีการเรียนรู้ อายุและระดับพัฒนาการของผู้เรียน เจตคติ แรงจูงใจ และความรู้เดิมและมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน 4) ความรู้และความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับสังคม การเมือง วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมทางกายภาพของผู้เรียน

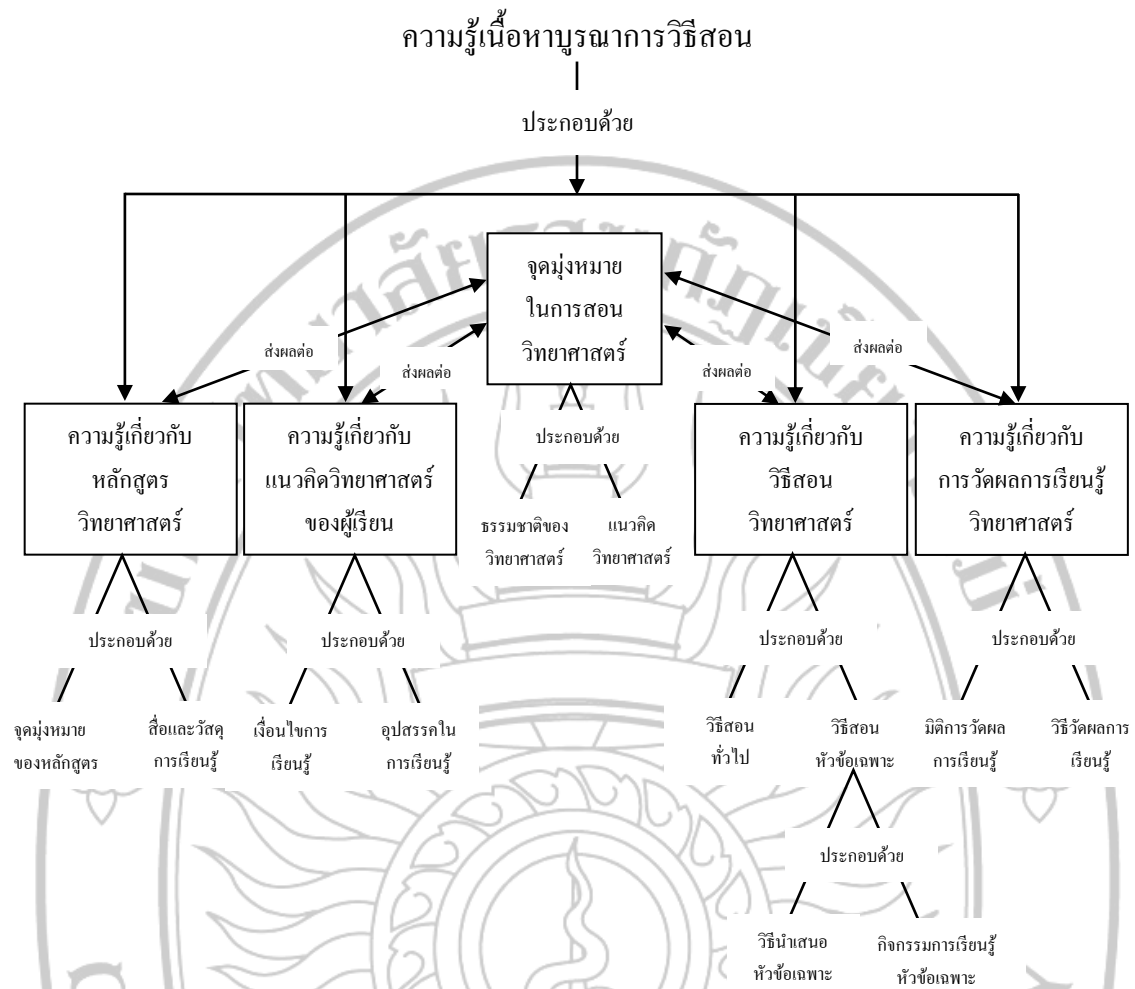
จากนั้น แม็กนิสสัน และคนอื่น ๆ (Magnusson et al, 1997) ได้ตีพิมพ์ในวารสาร การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ในการบูรณาการความรู้เนื้อหาและวิธีสอน ในประเด็นของ 1) ทิศทางการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความเชื่อเกี่ยวกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการสอน 2) ความรู้เรื่องหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจหัวข้อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ได้แก่ การเรียนรู้ของผู้เรียนต้องการความรู้ ความสามารถใด และเนื้อหาใดที่ผู้เรียนเข้าใจยาก และ 4) การประเมิน เป็นความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการประเมิน

การจำแนกความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนโดยกำหนดเป็นอนุกรมวิธานทั่วไปของความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอน (The General Taxonomy of PCK) โดย วิลและแม็กกินสตาร์ (Veal and Mckinster, 1999) ซึ่งประกอบด้วยวิธีสอน ซึ่งเป็นทักษะที่ครูผู้สอนทุกคนควรพัฒนา เช่น การวางแผนการสอน วิธีสอน การประเมิน การทำงานกลุ่ม การตั้งคำถาม การรอคอยคำตอบจากผู้เรียน การสะท้อน ความคิดเห็นต่อการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล การบรรยาย การสาธิตและการเสริมแรง ทักษะดังกล่าวไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่จะสอน และใช้ได้กับทุกเนื้อหาวิชา สำหรับกลวิธีการสอนจำแนกได้เป็น ความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนทั่วไป (General PCK) ความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนวิชาเฉพาะ (Domain Specific PCK)

ต่อมา วิลและแม็กกินสตาร์ (Veal and Mckinster, 1999) ได้ปรับปรุงพัฒนาอนุกรมวิธานคุณลักษณะของความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอน (Taxonomy of PCK Attributes) สำหรับครูวิทยาศาสตร์อนุกรมวิธานดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปพีระมิด โดยมีความรู้เนื้อหาเป็นฐานความรู้ที่ใหญ่ที่สุดรองลงมาคือ ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน และมีความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนอยู่บนยอดสุด ทั้งนี้ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนนั้นมีคุณลักษณะ 8 ประการ คือ 1) กลวิธีการสอน 2) หลักสูตร 3) การจัดการชั้นเรียน 4) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5) สภาพแวดล้อม 6) บริบท 7) การประเมิน 8) สังคมวัฒนธรรม และยังสามารถนำไปสร้างแบบจำลอง ความรู้ผนวกวิธีการสอน (PCK) ที่เหมาะสมสำหรับครูผู้สอน ดังภาพที่ 2.1

ที่มา : Magnusson et al, 1999, p.99

แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนของ แม็กนิสสัน และคนอื่น ๆ (Magnusson et al, 1999) มีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนของ แม็กนิสสัน และคนอื่น ๆ (Magnusson et al, 1999) มีความครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งแต่การตั้งจุดมุ่งหมายในการสอน การเลือกวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาหลักสูตร และผู้เรียน ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2.2 (जरศักดิ์ บัวระพันธ์, 2559, น.9)



ภาพที่ 2.2 แสดงความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ปรับปรุง

ที่มา : Magnusson et al, 1999, p.99

รายละเอียดขององค์ประกอบความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังที่ปรากฏในแผนภาพ เป็นดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 จุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายของครูในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) และแนวคิดสำคัญเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรเข้าใจ ซึ่งจุดมุ่งหมายของครูในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นี้มีอิทธิพลต่อครูในการตัดสินใจใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียน และความรู้เกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์

ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสององค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บรรจุไว้ในหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติและหลักสูตรสถานศึกษาทั้งรายชั้นปีและตลอดหลักสูตร ความรู้นี้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของครูในการเลือกและจัดเรียงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีและตลอดหลักสูตร
2. ความรู้เกี่ยวกับสื่อและวัสดุการเรียนรู้ ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับสื่อและวัสดุการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เช่น หนังสือเรียน คู่มือครู วัสดุอุปกรณ์การทดลอง และโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

องค์ประกอบที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ครูควรเข้าใจแนวคิดที่มีอยู่แล้ว แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Alternative Conception) และอุปสรรคในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อจะได้หาวิธีนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนประกอบด้วยสององค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไขการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับความรู้พื้นฐาน ทักษะและความสามารถที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมีมาก่อนเรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนง่ายขึ้น
2. ความรู้เกี่ยวกับอุปสรรคในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับอุปสรรคในการเรียนรู้ที่อาจเกิดขึ้นและขัดขวางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น เนื้อหาที่เป็นนามธรรม แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ การขาดทักษะบางประการที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งรวมไปถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับสาเหตุของอุปสรรคในการเรียนรู้ดังกล่าวด้วย

องค์ประกอบที่ 4 ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์

ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสององค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทั่วไป ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปซึ่งไม่เฉพาะเจาะจงหัวข้อใดหัวข้อหนึ่ง ซึ่งความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปจะสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์ของครู เช่น ครูที่มีจุดมุ่งหมายในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด ก็มักจะใช้การสอนแบบบรรยายเป็นวิธีสอนทั่วไปซึ่งเป็นวิธีสอนที่ใช้สอนวิชาอื่นๆด้วย เป็นต้น

2. ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะ ซึ่งก็คือความรู้ของครูเกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะ ในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น แรงและการเคลื่อนที่ วิวัฒนาการ และ สารและสมบัติของสาร เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหัวข้อดังกล่าว ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะอาจแบ่งย่อยเป็น

2.1 ความรู้เกี่ยวกับวิธีนำเสนอหัวข้อเฉพาะ ก็คือความรู้ของครูว่าควรใช้วิธีนำเสนอใดสำหรับหัวข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การอธิบาย การยกตัวอย่าง การแสดงแบบอย่าง หรืออุปมาอุปไมย ซึ่งรวมถึงจุดอ่อน จุดแข็ง และกระบวนการที่ใช้นำเสนอในแต่ละวิธี

2.2 ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อเฉพาะ ก็คือความรู้ของครูว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดสำหรับหัวข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การสาธิตการศึกษาค้นคว้า และการทดลอง ซึ่งรวมถึงจุดอ่อน จุดแข็ง และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแบบ

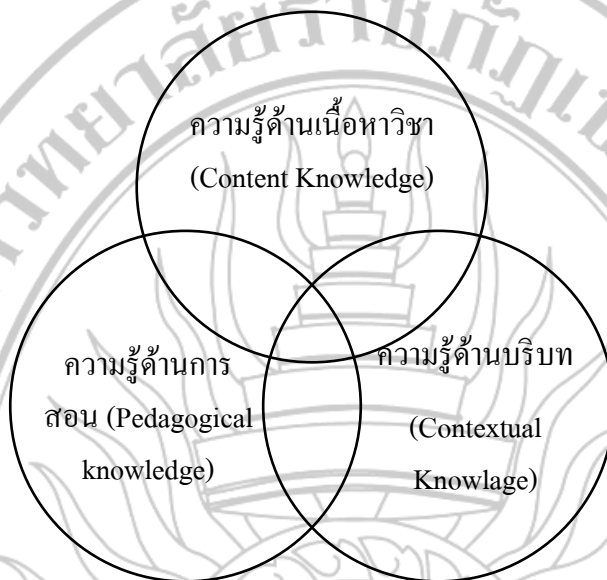
องค์ประกอบที่ 5 ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความรู้เกี่ยวกับการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสององค์ประกอบย่อย คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับมิติในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูว่าควรวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในมิติใดบ้าง เช่น เนื้อหา ทักษะ ความสามารถ และเจตคติ และมีรายละเอียดของการวัดผลในแต่ละมิติอย่างไร ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมิติในการวัดผลการเรียนรู้ของครูสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ความรู้เกี่ยวกับวิธีวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งก็คือความรู้ของครูว่าควรใช้วิธีวัดผลวิธีใด ในการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในมิติต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เช่น วิธีวัดผลแบบอัตนัยหรือปรนัย วิธีวัดผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) วิธีวัดผลโดยใช้แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) เป็นต้น รวมถึงความรู้ของครูเกี่ยวกับจุดอ่อน จุดแข็ง และการใช้วิธีวัดผลแต่ละวิธีหากครูวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความรู้ในแต่ละองค์ประกอบดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และสามารถบูรณาการทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกันเป็นความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา หลักสูตร และพื้นฐานของผู้เรียนก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge : PCK) มีองค์ประกอบที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กันแสดงได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบที่สำคัญและความสัมพันธ์ของ PCK

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552

ส่วนที่วงกลมซ้อนทับกันทั้ง 3 วง คือส่วนที่เรียกว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ซึ่งเป็นความรู้ที่ครูต้องมีอย่างชัดเจน เพื่อจะนำไปใช้ในการออกแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ตอบสนองมาตรฐานของหลักสูตร

ความรู้ในแต่ละด้านมีความสำคัญเท่าเทียมกันและต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันเพื่อนำไปสู่นักเรียน เมื่อครูขาดความรู้ด้านใดด้านหนึ่งหรือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทั้งสามด้านได้อย่างเหมาะสม ก็จะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยโครงสร้างเชิงระบบวิทยาศาสตร์ เนื้อหาของวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครูได้เรียนรู้มาแล้วเป็นอันมากก่อนจะมาเป็นครู และจะต้องติดตามความก้าวหน้าในองค์ความรู้ต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลาในขณะที่ประกอบอาชีพครู

ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge) ประกอบด้วยธรรมชาติของผู้เรียนและการเรียนรู้ การจัดการชั้นเรียน หลักสูตรและการสอน ซึ่งโดยปกติแล้วครูจะผ่านการเรียนรู้ในเรื่อง

เหล่านี้มาแล้วก่อนมาประกอบอาชีพครู และจะต้องติดตามงานวิจัยในด้านนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม ครูบางคนอาจยังไม่สามารถนำความรู้ในด้านนี้ไปใช้ให้สอดคล้องกับความรู้ด้านเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

ความรู้ด้านบริบท (Contextual Knowledge) ประกอบด้วย บริบททางการศึกษาทั่วไป เช่น นโยบายประเทศ สภาพแวดล้อมและชุมชน เอกถลักษณ์และสภาพแวดล้อมในโรงเรียน รวมทั้ง ศิษย์เก่าของโรงเรียน และบริบทเฉพาะ เช่น ตัวนักเรียนและห้องเรียน

สำหรับในส่วนที่ซ้อนทับกันของความรู้ทั้ง 3 ด้าน หรือที่เรียกว่า ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน (PCK) ประกอบด้วย ความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาในแต่ละระดับ วิธีสอนและกลวิธีที่เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะการเรียนรู้ของนักเรียนและความเข้าใจคลาดเคลื่อนและเป้าหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจะต้องสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งสามด้านให้สอดคล้องและเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายของหลักสูตร

ดังนั้นความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge) และความรู้ด้านบริบท (Contextual Knowledge) โดยครูจะต้องสามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบทั้งสามด้านให้สอดคล้องและเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายของหลักสูตร กล่าวคือผู้สอนรู้ว่าควรใช้วิธีนำเสนอเนื้อหาอย่างไร เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานั้น และความรู้เกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียน ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนมีแนวคิดที่มีอยู่แล้ว ก่อนเรียนที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนอย่างไร และอะไรในการเรียนรู้เนื้อหาดังกล่าวของผู้เรียน แนวคิดเกี่ยวกับองค์ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ของ ชูลแมน (Shulman) ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องซึ่งสรุป ดังตารางที่ 2.1 ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 สรุปแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้ใน PCK

	ความรู้ในเนื้อหา (CK)	ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอน (PK)	ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดผู้เรียน (PK)	ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร (PK)	จุดมุ่งหมายการสอน (PK)	ความรู้ในการวัดผล (PK)	ความรู้ในบริบทการเรียนรู้ (CK)	ความรู้ในสื่อการเรียนรู้ (PK)
Shulman (1986;1987)		✓	✓					
Tamir (1988)		✓	✓	✓		✓		
Grossman (1989)		✓	✓	✓	✓			
Mark (1990)	✓	✓	✓					✓
Cochron et al. (1993)	✓	✓	✓				✓	
Fernandez – Balboa & Stiehl (1995)	✓	✓	✓				✓	
Geddes & Wood (1997)		✓	✓	✓				✓
Magnusson et al. (1999)		✓	✓	✓	✓	✓		

ที่มา : ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ, 2548, น.33

จากตารางที่ 2.1 สรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนของนักการศึกษาต่าง ๆ มีความหลากหลาย โดยองค์ประกอบหลักของความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอน มีอยู่ 3 องค์ประกอบคือ ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge) และความรู้ด้านบริบท (Contextual Knowledge) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเริ่มต้นเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของ ชูลแมน (Shulman) แม้ว่าความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนจะมีหลายองค์ประกอบ แต่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์และเกี่ยวพันกัน และบูรณาการทุกองค์ประกอบเท่าด้วยกันเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีสอนเพราะการใช้ความรู้เพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งนั้นไม่เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาหนึ่งๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

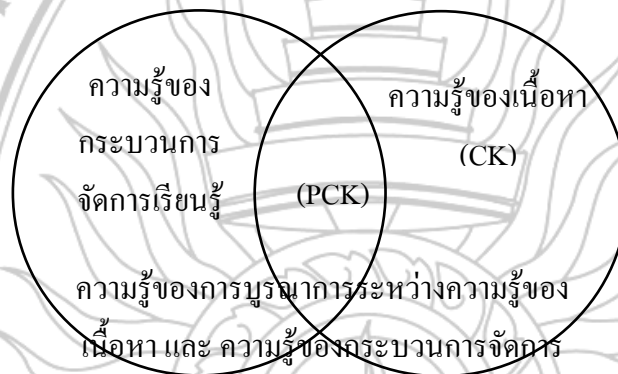
ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าวได้ (Cochran, DeRuiter, & King, 1993; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Marks, 1990; van Driel, Verloop, & de Vos, 1998; Veal & MaKinster, 1999)

4. การบูรณาการเนื้อหาและวิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การบูรณาการเนื้อหาและวิธีการสอน มีความสำคัญสำหรับการจัดการศึกษาให้กับ ครูวิทยาศาสตร์เนื่องจากความรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้จากรายวิชาเนื้อหาและความรู้เกี่ยวกับการสอนได้จากรายวิชาการศึกษาซึ่งแยกจากกันโดยสิ้นเชิง ครูวิทยาศาสตร์จึงเกิดความสับสน การพัฒนาครูผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการบูรณาการเนื้อหาและวิธีการสอน เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างจากสาขาวิชาอื่น วิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญต่อหลักฐานเชิงประจักษ์ บทบาทของครูผู้สอนคือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาแนวคิดวิทยาศาสตร์ ความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนจึงเป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องเข้าใจทั้งเนื้อหา และ วิธีการสอนเนื้อหาเฉพาะ ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหา เข้าใจผู้เรียน สอดแทรกความช่วยเหลืออย่างเหมาะสมโดยสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความสามารถ ความต้องการของผู้เรียน และสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความรู้เนื้อหาผนวกกลวิธีสอนจึงจำเป็นสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดี และเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลุ่มลึก (Cochran, 1997; Pacific Regional Educational Laboratory, 1997 and Enfield, 2000)

ครูผู้สอนสามารถพัฒนาการบูรณาการเนื้อหาและวิธีการสอนได้จากประสบการณ์ การสอน โดยครูผู้สอนจัดระเบียบการนำเสนอ การยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบ การอธิบาย การทำงานกลุ่ม การตั้งคำถาม การรอคอยคำตอบจากผู้เรียน การสะท้อนความคิดเห็นต่อการเรียน การสอน การสอนเป็นรายบุคคล การบรรยาย การสาธิต และการเสริมแรง หรือประเด็นที่ครูผู้สอนสอนได้อย่างเหมาะสมกับความสนใจ และความสามารถของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเข้าใจ โน้ตสโน้ตที่จะสอน การผสมผสานความรู้ในเนื้อหา และความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ ควรจัดเรียง และนำเสนอเนื้อหาให้สอดคล้องและเหมาะสมกับความสนใจ และความสามารถที่หลากหลายของผู้เรียนและนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวัย และระดับพัฒนาการของผู้เรียน เจตคติ แรงจูงใจ และความรู้เดิม แนวคิดเดิม ตลอดจนเหมาะสมกับความรู้ และความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับสังคม การเมือง วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมทางกายภาพของผู้เรียน ตามเป้าหมาย และวัตถุประสงค์หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับเครื่องมือ กระบวนการ และกิจกรรมการประเมิน

