

500

ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว

นายสุขสันต์ บัวสาย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2551

**The Effects of Using the Inquiry Method With Metacognition on Chemistry
Learning Achievement on the Topic Chemical Equilibrium of Mathayom Suksa
V Students at Klongnumsai Wittayakarn School in Sa Kaeo Province**

Mr. Sukson Buasai

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2008

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ
จังหวัดสระแก้ว

ชื่อและนามสกุล นายสุขสันต์ บัวสาย
แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาว์กิริติพงศ์

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ
ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาว์กิริติพงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิสวธีรานนท์)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับการศึกษา
ค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศักดิ์ จินดานุรักษ์)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

วันที่ 10 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2552

ชื่อการศึกษา คั่นคว่ำอิสระ ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน
 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว
ผู้ศึกษา นายสุขสันต์ บัวสาย **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาว์ศิริพิงศ์ **ปีการศึกษา** 2551

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันกับเกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมีที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) นักเรียนที่เรียนวิชาเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.22 และมีนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70

คำสำคัญ สืบเสาะหาความรู้ เมตาคอกนิชัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มัธยมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา
ค้นคว้าอิสระ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เซาว์กัรติพงษ์ ซึ่งได้ดูแล ให้คำแนะนำ
ตรวจแก้ไขด้วยความกรุณาและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้
 ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านคือ อาจารย์อภิชาติ บุญมาลัย
อาจารย์กนกวรรณ พลอาษา อาจารย์ขนิษฐา สารปรัง ที่ได้กรุณาสละเวลาตรวจสอบและให้
คำแนะนำ การแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน
รองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ
จังหวัดสระแก้ว ที่สละเวลาตลอดจนการให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อวิเชียร คุณแม่เครือวรรณ บัวสาย คุณลาวรรณ์ บัวสายและ
นายธนวัฒน์ วัฒนจิรพันธ์ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนผู้วิจัยทุก ๆ ด้าน
ด้วยดีมาตลอด จนรายงานฉบับนี้บรรลุผลสำเร็จด้วยดี

สุขสันต์ บัวสาย

เมษายน 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	4
ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	36
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	70
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	74
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	74
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	74
การเก็บรวบรวมข้อมูล	83
การวิเคราะห์ข้อมูล	83
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร ที่เรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สอคแทรก เมตาคอกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	86

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร ที่เรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สุดแตรก เมตาคอกนิชัน	87
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	88
สรุปการวิจัย	88
อภิปรายผล	90
ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก	99
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	100
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	102
ค การหาคุณภาพของเครื่องมือ	178
ประวัติผู้วิจัย	181

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	
บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)	41
ตารางที่ 2.2	
บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)	44
ตารางที่ 3.1	
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	76
ตารางที่ 3.2	
แสดงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	76
ตารางที่ 4.1	
ค่าสถิติพื้นฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	86
ตารางที่ 4.2	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สอด แทรกเมตาคอกนิชัน	87

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 กระบวนการเมตาคอกนิชัน	15
ภาพที่ 2.2 เมตาคอกนิชันตามแนวคิดวิทยาพัฒนาการ	16

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 1)

วิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 ประกอบด้วย 8 กลุ่มสาระ ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี โดยเป็นสาขาวิชาที่มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างระหว่างอนุภาค หลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา ซึ่งการเรียนรู้เคมีประกอบด้วยการเรียนรู้ในภาคทฤษฎี การปฏิบัติ และการคำนวณ ในภาคทฤษฎีเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนรู้จักและสร้างองค์ความรู้ในทฤษฎี กฎและสูตรต่าง ๆ การปฏิบัติเป็นการเรียนรู้โดยการกระทำ ส่วนภาคคำนวณจะเป็นการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักนำเอาทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จากการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ พ.ศ. 2551 โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา(องค์การมหาชน) พบว่า มาตรฐานที่ 5 ด้านผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในสาระวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ และจากรายงานผลการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2551 พบว่า ค่าเฉลี่ยผลการเรียนของกลุ่มสาระ

วิทยาศาสตร์เท่ากับ 2.13 ในรายวิชาเคมีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.09 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมีอยู่ในระดับที่ต่ำ จากการที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมีแล้วจะพบว่า เนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ การอ่านเพื่อความเข้าใจและการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะเรื่องสมดุลเคมีซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีทั้ง ทฤษฎี การคำนวณ และการทดลอง ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากทำให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องสมดุลเคมีต่ำ และเมื่อได้ศึกษาปัญหาของนักเรียนดังกล่าวแล้วพบว่าตัวแปรที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาความสามารถดังกล่าวคือการพัฒนาความคิดของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาพบแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอกนิชันซึ่งการพัฒนาเมตาคอกนิชันเป็นการทำให้บุคคลมีการตระหนักรู้ในความรู้ ความคิดและความสามารถของตนเอง รวมทั้งความสามารถในการควบคุมและประเมินการรู้คิดของตนเอง แล้วจะส่งผลให้นักเรียนรู้จักตนเอง รู้จักงานที่ทำ และรู้กลวิธีที่จะทำให้งานสำเร็จ นั่นคือสามารถประเมินตนเอง ประเมินงานที่ทำ และประเมินกลวิธีที่ใช้ หรือมีความสามารถในการควบคุมและประเมินการรู้คิดของตนเอง ซึ่ง Beyer (1997 : 99) ได้กล่าวว่า เมตาคอกนิชันเป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีหน้าที่ในการสื่อสาร ข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ จึงได้เกิดแนวคิดในการพัฒนาความคิดของผู้เรียน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการพัฒนาเมตาคอกนิชัน

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method หรือ 5Es) ซึ่งกระบวนการสอนที่ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อม สถานการณ์และสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกตเปรียบเทียบ จนเกิดปัญหาและผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถาม หรือเร้าให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อสืบสวน สอบสวน หาสาเหตุของปัญหา ในรูปของการอภิปรายและให้ผู้เรียนหาทางพิสูจน์ว่า การอธิบายนั้นเป็นไปตามความจริงหรือไม่ มีการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย แล้วพิสูจน์ด้วยการทดลอง สรุปผล แล้วนำ หลักการ กฎเกณฑ์ที่พบไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง (ประจวบจิตร คำจตุรัส 2537: 42) จากความจำเป็นที่ต้องพัฒนานักเรียนให้รักการเรียนรู้ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และมีจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต เมื่อพิจารณาจากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่ารูปแบบการสอนการสืบเสาะหาความรู้และเมตาคอกนิชันมีความสอดคล้องกับลักษณะดังกล่าว โดยการนำการสืบเสาะหาความรู้และเมตาคอกนิชันมาออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ซึ่งวินิจฉัย ไชยจันทร์ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ

70 ของคะแนนเต็มทุกคน คะแนนทักษะการอ่านวิชาเคมีของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78 และคะแนนทักษะการทดลอง วิชาเคมีของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78 และพันธ ทองต้น (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาออกนิชันต่อความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์วิทยาศาสตร์และต่อ การพัฒนาเมตาออกนิชัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ วิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาออกนิชันมี ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์วิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนแบบใช้กลวิธีเมตาออกนิชันมีการพัฒนาเมตาออกนิชัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ .05

ดังนั้นถ้าจะให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีสูงขึ้นจะต้องพัฒนาการ ควบคุมการคิดหรือเมตาออกนิชันของตนเองจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้พร้อมกับการวางแผน ควบคุม ตรวจสอบ และประเมินความคิดของตนควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งจะช่วยส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีสูงขึ้น และจะ ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาคนซึ่งเป็นกำลังของชาติด้วยการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาประเทศชาติ ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาออกนิ ชันที่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใส วิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว ที่เรียนเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะ หาความรู้สอดแทรกเมตาออกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว หลังเรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้สอดแทรกเมตาออกนิชันกับเกณฑ์การผ่านร้อยละ 70

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่าก่อนเรียน

3.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposively selected)

4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลา 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษารังนี้

4.4.1 ตัวแปรอิสระคือการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน

4.4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 เมตาคอกนิชัน หมายถึง กระบวนการรู้คิดของบุคคลในการควบคุมจัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูลการวางแผนการกำกับ และ

การประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือทำงานจนสำเร็จได้อย่างมีทิศทาง และมีประสิทธิภาพ

5.2 การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ การเป็นกิจกรรมการสอนที่จัดขึ้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาของวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่รู้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ผู้เรียนต้องหาทางพิสูจน์หรืออธิบายคำตอบของปัญหานั้น โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

5.2.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

5.2.2 การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้นักเรียนจะใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียน ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง

5.2.3 การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้ก็จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นการสำรวจ มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

5.2.4 การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น

5.2.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนได้การประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อย ข้อสรุปที่ได้จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป

5.3 กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเกมคาถากนิชัน หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการสอดแทรกการกำกับและการควบคุมการรู้คิด การจัดการเกี่ยวกับกระบวนการทางความคิดของตน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูล การวางแผน การกำกับ และการประเมิน ประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

5.3.1 การสร้างความสนใจ หมายถึง การกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามจากเหตุการณ์ จากสถานการณ์ รูปภาพ หรือจากสิ่งที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนสนใจ แล้วร่วมกันกำหนดขอบเขตและกำหนดรายละเอียดของประเด็นที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจน โดยใช้การ

สะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังจะเรียนรู้ ได้แก่ การตั้งคำถาม การตอบคำถาม และการกำหนดเป้าหมาย

5.3.2 การสำรวจและค้นหา หมายถึง การที่นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนด้วยการอภิปราย กำหนดแนวทางในการสำรวจ ตรวจสอบ ค้นหา คาคะเนคำตอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การพูดหรือบันทึกความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอธิบายความคิด

5.3.3 การอธิบายและลงข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ ค้นหา มาอภิปรายร่วมกัน แล้ววิเคราะห์ แปลผล สรุปผลเป็นความรู้ และนำเสนอ โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ได้แก่ การอธิบายความคิด การวิพากษ์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ และการสร้างความคิดหลัก