เกตติส (Geddis, 1993) ได้ศึกษาและพัฒนาแนวคิดของ ชุลแมน (Shulman) โดยอ้างว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) เป็นกระบวนการที่สามารถถ่ายทอดโอนความรู้และกระบวนการถ่ายทอดที่ใช้ประสิทธิภาพของตนเอง ในการถ่ายทอดอย่างเต็มที่ทุกกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นการบรรยาย อธิบาย การยกตัวอย่าง การสร้างแบบจำลอง เป็นต้น เพื่อที่จะให้อีกคนเข้าใจในสิ่งที่ตนเองถ่ายทอด ดังนั้นการที่ผู้สอนมี ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) เป็นสิ่งที่คอยแนะนำให้ผู้เรียน มีองค์ความรู้หรือมีพฤติกรรมที่เข้าใจ อย่างมีความหมาย (Personally Meaningful) ทั้งนี้รวมถึงที่ผู้เรียนจะเกิดพฤติกรรมการแก้ปัญหาการแสดงความคิดเห็น การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อย่างถูกต้องและการทดลอง/ทดสอบที่เกิดจากการสอนด้วยความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK)



ภาพที่ 2.4 การบูรณาการระหว่างความรู้ของเนื้อหา และความรู้ของกระบวนการจัดการเรียนรู้

ที่มา: เจนสิก โพธิศาสตร์, 2560, น.7

จากภาพที่ 2.4 จะทำให้เห็นถึงการบูรณาการระหว่างความรู้ของเนื้อหา และความรู้ของกระบวนการรวมกัน จึงเป็นความรู้ที่เกิดจากศาสตร์ของผู้รู้ในเนื้อหาและผู้รู้ในกระบวนการที่จะได้มาหรือถ่ายทอดโอนความรู้ กลายเป็นความรู้ที่เกิด ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK)

นอกจากนี้ นอแมน (Norman, 2007) เสนอว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ยังเกิดจากการบูรณาการขององค์ความรู้ในเนื้อหาวิชา กระบวนการ แนวคิดที่คลาดเคลื่อน รวมไปถึงการสอนของครูผู้สอน โดยครูผู้สอนรู้ว่าสิ่งที่ต้องการถ่ายทอดโอนความรู้ให้ผู้เรียนนั้น จะใช้วิธีอะไรที่ไหน อย่างไร เมื่อไหร่ จากสิ่งที่สะสมไว้เป็นประสบการณ์ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) จึงเป็นความรู้ที่สังเคราะห์จากความรู้พื้นฐาน 3 สาขา คือ ความรู้เนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ และ ความรู้เกี่ยวกับบริบท การจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนพัฒนา ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ได้จากประสบการณ์การสอน และเป็นความรู้ที่ทำให้ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้

โดยผู้สอนจัดระเบียบ นำเสนอ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบ แสดงภาพ อธิบาย หรือสาธิตหัวข้อ หรือประเด็นที่ผู้สอนจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่จะสอน

นักการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และองค์กรที่ศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้สนับสนุนการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยในการให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จะต้องพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับผังมโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม และต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (American Association for Advancement of Science, 1990 and National Research Council, 1996) การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุถึงการรู้วิทยาศาสตร์ระดับสูงได้ ซึ่งผู้สอนเองก็ต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์ระดับสูงด้วย จึงจะสามารถเปลี่ยนแปลงให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ระดับสูงได้

ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะ ซึ่งก็คือความรู้ของผู้สอนเกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะในเนื้อหานั้น ๆ เป็นการทำให้ผู้เรียนเข้าใจหัวข้อดังกล่าว ความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนหัวข้อเฉพาะอาจแบ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีนำเสนอหัวข้อเฉพาะ ก็คือความรู้ของผู้สอนว่าควรใช้วิธีนำเสนอใดสำหรับหัวข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การอธิบาย การยกตัวอย่าง การแสดงแบบอย่างหรืออุปมาอุปไมย และ ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อเฉพาะ คือความรู้ของผู้สอนว่าควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดสำหรับข้อเฉพาะหนึ่ง ๆ ที่ต้องการสอน เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การสาธิต การศึกษาค้นคว้า การทดลอง เป็นต้น

ภพ เลหาไพบุสย์ (2542, น.123) กล่าวว่าวิธีสอนหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้มีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้น ครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาชนิดนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้แก่นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
- 1.2 ตั้งสมมติฐาน
- 1.3 ออกแบบการทดลอง

1.4 ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง

1.5 ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียน ค้นหาความรู้ต่าง ๆ

เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 แนวทาง คือ แนวทางการใช้เหตุผล แนวทางการใช้การค้นพบ และแนวทางการใช้การทดลองการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผล ครูต้องชี้นำนักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไปได้โดยใช้เหตุผล ซึ่งครูต้องใช้คำถามที่เหมาะสม และต้องเลือกแรงจูงใจที่เหมาะสมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบ มี 2 แนวทาง คือ

1. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่ไม่แนะแนวทาง ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์ โดยไม่ต้องแนะแนวทางในการใช้วัสดุอุปกรณ์ นักเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา และ เสนอแนะให้นักเรียนคิด

2. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่แนะแนวทาง เป็นการสอนที่ครูแนะแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกันการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความหรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และ หาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบข้อความนั้น โดยมีขั้นตอนคือ เลือกและตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และ วางแผนการทดสอบ

2. การสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) การค้นพบ และการสืบเสาะหาความรู้ นักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน คาริน และซันด์ (Carin and Sund, 1975) ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมากกระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้น ในการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยเหลือ และเป็นທີ່ปรึกษาของนักเรียน ทักษะและความชำนาญในการจัดกิจกรรมการสอนของครูเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสอนแบบค้นพบประสบความสำเร็จ

3. การสอนแบบสาธิต (Demonstration) การสาธิตว่าเป็นการจัดแสดงประสบการณ์การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ เป็นการ

ทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อนหรือเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันสิ่งที่ทราบมาแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการ และ กระบวนการต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน ในการสอนครูต้องพิจารณาว่าจะสอนแบบสาธิตแบบบอกความรู้ ที่ครูพยายามแนะนำบอกความรู้ให้นักเรียน หรือสอนแบบสาธิตแบบการค้นพบที่ครูพยายามให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

4. การสอนแบบทดลอง (Experimental Method) การทดลองกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการว่ามีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่ที่นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เป็นการจัดประสบการณ์ในการทำงานให้นักเรียนตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนกำหนดปัญหา ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ขั้นตอนทดลอง สังเกต และขั้นสรุปผลการทดลอง

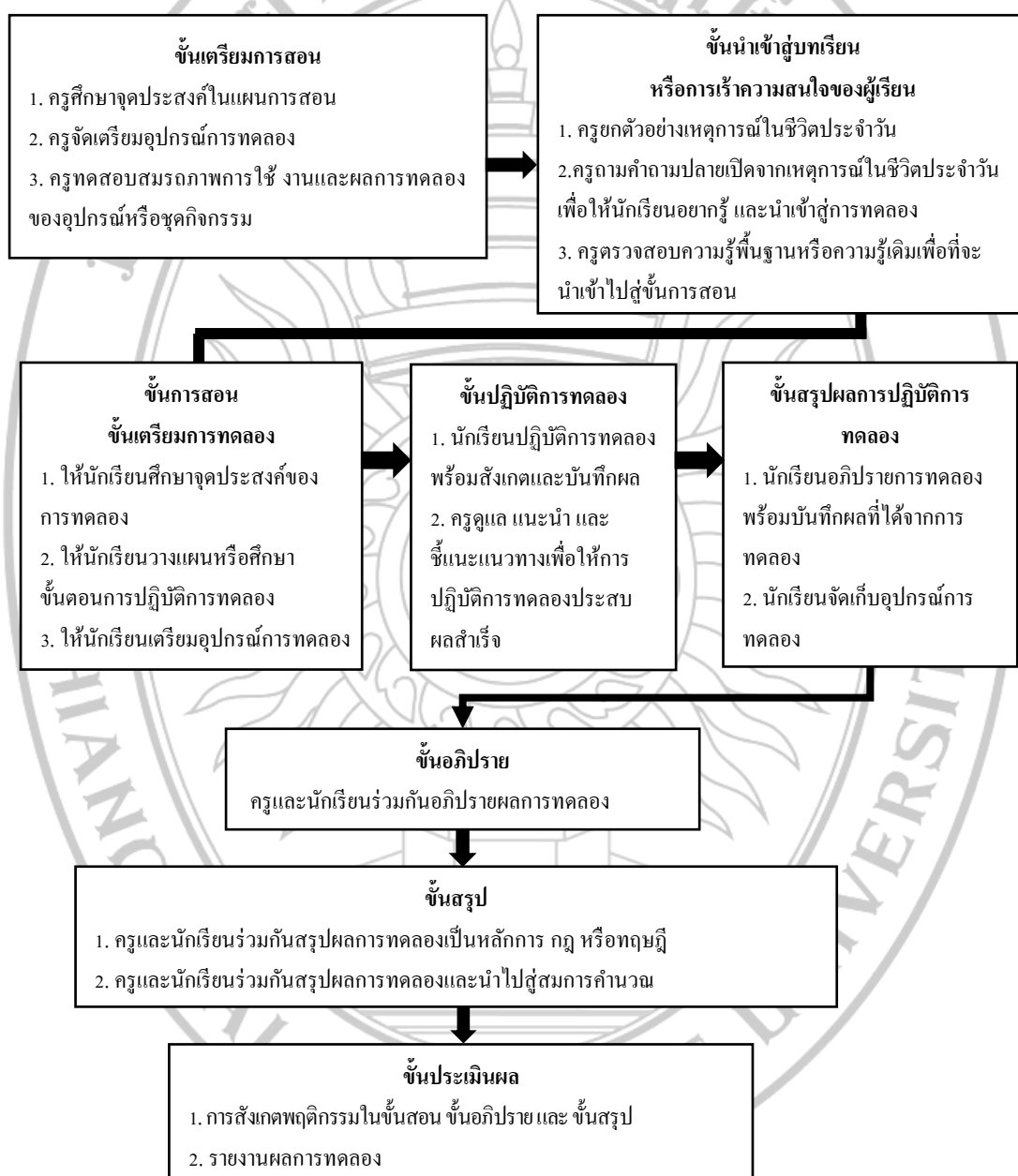
5. การสอนแบบบรรยาย (Lecture Method) การสอนแบบบรรยายว่าเป็นวิธีสอนที่ครูถ่ายทอดความรู้จำนวนมากแก่นักเรียนโดยตรง เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าเสนอความรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะองค์ความรู้ที่เลือกสรร และ จัดลำดับไว้อย่างดี การดำเนินการอาจแบ่งได้เป็น 4 ตอน คือ การกล่าวนำ ตัวเนื้อเรื่อง การสรุปย่อระหว่างนำเสนอ และ การสรุปการบรรยาย

6. การสอนแบบอภิปราย (Discussion Method) การสอนแบบอภิปรายว่า เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียนอาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำอภิปราย ต้องไม่สั่งหรือครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน การอภิปรายต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย เน้นหรือขยายความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้กว้างขวางออกไป ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อยุติ การอภิปรายอาจสอดแทรกอยู่ในวิธีการสอนอื่น ๆ ได้ เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และ การสอนแบบค้นพบ

7. การสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation Method) การสอนแบบพุดถามตอบ เป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือเรียน หรือหนังสืออื่นที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างการบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่นในการสอนแบบพุดถามตอบ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบนี้ว่าเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครู ซึ่งครูจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ ในการขยายความและอธิบายเพิ่มเติมแก่นักเรียน สิ่งที่สำคัญที่สุดในการสอนแบบ

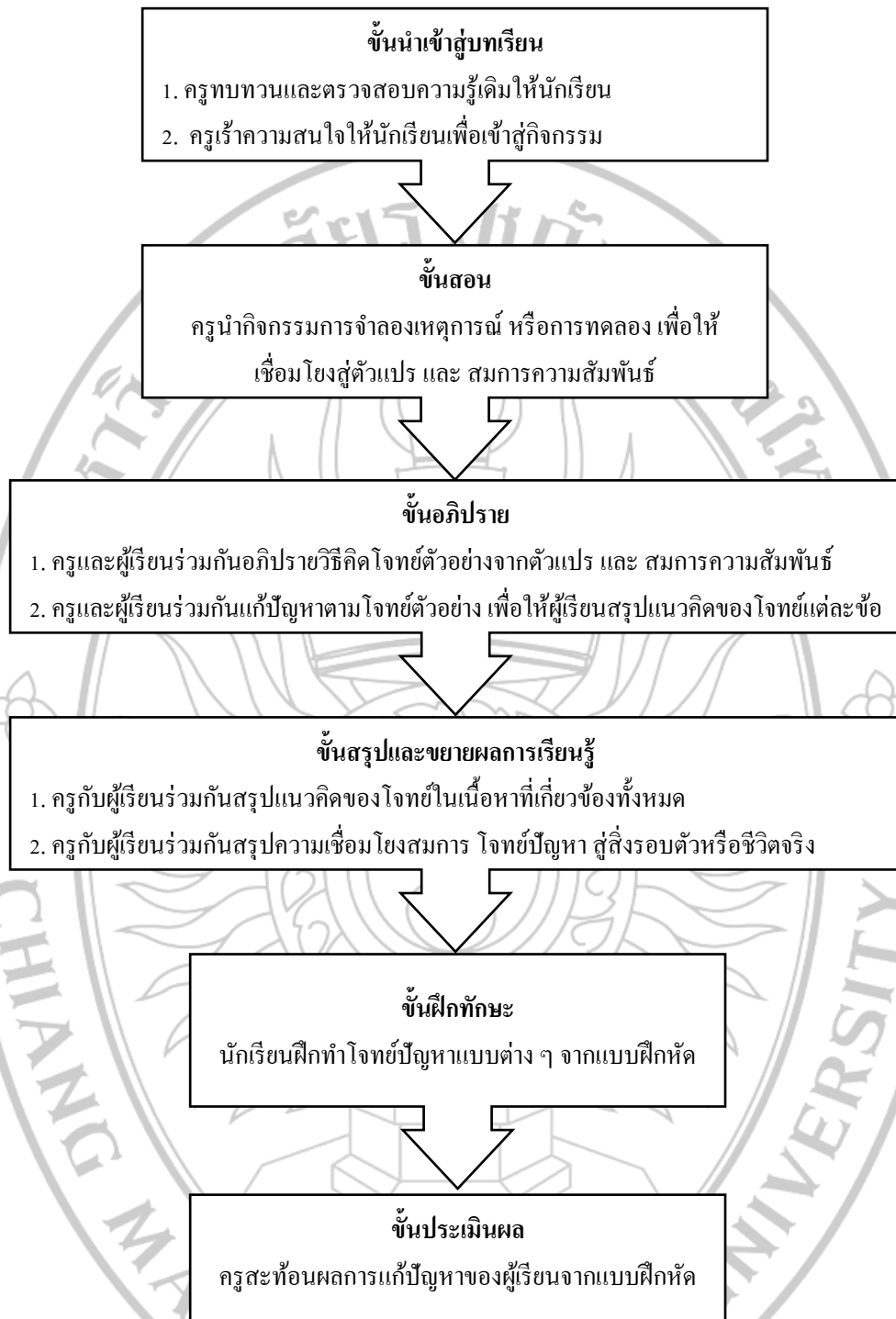
พูดถามตอบ เพื่อให้ได้ผลที่ดีควรคำนึงถึงคือ ชนิดของคำถาม โครงสร้างของคำถาม และขั้นตอนที่จะถามในระหว่างการสอน (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น.181)

เจนสิก โพธิศาสตร์ (2560, น.12) กล่าวว่า ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีวิธีการสอนเฉพาะ 2 วิธีการ คือ วิธีการสอนการทดลองในรายวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนโจทย์ปัญหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีลักษณะที่แตกต่างดังแผนภาพที่ 2.5 และ 2.6 ดังนี้



ภาพที่ 2.5 วิธีการสอนการทดลองในรายวิชาวิทยาศาสตร์

ที่มา : เจนสิก โพธิศาสตร์, 2560, น.12



ภาพที่ 2.6 วิธีสอนโจทย์ปัญหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์

ที่มา : เจนศึก โพธิศาสตร์, 2560, น.13

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์ พบว่ามีอยู่หลายวิธี ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรเลือกวิธีสอน หรือกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเอง มากที่สุด อาจเลือกใช้วิธีสอนใดวิธีหนึ่ง หรือนำหลายวิธีมาผสมผสานกัน เพื่อให้เหมาะสมกับ เนื้อหาและสภาพการณ์โดยทั่วไปในชั้นเรียน

จากการศึกษาการบูรณาการเนื้อหาและวิธีสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ครูผู้สอนจะต้อง บูรณาการผสมผสานความรู้ในเนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงและสามารถสอดแทรกจัดกิจกรรม หรือวิธีสอน ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เช่น การยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบ การสาธิต การอธิบายการทดลอง และการอภิปราย โดยมีการจัดเรียงเนื้อหาให้สอดคล้อง เหมาะสมกับ ความสามารถในการเรียนรู้ บริบทของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในหัวข้อที่เรา สอน

5. การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน

5.1 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา (PCK) ผนวกวิธีสอน มีดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2) ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี

3) กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ รวมทั้งการวัดและประเมินผล

4) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน

5.2 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2550, น.54) กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการ เรียนรู้ 8 ส่วนได้แก่

1) ชื่อวิชาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ชื่อหน่วยการ เรียนรู้ ชื่อเรื่อง และระยะเวลาที่สอน

2) สาระการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง เป็นการเขียนระบุเนื้อหาของบทเรียน หรือ เรื่องที่จะสอน การเรียงลำดับสาระการเรียนรู้ หรือหัวเรื่อง จะต้องลำดับตามเนื้อหาที่ต้องการก่อน หลัง และตามลำดับความยากง่าย

3) สาระสำคัญ หรือมโนคติ เป็นการเขียนหัวข้อเรียงลำดับตามสาระการ เรียนรู้หรือหัวข้อเรื่องหรือเขียนเป็นความเรียง โดยระบุส่วนที่แก่นของบทเรียนนั้น

4) จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นการระบุความคาดหวังที่แสดงพฤติกรรมของผู้เรียนที่คาดหวังหลังจบบทเรียน ซึ่งต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ เขียนเป็นข้อ ๆ เรียงลำดับตามหัวข้อสาระการเรียนรู้

5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ การเขียนกระบวนการจัดการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอนคือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นสรุปบทเรียน

6) สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นการเขียนรายการวัสดุ อุปกรณ์ สื่อ แหล่งเรียนรู้ ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้

7) การประเมินผล เป็นการเขียนระบุวิธีการประเมินผล ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

8) หมายเหตุ เป็นการเขียนบันทึกปัญหา อุปสรรคที่พบ และข้อเสนอแนะที่ได้หลังจากการสอนเมื่อจบบทเรียนแล้ว

5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือกระบวนการสำคัญอย่างหนึ่งในการสอนที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ยกตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการรายวิชาวิทยาศาสตร์ของ โรมีซ์ (Romey, 1968, pp.90-91) ได้สรุปเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ควรที่จะใช้สอนแบบเดียวกันตลอดไป เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีแบบของการเรียนรู้ (Study of Learning) ที่แตกต่างกัน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อาจใช้วิธีสอนต่าง ๆ กัน ดังนี้

5.3.1 การทำกิจกรรมอาจใช้การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสาธิตโดยให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด การเขียนรายงาน การทำงานกลุ่ม และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะแนวทาง

5.3.2 การอภิปราย อาจใช้เป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้เรียน

5.3.3 การให้ข้อมูล ซึ่งอาจเป็นการบรรยายของครูผู้สอน การสาธิตโดยครูผู้สอน การใช้อุปกรณ์การสอนของครูผู้สอน หรือการบรรยายของวิทยากร

กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ ดังนั้นหน้าที่ครูผู้สอนควรเลือกใช้กิจกรรมที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้น ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้

ดังเช่น ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น.181-182) มีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียนและความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ครูผู้สอนต้องเข้าร่วม ครูผู้สอนควรใช้เทคนิควิธีสอน สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วมในการเรียน อาจเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มย่อย
2. ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะด้วยการใช้เทคนิคและสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีการใช้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันทีเมื่อมีข้อสงสัย
3. ครูผู้สอนให้การส่งเสริมแรงทางบวก เมื่อผู้เรียนปฏิบัติถูกต้องตามวัตถุประสงค์หรืออาจงดการเสริมแรง เมื่อผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและจัดกระบวนการความรู้ได้ทันและเหมาะสม

6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

เพชฌุ กิจระการ (2546) ได้เสนอแนวทางในการหาประสิทธิภาพของแผนการเรียนรู้ หรือสื่อที่สร้างขึ้น โดยให้พิจารณาจากพัฒนาการของนักเรียนจากก่อนเรียนและหลังเรียนว่ามีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าใดซึ่งอาจพิจารณาได้จากการคำนวณค่า t -test (แบบ Dependent Samples) หรือหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) มีรายละเอียด ดังนี้

การหาค่าพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนโดยอาศัยการหาค่า t -test (แบบ Dependent Samples) เป็นการพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบนักเรียนทุกคนก่อน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า t -test (แบบ Dependent Samples) หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือได้ว่า นักเรียนกลุ่มนั้นมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้

การสื่อสาร

1. ความหมายของทักษะการสื่อสาร

การสื่อสารมีความหมายที่กว้างขวางและครอบคลุมกิจกรรมทุกอย่างของมนุษย์ ดังนั้นการให้ความหมายของการสื่อสารจึงมีความหลากหลายตามความสนใจของนักวิชาการแต่ละคนที่ทำให้ความสำคัญและพิจารณาการสื่อสารในภาพหรือมิติที่แตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

ไพโรธ เลิศพิริยกุลม (2543, น.13) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารหมายถึง การติดต่อซึ่งกันและกันในสังคมมนุษย์ เพื่อให้รับรู้เรื่องราวอันมีความหมายร่วมกันและก่อให้เกิดการตอบสนองต่อกัน การสื่อสารจะสมบูรณ์ต้องประกอบด้วยผู้ส่งสาร สาร สื่อหรือช่องทางการสื่อสารและผู้รับสาร การสื่อสารด้วยภาษาของมนุษย์มีทั้งการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน

ชันนี นฤทุม (2544, น.21-22) กล่าวว่า การติดต่อสื่อสาร คือ กระบวนการถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ ท่าทาง ตลอดจนข่าวสารจากบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจกันและปฏิบัติงานร่วมกัน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546, น.45) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ว่า “การสื่อสาร หมายถึง วิธีการต่าง ๆ ในการติดต่อมนุษย์ ซึ่งทำให้ฝ่ายหนึ่งรับรู้ความหมายของอีกฝ่ายหนึ่ง”

กิตติมา สุรสนธิ (2548, น.1) ได้กล่าวถึงความหมายของการสื่อสารไว้สรุปได้ว่า การสื่อสารหมายถึง การสร้างความร่วมมือ ความคล้ายคลึงกันให้เกิดขึ้นระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ซึ่งทั้งสองฝ่ายจะต้องมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารที่สอดคล้องกัน การสื่อสารจึงจะประสบความสำเร็จ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ ผู้ส่งสาร (Sender) สาร (Message) ช่องสาร (Channel) และผู้รับสาร (Receiver) ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะมีอิทธิพลซึ่งกันและกัน

จากทความหมายของการสื่อสารสรุปได้ว่า การสื่อสารหมายถึง วิธีการต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร และสามารถตอบสนองได้ตรงตามต้องการ การสื่อสารจะสมบูรณ์ต้องประกอบด้วยผู้ส่งสาร สาร สื่อหรือช่องทางการสื่อสารและผู้รับสาร การสื่อสารด้วยภาษาของมนุษย์มีทั้งการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน

2. การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ทูลเบอร์ (Thurber, 1976, p.513) กล่าวว่าโดยสรุปว่า ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในความคิดด้วยตนเอง

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540, น.18) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.228) ได้กล่าวสรุปทำนองเดียวกันว่า ทักษะในการสื่อสาร (Communication skills)

หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกต และการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูด หรือ การเขียน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2546ก, น.228) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การแสดงความคิดหรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย การสังเกต การทดลอง การอ่าน หรืออื่นๆซึ่งแสดงออกด้วยการพูดหรือการเขียนในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข, น.152) ได้ระบุถึง ความหมายของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการแสดงความคิด การแลกเปลี่ยนความรู้หรือการนำเสนอแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ด้วยการเขียน การอ่าน การพูด และการฟัง

มัลฟอร์ด และแกรนดวอร์ทรี (Malmfors & Garnsworthy, 2000, p.2) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ใหม่หรือการสื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนหรือการพูด เพื่อให้ผู้ฟังหรือผู้อ่านรับข้อมูลที่ถูกต้อง โดยการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความแม่นยำ มีสาระและมีความชัดเจน

จากการให้ความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หมายถึง การให้หรือการแลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ที่ได้จากการทำกิจกรรมหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการสังเกต การทดลอง การอ่าน หรืออื่น ๆ โดยแสดงออกสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำมีสาระและมีความชัดเจนสมบูรณ์ โดยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

2.2 กิจกรรมเสริมความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ทูเบอร์ (Thurber, 1976, p.514-534) กล่าวถึงกิจกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจัดสรุปได้ดังนี้

- 1) คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (The Vocabulary of Science) ซึ่งผู้เรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
- 2) การนำเสนอปากเปล่า (Oral Presentation) ได้แก่ การให้นักเรียนมีกิจกรรมต่อไปนี้

2.1) การสรุปรายงานหน้าห้องเรียนหรือรายงานสั้น ๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นเรียนและมีคำถามคำตอบจากเพื่อนในชั้น

2.2) การนำเสนอโดยมีจุดประสงค์ของการพูดและรายงาน เช่น ครูมอบหมายให้นักเรียนไปอ่านหรือชมภาพยนตร์เรื่องวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาพูดรายงาน

2.3) การนำเสนอเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพูดและนำเสนอมาอภิปราย

2.4) โดยการเขียนกำหนดสถานการณ์มาคิดแก้ปัญหาที่นั้น เช่น เกมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจให้เล่นเกมในเวลาสั้น ๆ แล้วให้เขียนแสดงจินตนาการ

2.5) รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการเกี่ยวกับหนังสือวิทยาศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดเวลาสั้น ๆ และให้นักเรียนนำเสนอความคิดจากการ ดูรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์หรือวิทยุ

3) การเขียนที่ดีและมีการเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยสนับสนุนการเขียนของนักเรียน เช่น การให้นักเรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่เรียน หรือการให้นักเรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่จำกัดหน้าในการเขียน

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดนั้น นอกจากจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดแล้วยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนด้วย

มังกร ทองสุตติ (2535, น.143-151) ได้กล่าวโดยสรุปว่าการปลูกฝังการใช้ภาษาและการสื่อความหมายที่เหมาะสมให้กับนักเรียนคือสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการการเรียนรู้เพื่อจะได้ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ได้ผลดียิ่งขึ้น การฝึกทักษะทางภาษาและทักษะการสื่อสาร ทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การอ่านหนังสือ (Reading Skills) เพื่อต้องการให้เด็กค้นหาข้อเท็จจริงหลักเกณฑ์ รวมทั้งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในอันที่จะช่วยให้เกิดความคิดเพิ่มพูนสติปัญญา หรือความประทับใจ ครูจะต้องเลือกสรรเรื่องรวมที่เด็กควรรู้และควรชี้แจงให้เด็กทราบถึงจุดประสงค์ของการอ่านแต่ละครั้งว่ามีประโยชน์อย่างไรบ้างเพราะการอ่านเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นั้นจะมีเป้าหมายของการอ่านที่แตกต่างไปจากการอ่านหนังสือประเภทอื่น ๆ ในห้องสมุดก็ดี หรือมุมหนังสือ ในห้องเรียนก็ดี จะได้รับการเสาะหาหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ประเภทต่าง ๆ เช่น ตำรา วารสาร เอกสาร บทความ ให้มีมากพอแก่ความต้องการ

2. การพัฒนาศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (Science Vocabulary Development) ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คำที่บัญญัติขึ้นเพื่ออธิบายความหมายในเนื้อหาของวิชาการมักเป็นคำเฉพาะที่นักเรียนจะได้พบเห็นและต้องศึกษาอยู่เสมอ การทำความเข้าใจในศัพท์จะช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แต่มีศัพท์วิทยาศาสตร์อยู่เป็นจำนวนมากที่มักจะใช้ปนอยู่กับการ

ใช้ภาษาประจำวันซึ่งนักเรียนจะเข้าใจเอาเองว่าตนเองเข้าใจคืออยู่แล้ว สิ่งเหล่านี้จะทำให้การเรียนการสอนมีปัญหาเกิดขึ้น การพัฒนาเรื่องศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ให้เด็กจะทำให้ได้ 2 ทาง คือ ครูสอนหรืออธิบายให้เด็กทราบโดยตรงก่อนที่จะเริ่มบทเรียน ส่วนอีกวิธีหนึ่งครูอาจจะสอนศัพท์ให้เด็กในขณะที่การเรียนกำลังดำเนินอยู่ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมอยู่ทั่วไป และอาจจะกระทำได้หลายวิธี เช่น

- 2.1 ให้เด็กรู้จักศัพท์ใหม่ขณะที่ทำการทดลอง เช่น มีการต่อเซลล์แบบต่างๆ คือต่อแบบอนุกรม ต่อแบบขนาน เราเรียกกลุ่มเซลล์หลาย ๆ เซลล์ว่าแบตเตอรี่ เป็นต้น
- 2.2 ให้เด็กรู้จักศัพท์ทางโสตทัศนูปกรณ์ เช่น สอนให้เด็กรู้จักการจัดทำป้านนิทรรศการการแสดงอุปกรณ์
- 2.3 ให้เด็กรู้จักศัพท์จากการรายงาน เช่น การพูด การฟัง
- 2.4 ให้เด็กรู้จักศัพท์จากอุปกรณ์ที่เด็กทำขึ้นเอง เช่น การทำแผนภูมิ กราฟ เป็นต้น
- 2.5 ให้เด็กรู้จักศัพท์โดยการสร้างความคิดรวบยอดหรือสังกัป
- 2.6 ให้เด็กรู้จักศัพท์จากการอ่านหนังสือ
- 2.7 ให้เด็กรู้จักศัพท์จากการใช้งานุกรม
- 2.8 ให้เด็กรู้จักศัพท์จากการนำคำพูดมาประกอบกันโดยอาศัยรากฐานของคำบางคำ เช่น คำว่า กราฟ (Graph) สังเคราะห์ (Synthesis) รูปภาพ (Photo) เต็ม (Tele) เราจะได้ศัพท์ใหม่ เช่น เทเลโฟโต้ (Telephoto) โทรเลข (Telegraph) หรือ การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เป็นต้น

3. ฝึกให้เด็กมีทักษะทางการพูดและการถกปัญหา (Speaking and Discussion Skills) ในการสอนวิทยาศาสตร์อาจจะฝึกเด็กให้เด็กมีทักษะเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ โดยระบบการสื่อสารอยู่ 2 วิธี คือการรายงานโดยปากเปล่ากับการถกปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างทักษะทางสังคมให้เด็กอีกด้วย การนำเสนอปากเปล่าเด็กจะต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนให้แก่เพื่อนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นั้นการใช้ภาษาพูดอย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดกับการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

4. ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟัง (Listening Skills) ในการเรียนของนักเรียนย่อมจะต้องอาศัยการฟังเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่ง เด็กที่มีทักษะในการฟังย่อมทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นและทักษะในการฟังนั้นเป็นสิ่งที่สามารถจะปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้ทั้งการฟังและการอ่าน มีลักษณะที่คล้ายกันอยู่มากมาย และมีจุดประสงค์อยู่หลายประการ เช่น

4.1 ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟังที่ถูกต้อง เช่น ฝึกให้เด็กฟังเกี่ยวกับคำชี้แจงเพื่อตอบปัญหา ฟังเพื่อติดตามเรื่องราว ฟังเพื่อให้ระลึกถึงสิ่งที่ผ่านมาแล้ว เป็นต้น

4.2 ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟังเพื่อพินิจพิจารณาและวิจารณ์ เช่น ฝึกให้เด็กฟังเกี่ยวกับคุณค่า ให้รู้จักข้อแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็นเพื่อสรุปความหรือแสดงความคิด

4.3 ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความซาบซึ้ง เช่น ฟังเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ คำประพันธ์ หรือละคร

4.4 ฝึกให้เด็กมีทักษะในการฟังเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เช่น ช่วยให้เกิดความคิดใหม่ ๆ แปลก ๆ ภายหลังที่เด็กได้ฟังเกี่ยวกับการทดลอง การสาธิต การวิจัย เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เป็นต้น

5. ฝึกให้เด็กมีทักษะในการเขียน (Writing Skills) นักเรียนมีโอกาสนี้แสดงความสามารถในการเขียนได้มากมาย เช่น การทำรายงาน การตอบปัญหา การเขียนรายงาน อาจจะแบ่งได้ดังนี้

5.1 การทำรายงาน (List) เพื่อแสดงตัวเลขประกอบคำอธิบายตัวเลขเหล่านี้ อาจได้แก่ความจริงต่าง ๆ การแสดงความคิด (Ideas) เพื่อแสดงข้อคิดเห็นของตน

5.2 การรวบรวมความคิดสำคัญ (Grouping of Main Ideas) เป็นการเขียนเกี่ยวกับข้อคิดการวิจารณ์ นักเรียนจะต้องรู้จักการเลือก การตัดสินใจมากกว่าการใช้ความจำ

5.3 การเขียนเพื่อแสดงการจำแนกแจกแจงแบ่งชั้น (Classifying Information) ในการนี้นักเรียนจะต้องใช้ความพยายาม การสังเกตและการค้นคว้าประกอบ

5.4 การสรุป (Summary) เป็นการเขียนเพื่อตอบปัญหาการแสดงผลการทดลอง การรายงาน เป็นต้น

การฝึกเด็กในการเขียนจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เด็กรู้จักการรวบรวมความรู้ต่าง ๆ เข้ามาเป็นหมวดหมู่ สร้างกฎเกณฑ์และนำไปใช้ได้ ครูต้องคำนึงถึงความสามารถของเด็กและช่วยให้เด็กเกิดประสบการณ์มากขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและหลีกเลี่ยงการคัดลอกจากตำราให้มากที่สุด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.19) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถฝึกทักษะการสื่อสาร ได้ดังต่อไปนี้

1. การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่างๆ จากการดูโทรทัศน์ หรือการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต โดย

มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้ เป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้เวลาครั้งละ 10 นาทีก่อนจะมีการสอนตามปกติก็ได้

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษา หรือการศึกษาดูภาคสนาม ในโอกาสที่นักเรียนกลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษาดูภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง

3. การจัดแสดงผลงาน ในกรณีที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่นๆ ควรกำหนดให้มีวันที่แน่นอนเพื่อจัดแสดงผลงานให้เพื่อน ๆ ในชั้น หรือทั้งโรงเรียน ได้ชม และถ้าเป็นไปได้ควรเชิญบุคคลในชุมชนมาชมด้วย ไม่ควรถือว่าการแสดงผลงานเป็นการประกวด ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการแสดงผลงาน รวมทั้งการจัดการเพื่อให้ผลงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี นักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่ที่จำกัด ซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุป และ ตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอด้วยวาจาและผลงาน

4. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้มนุษย์ในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ วิทยาการคอมพิวเตอร์จึงเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาความคิด จินตนาการ อันจะนำไปสู่การแปลงรูปจากจินตนาการมาเป็นชิ้นงานสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์

2.3 การวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 วิธีการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะวิธีการวัดและประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ในด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ในการสื่อสารหรือแบบสังเกตพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยรวบรวมไว้ได้ดังนี้

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น.26) ได้กล่าวถึงการประเมินการอ่าน การคิดวิเคราะห์และการเขียน ไว้โดยสรุปได้ว่า เป็นการประเมินศักยภาพของผู้เรียนในการอ่านหนังสือ เอกสาร และสื่อต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้ความเข้าใจของตนเอง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เนื้อหาสาระของเรื่องที่อ่าน ซึ่งนำไปสู่การสังเคราะห์สร้างสรรค์ และแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ และความสามารถในการถ่ายทอดความคิดเหล่านั้นด้วยการเขียนสื่อความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ และความสามารถในการถ่ายทอดความคิดเหล่านั้นด้วยการเขียนสื่อความที่สะท้อนถึงสติปัญญา ความรู้ความเข้าใจ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา และ สร้างสรรค์จินตนาการอย่างเหมาะสมและมีคุณค่า พร้อม

ด้วยประสบการณ์และทักษะในการเขียนที่มีสำนวนภาษาถูกต้อง มีเหตุผล และลำดับขั้นตอนในการนำเสนอ ที่สามารถสร้างความเข้าใจแก่ผู้อ่านได้อย่างชัดเจน

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น.13) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการสื่อสารได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนที่มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือความเห็น ดังนี้

1. ให้ความคิดแลกเปลี่ยนเรียนรู้
2. พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน
3. อธิบายหรือเขียนข้อสรุปเรื่องราวการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ
4. นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิต
5. สื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอวิธีการวัดความสามารถในการสื่อสาร ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ซึ่งผู้วิจัยสามารถรวบรวมได้ดังนี้

1. การประเมินความสามารถด้านการฟัง

สุภัทรา อักษรานเคราะห์ (2532, น.64-66) ได้เสนอการวัดความสามารถด้านการฟังว่า การวัดและประเมินผลทักษะการฟัง อาจดำเนินการในระหว่างการเรียนรู้การสอน เพื่อความรู้ความสามารถที่จะสื่อสารในเรื่องที่เรียนและในตอนปลายภาคด้วย การวัดและประเมินผลทักษะการฟังได้ดังนี้

- 1) ให้ตอบคำถาม
- 2) ให้ฟังแล้วลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) ให้ฟังบทสนทนาแล้วตอบคำถาม
- 4) ใช้แบบทดสอบเขียนหรือปากเปล่า โดยให้ผู้เรียนฟังเรื่องจากผู้สอนหรือเทป แล้วเติมคำที่ขาดหายไปจากบทสนทนา ข้อความหรือเรื่องเล่า

นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548) ได้กล่าวถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฟังของนักเรียนไว้ดังนี้

1. นักเรียนทราบจุดประสงค์ของผู้พูดหรือไม่ ถ้าทราบแล้วสามารถบอกได้ว่าจุดประสงค์นั้นคืออะไร
2. นักเรียนทราบหรือไม่ว่าข้อความที่ผู้พูดมานั้นครบถ้วนหรือไม่ ถ้าทราบแสดงว่าการฟังของนักเรียนสูงขึ้นไปอีกขั้นหนึ่ง

3. นักเรียนบอกได้ว่า เนื้อหาที่ได้ฟังนั้นน่าเชื่อถือหรือไม่ อย่างไร ถ้าบอกได้ชัดเจนแสดงว่าการฟังสัมฤทธิ์ผลในระดับสูงขึ้นไปอีก แต่ถ้าบอกไม่ได้หรือไม่สามารถระบุได้ แสดงว่าการฟังของนักเรียนยังไม่สัมฤทธิ์ผลในขั้นนี้

4. นักเรียนบอกได้ว่าสารที่ได้ฟังนั้นมีคุณค่า เป็นประโยชน์หรือไม่อย่างไร ถ้าบอกได้หรือประเมินได้ การฟังนั้นก็สัมฤทธิ์ผลในขั้นสูงขึ้นไปอีก

2. การประเมินความสามารถด้านการพูด

วินิจ วรรณธอม (2540) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการพูดไว้ 2 ลักษณะคือ

1) ให้คณะกรรมการหรือบุคคลอื่นประเมินให้ อาจจะประเมินหยาบ ๆ จากการสังเกตแล้วแนะนำให้ผู้พูดแก้ไขข้อบกพร่อง หรือประเมินเป็นลายลักษณ์อักษร มองให้ผู้พูดไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาการพูดต่อไป

2) ประเมินด้วยตนเอง อาจจะประเมินหยาบ ๆ โดยการสังเกตเอาจากผู้ฟังว่ามีความสนใจมากน้อยเพียงใด หรือประเมินความพร้อมของตนเองโดยทำใจเป็นกลาง ยุติธรรมต่อตนเองว่ามีส่วนใดดี ส่วนใดไม่ดี หรือจะประเมินลงในแบบฟอร์มก็ได้