5.3.4 การขยายความรู้ หมายถึง การที่นักเรียนร่วมกันนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และนำสิ่งที่เชื่อมโยงแล้วไปอธิบายหรือยกตัวอย่างสถานการณ์หรือปรากฏการณ์อื่น ๆ หรือการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ได้แก่ การเชื่อมโยงความคิดหลัก และการสร้างความคิดหลัก

5.3.5 การประเมินผล หมายถึง การที่นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเองด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน โดยใช้การสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่น่าสนใจของสิ่งที่ได้เรียนรู้ การตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้กับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมทั้งการทำแบบทดสอบ และการบันทึกหลังเรียน

5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดความสามารถด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องตามทฤษฎีการเรียนรู้

6.2 ได้รูปแบบวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีการตระหนักรู้ใน
ความรู้คิดและความสามารถควบคุมกระบวนการคิดและประเมินการรู้คิดของตนเอง สำหรับ
ครูผู้สอนนำไปพัฒนาการคิดและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

6.3 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนกระบวนการคิดและการสร้าง
องค์ความรู้ให้แก่ผู้เรียนในรายวิชาอื่นๆ

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้า เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอในรายละเอียดตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน
 - 1.1 ความหมายของเมตาคอกนิชัน
 - 1.2 องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน
 - 1.3 พื้นฐานทางทฤษฎีของเมตาคอกนิชัน
 - 1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบเมตาคอกนิชัน
 - 1.5 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา
 - 1.6 การฝึกเมตาคอกนิชัน
 - 1.7 ยุทธศาสตร์การทำให้มีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น
 - 1.8 รูปแบบกิจกรรมการสอนเมตาคอกนิชัน
2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.1 ความเป็นมาของการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.3 ประเภทและขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.4 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้
 - 2.5 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเมตาคอกนิชัน

1.1 ความหมายของ เมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน มีความหมายที่หลากหลายและกว้างขวางแตกต่างกันไปตามแนวคิดของนักวิชาการ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

Flavell (1979 : 906 - 911) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึงการมีสมาธิและความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์การคิดหรือการมีความตระหนักรู้ในการคิดของตนเองในการทบทวนกระบวนการคิดซึ่งอาจจะทำให้นำมาใช้งานได้อย่างสะดวกรวดเร็วเมื่อต้องการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

Alexander, Schallert และ Hare (1991 : 315-345) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึงการมีความรู้เกี่ยวกับความรู้ของตนเอง (Knowledge about Knowledge) หรือการคิดเกี่ยวกับการคิดของตน (Thinking about Thinking)

Beyer (1997 : 99) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชัน เป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมทำหน้าที่ในการสั่งการ

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2536 : 248) ให้ความหมาย เมตาคอกนิชันว่าเป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ หรือกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นการกำกับกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ

ทิสนา เขมมณี (2545 : 82) ให้ความหมาย เมตาคอกนิชันว่าเป็นการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการรู้คิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุม กำกับการกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

สมจิตร ทรัพย์อัประโมย (2540 : 9) ให้ความหมายเมตาคอกนิชันว่าเป็นการตระหนักรู้และความสามารถของตนเองในอันที่จะเข้าใจ ควบคุม และจัดการกับกระบวนการทางพุทธิปัญญาของตนเอง

จากความหมายดังกล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การมีความรู้ในสิ่งที่ตนรู้ (Knowledge about Knowledge) การคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเองและของคนอื่น (Thinking about Thinking) ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตน หรือความตระหนักรู้ในกระบวนการเรียนรู้ ใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง

ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับการทำงานของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

2.2 องค์ประกอบของเมตาคognition (Metacognition)

เมตาคognition (Metacognition) ในการกระทำสิ่งต่าง ๆ ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญของเมตาคognition ซึ่งการที่จะศึกษาและพัฒนาเมตาคognition ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของเมตาคognition ตามที่นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้จัดแบ่งไว้ ดังนี้

Flavell (1985 : 231-236) ได้แบ่งเมตาคognition ออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคognition (Metacognitive Knowledge) เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร คิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร องค์ประกอบที่มีผลต่อกิจกรรมการคิดประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล (Person Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน (Task Variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับงานลักษณะของงานที่เคยทำว่ามีความยากง่ายอย่างไร หรือที่ทำอยู่ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจและการทำงานนั้น ๆ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคของงานนั้นที่อาจเกิดขึ้น

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี (Strategy Variables) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลมีเกี่ยวกับวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานนั้น เป็นการรู้ว่ากลวิธีใดจะช่วยทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้เกิดความก้าวหน้า

2. ประสบการณ์เมตาคognition (Metacognitive Experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ ประสบการณ์นี้มีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกระบวนการคิดตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์การคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายหรือเลิกกระทำ เป็นกระบวนการที่บุคคลได้วางแผน ควบคุม และกำกับพฤติกรรมของตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตตนเอง กระบวนการตัดสินใจ และกระบวนการแสดงปฏิกิริยาต่อตนเองเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ต่อมา โรบิน โฟการ์ตี (Robin Fogarty , 1994 : 3) แบ่งประสบการณ์เมตาคognition เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไร ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด มีความเหมาะสมของลำดับขั้นตอนเพียงใด และวิธีการที่เลือกใช้เหมาะสมเพียงใด