ฐาปณีย์ กาละกาญจน์ (2548) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการพูด สรุปได้ว่าการประเมินผลการพูดที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีคือ

1) วิธีการประเมินผลโดยใช้แบบฟอร์ม

แบบฟอร์มประเมินผลการพูดที่ใช้กันโดยทั่วไปมักจะครอบคลุมการประเมินผลในเรื่องของเนื้อหาสาระ การใช้เสียงและภาษา การใช้สีหน้า แววตา สายตา การใช้ท่ากิริยาประกอบกรพูด การปรับตัวให้เข้ากับผู้ฟัง มารยาทในการพูด ความกระตือรือร้น และการรักษาเวลา เป็นต้น

2) วิธีการประเมินผลโดยไม่ใช้แบบฟอร์ม

การประเมินผลโดยไม่ใช้แบบฟอร์ม นับเป็นการประเมินผลที่ให้ความสำคัญอิสระแก่ผู้ประเมินผลมากที่สุด โดยการสังเกตทั้งจุดเด่นและจุดด้อยของผู้พูดเอาไว้ ถึงแม้จะไม่ใช้แบบฟอร์มแต่ก็ต้องมีการบันทึกไว้ตามที่สังเกตได้ โดยใช้วิธีการฟังไปบันทึกไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ผลตามวัตถุประสงค์อื่น ๆ ต่อไป

3) การประเมินความสามารถด้านการเขียน

สำนักทดสอบทางการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (2542) ได้ให้แนวทาง การตรวจให้คะแนนการเขียนพิจารณาไว้ดังนี้

3.1) องค์ประกอบของการเขียนต้องมีความถูกต้องตามลักษณะการเขียน

3.2) เนื้อหาสาระของเรื่องต้องสัมพันธ์กับชื่อเรื่อง มีประเด็นสำคัญ สมบูรณ์และชัดเจนมีข้อมูลสนับสนุน เพื่อความชัดเจนของเรื่องอย่างสมบูรณ์

3.3) ส่วนวนภาษาต้องใช้ถ้อยคำสุภาพเหมาะสมกับบุคลากร ใช้ ส่วนวนโวหารตรงตามความหมาย การเชื่อมคำ เชื่อมประโยค เชื่อมข้อความที่ถูกต้อง การเรียบเรียง ถ้อยคำต่อเนื่องเป็นไปตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษาไทย

3.4) อักษรวิธีต้องมีการสะกดคำ การใช้อักษรย่อ การใช้สัญลักษณ์ เครื่องหมายวรรคตอนเป็นไปตามหลักเกณฑ์การใช้ภาษาไทย

3.5) ความสะอาดเรียบร้อย ต้องเขียนเป็นระเบียบอ่านง่าย สะอาด ไม่มีรอยลบขีดฆ่า

ชะอุ่ม โชติทอง (2549) ได้เสนอวิธีการตรวจสอบงานเขียนได้ดังนี้

1. ข้อความมีรูปแบบที่ถูกต้องหรือไม่
2. ข้อความมีจุดมุ่งหมายสำคัญหรือไม่
3. ข้อความมีเนื้อหารายละเอียดเพียงพอหรือไม่
4. เนื้อหาจัดวางถูกต้องเหมาะสมหรือไม่
5. ข้อความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (เอกภาพ) หรือไม่
6. ข้อความนั้นน่าสนใจ เน้นเพียงพอที่ผู้อ่านจะเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่เราพอจะคาดคะเนหรือไม่

7. มีตอนใดผิดหลักไวยากรณ์หรือไม่

8. มีคุณค่าแก่ผู้อ่านด้านใดด้านหนึ่งหรือหลาย ๆ ด้านหรือไม่

จากการวัดประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการสื่อสารสามารถทำได้ดังนี้

- 1) การใช้แบบทดสอบการเขียน การสัมภาษณ์ และการตอบคำถาม
- 2) การอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้
- 3) การอ่านสรุปใจความสำคัญ
- 4) การลำดับเหตุการณ์เรื่องราวที่ฟัง
- 5) การนำเสนอ แสดงผลงาน และการสาธิต

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ประกอบด้วย

1) แบบ สังเกต (Observation Form) คือเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา คือ ความสามารถในการสื่อสาร

2) แบบ ประเมินการปฏิบัติ (Performance Assessment Form) คือเครื่องมือที่ใช้ประกอบการประเมินการให้ปฏิบัติจริง เป็นแบบบันทึกผลการปฏิบัติตลอดกระบวนการโดยการให้ปฏิบัติเป็นรูปแบบ หรือวิธีการที่กำหนดขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมที่จัดเป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้
 นิภา เมธาวิชัย (2536, น.65) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ โดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลทางการเรียนช่วยในการศึกษาเพื่อทดสอบว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

สุวิทย์ หิรัญกาญจน์, สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ และพนินทร์ชัย อินทราภรณ์ (2540, น.5) ได้เรียบเรียงความหมายของผลสัมฤทธิ์ หรือผลสัมฤทธิ์ ทางกรเรียนไว้ในพจนานุกรมศัพท์ ทาง การศึกษาหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถความรู้หรือทักษะหรือหมายถึงผลของการ เรียนการสอนหรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ ก็ได้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น.387 – 389) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือ กระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน และ เป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544, น.8) ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า คือพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้าน สติปัญญาหรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีได้ยึดแนวทางของ เคปเลอร์ (Klopler) ในการประเมินการเรียนรู้ด้านสติปัญญา หรือด้าน ความรู้ ความคิด แบ่งได้ 4 ด้านคือ

1. ความรู้ ความจำเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถจดจำคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

2. ความเข้าใจ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ด้านความสามารถในการอธิบาย และให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนให้ด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็นปัญหา และการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา การแปลความหมายข้อมูล และการสร้างข้อสรุป

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ด้านเนื้อหา ทักษะ ความสามารถของนักเรียนที่เกิดขึ้นหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งสามารถวัดจากพฤติกรรมในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยให้ผล โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดผล

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผู้ให้ความหมาย พอสรุปได้ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540) ได้กล่าวเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

วิรัช วรรณรัตน์ (2541) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้วัดความรู้ความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้อะไรบ้าง มากน้อยเท่าไร เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2548) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตาม จุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จันทน์ เทือกทอง (2549) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับลึก

และมีทักษะในการปฏิบัติการตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับการพัฒนาการต่าง ๆ ของนักเรียน

สุदारตัน นนทคลัง (2550) กล่าวว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว และเป็นผลต่อเนื่องมาจากหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน วิธีเรียนของผู้เรียน ตลอดจนการใช้สื่อการเรียนการสอน รวมถึงประสบการณ์การเรียนรู้นอกห้องเรียนที่ผู้เรียนได้รับในอดีตหรือปัจจุบัน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด ในด้านเนื้อหาวิชาการ แต่ไม่เน้นความสามารถทางกายและความรู้สึก

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นการวัดความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งเน้นการวัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านความคิดที่เป็นผลมาจากวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอน

4. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(2546, น.16) ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าเป็นการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะต้องมีเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอน

สุวิมล ติรกานันท์ (2550, น.81) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความรู้ ความเข้าใจของกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เขาวดี วิบูลศรี(2551, น.16) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วทำอะไร มีความสามารถชนิดใด

มาเรียม วัฒนาค (2559, น.53) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งสามารถสังเกตได้

4.2 วิธีการวัด

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่มีความสัมพันธ์สูงกับระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม(Grade) หรือคะแนนสอบ (Test score)

กรมวิชาการ (2544) กำหนดไว้ว่าการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

- 1) วัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 2) วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- 3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
- 4) ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
- 5) การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

5. การหาประสิทธิภาพ

5.1 ความหมายของการหาค่าประสิทธิภาพ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (2553, น.90-96) กล่าวถึงการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ ดังนี้

5.1.1 การคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC)

การวัดค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิธีการหนึ่งที่นิยมกัน คือการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ว่ามีความสอดคล้อง หรือตรงกับจุดประสงค์หรือไม่ โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา และคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องดังกล่าว โดยแสดงดังสมการที่ (2.1)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (\text{สมการที่ 2.1})$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

การให้คะแนนผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคนให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้
ให้คะแนน + เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับ
จุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
กับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง
กับจุดประสงค์

5.1.2 ความยากง่าย (Difficulty: p)

ข้อสอบที่ดีควรมีลักษณะที่ยากง่ายปานกลาง ข้อสอบที่ยากเกินไปจนกระทั่ง
คนเก่งก็ทำผิดคนไม่เก่งก็ตอบไม่ได้ ทุกคนหรือเกือบทุกคนตอบไม่ถูก ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี
จะต้องปรับปรุงให้มีความยากง่ายปานกลาง มีผู้ตอบผิดบ้าง ถูกบ้าง โดยแสดง ดังสมการที่ (2.2)

สูตรการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบรายข้อ

$$p = \frac{H + L}{2N}$$

สมการที่ (2.2)

เมื่อ p คือ ค่าความยากง่าย
H แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มคนเก่ง
(ตามสูตรนี้ คนเก่ง คือคนที่ได้คะแนนสูงสุด ร้อยละ 25 แรกของกลุ่ม
ผู้สอบทั้งหมด)

L แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มคนไม่เก่ง
(ตามสูตรนี้ คนเก่ง คือคนที่ได้คะแนนสูงสุด ร้อยละ 25 ท้ายของกลุ่ม
ผู้สอบทั้งหมด)

N แทน จำนวนคนทั้ง 2 กลุ่มรวมกัน

ค่าความยากง่ายแทนด้วย p ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1.00 โดยค่าที่ได้จะอ่าน
ความหมายได้ดังนี้

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.00 – 0.19 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.40 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.41 – 0.60 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.00 – 0.19 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

ค่า p อยู่ระหว่าง 0.81 – 1.00 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

5.1.3 อำนาจจำแนก (Discrimination: r)

ข้อสอบที่ดีต้องมีอำนาจจำแนก คนที่เก่งออกจากคนไม่เก่งได้ กล่าวคือ คนเก่งควรตอบถูกและคนไม่เก่งควรตอบผิด ข้อสอบใดที่คนเก่งก็ตอบถูก คนไม่เก่งก็ตอบได้เป็นข้อสอบที่ไม่ดีเพราะตอบแล้วจะไม่รู้ว่าใครเก่ง ใครไม่เก่ง หรืออีกกรณีหนึ่งคือ คนเก่งก็ตอบไม่ได้ คนไม่เก่งก็ตอบไม่ได้ เช่นนี้ก็เรียกว่าข้อสอบไม่มีอำนาจจำแนก บางกรณียิ่งแล้วไปใหญ่ คือ คนเก่งตอบผิด คนไม่เก่งกลับตอบถูกแบบนี้เรียกว่าจำแนกกลับ ข้อสอบแบบนี้ต้องตัดทิ้ง

สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบที่เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม คำนวณได้จากสูตรสมการที่ (2.3)

$$r = \frac{\text{จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง} - \text{จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ}}{\text{จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ}} \quad \text{หรือ}$$

$$r = \frac{Ru - RL}{N} \quad \text{สมการที่ (2.3)}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

Ru แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มเก่ง

RL แทน จำนวนคนที่ตอบข้อสอบนั้นถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม (ซึ่งต้องมีจำนวนเท่ากัน)

ค่าอำนาจจำแนก (r) จะมีค่าอยู่ระหว่าง - 1.00 ถึง +1.00 โดยค่า r แต่ละค่าจะมีความหมายดังนี้

ค่า r เป็นลบ แสดงว่า มีอำนาจจำแนกในทางตรงข้าม

ค่า r ระหว่าง 0.00 – 0.19 แสดงว่า ไม่มีอำนาจจำแนก

ค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แสดงว่า มีอำนาจจำแนกดี

เกณฑ์การพิจารณาข้อสอบ

1. ข้อสอบดีมาก คือข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (P ระหว่าง 0.41 – 0.60)

และ มีค่าอำนาจจำแนกดี (r มากกว่าหรือเท่ากับ 0.20)

2. ข้อสอบดี คือ ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (p ระหว่าง 0.61 – 0.80) หรือข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (p ระหว่าง 0.20 – 0.40) และมีค่าอำนาจจำแนกดี (r มากกว่าหรือเท่ากับ 0.20)

3. ข้อสอบพอใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ (p ระหว่าง 0.21 – 0.80) และมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ (r ระหว่าง 0.00 – 0.19) หรือข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกดี (r มากกว่าหรือเท่ากับ 0.20) หรือข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกดี (p ระหว่าง 0.00 – 0.19) หรือมีความง่ายมาก (p ระหว่าง 0.81 – 1.00)

4. ข้อสอบไม่ดี คือ ข้อสอบที่มีความยากมาก (P ระหว่าง 0.00 – 0.19) หรือข้อสอบที่มีความง่ายมาก (p ระหว่าง 0.81 – 1.00) และมีค่าอำนาจจำแนกน้อย (r ระหว่าง 0.00 – 0.19)

5. ข้อสอบใช้ไม่ได้ คือ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกในทางกลับกัน หรือไม่มีอำนาจจำแนก (r เป็นลบ)

5.1.4 ค่าความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยงของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของข้อสอบ ไม่ว่าจะสอบกี่ครั้ง นักเรียนคนเดิมควรจะได้คะแนนไม่แตกต่างจากเดิม วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นมีหลายวิธี เช่นการสอบซ้ำ (test – retest), การทดสอบจากข้อสอบคู่ขนาน (Parallel Form) เป็นต้น ซึ่งการคำนวณค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีดังกล่าว สามารถทำได้โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน แต่ถ้าเป็นการคำนวณหาค่าความสอดคล้องภายใน โดยการทดสอบเพียงครั้งเดียวกับนักเรียนกลุ่มเดียว อาจใช้การแบ่งครึ่งข้อสอบ (split – half) การใช้ข้อสอบคู่ขนาน หรืออื่น ๆ ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องได้จากสูตร KR_{20} หรือ KR_{21} หรือ Cronbach's Alpha) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง +1 (ค่าความเชื่อมั่นที่ดีนั้นไม่มีการกำหนดแน่นอน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น คุณลักษณะของกลุ่มผู้สอบ สภาพแวดล้อม การกำหนดเวลาในการสอบ เป็นต้น โดยทั่วไปค่าที่น่าเชื่อถือควรจะมากกว่า 0.70) มีสูตรในการคำนวณ แสดงในสมการที่ (2.4) และ 2.5 ตามลำดับ

1. สูตร KR_{20}

$$KR_{20} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n p_i q_i}{s_t^2} \right] \quad \text{สมการที่ (2.4)}$$

2. สูตร KR_{21}

$$KR_{21} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left[1 - \frac{\bar{x}(k-\bar{x})}{ks_t^2} \right] \quad \text{สมการที่ (2.5)}$$

pi แทน สักส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อ

qi แทน สักส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อ

k แทน จำนวนข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ยรวมทั้งฉบับ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอน โดยอาศัยเครื่องมือวัดผลความรู้หรือทักษะที่นักเรียนได้รับมาจากวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้วัดความรู้และทักษะที่ได้รับการพัฒนาจากการเรียนการสอนโดยอาศัยการทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลความรู้หรือทักษะที่นักเรียนได้รับจากการเรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดทั้งความรู้ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ โดยนำข้อสอบมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง, ความยากง่าย, หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นและนำผลทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาหาค่าสถิติ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2540) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง อาจแบ่งเด็กเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน มีเด็กเก่ง 1 คน กลาง 1 คน อ่อน 1 คน เมื่อเรียนจบแล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531, น.130-135) ได้กล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดโดยการสอนอ่าน สรุปได้ว่าเป็นลักษณะการอ่านแบบจำเรื่อง ซึ่งครอบคลุมหมายถึงให้นักเรียนอ่านบทความ หรือเอกสารต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนรายงาน ย่อความ สรุปความ หรือตอบคำถามตามที่ครูตั้งไว้ ซึ่งการสอนแบบนี้ นักเรียนสามารถประเมินผลได้ทันที นักเรียนจำได้รู้ว่าเป็นคำตอบของตนเองบอกพร้อมที่ตรงไหน และ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรักการอ่านหนังสือด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริม ให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง เรียนรู้ได้กว้างขวางขึ้นนอกจากนี้ได้เสนอรายงานผลการทดลอง (Communication Skills) เพื่อเป็นการถ่ายทอดเรื่องราวที่นักเรียนได้ดำเนินการไปทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจโดยการพูดและการเขียนรายงานการทดลอง

อัจฉราภรณ์ สุริยวงศ์ (2548) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบระดมสมอง โดยฝึกความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนมีการ

สื่อสารกันคุยปรึกษาหารือ มีการแสดงออกทางภาษา พูดอภิปรายให้ผู้อื่นได้รับรู้จากการจัดการเรียนการสอน จากการศึกษาพบว่า 1) คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองสูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปาริชาติ ราชแก้ว (2554) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส ต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลจากการวิจัยพบว่า 1) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ เอส เอส ซี เอส หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

อรพินท์ ดันเมืองใจ (2554) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

เกตุกนก ด้านสัมฤทธิ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหามาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge : PCK) เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge : PCK) เพื่อพัฒนาการวิเคราะห์ เรื่องลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 10.97 คะแนน และ 31.41 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน

พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

สราวุธ ภูมิเขตต์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิด PCK กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิดความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ที่มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.34/81.35 ดังนั้นประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิด ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) มีค่าเท่ากับ 0.7279 นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .001 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิดความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.48$, S.D. = 0.57)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนซึ่งจะทำให้ความสามารถด้านการสื่อสารของนักเรียนดีขึ้น โดยฝึกความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่านและการเขียน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ทูลเบอร์ (Thurber, 1976) กล่าวถึงกิจกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ควรจัด สรุปได้ดังนี้

- 1) ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ (The Vocabulary of Science) ซึ่งให้ผู้เรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
- 2) การนำเสนอปากเปล่า (Oral Presentation) ได้แก่การให้นักเรียนมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.1) การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือรายงานสั้น ๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นเรียน และมีคำถามคำตอบจากเพื่อนในชั้นเรียน

2.2) การนำเสนอโดยมีจุดประสงค์ของการพูดรายงาน เช่นคร่อมอบหมายให้นักเรียนได้ไปอ่านหรือชมภาพยนตร์เรื่องวิทยาศาสตร์แล้วนำมาพูดรายงาน

2.3) การนำเสนอเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจ ที่ต้องการพูดและนำมาเสนออภิปราย

2.4) โดยการให้เขียนกำหนดสถานการณ์และคิดแก้ปัญหา นั้น เช่น เกมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูอาจให้เล่นเกมในเวลาสั้น ๆ แล้วให้เขียนจินตนาการ

รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการเกี่ยวกับหนังสือวิทยาศาสตร์ อาจจัดกิจกรรม กำหนดเวลาสั้น ๆ และให้นักเรียนนำเสนอความคิดจากการดูรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์หรือ วิทยุ

การเขียนที่ดีและมีการเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยสนับสนุนการเขียน ของนักเรียน เช่น การให้นักเรียนเขียนสรุปจากบทเรียนที่เรียน หรือการให้นักเรียนได้เขียน จากประสบการณ์โดยไม่ต้องจำกัดหน้าในการเขียน

มัลเฟอร์ และแกรนด์ (Malmfors and Garms, 2000) กล่าวถึงรูปแบบของการ สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์มีด้วยกันหลายรูปแบบ ได้แก่ สาร วิทยาศาสตร์ รายงานทางวิชาการ บทความวิจัย บทความวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์ คอมพิวเตอร์ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ไปสเตอร์ การประชุม การพูดนำเสนอ การสัมภาษณ์ การอภิปราย ซึ่งการติดต่อสื่อสารแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและ ลักษณะของผู้รับสาร ดังนั้นในการเลือกใช้รูปแบบใด ผู้ส่งสารควรพิจารณาให้รอบครอบ ก่อนสื่อ ออกไป

มารีริซ่า และเอลิซาเบธ (Marissa and Elizabeth, 2014) ได้ศึกษาการใช้กรอบ แนวคิดเนื้อหา แผนวิธีการสอน ในการสอนไฟฟ้าเคมีสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ในจังหวัด กัวเตมา ประเทศอเมริกาใต้ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มครูผู้สอนในแอฟริกาใต้ที่สอนระดับชั้นเกรด 12 ที่ได้รับการสอนเรื่องไฟฟ้าเคมี ได้รับการทดสอบความรู้ 2 ส่วนคือ สำนวนความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา และกลยุทธ์วิธีสอน ผ่านการทดสอบความสามารถในการสอนเฉพาะหัวข้อผ่านทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เดิมของผู้เรียน ความสามารถทางด้านหลักสูตร การจัดกิจกรรม และกลยุทธ์วิธีสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เรื่อง ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม ตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 64 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม ตำบลนาโบสถ์ อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับฉลาก

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิริยาเคมี
2. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอน

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา พจนานุกรมวิธีการสอนตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคู่มือการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ สื่อ แหล่งการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และใช้การเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ม.2/2 แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย

ม.2/3 นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์

ม.2/4 ออกแบบการทดลองในการอธิบายผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารรวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสารโดยใช้สารสนเทศ

ม.3/3 อธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมถึงการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมเมื่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยใช้แบบจำลองและสมการข้อความ

ม.3/4 อธิบายกฎทรงมวลโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ม.3/5 วิเคราะห์ปฏิกิริยาคูลความร้อนและปฏิกิริยาคายความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา

ม.3/6 อธิบายปฏิกิริยาการเกิดสนิมของเหล็ก ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ ปฏิกิริยาของกรดกับเบส และปฏิกิริยาของเบสกับโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และอธิบายปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเกิดฝนกรด การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้สารสนเทศรวมทั้งเขียนสมการข้อความแสดงปฏิกิริยาดังกล่าว

ม. 3/7 ระบุประโยชน์และโทษของปฏิกิริยาเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและยกตัวอย่างวิธีการป้องกันและแก้ปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน จากสืบค้นข้อมูล

3.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และองค์ประกอบอื่น ๆ ของเรื่องการจัดเอกสารและปฏิกิริยาเคมี

3.1.4 นำแผนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (รายนามปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อบกพร่องมาแก้ไขปรับปรุงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง การจัดเอกสารและปฏิกิริยาเคมี

3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจัดเอกสารและปฏิกิริยาเคมี ไปใช้จัดการเรียนการสอน

2. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาตำราเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ ความหมาย และวิธีการวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์ ขอบ่งชี้ ด้านทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาในเรื่องการจัดเอกสารและปฏิกิริยาเคมี

2.3 มีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย แบบสังเกต และแบบประเมินการปฏิบัติ ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

2.4 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายนามปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-objective Congruence: IOC) เท่ากับ 0.93

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหนังสือประกอบการเรียนเรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.3 วิเคราะห์ตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี โดยวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลการเรียนรู้ 4 ด้านคือ ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ และ ด้านการนำไปใช้

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา และ โครงสร้าง ตลอดจนภาษาที่ใช้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายนามปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โครงสร้าง และภาษาที่ใช้ โดยการหาค่าดัชนีความคล่อง (Index of Item-objective Congruence: IOC) ระหว่าง ข้อคำถาม และตัวเลือก กับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และดำเนินการคัดเลือกเฉพาะข้อคำถาม ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของคำถาม ภาษาที่ใช้ รวมถึงความยากง่ายของคำถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้วจำนวน 60 ข้อไป ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอสว่าง จังหวัดตาก ภาค เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 63 คน

3.7 นำผลไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และ ค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.8 หลังจากการทดลองใช้ คัดเลือกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเหลือ 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.59 และ ค่าอำนาจการจำแนก (r) เท่ากับ 0.52 และ ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.77

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอน การดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 2/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลาก
2. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ตาม กรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการจำแนกสารและ ปฏิกิริยาเคมี
3. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบ แนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอนทั้งหมด 12 แผน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พร้อมวัดความสามารถใน

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนทุกแผน วิชาด้วยแบบทดสอบ
ปลายเปิด การสังเกต แล้วเทียบค่าคะแนนจาก Rubric เป็นต้น

5. ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน

การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 คำนวณความคล่อง (IOC)

1.2 ค่าความยากง่าย (p)

1.3 ค่าอำนาจจำแนก (r)

1.4 ค่าความเชื่อมั่น (KR_{20})

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การทดสอบค่า t -test

2.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

2.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี และ 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน 2) แบบวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่า t-test

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี จำนวน 12 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 24 ชั่วโมง มีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.89 – 0.93

2. ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับ ค่อนข้าง

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิด เนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจำแนกสาร และปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้แยกอภิปรายผลเป็นประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน

จากผลการวิจัย ได้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารตำรา และงานวิจัย อีกทั้งได้รับคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ และนักการศึกษาหลายท่าน เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นกำหนดจุดมุ่งหมายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดวิธีการสอนในแต่ละกิจกรรม และวิธีวัดและประเมินผล ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ในแต่ละแผนการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี จำนวนทั้งสิ้น 12 แผนการเรียนรู้ ดังตัวอย่างแสดงในภาคผนวก ค เมื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข ปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่าแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอนที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนได้ และจากการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้สอนพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีสอน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำ วิธีการสอนที่หลากหลาย แนวคิด ประสบการณ์ วิธีการจัดการเรียนการสอนมาผสมผสานกัน เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหา ดังที่ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และวรรณทิพา รอดแรงกล้า (2548) ได้สรุปไว้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ใน เนื้อหาบูรณาการวิธีสอนของนักการศึกษาต่าง ๆ มีความหลากหลาย โดยองค์ประกอบหลักของความรู้ใน เนื้อหาบูรณาการ วิธีสอนมีอยู่ 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge) ความรู้ ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge) และความรู้ด้านบริบท (Contextual Knowledge) ซึ่งสอดคล้อง กับแนวคิดเริ่มต้นเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของ ชูลแมน (Shulman) แม้ว่าความรู้ในเนื้อหา บูรณาการวิธีสอนจะมีหลายองค์ประกอบ แต่องค์ประกอบมีความสัมพันธ์และเกี่ยวพันกัน และบูรณา การ ทุกองค์ประกอบ เท่าด้วยกันเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาบูรณา การวิธีสอนเพราะการใช้ความรู้เพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งนั้นไม่เพียงพอต่อการจัดการ เรียนรู้ในเนื้อหาหนึ่ง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะส่งผล กระทบต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงได้นำความรู้ด้านเนื้อหาวิชา ความรู้ด้านการ สอน และความรู้ด้านบริบทมาใช้ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มาพัฒนาทักษะการสื่อสารทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน โดยวัดจากการสังเกต การตอบ คำถาม ระหว่างการทำกิจกรรมและเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน

2. ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยา เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 พบว่า ทักษะการสื่อสารด้านการฟัง พูด อ่านและ เขียนของ นักเรียนอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเป็นเหตุผลเพราะ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวก วิธีการสอน ได้จัดทำขึ้นโดยแผน การจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนมีการจัดกิจกรรม ที่พัฒนาทักษะการ สื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่มีความหลากหลาย ที่สอดคล้องกับบริบทของ โรงเรียน และนักเรียน และมีการวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ มีการสื่อสารผ่านกิจกรรมที่ ครูได้จัดทำขึ้นในแต่ละแผน ผู้วิจัยได้ทำการสังเกต นักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียน เช่น กิจกรรมการ เรียนเป็นรูปแบบของการทดลอง ผู้เรียนสามารถอ่านขั้นตอนการทดลอง วางแผนการทดลองในกลุ่ม ของตนเองโดยการปรึกษากัน และช่วยกันทำปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องตามขั้นตอน ซึ่งเป็นไปในทาง

เดียวกับ ประมวล ศิริพันธ์ (2540, น.18) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.228) ได้กล่าวสรุปทำนองเดียวกันว่า ทักษะในการสื่อสาร (Communication Skills) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกต และการทดลอง ในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูดหรือการเขียน นักเรียนสามารถเขียนแบบบันทึกผลการทดลอง จากการสังเกตและการทดลองที่นักเรียนได้ปฏิบัติจริง นักเรียนสามารถตอบคำถามท้ายการทดลอง เขียนรายละเอียดได้อย่างถูกต้อง มีการอธิบายหลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้พูดนำเสนอผลการทดลองที่ได้จากการสังเกต ซึ่งก่อนการจัดกิจกรรมนักเรียนไม่มีความกล้าแสดงออกด้านการพูด แต่เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลอง สังเกตผลการทดลองและได้บันทึกผลการทดลอง โดยเขียนและนำเสนอในรูปแบบรายงานการทดลองเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและกล้าที่แสดงออก โดยออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับ มังกร ทองสุคติ (2535) ที่กล่าวว่า วิชา การฝึกทักษะทางภาษาและทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายวิธี ทั้งการอ่าน การให้นักเรียนพูดและอภิปราย ฝึกให้นักเรียนมีทักษะการฟัง ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการเขียนและแสดงออกด้วยการปฏิบัติอย่างชัดเจนและมีเหตุผล เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อัจฉราภรณ์ สุริยวงศ์ (2548) ได้ศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบระดมสมอง โดยฝึกความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนมีการสื่อสารกันคู่ๆ ปรึกษาหารือ มีการแสดงออกทางภาษา พูดอภิปรายให้ผู้อื่นได้รับรู้จากการจัดการเรียนการสอน จากการศึกษาพบว่า คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมองสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาวิธีการสอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้คำนึงถึงบริบท จัดรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน โดยเน้นการฝึกความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ที่เตรียมไว้ล่วงหน้า ทำให้นักเรียนเกิด

การแลกเปลี่ยนความรู้ กล่าวพูดเพื่อแสดงความคิดเห็น ชักถามและร่วมกันในการวางแผนการทดลอง และกล่าวที่จะแสดงออกในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน อ่านสรุปเพื่ออ้างอิงผลการทดลอง ในเรื่องที่เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของตนเอง สอดคล้องกับ ศราวุธ ภูมิเขต (2558) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิดความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.001

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรจัดกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ให้มีรูปแบบที่หลากหลายขึ้น เพื่อให้นักเรียน ได้มีโอกาสแสดงทักษะการสื่อสาร ได้อย่างเต็มศักยภาพ
2. ในการประเมินทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ครูควรให้ความรับผิดชอบ มีเวลาในการดูแลเอาใจใส่ชิ้นงาน หรือผลงานของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไข และทราบถึงพัฒนาการของตนเอง
3. จัดบรรยากาศการเรียนการสอนให้มีความเป็นกันเองกับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความกล้าแสดงออก กล้าที่จะนำเสนอผลงาน ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ และทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความคงทนของความรู้กับความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน
2. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน ที่มีการพัฒนาทักษะความสามารถทางวิทยาศาสตร์ กับแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ

3. ควรทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอนในลักษณะเดียวกันในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ หรือระดับชั้นอื่น เพื่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิตติมา สุรสนธิ. (2545). *ความรู้ทางการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.
- เกตุกนก ดำนัสนฤทธิ. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge : PCK)*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2548). แนวทางการพัฒนาผู้สอนวิทยาศาสตร์ : การพัฒนาความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 20(2), 9.
- จันทน์ เทือกทอง. (2550). ตัวแปรพระระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารรามคำแหง*, 24(3).
- เจนศึก โพธิศาสตร์. (2560). *หลักสูตรพัฒนาครูในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ชนัดว์ ชามทอง. (2550). *การจัดกิจกรรมสร้างเสริมความสามารถทางด้านการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- ชะอุ่ม โชติทอง. (2540). *การเขียนเชิงสร้างสรรค์*. นครศรีธรรมราช: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- ชัชรี นฤทุม. (2544). *การพูดและการเขียนในงานส่งเสริม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ประมวล สิริพันธ์แก้ว. (2540). สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. *วารสารสสวท.*, 25(96), 16 – 19.
- ประจวบจิตร คำจตุรัส. (2550). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประมวลสาระชุดวิชาวิทยาการจัดการเรียนรู้ (หน่วยที่ 6) นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*

- นิภา เมธชาวิชัย. (2536). *การประเมินผลการเรียน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ฝ่ายเอกสารตำรา สำนักส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: แฮสส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- ไพโรธ เลิศพิริยกุลม. (2543). *การย่อความ*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2543). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มาเรียม วัฒนาค. (2559). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่องระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังรูปตัววีและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา).
- มังกร ทองสุชาติ. (2535). *การสอนวิทยาศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษา*. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.].
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน์.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2544). *การประเมินโครงการ: แนวคิดและแนวปฏิบัติ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน์.
- วินิจ วรรณถนอม. (2540). *การพัฒนาการพูด*. นครศรีธรรมราช. โครงการพัฒนางานวิชาการคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.
- ศราวุธ ภูมิเขตร์. (2558). *การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวคิด PCK กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*.
- ศิริวรรณ จัตรมณีรุ่งเจริญ, นฤมล ชูตากม, กันทิมาณี พันธุ์วิเชียร และเกตุเลน อิริกสัน. (2555). *ทฤษฎีรากฐานของความรู้เนื้อหาพจนานุกรมของครูวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้รูปแบบกรณีศึกษาเชิงตีความ*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546). *การเผยแพร่ขยายและอบรมรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)*. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546). *มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภัทรา อักษรานุเคราะห์. (2532). *การสอนทักษะทางภาษาและวัฒนธรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย วรรณสารศึกษาเล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *รายงานผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษานักเรียนปีการศึกษา 2540*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุวิทย์ หิรัญยกานต์ สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ และชนินทร์ อินทราภรณ์. (2540). *พจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไฮคิวบุ๊กเซนเตอร์.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2550). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉราภรณ์ สุริยงค์. (2548). *ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- Carin, A. A. And Sund, R. E. (1975). *Teaching modern science*. (2nd ed. Columbus), Ohio: Merrill Publishing Company.
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1991). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of teacher education*, 44(4), 263-272.
- Cochran, K. F. (1997). *Pedagogical content knowledge: teachers' integration of subject matter, pedagogy, student and learning environments*. Research Matter - to the Science Teacher.
- Geddis, A. N. (1993). Transforming subject-matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683.

- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. *In Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Springer Netherlands.
- Malmfors, B. & Garnsworthy, M. (2000). *Writing and presenting scientific papers*. Nottingham: The Cromwell Press, Trowbridge.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technology pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Norman, G. (Eds.). (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- Rollnick, M., & Mavhunga, E. (2014). PCK of teaching electrochemistry in chemistry teachers: A case in Johannesburg, Gauteng Province, South Africa. *Educación Química*, 25(3), 354-362.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- Thurber, W.A. (1976). *Teaching science in today's secondary schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Veal, W. R. and Makinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4), Retrieved from [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45 tee xjx455qlt3d2q\)\)/journal/paperinformation.aspx?paperid=62881](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45 tee xjx455qlt3d2q))/journal/paperinformation.aspx?paperid=62881)



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. นางสาวศันทนี มีนาค

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ตาก

2. นางสาวสุราณี ปงเทพ

ครูชำนาญการ โรงเรียนหนองพระพิทยา ตำบลหนองพระ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พิษณุโลก

3. นางสาวมัลลิกา วิเวกศิริ

ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านกาดขาว ตำบลสะลง อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง ข-1.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วิธีการแยกสาร โดยการระเหยแห้งและการตกผลึก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ			ค่า IOC	แปลผล
	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยาก ง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วิธีการแยกสาร โดยการกลั่นอย่างง่าย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.91

ตาราง ข-1.3 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วิธีการแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.92

ตาราง ข-1.4 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วิธีการแยกสาร โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำวิธีการแยกสารไปใช้ในชีวิตประจำวัน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามที่หลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยาก ง่าย เหมาะสมกับเวลา และ ระดับชั้นเรียน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะ กระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัย และความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่ง เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.92

ตาราง ข-1.6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง วิธีการแยกสารในการผลิตน้ำตาลทราย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.7 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.8 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง มวลรวมของสารก่อนและหลังเกิดปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.9 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนของปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.10 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดกับเบส

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผล ได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	0	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.91

ตาราง ข-1.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาผนวกวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะและเบสกับโลหะ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของ ผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้ง ด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตร กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และ สมรรถนะตามหลักสูตรกำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของ ผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-1.12 แสดงผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามกรอบแนวคิดเนื้อหาหมวดวิธีการสอน เรื่อง การจำแนกสารปและปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง ปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็ก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเป้าหมายการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
1.2 มีการระบุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 เขียนข้อความที่ชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.2 สอดคล้อง และครอบคลุมตัวชี้วัด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.4 ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ ตามหลักสูตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2.5 สามารถวัดผล และประเมินผลได้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก					
3.1 มีความถูกต้อง	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	0.70	สอดคล้อง
4. ด้านสาระการเรียนรู้					
4.1 ถูกต้องและชัดเจน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.3 เหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4.4 เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
4.5 มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5. ด้านหลักฐานการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.2 เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5.3 ภาระงาน/ชิ้นงาน เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
5.4 จำนวนภาระงาน/ชิ้นงาน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
6. ด้านการวัดประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.3 วิธีวัดผลประเมินผล เครื่องมือวัดผล การประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.4 แบบวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตรที่กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6.5 เกณฑ์การวัดผล ประเมินผล ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะตามหลักสูตรที่กำหนด	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้					
7.1 สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับจุดเน้นของกลุ่มสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7.3 มีความเหมาะสมกับระดับ และ วัยของผู้เรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
7.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
8.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.2 ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.3 มีความยากง่าย เหมาะสมกับเวลา และระดับชั้นเรียน	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
8.4 มีการจัดกิจกรรมที่เน้นทักษะกระบวนการคิดจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้					
9.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.4 มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC = 0.93