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นการคิด เกี่ยวกับการประเมินการวางแผน ประเมินการกำกับตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์

Wells (2000 : 6-13) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น ด้านบุคคล ด้านงานและด้านกลวิธี
2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบทางปัญญา

โดยสรุปแล้วเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นความรู้ที่ถูกเก็บบันทึกไว้ในความจำระยะยาวเพื่อที่จะใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการรู้ตนเอง รู้การคิดของตนเอง การรู้ และควบคุมความคิดของตนเองให้สามารถบรรลุเป้าหมาย และองค์ประกอบด้านประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนต่าง ๆ คือ การวางแผน การกำกับควบคุมตนเอง และการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาเมตาคอกนิชัน

Baker และ Brown (Baker and Brown, 1984 : 21-24 อ้างถึงใน กำจร มณีแก้ว 2539 : 25) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันออกเป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความตระหนัก (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าต้องทำอะไร เป็นเรื่องของกาที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดรวม ไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้น มีวิธีจำสิ่งนั้นได้ง่ายตลอดจนทำแบบทดสอบ วางขอบข่ายและการจดบันทึก ความสามารถในการสะท้อนกระบวนการคิดของตนเองออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราวหรือในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้รู้ว่าในงานนั้น จะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การกำกับตนเอง (Self-Regulation) เป็นการรู้ว่าจะทำงานนั้นอย่างไรและเมื่อไร เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จ เป็นกลวิธีในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหาซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจสิ่งนั้นหรือไม่

ไซมอน (Simon , 1989 : 29-48) เน้นความหมายของเมตาคognition ว่าเป็นการ
กำกับควบคุมใน 9 ลักษณะ คือ

1. การเตรียมตัว (Orientation)
2. การวางแผน (Planning)
3. การควบคุมตนเองให้ดำเนินตามแผน (Monitoring)
4. การทดสอบผลการดำเนินตามแผน (Testing)
5. การตรวจสอบข้อมูลที่ทำเป็นอีกครั้ง (Reorientation)
6. การวางแผนต่อเนื่อง (On-line Planning)
7. การวินิจฉัย (Diagnosing)
8. การสะท้อนความคิด (Reflection)
9. การประเมินผล (Evaluation)

แพร์ริส (Paris , 1983 : 293-316) ให้รายละเอียดของการกำกับควบคุม 4 ขั้นตอนคือ

1. การประเมินสภาพการณ์เบื้องต้น (Pre-Evaluation) เป็นการวิเคราะห์
คุณลักษณะของงานและความสามารถของบุคคลที่จะมีผลต่องานนั้น ๆ ทั้งด้านบุคคล ด้านงานและ
ด้านกลวิธี

2. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดเป้าหมาย และเลือกกลวิธี
3. การกำกับควบคุมตนเอง (Regulation) เป็นความพยายามที่จะทำให้งานนั้น

บรรลุตามเป้าหมาย

4. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่นำไปสู่การปรับปรุง

แผน

กาโรฟาโร และ เลสเตอร์ (Garofalo and Lester, 1985 : 163-176) เสนอกรอบ
แนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา หมายถึงพฤติกรรมที่มีกลวิธีในการ
ประเมิน และทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วย

- 1.1 กลวิธีทำความเข้าใจ
- 1.2 วิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข
- 1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน
- 1.4 สร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา
- 1.5 ประเมินความยากและ โอกาสที่จะสำเร็จ

2. การวางแผน ประกอบด้วย

- 2.1 การระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
 - 2.2 การวางแผนรวม
 - 2.3 การวางแผนย่อย
 - 3. การดำเนินการแก้ปัญหา หรือการดำเนินการตามแผน ประกอบด้วย
 - 3.1 การดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 การกำกับและประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อย และแผนรวม
 - 3.3 การกำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน และการใช้เวลา
 - 4. การประเมินความถูกต้อง ประกอบด้วย
 - 4.1 การประเมินการนิยามปัญหา และประเมินการวางแผนแก้ปัญหา โดยคำนึงถึง
 - 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย
 - 4.2 การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึง
 - 4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ
 - 4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
 - 4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา
- เดวิดสัน และ สเติร์นเบิร์ก (Davidson and Sternberg, 1994 : 207-226) ได้เสนอขั้นตอนของการใช้เมตาคognition ในการแก้ปัญหาทั่วไปดังนี้
1. การระบุและนิยามปัญหา ขั้นแรกคือการลงรหัสส่วนประกอบที่สำคัญของสถานการณ์ปัญหา โดยการเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้นและการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมา ผู้แก้ปัญหาต้องระบุให้ได้ว่าสิ่งใดรู้แล้ว สิ่งใดยังไม่รู้ และโจทย์ถามอะไร
 2. การสร้างตัวแทนปัญหา เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ต้องสร้างแผนภาพทางจิตของส่วนประกอบต่าง ๆ ของความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น และเป้าหมายที่พบจากการนำเสนอมา ข้อมูลจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือจัดออกไป แล้วถูกตีความจากสถานการณ์เดิมแล้วจึงเก็บไว้ในความจำ

3. การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วค่อยๆ แก้ปัญหาเป็นลำดับโดยเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของตน

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา ในขณะที่บุคคลกำลังแก้ปัญหา เขาต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังทำ และสิ่งที่ควรจะทำต่อไป รวมถึงการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรกได้ และยังต้องสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ หากกลวิธีที่ใช้อยู่ไม่เกิดผลที่ต้องการ อาจตัดสินใจเปลี่ยนกลวิธีได้

สรุปได้ว่า เมตาคอกนิชันประกอบด้วยความรู้เมตาคอกนิชัน ได้แก่ ความรู้ด้านบุคคลความรู้ด้านงาน และความรู้ด้านกลวิธี และประสบการณ์เมตาคอกนิชัน ได้แก่ ประสบการณ์ด้านการวางแผน ด้านการกำกับติดตาม และด้านการประเมินผล

2.3 พื้นฐานทางทฤษฎีของเมตาคอกนิชัน

ไลเบอร์แมน (Lieberman, 1993 อ้างถึงใน สมจิตร ทรัพย์อัประมัย 2540 : 12-14) กล่าวว่าเมตาคอกนิชันเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องใกล้ชิดกับทฤษฎีทางพุทธิปัญญาพื้นฐานสำคัญคือ ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theory) ซึ่งอธิบายองค์ประกอบของความจำมนุษย์โดยเทียบเคียงกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยการรับข้อมูลเข้า การเก็บข้อมูลไว้และการแสดงผลข้อมูล ทำนองเดียวกันระบบความจำของมนุษย์ประกอบด้วยการลงทะเบียนข้อมูล การเก็บจำ และ การเรียกคืนข้อมูลการลงทะเบียนข้อมูล (Coding) มีสิ่งที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1. การลงทะเบียนระดับประสาทสัมผัส (Sensory coding) สิ่งสำคัญประการแรกที่ทำให้เราสามารถจำสิ่งต่าง ๆ ได้ คือต้องสามารถจำแนกสิ่งเร้านั้นได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหมายถึงการแยกคุณลักษณะใหญ่ ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น การรับรู้อักษร L เริ่มจากรู้เป็นจุด ต่อมารับรู้ว่าจุด เชื่อมต่อกันในแนวดิ่ง ต่อมารับรู้ว่าจุดเชื่อมต่อกันในแนวนอน ต่อมาจึงรับรู้ว่าแนวดิ่งกับแนวนอนมาเชื่อมต่อกันเป็นมุมฉาก

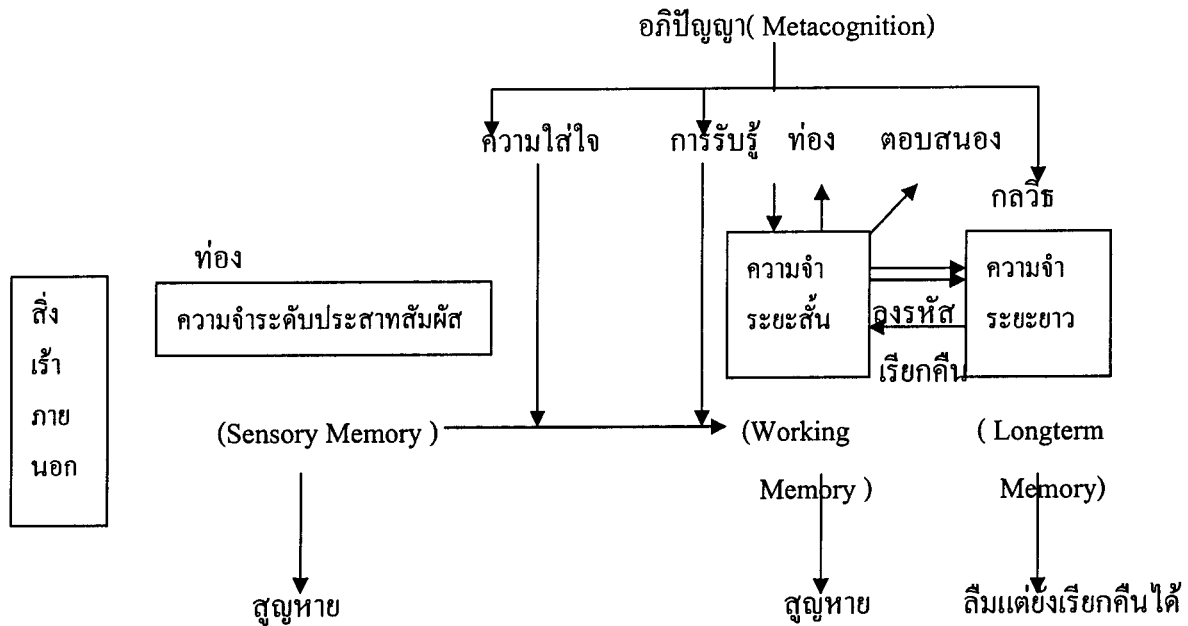
2. บทบาทของบริบทในการลงทะเบียนข้อมูล (Context role Coding) ถ้าสิ่งเร้ามีความคลุมเครือไม่ชัดเจน ต้องใช้บริบทอ้างอิงประกอบในการจำแนกสิ่งเร้าออกเป็นส่วนย่อย