ตาราง ข-2 ตารางวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิกิริยาเคมี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
การทํานาเกลือ ใช้วิธีใดแยกเกลือออกจากน้ำทะเล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกรอง					
ข. การตกผลึก					
ค. การกลั่น					
ง. การสกัด					
การที่ตัวถูกละลายแยกออกจากสารละลายอิมัลชัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ในขณะที่ยอดหนุมินลดลง เป็นการแยกสารแบบใด					
ก. การกลั่น					
ข. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ					
ค. การตกผลึก					
ง. โครมาโทกราฟี					
ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงการตกผลึกไม่ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การตกผลึกต้องทำให้สารละลายไม่อิ่มตัว					
ข. การตกผลึกจำเป็นต้องละลายสารในตัวทำ					
ละลายที่เหมาะสม					
ค. ผลึกแยกออกจากสารละลายเนื่องจาก					
สภาพละลายได้ของสารลดลง					
ง. ผลึกที่ได้ยังคงเป็นสารชนิดเดิม แต่มีการ					
จัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ					
การตกผลึกเหมาะสมหรับแยกสารในข้อใด	-1	0	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. สารละลายอิมัลชัน					
ข. สารละลายเจือจาง					
ค. สารละลายปริมาณมากๆ					
ง. สารละลายเข้มข้น					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
การผ่าตัดเข้าเป็นการแยกสารโดยใช้หลักการใด	-1	0	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. การระเหิด					
ข. ใช้สมบัติการเป็นแม่เหล็ก					
ค. ใช้ความหนาแน่นแยกออก					
ง. การระเหยแห้ง					
ข้อต่อไปนี้นักกล่าวถึงการกลั่นได้ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ที่บริเวณผิวหน้าของของเหลวขณะกลั่นอย่างง่ายจะมีไอของสารที่มีจุดเดือดสูงที่สุดเพียงชนิดเดียวเท่านั้น					
ข. ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าสารอื่นในสารละลายจะเดือดและกลายเป็นไอแยกออกจากสารละลายในลำดับสุดท้าย					
ค. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของแข็งในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่างกันมาก สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้					
ง. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของเหลวในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลว แม้ว่าจะมีจุดเดือดต่างกัน น้อย ก็ไม่สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้					
การกลั่นน้ำมันดิบด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน ข้อใดต่อไปนี้จะถูกกลั่นออกมาลำดับสุดท้าย	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
ก. แนฟทา					
ข. ขางมะตอย					
ค. น้ำมันเตา					
ง. พาราฟินแรง					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
วิธีใดใช้สำหรับแยกสารเนื้อเดียว	-1	-1	-1	-0.67	ไม่สอดคล้อง
ก. การกลั่น					
ข. การกรอง					
ค. การหีบออก					
ง. ใช้แม่เหล็กดูด					
ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครมาโทกราฟีแบบ กระดาษ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ใช้แยกของแข็งออกจากสารละลาย					
ข. ใช้แยกสารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมาก					
ค. ใช้แยกสารที่ระเหยได้ออกจากสารที่ ระเหยไม่ได้					
ง. ใช้แยกสารที่เคลื่อนที่ไปบนกระดาษได้ ระยะทางแตกต่างกัน					
การทำงานเกลือ ใช้วิธีใดแยกเกลือออกจากน้ำทะเล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกรอง					
ข. การตกผลึก					
ค. การกลั่น					
ง. การสกัด					
การที่ตัวถูกละลายแยกออกจากสารละลายอิ่มตัว ในขณะที่อุณหภูมิลดลง เป็นการแยกสารแบบใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกลั่น					
ข. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ					
ค. การตกผลึก					
ง. โครมาโทกราฟี					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
ข้อใดต่อไปนีกล่าวถึงการตกผลึกไม่ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การตกผลึกต้องทำให้สารละลายไม่อิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง					
ข. การตกผลึกจำเป็นต้องละลายสารในตัวทำละลายที่เหมาะสม					
ค. ผลึกแยกออกจากสารละลายเนื่องจากสภาพละลายได้ของสารลดลง					
ง. ผลึกที่ได้ยังคงเป็นสารชนิดเดิม แต่มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ					
การตกผลึกเหมาะสมหรับแยกสารในข้อใด	-1	0	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. สารละลายอิ่มตัว					
ข. สารละลายเจือจาง					
ค. สารละลายปริมาณมากๆ					
ง. สารละลายเข้มข้น					
การผัดขำเป็นการแยกสารโดยใช้หลักการใด	-1	0	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. การระเหิด					
ข. ใช้สมบัติการเป็นแม่เหล็ก					
ค. ใช้ความหนาแน่นแยกออก					
ง. การระเหยแห้ง					
ข้อใดต่อไปนีกล่าวถึงการกลั่นได้ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ที่บริเวณผิวหน้าของของเหลวขณะกลั่นอย่างง่ายจะมีไอของสารที่มีจุดเดือดสูงที่สุดเพียงชนิดเดียวเท่านั้น					
ข. ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าสารอื่นในสารละลายจะเดือดและกลายเป็นไอแยกออกจากสารละลายในลำดับสุดท้าย					
ค. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของแข็งในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่างกันมาก สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
ง. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของเหลวใน					
ตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลว แม้ว่าจะมีจุด					
เดือดต่างกัน น้อย ก็ไม่สามารถใช้วิธีการกลั่น					
อย่างง่ายได้					
การกลั่นน้ำมันดิบด้วยวิธีการกลั่นลำดับส่วน ข้อใด	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
ต่อไปนี้จะถูกกลั่นออกมาลำดับสุดท้าย					
ก. แนฟทา					
ข. ขางมะตอย					
ค. น้ำมันเตา					
ง. พาราฟินแรง					
วิธีใดใช้สำหรับแยกสารเนื้อเดียว	-1	-1	-1	-0.67	ไม่สอดคล้อง
ก. การกลั่น					
ข. การกรอง					
ค. การหีบออก					
ง. ใช้แม่เหล็กดูด					
ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครมาโทกราฟีแบบ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
กระดาษ					
ก. ใช้แยกของแข็งออกจากสารละลาย					
ข. ใช้แยกสารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมาก					
ค. ใช้แยกสารที่ระเหยได้ออกจากสารที่					
ระเหยไม่ได้					
ง. ใช้แยกสารที่เคลื่อนที่ไปบนกระดาษได้					
ระยะทางแตกต่างกัน					
ในการทดสอบชนิดของสีผสมอาหารควรใช้วิธีใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกลั่น					
ข. การกรอง					
ค. การทำโครมาโทกราฟี					
ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองมีขั้นตอนดังนี้ ล้างเมล็ดถั่ว → บดตัดเมล็ดถั่ว → แช่วถั่วใน เฮกเซนให้น้ำมันละลายออกมาจากเฮกเซน → กรองแยกถั่วเหลืองออกจากเฮกเซน → ระเหยเฮ กเซนให้เหลือแต่น้ำมันถั่วเหลือง ในขั้นตอนการ สกัดน้ำมันถั่วเหลืองใช้วิธีการแยกสารวิธีใดบ้าง ตามลำดับ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกลั่น การระเหยแห้ง ข. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การตกผลึก ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การระเหยแห้ง ง. การระเหยแห้ง การสกัดด้วยตัวทำละลาย					
การแยกสารวิธีใดต่อไปนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การแยกน้ำมันพืชออกจากน้ำโดยการระเหย แห้ง ข. การแยกน้ำตาลทรายบริสุทธิ์จากน้ำเชื่อม เข้มข้นโดยการตกผลึก ค. การแยกสารสีเขียวออกจากใบเตยเพื่อ ประกอบอาหาร โดยใช้การสกัดด้วยน้ำ ง. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากเปลือก ส้มโดยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ					
ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวถึงลำดับของการแยกเกลือ ออกจากสารผสมระหว่างน้ำเกลือและทรายได้ ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2				
ก. การระเหยแห้ง	การตกผลึก				
ข. การตกผลึก	การระเหยแห้ง				
ค. การกรอง	การระเหยแห้ง				
ง. การระเหยแห้ง	การกรอง				

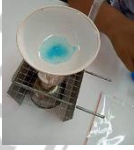
รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
สารเนื้อผสมระหว่างผงถ่านกับผงตะไบเหล็ก แยกได้โดยวิธีใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การกรอง					
ข. ใช้แม่เหล็กดูด					
ค. การตกผลึก					
ง. การร่อนออก					
การระเหิดควรจะใช้แยกสารผสมในข้อใด	0	-1	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. น้ำโคลน					
ข. น้ำกับน้ำมัน					
ค. เกลลี่แกงกับลูกเหม็น					
ง. แป้งมันกับน้ำตาล					
ข้อใดเรียงลำดับความหนาแน่นของอนุภาคได้ ถูกต้อง	0	-1	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. แก๊ส > ของเหลว > ของแข็ง					
ข. ของเหลว > ของแข็ง > แก๊ส					
ค. ของแข็ง > ของเหลว > แก๊ส					
ง. ของแข็ง > แก๊ส > ของเหลว					
ข้อใดไม่ใช่ข้อสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมี	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ตกตะกอน					
ข. หลอมเหลว					
ค. เกิดฟองแก๊ส					
ง. เกิดประกายไฟ					
ข้อใดไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
ก. เหล็กขึ้นสนิม					
ข. จุดรูปไห้วพระ					
ค. ต้มเนื้อหมูให้สุก					
ง. น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
กรดไฮโดรคลอริกทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเขียนสมการเคมีได้เป็นข้อใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH} + \text{H}_2\text{O}$ ข. $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ค. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaOH}$					
$\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สารตั้งต้นของปฏิกิริยานี้ได้แก่สารใด					
ก. HCl ข. NaOH ค. $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$					
$\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยานี้ได้แก่สารใด					
ก. HCl ข. NaOH ค. $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$					
$\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
เมื่อดุลสมการนี้ให้ถูกต้องเลขสัมประสิทธิ์ข้างหน้า HCl ควรเป็นเท่าไร					
ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
$\text{Mg(s)} + \text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ตัวย่อ(aq) ในสมการเคมี หมายถึงอะไร					
ก. มีสถานะเป็นแก๊ส					
ข. มีสถานะเป็นของแข็ง					
ค. เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ					
ง. เป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย					
$\text{Mg(s)} + \text{HCl(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
หากต้องการดุลสมการนี้ ต้องเพิ่มสารใด					
ก. เติม Mg เป็น 2Mg					
ข. เติม HCl เป็น 2HCl					
ค. เปลี่ยน MgCl_2 เป็น MgCl					
ง. เปลี่ยน H_2 เป็น 2H					
จากสมการ $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$ นักเรียนคิดว่า	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
สาร A และ B คือสารใด ตามลำดับ					
ก. คาร์บอนและน้ำ					
ข. คาร์บอนและกรด					
ค. คาร์บอนและเบส					
ง. คาร์บอนและออกซิเจน					
ในการต้มน้ำให้ร้อนขึ้น ผิวหน้าของน้ำจะ	0	-1	0	-0.33	ไม่สอดคล้อง
กลายเป็นไอ ข้อใดอธิบายเหตุผลของการเปลี่ยนสถานะได้ถูกต้อง					
ก. โมเลกุลของน้ำถูกทำให้สลายตัวเป็นแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน					
ข. โมเลกุลของน้ำที่ก้นภาชนะซึ่งร้อนกว่าจะดันให้น้ำที่ผิวหน้าหลุดออกไป					
ค. โมเลกุลของน้ำได้รับความร้อนจนมีพลังงานสูงพอที่จะหลุดจากผิวหน้า					
ง. โมเลกุลของน้ำมีการถ่ายเทพลังงานจากด้านล่างสู่ด้านบนผิวหน้าของของเหลว					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
ถ้ำสาร A 2 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับสาร B 4 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร C 6 กรัม ถ้านำสาร A มา 6 กรัม จะได้สาร C กี่กรัม	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. 7 กรัม					
ข. 9 กรัม					
ค. 11 กรัม					
ง. 18 กรัม					
ข้อใดกล่าวถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่ถูกต้อง	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ต้องมีสารใหม่เกิดขึ้น					
ข. ไม่มีการดูดพลังงานหรือคายพลังงาน					
ค. ต้องมีการเปลี่ยนสถานะของสารเสมอ					
ง. ถ้าเป็นระบบปิดจะเป็นไปตามกฎทรงมวล					
ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. น้ำแข็งแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง					
ข. การลุกไหม้ของน้ำมัน					
ค. แอลกอฮอล์ทำผิว แล้วรู้สึกเย็น					
ง. ละลายโซดาไฟในน้ำ จับแล้วรู้สึกร้อน					
ข้อใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. การเผาไหม้เชื้อเพลิง					
ข. การละลายน้ำของโซดาไฟ					
ค. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
ง. การเผาผลาญพลังงานในร่างกาย					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
ข้อใดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. พลังงานของสารตั้งต้นเท่ากับพลังงานของผลิตภัณฑ์					
ข. พลังงานของสารตั้งต้นน้อยกว่าพลังงานของผลิตภัณฑ์					
ค. พลังงานของสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานของผลิตภัณฑ์					
ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง					
ของผสมระหว่างน้ำแข็งและเกลือแกง เป็นระบบ	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ซึ่ง มักใช้หล่อรอบถังไอศกรีมไว้นั้น เป็นการใช้ประโยชน์จากระบบ ตามข้อใด					
ก. ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม					
ข. คายความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม					
ค. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความร้อนต่อสิ่งแวดล้อม					
ง. เปลี่ยนแปลงความดันของบรรยากาศ					
ปฏิกิริยาในข้อใดทำให้เกิดแก๊สที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
ก. ใส่แผ่นอะลูมิเนียมลงในน้ำขี้เถ้า					
ข. หยดน้ำส้มสายชูลงบนแผ่นสังกะสี					
ค. บีบน้ำมะนาวลงบนแป้งดินสอพอง					
ง. ใส่เกลือแอมโมเนียมไนเตรดลงในน้ำปูนใส					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
จากรูป เป็นการทดลอง การทำปฏิกิริยาของสารที่อยู่ในถ้วยทดลองวางบนบีกเกอร์ โดยอาศัยความร้อนและไอน้ำ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับระบบ	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
					
ก. ตะเกียงแอลกอฮอล์เป็นระบบ นอกนั้นเป็นสิ่งแวดล้อม					
ข. บีกเกอร์กับน้ำในบีกเกอร์เป็นระบบ นอกนั้นเป็นสิ่งแวดล้อม					
ค. ในถ้วยการทดลองเป็นระบบ นอกนั้นเป็นสิ่งแวดล้อม					
ง. ถ้วย สารในถ้วย น้ำ ไอน้ำ บีกเกอร์ ตะเกียงแอลกอฮอล์เป็นระบบ ตะแกรงเหล็ก และอากาศเป็นสิ่งแวดล้อม					
นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองใส่หินปูน 3 กรัม กับกรดไฮโดรคลอริก 20 กรัม ในขวดรูปชมพู่ ปิดฝาเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรด ระบบนี้จัดเป็นระบบชนิดใด	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
ก. ระบบเปิด เพราะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น					
ข. ระบบเปิด เพราะมีการถ่ายเทมวลให้กับสิ่งแวดล้อม					
ค. ระบบปิด เพราะปิดฝาทันทีทำให้ไม่มีการถ่ายเทมวลให้กับสิ่งแวดล้อม					
ง. ระบบปิด เพราะไม่มีการถ่ายเททั้งมวลและพลังงานให้แก่ระบบ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองใส่หินปูน 3 กรัม กับกรดไฮโดรคลอริก 20 กรัม ในขวดรูปชมพู่ ปิดฝาเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรด หากศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงมวลสารใน ปฏิกิริยาการทดลองนี้จะปฏิบัติตามกฎทรงมวล หรือไม่ ก. เป็น เพราะเกิดในระบบปิด ข. เป็น เพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ค. ไม่เป็น เพราะมีแก๊สเกิดขึ้นในระบบ ง. ไม่เป็น เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นไม่ เท่ากัน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองใส่หินปูน 3 กรัม กับกรดไฮโดรคลอริก 20 กรัม ในขวดรูปชมพู่ ปิดฝาเพื่อศึกษาปฏิกิริยาระหว่างหินปูนกับกรด สารในข้อใดทำปฏิกิริยากับหินปูนแล้วเกิด ฟองแก๊ส ก. น้ำสนุ่ ข. สารละลายผงซักฟอก ค. น้ำส้มสายชู ง. น้ำยาล้างจาน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่น (kr_{20})
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิกริยาเคมี

ตาราง ค-3.1 ตารางแสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิริยาเคมี ที่ผ่านการทดสอบโดยนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 63 คน (ข้อ 1- 15)

[illegible]

ลำดับที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
20	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
21	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
22	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
23	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
24	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
25	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
26	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
27	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1
28	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
29	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
30	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
31	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
32	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
33	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
34	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
35	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
36	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
37	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
38	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
39	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
40	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
41	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
42	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
43	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0

ลำดับที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
44	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0
45	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
46	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
47	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
48	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
49	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
51	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
52	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
53	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
54	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
55	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
56	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
57	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
58	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
59	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
61	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
62	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
63	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1

ตาราง ก-3.2 ตารางแสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิกิริยาเคมี ที่ผ่านการทดสอบโดยนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 63 คน (ข้อ 16 - 30)

ลำดับที่	ข้อที่															
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
3	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	
4	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
8	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	
13	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
14	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
17	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	
18	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
19	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
21	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	
22	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
23	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	
24	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
25	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	
26	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	

ลำดับที่	ข้อที่														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
27	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
28	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
29	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
30	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
31	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
32	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
33	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
34	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
35	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
36	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0
37	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
38	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
39	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
40	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
42	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
45	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
46	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
47	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
48	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
49	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
50	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
52	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

ลำดับที่	ข้อที่														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
53	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
55	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
56	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
58	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0
59	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
60	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
61	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
62	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
63	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0

ตาราง ค-3.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของและค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิบัติเคมี ที่ผ่านการทดสอบโดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 63 คน

คะแนนการตอบถูก		ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	(p)	(r)	(kr ₂₀)
525	204	0.59	0.52	0.77

ตาราง ค-4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนก่อนเรียนและหลัง ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอนเรียน เรื่องการจำแนกสารและปฏิกิริยาเคมี

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	13	27
Mean	14.95238095	24.44444444
Variance	5.175115207	4.508960573
Observations	63	63
Pooled Variance	4.84203789	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	124	
t Stat	-24.2103919	
P(T<=t) one-tail	4.00839E-49	
t Critical one-tail	1.65723497	
P(T<=t) two-tail	8.01678E-49	
t Critical two-tail	1.979280117	

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดเนื้อหา ผนวกวิธีการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง วิธีการแยกสาร โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย รายวิชา วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว22102

เวลา 2 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การแยกสาร

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

สาระที่ 2 ชื่อสาระ วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1

1. มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.2/1 อธิบายการแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.1 ม.2/2 การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ การสกัดโดยการกลั่น ด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำออกจากสารที่ระเหยยาก โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพา

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

- 1) การแยกสารผสมให้เป็นสารบริสุทธิ์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสมบัติของสารนั้น ๆ
- 2) การระเหยแห้งใช้แยกสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนระเหยตัวทำละลายออกไปจนหมดเหลือแต่ตัวละลายที่เป็นของแข็ง
- 3) การตกผลึกใช้แยกสารละลายที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็นของแข็งในตัวทำละลายที่เป็นของเหลว โดยทำให้สารละลายอิ่มตัว แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยออกไปบางส่วน ตัวละลายจะตกผลึกแยกออกมา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1) ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายหลักการแยกสาร โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย

2) ด้านทักษะ (P) นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตสีและกลิ่นของสารที่ได้จากการแยก สารจากการสกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน และบันทึกสิ่งที่สังเกตได้

3) ด้านเจตคติ (A) นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์การทำการกิจกรรมได้

4. คุณลักษณะผู้เรียน

4.1 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- | | | | |
|---|---|---|--|
| ☐ รักษา ศาสน์ กษัตริย์ | ☐ อยู่อย่างพอเพียง | ☒ ซื่อสัตย์สุจริต | ☒ มุ่งมั่นในการทำงาน |
| ☐ มีวินัย | ☐ รักความเป็นไทย | ☒ ใฝ่เรียนรู้ | ☐ มีจิตสาธารณะ |

5. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ☒ ความสามารถในการคิด: นักเรียนสามารถวิเคราะห์หลักการแยกสาร โดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย
- ☒ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี: นักเรียนใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลวิธีการแยกสารได้
- ☒ ความสามารถในการสื่อสาร: นักเรียนออกแบบตารางและบันทึกผลการทำกิจกรรมวิธีการแยกสารได้

6. การการเรียนรู้

สารต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาติจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ เพื่อแยก องค์ประกอบที่ปะปนกัน ให้แยกส่วนออกจากกัน เพื่อนำส่วนที่แยกได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น การแยกน้ำตาลทรายออกจากน้ำ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่าง ๆ การแยกน้ำกับแอลกอฮอล์เป็นต้น ดังนั้นการแยกสารคือกระบวนการทำให้ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและความประหยัด ซึ่งโดยทั่วไปการแยกสารมักใช้วิธีดังต่อไปนี้ เช่น การกรอง การกลั่น การระเหย การตกตะกอน การตกผลึก การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นต้น ถ้าต้องการสารเพียงชนิดเดียวเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทำได้โดยการแยกสารออกมาโดยอาศัยสมบัติเฉพาะตัวของสาร

สารที่เป็นองค์ประกอบของใบไม้มีหลายชนิด เช่น สารสีเขียว สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีน้ำตาล ถ้าต้องการสกัดสีเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำสีย้อมและสีผสมอาหาร อาจใช้ตัวทำละลาย เช่น น้ำ หรือสารละลายเอทานอล ละลายสารที่ต้องการออกจากใบไม้ สีของตัวทำละลายจะเปลี่ยนไปจากเดิม ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ วิธีแยกสารโดยใช้ตัวทำละลายสกัดสารที่ต้องการ เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) สารที่ได้จากการสกัด วิธีนี้จะ

ผสมอยู่กับตัวทำละลาย ซึ่งจะต้องแยกตัวทำละลายออกด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การระเหยแห้ง จึงจะได้สารที่ต้องการ

การสกัดสารจากส่วนต่าง ๆ ของพืชด้วยตัวทำละลาย จะนำพืชส่วนนั้นมาทำให้มีขนาดเล็กลงด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น หั่น บด บด บด เพื่อให้เนื้อเยื่อหรือเซลล์ของพืชผสมกับตัวทำละลายอย่างทั่วถึง การสกัดด้วยตัวทำละลายยังสามารถใช้แยกสารผสมอื่น ๆ เช่น การแยกเกลือสินเธาว์ออกจากดินเค็ม โดยใช้น้ำละลายเกลือแกงออกมาจากชั้นดิน จากนั้นก็เอวสารละลายเกลือแกงจนแห้ง