3. ความจำระยะสั้น (Short-term memory or TSM) เป็นช่วงที่ข้อมูลถูกลงรหัสในรูปแบบที่มีความหมายเพื่อการใช้สอยระยะสั้น ๆ หากไม่มีการจัดกระทำใด ๆ เช่น ทบทวนท่องจำ ข้อมูลนี้จะหายไปในเวลาเพียงไม่กี่วินาที

4. ความจำระยะยาว (Long-term Memory or LTM) การเก็บความจำไว้ในระยะยาวมักต้องลงทะเบียนข้อมูลที่อ้างอิงบริบทที่มีความหมาย

5. การใส่ใจ (Attention) สมรรถนะของมนุษย์มีขีดจำกัดในการประมวลผลข้อมูล เพราะเซลล์ประสาททั้งหมดไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ เรียกข้อจำกัดนี้ว่าการใส่ใจ

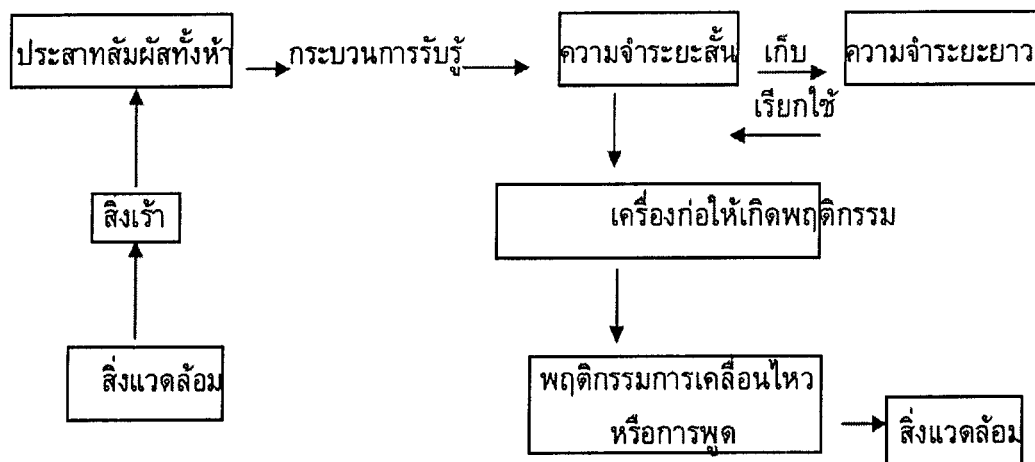
เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ (2536 : 2-5) กล่าวว่ากลุ่มนี้ประมวลผลข้อมูลเปรียบเทียบสมองมนุษย์เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบการทำงานอันสลับซับซ้อน โดยที่สมองของมนุษย์จะมีโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับจัดกระทำข้อมูลที่รับเข้ามา มีการสร้าง รับ เปลี่ยนเก็บ และนำข้อมูลออกมาใช้เมื่อต้องการ ซึ่งสรุปเป็นภาพประกอบดังนี้



ภาพที่ 2.1 กระบวนการเมตาคอกนิชัน

ที่มา : ทิศนา แคมณีและคณะ 2545 : 83

นอกจากทฤษฎีประมวลผลข้อมูลแล้ว เมตาคอกนิชัน ยังสามารถอธิบายได้ด้วยจิตวิทยาพัฒนาการของเพียเจต์ คือผู้เรียนจะสังเกตเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมาย วิธีการ ประสิทธิภาพ และผลสำเร็จของงาน จากนั้นผู้เรียนจะเกิดกระบวนการดูดซึมความรู้โดยอิงกรอบความรู้เดิม แล้วทำการปรับโครงสร้างทางพุทธิปัญญาของตนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้น ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 เมตาคอกนิชันตามแนวคิดวิทยาพัฒนาการ

ที่มา : ทิศนา เขมฉนิและคณะ 2545 : 108

2.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบเมตาคอกนิชัน

ภาวิณี คำขารี (2550 : 43-44) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

1. บทบาทของผู้สอน

- 1.1 ควรเน้นกิจกรรมและกระบวนการมากกว่าผลการเรียน
- 1.2 ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้ ทักษะการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของกลวิธี
- 1.3 ควรเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการบูรณาการ
- 1.4 ควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการวางแผน กำกับและควบคุมตนเอง และการทบทวนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเอง
- 1.5 ควรออกแบบการสอนในแบบที่มีความสมดุลระหว่างคุณภาพ และปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.6 ควรร่วมมือและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในระหว่างเรียน
- 1.7 ควรเน้นเป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น

1.8 การสอนต้องเหมาะกับภาวะ และความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของ
ผู้เรียน

2. บทบาทของผู้เรียน

2.1 ควรมีเป้าหมายในการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับ

ชีวิตประจำวัน

2.2 ควรมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น

2.3 ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ปกครองและผู้ใหญ่อื่น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการ
กำกับและควบคุมตนเองตั้งแต่เป็นเด็กเล็ก ตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ควรมีการออกแบบ
แผนการเรียนการสอนให้ครอบคลุมมากที่สุด จึงจะทำให้การพัฒนาเมตาคอกนิชันเกิดขึ้นอย่างมี
ประสิทธิภาพ

โฟการ์ตี (Fogarty, 1994 : 17) กล่าวว่า ครูสามารถแนะแนวทางสำหรับนักเรียน
ได้ตามตัวอย่างการเรียนการสอนต่อไปนี้

1. การสอนสำหรับการคิด (Teaching for Thoughtfulness) ควรจัดบรรยากาศให้
นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีและพึงพอใจเกี่ยวกับพวกเขาเอง สร้างความเชื่อมั่นและความศรัทธาใน
ความสามารถของตนเอง ให้นิเวศนักเรียนได้คิด 3 -10 วินาที ก่อนตอบคำถาม

2. การสอนการคิด (Teaching of Thoughtfulness) ควรจัดบรรยากาศให้ได้คิด
วิพากษ์วิจารณ์และคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น ให้คาดคะเน ทำนาย พยากรณ์ และคาดการณ์ เกี่ยวกับ
อารมณ์ของผู้อื่น บรรยากาศ ปฏิกริยาของเพื่อน ผลการปฏิบัติการทดลองและเหตุการณ์ตอนจบของ
เรื่องราวต่าง ๆ

3 การสอนการคิด (Teaching with Thoughtfulness) นอกจากจะจัดบรรยากาศให้
เอื้อต่อการคิดแล้ว ต้องให้นักเรียนร่วมกันคิดให้เป็นหนึ่งเดียว เป็นการบูรณาการ กิจกรรมและ
ประสบการณ์ เช่น ช่วยกันทำแผนที่ความคิด ต่อจิ๊กซอว์ความคิด

4 การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thoughtfulness) โดยครูต้องให้
นักเรียนได้สะท้อนความคิดและอภิปราย เพื่อแปลความหมายจากการเรียนรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การถ่าย
โอนและการนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปแนวทางพื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด จากการ
ประชุมของนักการศึกษาทั่วโลกที่รัฐวิสคอนซินปี ค.ศ.1984 คือ

4.1 การสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้
นักเรียนคิด เปิด โอกาสให้นักเรียนมีเวลาคิดหาคำตอบ ทำความกระจ่างกับแนวคำตอบของตนและ
ตั้งคำถามเพื่อ ตรวจสอบตนเอง

4.2 การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เน้นการฝึกทักษะการคิดให้นักเรียนโดยตรงที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาโดยใช้ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล

4.3 การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เน้นที่การใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร และสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ซึ่งเรียกว่าเมตาคอกนิชัน

4.4 การสอนการคิดเพื่อให้คิดเกี่ยวกับการคิด (Teaching of Thinking, for Thinking about Thinking) เป็นการผสมผสาน 3 แบบแรกเข้าด้วยกัน

2.5 ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา

Beyer (1987 : 192-196) ได้สรุปกลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. การวางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการใช้ประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการพิจารณาสิ่งที่โจทย์ต้องการข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

1.3 เรียงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

1.4 คาดคะเนอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดคะเนวิธีการแก้ไขอุปสรรค หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้

1.6 ประมาณคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. การกำกับแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 กำกับเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการตระหนักถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการภายในใจอยู่ตลอดเวลา

2.2 กำกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้เป็นไปตามการวางแผนอย่างถูกต้อง ได้แก่ รู้แก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปได้อย่างเหมาะสม รู้ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และมีวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ยุ่ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้วผู้แก้โจทย์ปัญหาสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น ๆ ตามที่ได้วางแผนไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของคำตอบ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ โดยย้อนกลับไปตรวจสอบวิธีการ หรือขั้นตอนว่าเป็นไปตามที่ตนเองวางแผนอย่างถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด และปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

2.6 การฝึกเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Training)

ออสมัน และ แฮนนอฟิน (Osman and Hannafin , 1992 : 83-89) เสนอแนวทางการฝึกเมตาคอกนิชันว่า ต้องขึ้นอยู่กับวิธีการฝึก ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. วิธีการฝึกแบบผสมผสาน เป็นการบูรณาการกลวิธีต่าง ๆ มาใช้ขณะสอนเนื้อหาสาระ

2. วิธีการฝึกแบบไม่ผูกพันเนื้อหา เป็นวิธีที่มีอิสระในการใช้กลวิธีมากกว่าวิธีแรก และทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในเมตาคอกนิชันมากกว่าวิธีแรก

นอกจากนี้ยังเสนอแนะหลักการออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมดังนี้

1. ระวัง อย่าให้กลวิธีทางเมตาคอกนิชันไปแข่งกับการทำงานทางพุทธิปัญญาต้องไม่ให้ผู้เรียนสูญเสียพลังงานไปกับกลวิธีมากเกินไป