การสกัดสารด้วยตัวทำละลายต้องเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมกับสารที่ต้องการสกัด โดยตัวทำละลายต้องละลายสารที่ต้องการได้มาก แต่ละลายสารที่ไม่ต้องการได้น้อย ไม่ทำให้สารที่ต้องการเปลี่ยนเป็นสารใหม่ และสามารถแยกสารสกัดออกจากสารละลายได้ง่าย เช่น การสกัดน้ำมันรำข้าว น้ำมันรำข้าวเป็นของเหลวใส สีเหลือง ไม่ละลายในน้ำ ละลายในเอทานอลได้เล็กน้อย แต่ละลายในเฮกเซนได้มาก การสกัดน้ำมันรำข้าวจึงใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย โดยในขั้นตอนสุดท้ายจะกำจัดเฮกเซนออกให้เหลือในปริมาณที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดว่าปลอดภัย



ภาพแสดง น้ำมันรำข้าวที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ที่มา : <https://www.linhzhiplus.com/น้ำมันรำข้าว/>

การละลายสารที่ต้องการสกัด บางครั้งต้องให้ความร้อนแก่ตัวทำละลาย เพื่อให้สารที่ต้องการได้ดีขึ้น เนื่องจากสารส่วนใหญ่มีสภาพละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เช่น การสกัดสีและกลิ่นจากใบชา เมล็ดกาแฟ หรือ ดอกเก๊กฮวยโดยใช้น้ำร้อนเป็นตัวทำละลาย แต่ถ้าให้ความร้อนมากเกินไป สารบางชนิด เช่น วิตามิน อาจสลายตัว หรือตัวทำละลายบางชนิด เช่น เอทานอล อาจติดไฟได้ การสกัดด้วยตัวทำละลายที่ใช้ความร้อนร่วม ด้วยจึงต้องควบคุมปริมาณความร้อนให้เหมาะสม



ภาพแสดง การสกัดสารจากดอกเก็กฮวยโดยใช้น้ำร้อนเป็นตัวทำละลาย

ที่มา : <https://sukkaphap-d.com/สรรพคุณของดอกเก็กฮวย/>

การแยกสารจากพืช นอกจากใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายแล้ว ยังอาจใช้วิธีอื่นได้อีก เช่น การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) ทำได้โดยผ่านไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไปยังส่วนของพืชที่ต้องการแยกสาร ไอน้ำจะพาสารที่ระเหยง่าย ออกมาจากพืช การแยกสารด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับใช้แยกสารที่ระเหยง่ายไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด ตะไคร้หอม เปลือกส้ม ดอกกุหลาบ ดอกมะลิ

การกลั่นด้วยไอน้ำทำได้โดยต้มน้ำและส่งผ่านไอน้ำไปยังส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สเคลื่อนที่ออกมาพร้อมกับไอน้ำ เมื่อไอน้ำมีอุณหภูมิลดลง จะควบแน่นเป็นของเหลว น้ำมันหอมระเหยจะแยกชั้นจากน้ำ จากนั้นแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้โดยวิธีต่าง ๆ เช่น รินออก ดูดออก ใช้กรวยแยก แล้วนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้ไปใช้ผสมในอาหารหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycles: 5Es)

ขั้นที่ 1 กระตุ้นความสนใจ (Engagement)

1) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยใช้คำถามว่า การแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ สารที่ต้องการแยกต้องอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวทำละลาย ซึ่งสมบัติดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการแยกสารออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชได้หรือไม่ อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน)

2) ให้นักเรียนอ่านชื่อกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้
อย่างไร จุดประสงค์ และวิธีดำเนินกิจกรรม และตรวจสอบความเข้าใจการอ่านโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

- กิจกรรมนี้เกี่ยวกับเรื่องอะไร (การแยกสาร โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย)
- กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร (สังเกตและอธิบายแยกสารที่มีสีออกจากใบไม้โดยใช้ตัวทำละลาย)
- วิธีดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนโดยสรุปอย่างไร (ตัดใบไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก บดหยาบ ๆ ด้วยโกร้งบด แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน นำมาสกัดสีด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ น้ำและสารละลายเอทานอล ใช้หลอดหยดดูดของเหลวออกจากสารผสมในแต่ละหลอดมาสังเกตลักษณะสารที่ได้)

- นักเรียนต้องสังเกตหรือรวบรวมอะไรบ้าง (สังเกตและเปรียบเทียบความเข้มข้นของสีของสารละลายเมื่อใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำกิจกรรม โดยครูเดินสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน พร้อมให้คำแนะนำ กรณีนักเรียนมีข้อสงสัยในประเด็นต่าง ๆ เช่น วิธีการบดใบไม้ให้ละเอียด การเขย่าสารเพื่อสกัดสี การใช้หลอดหยดดูดของเหลวออกจากสารผสม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

4) ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม โดยควรนำเสนอผลการทำกิจกรรมของนักเรียนบนกระดานเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น และร่วมกันอภิปรายผล ตอบคำถามท้ายกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลของกิจกรรมโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรมเป็นแนวทาง เพื่อให้ได้ข้อสรุปจากกิจกรรมว่า ในการสกัดสารจากใบไม้โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายได้สารละลายสีเขียวอ่อนกว่าใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย แสดงว่าปริมาณสารที่แยกได้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย วิธีการแยกสารโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

5) ให้นักเรียนตอบคำถามระหว่างเรียน และอ่านเนื้อหาท้ายกิจกรรมที่ 6.4 ในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 94 จากนั้นร่วมกันอภิปราย เชื่อมโยงข้อสรุปจากกิจกรรมและเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดสารที่ต้องการออกมาได้มากและไม่ทำให้สมบัติเปลี่ยนไป สารที่สกัดได้ผสมอยู่กับตัวทำละลาย จึงต้องแยกตัวทำละลายออกไปด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การระเหยแห้ง จึงจะได้สารที่ต้องการ สำหรับการสกัดสารออกจากพืชให้ได้ปริมาณมากควรทำให้ชิ้นส่วนพืชมีขนาดเล็ก บางครั้งต้องใช้ความร้อนช่วยให้มีสภาพละลายได้ของสารมากขึ้น

6) ให้นักเรียนเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการสกัดสารจากพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 95 ประกอบการอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การกลั่นด้วยไอน้ำเป็นการแยกสารโดยการผ่านไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไปยังส่วนของพืชที่ต้องการแยกสาร ไอน้ำจะพาสารที่ระเหยง่ายออกมาจากพืช เมื่อทำให้ไอน้ำมีอุณหภูมิลดลงจะควบแน่นเป็นของเหลว น้ำมันหอมระเหย

จะแยกชั้นจากน้ำ จากนั้นแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้โดยวิธีต่าง ๆ การแยกสารด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากมะกรูด ตะไคร้หอม เปลือกส้ม ดอกมะลิ ดอกกุหลาบ เป็นต้น

7) ครูเชื่อมโยงการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยจากพืชในท้องถิ่น โดยอ่านเกร็ดความรู้เกี่ยวกับน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม เพื่อขยายความรู้เรื่องการนำสารที่ได้จากการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำไปใช้แทนการใช้ส่วนของพืชปริมาณมาก ๆ ซึ่งไม่สะดวก นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

8) ครูตรวจสอบการบันทึกผลการทำกิจกรรม และตอบคำถามท้ายกิจกรรมของนักเรียน ให้นักเรียนแก้ไขคำตอบให้ถูกต้อง เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้

- 8.1 ใบกิจกรรม: กิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร
- 8.2 อุปกรณ์การทดลอง: อุปกรณ์การทดลองกิจกรรมที่ 6.4 จำนวน 13 รายการ
(ใบกิจกรรมแนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้)
- 8.3 แหล่งเรียนรู้: - หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 93-96

9. การวัดและการประเมิน

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
1. อธิบายหลักการแยกสารโดยการสกัดด้วยตัวทำละลาย (ด้านความรู้: K)	- ตรวจสอบการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร	- คำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4 จำนวน 4 ข้อ	ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านความรู้
2. การใช้ทักษะการสังเกต โดยสังเกตสีและกลิ่นของสารที่ได้จากการแยกสารการสกัดด้วยตัว	- ตรวจสอบการออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการ	- แบบประเมินการบันทึกและออกแบบตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม	ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านกระบวนการ

ทำละลายที่ต่างกัน และ บันทึกสิ่งที่สังเกต ได้(ด้านกระบวนการ: P)	สกัดตัวทำละลายได้ อย่างไร		
3. ตระหนักถึง ความสำคัญของการใช้ อุปกรณ์การทำการ ได้ (ด้านเจตคติ: A)	- สังเกตการใช้งาน อุปกรณ์การทดลอง ในกิจกรรมของ นักเรียนแต่ละกลุ่ม	- แบบสังเกตการใช้ งานอุปกรณ์การ ทดลองในกิจกรรม ของนักเรียน	ได้ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน ระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่าน การประเมินด้านเจตคติ

9.1 เกณฑ์การประเมินผลงานนักเรียน เกณฑ์การประเมิน (Rubrics Score)

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
การให้คะแนนตอบ คำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4	3	ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4 ถูกต้อง จำนวน 4 ข้อ
	2	ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4 ถูกต้อง จำนวน 3-2 ข้อ
	1	ตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 6.4 ถูกต้อง จำนวน 1 ข้อ หรือไม่ ถูกต้อง
การให้คะแนนการบันทึก และออกแบบตาราง บันทึกผลการทำการ กิจกรรม	3	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ดี มีการนำเสนอ ข้อมูลเข้าใจง่าย มีลำดับขั้นตอน ระบุชื่อตารางบันทึกผลการ ทดลอง หัวเรื่องตารางบันทึกผลและบันทึกผลการทดลองได้ ถูกต้อง ครบถ้วน
	2	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ มีการนำเสนอข้อมูล เข้าใจง่าย มีลำดับขั้นตอน ระบุชื่อตารางบันทึกผลการทดลอง หัวเรื่องตารางบันทึกผลแต่บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้อง
	1	ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้ แต่การนำเสนอ ข้อมูลเข้าใจยากไม่มีลำดับขั้นตอน ไม่ระบุชื่อตารางบันทึกผล การทดลอง ไม่มีหัวเรื่องตารางบันทึกผล และบันทึกผลการ ทดลองไม่ถูกต้อง
การให้คะแนน การใช้งานอุปกรณ์	3	ใช้งานอุปกรณ์การทดลองในกิจกรรมได้ถูกวิธี หยิบ เคลื่อนย้ายอุปกรณ์อย่างระมัดระวัง ไม่หยอกล้อหรือแกล้ง

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
การทดลองในกิจกรรม		เพื่อนขณะกำลังใช้งานอุปกรณ์ และหลังการใช้งานอุปกรณ์มีการเก็บรักษาอย่างถูกวิธี
	2	ใช้งานอุปกรณ์การทดลองในกิจกรรมได้ถูกวิธี หยิบเคลื่อนย้ายอุปกรณ์อย่างระมัดระวัง ไม่หยกหรือแก้มเพื่อนขณะกำลังใช้งานอุปกรณ์ แต่หลังการใช้งานอุปกรณ์ไม่มีการเก็บรักษาอย่างถูกวิธี หรือไม่เก็บอุปกรณ์เข้าสู่เก็บอุปกรณ์ตามประเภทของอุปกรณ์
	1	ใช้งานอุปกรณ์การทดลองในกิจกรรมได้ แต่ขณะหยิบเคลื่อนย้ายอุปกรณ์หรือกำลังใช้งานอุปกรณ์ จะหยกหรือแก้มเพื่อน อาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ และหลังการใช้งานอุปกรณ์ไม่มีการเก็บรักษาอย่างถูกวิธี

9.2 ระดับคุณภาพ

คะแนนเฉลี่ย 6.00 - 5.00	หมายถึง ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 4.00 - 3.00	หมายถึง ดี
คะแนนเฉลี่ย 2.00 - 1.00	หมายถึง พอใช้

ดังนั้น นักเรียนต้องได้คะแนนเฉลี่ยทุกประเด็นการประเมิน ไม่นต่ำกว่า 2.00 คะแนน แสดงระดับคุณภาพดี ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

สื่อการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4: ใบกิจกรรมที่ 6.4

ใบกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ
หน้า 79-81

กิจกรรมที่ 6.4	แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร?
จุดประสงค์	สังเกตและอธิบายการแยกสารจากใบไม้ โดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย
วัสดุอุปกรณ์	1. ใบไม้จากพืช 1 ชนิด เช่น ใบผักบุ้งจีน ใบเตย ใบหูกวาง 2 ใบ 2. สารละลายเอทานอล 95 % 5 cm³ 3. น้ำ 5 cm³ 4. หลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอด 5. หลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอด 6. จุกยางเบอร์ 10 2 อัน 7. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm³ 1 ใบ 8. กระจกตวงขนาด 10 cm³ 1 ใบ 9. หลอดหยด 2 อัน 10. กรรไกร 1 เล่ม 11. โกร่งบด 1 ชุด 12. ที่วางหลอดทดลอง 1 อัน 13. แวนดามิรกี เพื่ำนจนวนนักเรียนในกลุ่ม
วิธีดำเนินกิจกรรม	1. สังเกตสีของน้ำและสารละลายเอทานอล บันทึกผล 2. ตัดใบไม้ให้เป็นชิ้นเล็กขนาดเท่า ๆ กัน กว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 20 ชิ้น บดหยาบ ๆ ด้วยโกร่งบด แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน เท่า ๆ กัน บรรจุลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ 2 หลอด สกัดสารจากใบไม้ด้วย ตัวทำละลาย โดยเติมน้ำลงในหลอดทดลองหลอดที่ 1 และเติมสารละลาย เอทานอลลงใน หลอดทดลองหลอดที่ 2 หลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นปิดหลอดทดลองด้วยจุกยาง แล้ว เขย่าแรง ๆ 2 นาที สังเกตและบันทึกผล

	3. ใช้หลอดหยดดูดเฉพาะของเหลวปริมาณเท่า ๆ กันออกจากสารผสมในแต่ละหลอด หยดของเหลวลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก สังเกตลักษณะสารที่ได้และบันทึกผล
การเตรียมตัว ล่วงหน้าสำหรับ ครู	ครูเตรียมใบไม้ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นไว้ให้เพียงพอสำหรับทุกกลุ่ม ถ้าใบไม้มีขนาดใหญ่อาจใช้เพียงกลุ่มละ 1 ใบ
ข้อเสนอแนะ ในการทำ กิจกรรม	- สามารถใช้ภาชนะที่มีฝาปิดแทนหลอดทดลองและจุกยางได้ - วิธีการเขย่าหลอดทดลอง ควรเคาะหลอดทดลองกับฝ่ามือเบา ๆ ไม่ใช่ใช้นิ้วมืออุดปากหลอดทดลอง แล้วเขย่า - อาจใช้หลอดฉีดยาแทนกระบอกตวง

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สังเกตสีของน้ำและสารละลายเอทานอล ก่อนและหลังจากบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
2. น้ำกับสารละลายเอทานอล สารใดสกัดสีจากใบไม้ได้มากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
3. การสกัดสารจากใบไม้ด้วยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการละลายของสารอย่างไร
4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แบบทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4:การให้คะแนนด้านความรู้ (K)

เจดีย์ใบกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร

เจดีย์คำถามท้ายกิจกรรม

1. สังเกตสีของน้ำและสารละลายเอทานอล ก่อนและหลังจากบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ก่อนบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง น้ำและสารละลายเอทานอล สี ไม่มีสี แต่หลังจากบรรจุใบไม้ลงในหลอดทดลอง และเขย่า 2 นาที ทั้งน้ำและสารละลายเอทานอลมีสีเขียว แต่เข้มไม่เท่ากัน

2. น้ำกับสารละลายเอทานอล สารใดสกัดสีจากใบไม้ได้มากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร

แนวคำตอบ สารละลายเอทานอลสกัดสีจากใบไม้ได้มากกว่า สังเกตได้จากสีของของเหลวมีสีเขียวเข้มกว่า

3. การสกัดสารจากใบไม้ด้วยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการละลายของสารอย่างไร

แนวคำตอบ การสกัดสารจากใบไม้ด้วยวิธีนี้เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร สารจากใบไม้สามารถละลายในตัวทำละลายที่นำมาใช้ จึงแยกออกจากส่วนของพืชได้ และตัวทำละลายที่ต่างกันสามารถละลายสารจากใบไม้ได้ต่างกัน

4. จากกิจกรรม สรุปได้ว่าอย่างไร

แนวคำตอบ จากกิจกรรม สรุปได้ว่าการสกัดสารจากใบไม้โดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกันจะได้สารจากใบไม้ละลายออกมาเป็นตัวทำละลายในปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย

แนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4: การให้คะแนนด้านกระบวนการ (P)

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรมที่ 6.4 แยกสารโดยวิธีการสกัดตัวทำละลายได้อย่างไร

แนวทางการบันทึกผลการทำกิจกรรม

ตัวอย่างพืชที่ใช้ คือ ใบเตย

ชนิดของตัวทำละลาย	ลักษณะของสารที่ได้
น้ำ	ของเหลวใสสีเขียว
สารละลายเอทานอล	ของเหลวใสสีเขียวเข้ม

แนบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4: VDO ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอน



<http://ipst.me/9903>

อ้างอิงจาก เว็บไซต์คลังความรู้ SciMath สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ เผยแพร่เมื่อ : วันพฤหัสบดี 28 กุมภาพันธ์ 2562

สาธิตการทดลองเรื่อง แยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนหาคำตอบว่าแยกสารโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายได้อย่างไร โดยให้ทำกิจกรรมเพื่อสังเกตและอธิบายการแยกสารจากใบพืชโดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ภาคผนวก จ

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน

เรื่อง การจำแนกสาร และ ปฏิกิริยาเคมี

1. การทำนาเกลือ ใช้วิธีใดแยกเกลือออกจากน้ำทะเล

- ก. การกรอง
- ข. การตกผลึก
- ค. การกลั่น
- ง. การสกัด

2. การที่ตัวถูกละลายแยกออกจากสารละลายอิ่มตัว ในขณะที่อุณหภูมิลดลง เป็นการแยกสารแบบใด

- ก. การกลั่น
- ข. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
- ค. การตกผลึก
- ง. โครมาโทกราฟี

3. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงการตกผลึกไม่ถูกต้อง

- ก. การตกผลึกต้องทำให้สารละลายไม่อิ่มตัวที่อุณหภูมิสูง
- ข. การตกผลึกจำเป็นต้องละลายสารในตัวทำละลายที่เหมาะสม
- ค. ผลึกแยกออกจากสารละลายเนื่องจากสภาพละลายได้ของสารลดลง
- ง. ผลึกที่ได้ยังคงเป็นสารชนิดเดิม แต่มีการจัดเรียงอนุภาคใหม่ที่เป็นระเบียบ

4. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงการกลั่นได้ถูกต้อง

ก. ที่บริเวณผิวหน้าของของเหลวขณะกลั่นอย่างง่ายจะมีไอของสารที่มีจุดเดือดสูงที่สุดเพียงชนิดเดียวเท่านั้น

ข. ของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำกว่าสารอื่นในสารละลายจะเดือดและกลายเป็นไอแยกออกจากสารละลายในลำดับสุดท้าย

ค. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของแข็งในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลวซึ่งมีจุดเดือดต่างกันมาก สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้

ง. การแยกตัวละลายที่มีสถานะของเหลวในตัวทำละลายที่มีสถานะของเหลว แม้ว่าจะมีจุดเดือดต่างกัน น้อย ก็ไม่สามารถใช้วิธีการกลั่นอย่างง่ายได้

5. การกลั่นน้ำมันดิบด้วยวิธีกลั่นลำดับส่วน ข้อใดต่อไปนี้อุณหภูมิออกมาต่ำสุดท้าย

ก. แนฟทา

ข. ยางมะตอย

ค. น้ำมันเตา

ง. พาราฟินแรง

6. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

ก. ใช้แยกของแข็งออกจากสารละลาย

ข. ใช้แยกสารที่มีจุดเดือดแตกต่างกันมาก

ค. ใช้แยกสารที่ระเหยได้ออกจากสารที่ระเหยไม่ได้

ง. ใช้แยกสารที่เคลื่อนที่ไปบนกระดาษได้ระยะทางแตกต่างกัน

7. ในการทดสอบชนิดของสีผสมอาหารควรใช้วิธีใด

ก. การกลั่น

ข. การกรอง

ค. การทำโครมาโทกราฟี

ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

8. ข้อใดต่อไปนี้นักกล่าวถึงลำดับของการแยกน้ำมันจากพืชชนิดหนึ่ง แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

ก. การกลั่นอย่างง่าย

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

ข. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

การกลั่นอย่างง่าย

ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

ง. โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

การสกัดด้วยตัวทำละลาย

9. ข้อใดสำคัญที่สุดสำหรับการเลือกชนิดตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ก. ราคาถูก

ข. ระเหยง่าย

ค. เป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น

ง. ละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้น้อย

10. ในการสกัดสีและกลั่นจากใบเตยควรใช้วิธีใด

- ก. การกลั่นด้วยไอน้ำ
- ข. ใช้น้ำสะอาดสกัดสีและกลั่น
- ค. ใช้เอทานอลสกัดสีและกลั่น
- ง. ใช้ความหนาแน่นแยกออก

11. อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองมีขั้นตอนดังนี้

ล้างเมล็ดถั่ว → บดตัดเมล็ดถั่ว → แช่วัวในเฮกเซนให้น้ำมันละลายออกมาด้วยเฮกเซน → กรองแยกถั่วเหลืองออกจากเฮกเซน → ระเหยเฮกเซนให้เหลือแต่น้ำมันถั่วเหลือง

ในขั้นตอนการสกัดน้ำมันถั่วเหลืองใช้วิธีการแยกสารวิธีใดบ้างตามลำดับ

- ก. การกลั่น การระเหยแห้ง
- ข. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การตกผลึก
- ค. การสกัดด้วยตัวทำละลาย การระเหยแห้ง
- ง. การระเหยแห้ง การสกัดด้วยตัวทำละลาย

12. การแยกสารวิธีต่อไปนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม

- ก. การแยกน้ำมันพืชออกจากน้ำโดยการระเหยแห้ง
- ข. การแยกน้ำตาลทรายบริสุทธิ์จากน้ำเชื่อมเข้มข้น โดยการตกผลึก
- ค. การแยกสารสีเขียวออกจากใบเตยเพื่อประกอบอาหาร โดยใช้การสกัดด้วยน้ำ
- ง. การแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากเปลือกส้มโดยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

13. ข้อใดต่อไปนี้อ้างถึงลำดับของการแยกเกลือออกจากสารผสมระหว่างน้ำเกลือและทรายได้ถูกต้อง

- | | ขั้นที่ 1 | ขั้นที่ 2 |
|----|--------------|--------------|
| ก. | การระเหยแห้ง | การตกผลึก |
| ข. | การตกผลึก | การระเหยแห้ง |
| ค. | การกรอง | การระเหยแห้ง |
| ง. | การระเหยแห้ง | การกรอง |

14. สารเนื้อผสมระหว่างผงถ่านกับผงตะไบเหล็ก แยกได้โดยวิธีใด

ก. การกรอง

ข. ใช้แม่เหล็กดูด

ค. การตกผลึก

ง. การร่อนออก

15. ข้อใดไม่ใช่ข้อสังเกตการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. ตกตะกอน

ข. หลอมเหลว

ค. เกิดฟองแก๊ส

ง. เกิดประกายไฟ

16. กรดไฮโดรคลอริกทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเขียนสมการเคมีได้เป็นข้อใด

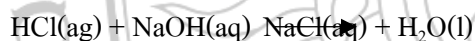
ก. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaH} + \text{H}_2\text{O}$

ข. $\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$

ค. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaOH}$

ใช้สมการต่อไปนี้อตอบคำถามข้อ 23 - 25



17. สารตั้งต้นของปฏิกิริยานี้ได้แก่สารใด

ก. HCl

ข. NaOH

ค. $\text{HCl} + \text{NaOH}$

ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

18. ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยานี้ได้แก่สารใด

ก. HCl

ข. NaOH

ค. $\text{HCl} + \text{NaOH}$

ง. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

20. เมื่อดุลสมการนี้ให้ถูกต้องเลขสัมประสิทธิ์ข้างหน้า HCl ควรเป็นเท่าไร

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จากปฏิกิริยาเคมีนี้ ตอบคำถามข้อ 21 - 22



21. ตัวย่อ(aq) ในสมการเคมี หมายถึงอะไร

ก. มีสถานะเป็นแก๊ส

ข. มีสถานะเป็นของแข็ง

ค. เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ

ง. เป็นสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย

22. หากต้องการดุลสมการนี้ ต้องเพิ่มสารใด

ก. เติม Mg เป็น 2Mg

ข. เติม HCl เป็น 2HCl

ค. เปลี่ยน MgCl_2 เป็น MgCl

ง. เปลี่ยน H_2 เป็น 2H

23. จากสมการ $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ นักเรียนคิดว่าสาร A และ B คือสารใด ตามลำดับ

ก. คาร์บอนและน้ำ

ข. คาร์บอนและกรด

ค. คาร์บอนและเบส

ง. คาร์บอนและออกซิเจน

24. ถ้าสาร A 2 กรัม ทำปฏิกิริยาพอดีกับสาร B 4 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสาร C 6 กรัม ถ้านำสาร A

มา 6 กรัม จะได้สาร C กี่กรัม

ก. 7 กรัม

ข. 9 กรัม

ค. 11 กรัม

ง. 18 กรัม

25. ข้อใดกล่าวถึงการเกิดปฏิกิริยาเคมีไม่ถูกต้อง

- ก. ต้องมีสารใหม่เกิดขึ้น
- ข. ไม่มีการดูดพลังงานหรือคายพลังงาน
- ค. ต้องมีการเปลี่ยนสถานะของสารเสมอ
- ง. ถ้าเป็นระบบปิดจะเป็นไปตามกฎทรงมวล

26. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบดูดความร้อน

- ก. น้ำแข็งแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง
- ข. การลุกไหม้ของน้ำมัน
- ค. แอลกอฮอล์ทาผิว แล้วรู้สึกเย็น
- ง. ละลายโซดาไฟในน้ำ จับแล้วรู้สึกร้อน

27. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน

- ก. การเผาไหม้เชื้อเพลิง
- ข. การละลายน้ำของโซดาไฟ
- ค. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- ง. การเผาผลาญพลังงานในร่างกาย

28. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

- ก. พลังงานของสารตั้งต้นเท่ากับพลังงานของผลิตภัณฑ์
- ข. พลังงานของสารตั้งต้นน้อยกว่าพลังงานของผลิตภัณฑ์
- ค. พลังงานของสารตั้งต้นมากกว่าพลังงานของผลิตภัณฑ์
- ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

29. ของผสมระหว่างน้ำแข็งและเกลือแกง เป็นระบบซึ่งมักใช้หล่อรอบถังไอศกรีมไว้นั้น เป็นการใช้ประโยชน์จากระบบ ตามข้อใด

- ก. ดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อม
- ข. คายความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อม
- ค. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความร้อนต่อสิ่งแวดล้อม
- ง. เปลี่ยนแปลงความดันของบรรยากาศ

30. ปฏิกริยาในข้อใดทำให้เกิดแก๊สที่ใช้เป็นวัตถุระเบิดในการสังเคราะห์ด้วยแสง

ก. ใส่แผ่นอะลูมิเนียมลงในน้ำจืด

ข. หยดน้ำส้มสายชูลงบนแผ่นสังกะสี

ค. บีบน้ำมะนาวลงบนแป้งดินสอพอง

ง. ใส่เกลือแอมโมเนียมในเตรตลงในน้ำปูนใส



ภาคผนวก ฉ
เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสาร

ตาราง ฉ-1 เกณฑ์การให้คะแนนการฟัง

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
ความเข้าใจ	สามารถตอบ คำถามหลังจาก ที่ฟังได้ทั้งหมด	สามารถตอบ คำถามหลังจากที่ ฟังได้เป็นส่วน ใหญ่	สามารถตอบ คำถามหลังจากที่ ฟังได้บ้าง	สามารถตอบ คำถามหลังจากที่ ฟังได้เล็กน้อย	ตอบคำถาม หลังจากที่ฟังได้ น้อยมาก	1	5
การจับใจความ สำคัญ	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ ทั้งหมด	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้เกือบ ทั้งหมด	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ เล็กน้อย	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ น้อยมาก	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาไม่ได้	2	10

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
การรู้ความหมาย คำศัพท์	รู้ความหมาย คำศัพท์ทั้งหมด	รู้ความหมาย คำศัพท์โดยส่วน ใหญ่และ ชัดเจน	รู้ความหมาย คำศัพท์ทั้งหมด	รู้ความหมาย คำศัพท์เล็กน้อย ชัดเจน	รู้ความหมาย คำศัพท์เล็กน้อย และไม่ชัดเจน	1	5
รวม						5	20

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก (คะแนน 16-20)

ระดับ 4 หมายถึง ดี (คะแนน 11-15)

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง (คะแนน 6-10)

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง (คะแนน 0-5)

ตาราง จ-2 เกณฑ์การให้คะแนนการพูด

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
ความถูกต้อง	ออกเสียง คำศัพท์และ ประโยคได้ ถูกต้องตามหลัก การออกเสียง ออกเสียงเน้น หนักในคำ/ประโยค อย่างสมบูรณ์	ออกเสียง คำศัพท์และ ประโยคได้ ถูกต้องตาม หลักการออก เสียงมีเสียง เน้นหนักในคำ/ ประโยคเป็นส่วน ใหญ่	ออกเสียง คำศัพท์และ ประโยคได้ ถูกต้องเป็น ส่วนใหญ่ ขาดการออกเสียง เน้นหนัก	ออกเสียง คำศัพท์และ ประโยคได้ ถูกต้องเป็น ส่วนน้อย ขาดการออกเสียง เน้นหนัก	ออกเสียงคำ/ ประโยคผิด หลักการออกเสียง ทำให้ สื่อสารไม่ได้	2	10

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
ความคล่องแคล่ว	พูดต่อเนื่อง ไม่ติดขัด พูดชัดเจน ทำให้สื่อสารได้	พูดตะกุก ตะกักบ้าง แต่ ยังพอสื่อสารได้	พูดเป็นคำๆ หยุดเป็นช่วงๆ เพื่อให้ สื่อสารได้ไม่ ชัดเจน	พูดได้บางคำ ทำให้สื่อ ความหมาย ไม่ได้	พูดทำให้สื่อ ความหมาย ไม่ได้	2	10
รวม						5	20

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก (คะแนน 16-20)

ระดับ 4 หมายถึง ดี (คะแนน 11-15)

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง (คะแนน 6-10)

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง (คะแนน 0-5)

ตาราง จ-3 เกณฑ์การให้คะแนนการอ่าน

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
ความเข้าใจ	ตอบคำถาม หลังจากที่อ่านได้ ทั้งหมด	ตอบคำถาม หลังจากที่อ่านได้ เกือบทั้งหมด	ตอบคำถาม หลังจากที่อ่านได้ เล็กน้อย	ตอบคำถาม หลังจากที่อ่าน น้อยมาก	ตอบคำถาม หลังจากที่อ่านได้ น้อยมาก	2	10
การจับใจความ สำคัญ	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ ทั้งหมด	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้เกือบ ทั้งหมด	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้บ้าง เกือบ ทั้งหมด	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ เล็กน้อย	จับใจความ สำคัญของ เนื้อหาได้ น้อยมาก	2	10
รวม						5	20

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก (คะแนน 16-20)

ระดับ 4 หมายถึง ดี (คะแนน 11-15)

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง (คะแนน 6-10)

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง (คะแนน 0-5)



ตาราง จ-4 เกณฑ์การให้คะแนนการเขียน

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
การใช้ภาษา	การสะกด คำศัพท์ถูกต้อง การเลือกใช้คำตรง กับเนื้อหา ประโยคถูกต้อง มีเครื่องหมาย วรรคตอนที่ต้อง	การสะกด คำศัพท์ผิด เล็กน้อย พอเดา ความหมายได้ เขียนรูปประโยค ผิด หลักไวยากรณ์ เล็กน้อย เครื่องหมาย วรรคตอนผิด เล็กน้อย	สะกดคำผิดมาก แต่พอเดา ความหมายได้รูป ประโยคผิดพลาด มาก เครื่องหมาย วรรคตอนไม่ครบ หรือไม่ ถูกต้อง	สะกดคำผิดมาก แต่พอเดา ความหมายได้รูป ประโยคผิดพลาด เล็กน้อย เครื่องหมาย วรรคตอนไม่ครบ หรือไม่ ถูกต้อง	สะกดคำผิดมาก เขียนรูปประโยคไม่ ถูกต้อง ไม่มี เครื่องหมายวรรค ตอน	3	12

ระดับคะแนน ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					น้ำหนัก/ ความสำคัญ	คะแนนรวม
	5	4	3	2	1		
เนื้อหา	มีรายละเอียด เนื้อหาตรง กับลักษณะที่กำหนด มากที่สุด	รายละเอียดของ เนื้อหาไม่ครบถ้วน ไม่ครอบคลุม ทั้งหมด	มีรายละเอียด ของเนื้อหา ปานกลาง	มีรายละเอียด ของเนื้อหา น้อย	มีรายละเอียด ของเนื้อหา น้อยมาก	2	8
รวม						5	20

เกณฑ์ระดับคุณภาพ

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก (คะแนน 16-20)

ระดับ 4 หมายถึง ดี (คะแนน 11-15)

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง (คะแนน 6-10)

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง (คะแนน 0-5)

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข-1

<u>รายงานผลการทดลอง</u>				
การทดลอง เรื่อง <u>เหล็กกล้าโดยวิธีทดสอบดัดตัวทำละลาย</u>				
ทำการทดลองวันที่ 15 เดือน มกราคม พ.ศ. 2564				
<u>ผู้ทดลอง</u>	1) นาย อาดอล	พร้อมด้วย	เลขที่ 1	
	2) ด.ช. พงศกร	มีสุภา	เลขที่ 4	
	3) ด.ช. สันติ	จินตนา	เลขที่ 9	
	4) ด.ช. ทศนา	ประภัสสร	เลขที่ 16	
	5) ด.ช. สันติ	สันติภักดิ์	เลขที่ 17	
	6) ด.ช. ปิยะพันธ์	ชั้นเรียน	เลขที่ 22	
<u>จุดประสงค์</u>				
สังเกตและอธิบายการเปลี่ยนแปลงจากใบไม้ โดยวิธีทดสอบดัดตัวทำละลาย				
<u>อุปกรณ์การทดลอง</u>				
1) ใบไม้จากพืช ใดก็ได้ ใบเทศ ผัดมันจืด ใบไม้สด				
2) สารละลายไฮดรอกไซด์ 95% 5 cm ³				
3) น้ำ 5 cm ³				
4) นสอทดสอบขนาดใหญ่ 6 นสอ				
5) นสอทดสอบขนาดเล็ก 6 นสอ				
6) ขวดขนาด 10 2 อัน				
7) มีดกรีดขนาด 100 cm ³ 3 ใบ				
8) กระดาษขาวขนาด 10 cm ³ 1 ใบ				
9) นสอขนาด 2 อัน				
10) กรรไกร 1 อัน				
11) โกร่งมด 1 อัน				
12) ที่วางนสอทดลอง 1 อัน				

รูปที่ ข-1.1 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

No. _____
Date _____

วิธีดำเนินการ

1) สักเกตสำรวจน้ำและสารละลายเอทานอล มีบันทึกผล

2) ตัดใบไม้เป็นชิ้นเล็กขนาดเท่าๆกัน กว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 20 ชิ้น บดละเอียดด้วยมือหรือเครื่องบด แล้วนำน้ำมัน 2 ส่วนไปสกัดในหลอดทดลองขนาด 10 มล. และสกัดสารจากใบไม้ด้วยตัวทำละลาย โดยใช้น้ำมันในหลอดทดลองที่ 1 และเติมสารละลายเอทานอลลงในหลอดทดลองหลอดที่ 2 และสกัด 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นบดหลอดทดลองด้วยจุดของ และพักไว้ 2 นาที สักเกต และบันทึกผล

3) ใช้หลอดหยดดูดเนื้อมา เติมน้ำมันประมาณเท่ากับ 0.05 กรัมจากสารผสมในหลอด และสกัดด้วยน้ำมันในหลอดทดลองหลอดเล็ก สักเกตลักษณะสารที่ได้และบันทึกผล

การทดสอบ

ชนิดใบไม้	ชนิดตัวทำละลาย	ลักษณะของสารที่ได้
ใบเตย	น้ำ	ของเหลวใสสีฟ้า
	สารละลายเอทานอล	ของเหลวใสสีฟ้าเข้ม
ผักขี้เหล็ก	น้ำ	ของเหลวใสสีฟ้าอ่อน
	สารละลายเอทานอล	ของเหลวใสสีฟ้าเข้ม
ใบส้ม	น้ำ	ของเหลวใสสีน้ำตาลอ่อน
	สารละลายเอทานอล	ของเหลวใสสีน้ำตาลเข้ม

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่า การสกัดสารจากใบไม้ แต่ละชนิดโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่างกัน จะได้สารจากใบไม้สีละ 0.05 กรัมกับตัวทำละลายในปริมาณ/หลอดต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย

รูปที่ ข-1.2 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ช-2 ประมวลภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



รูปที่ ช-2.1 ตัวอย่างการทดลองของนักเรียน



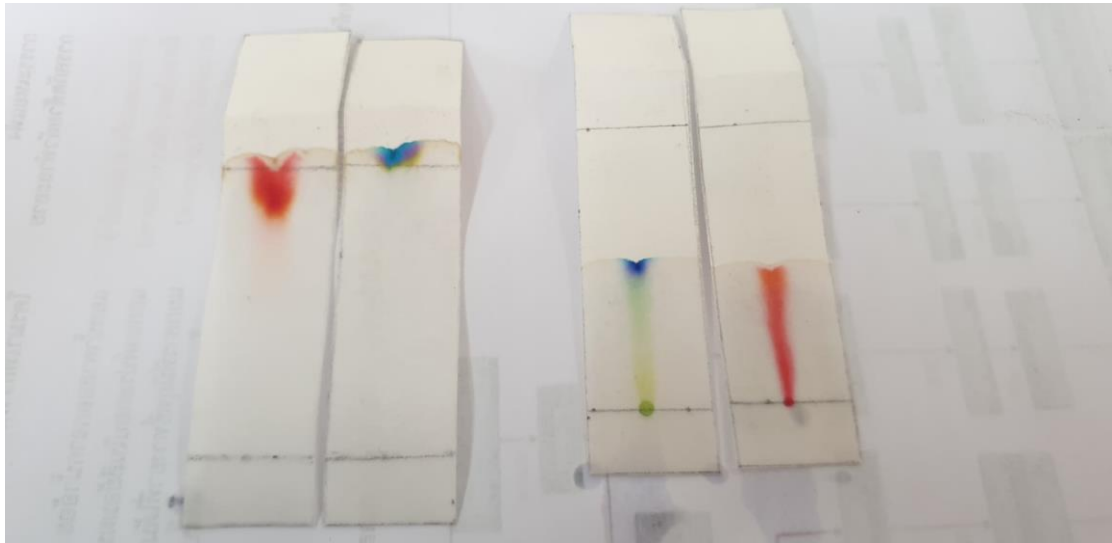
รูปที่ ช-2.2 ตัวอย่างผลงานนักเรียน



ภาพที่ ช-2.3 การทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง วิธีการแยกสารโดยการระเหยแห้งและการตกผลึก



ภาพที่ ช-2.4 การทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง การสกัดด้วยตัวทำละลาย



ภาพที่ ข-2.5 การทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง วิธีการแยกสาร โดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

4. 	ปฏิกิริยา <u>ฝนกรด</u> อธิบาย เกิดจากการสะสมของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำในชั้นบรรยากาศเกิดเป็นกรดซัลฟูริกและกรดไนตริก ซึ่งสามารถตกลงมาในรูปของฝนกรดได้ สมการเคมี $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
---	--

ภาพที่ ข-2.6 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล

นางสาวสุดาลักษณ์ สุทธะคำ

วัน เดือน ปี เกิด

18 มกราคม 2533

ที่อยู่ปัจจุบัน

108/1 หมู่ 2 ตำบลแม่ฮ้อยเงิน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงาน

2556 - ปัจจุบัน

ข้าราชการครู โรงเรียนนาโบสถ์พิทยาคม อำเภอวังเจ้า จังหวัดตาก
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556

ครุศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่