2. เด็กเล็กให้ใช้กลวิธีที่ไม่ซับซ้อนเหมือนเด็กโตหรือผู้ใหญ่

3. หากต้องการการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์ที่แตกต่างกันไป ควรใช้วิธีฝึกแบบไม่ผูกพันเนื้อหา

4. ควรฝึกให้ถ่ายโยงการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกบทเรียน

5. ต้องเน้นวิธีการถ่ายโยงกลวิธีด้วย ไม่ใช่มีความรู้ในกลวิธีเพียงอย่างเดียว

6. ควรมีการกำหนดมาตรฐานและเกณฑ์ที่จะประเมินความเข้าใจ

7. สนับสนุนให้ใช้ตัวชี้แนะภายนอก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลการเรียนและประมวลผลกลวิธีที่ใช้ในการเรียน

8. ต้องเน้นทั้งตัวแปรด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

9. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น สามารถพรรณนาการเรียนรู้ของตนได้ ประเมินผลการเรียนรู้ได้ และให้ผลป้อนกลับซึ่งกันและกัน

10. เน้นให้ผู้เรียนกำกับตนเอง โดยอิงเป้าหมายสำคัญ

11. มีการผสมผสานข้อดีของกลวิธีในด้านการถ่ายโยงการเรียนรู้ และในด้านที่จัดกระทำกับเนื้อหา

ไซมอน (Simon ,1989 : 29-48) เสนอหลักการพื้นฐานของการสอนเมตาคอกนิชัน ดังนี้

1. กิจกรรมและกระบวนการควรได้รับการเน้นมากกว่าผลการเรียนในตัวมันเอง
2. ผู้เรียนต้องได้รับความช่วยเหลือให้ตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพุทธิปัญญา เมตาคอกนิชัน และองค์ประกอบของการเรียนรู้ในด้านอารมณ์เป็นสิ่งสำคัญ

4. ผู้เรียนต้องมุ่งสู่การถ่ายโยงการเรียนรู้และการแผ่ขยาย
5. ต้องมีการฝึกกลวิธีในการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ
6. ผู้เรียนควรได้รับการสอนให้รู้จักวิธีกำกับ การวินิจฉัย และการทบทวน หรือ การประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

7. ควรออกแบบการสอนให้มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของ กิจกรรมการเรียนรู้

8. ควรค่อย ๆ เปลี่ยนความรับผิดชอบของผู้สอนมาเป็นของผู้เรียน
9. ถ้าผู้เรียนเป็นเด็กเล็กต้องเน้นความสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับผู้ปกครองและผู้ใหญ่คนอื่น ๆ ด้วย

10. การร่วมมือกันและการอภิปรายร่วมกับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็น
11. เป้าหมายทางพุทธิปัญญาสูงขึ้นย่อมต้องอาศัยกระบวนการที่ลึกและซับซ้อน

ยิ่งขึ้น

12. การเรียนรู้สิ่งใหม่กระทำได้โดยการเชื่อมโยงกับความรู้หรือมโนทัศน์เดิม

13. การสอนต้องเหมาะกับภาวะและความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของผู้เรียน

2.7 ยุทธศาสตร์การทำให้เมตาคอกนิชันให้เพิ่มขึ้น

โฟการ์ตี (Fogarty, 1994 : 7) กล่าวว่าเราสามารถทำให้เมตาคอกนิชันของบุคคลเพิ่มขึ้นได้โดยการฝึกยุทธศาสตร์ด้านประสบการณ์เมตาคอกนิชัน เรียกว่าเป็นการสะท้อนเมตาคอกนิชันตามแนวคิด ดังนี้

1. การวางแผน ก่อนกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรแสดงให้เห็นยุทธศาสตร์และขั้นตอนสำหรับการตีความ โจทย์ กฎ ที่จะต้องจำ และคำชี้แจงต่าง ๆ ระหว่างกิจกรรมครูสามารถชักชวนนักเรียนให้แลกเปลี่ยนความก้าวหน้า กระบวนการคิด และความเข้าใจ หลังกิจกรรมครูสามารถชักชวนนักเรียนให้ประเมินผลข้อดีของการปฏิบัติตามกฎนั้น ได้แก่
2. การสร้างคำถามนักเรียนพิจารณาจากขอบเขตของเนื้อหาแล้วจึงสร้างคำถามกันเองก่อนอ่าน และระหว่างอ่านเนื้อหา
3. การเลือกอย่างมีสติ ครูสามารถสนับสนุนเมตาคอกนิชัน โดยช่วยให้นักเรียนค้นหาทางเลือกและการตัดสินใจ สำรวจความต่อเนื่องของทางเลือก ก่อนและระหว่างพฤติกรรม การตัดสินใจ
4. การประเมินผลด้วยเกณฑ์ที่หลากหลาย ครูสามารถเพิ่มเมตาคอกนิชัน โดยให้นักเรียนสะท้อนความคิด และจำแนกการปฏิบัติที่มีเกณฑ์การประเมิน 2 เกณฑ์หรือมากกว่าเช่น ชักชวนให้นักเรียนจำแนกว่าได้ทำอะไรไปแล้ว มีประโยชน์หรือมีอะไรเป็นอุปสรรคอะไรที่ชอบ อะไรที่ไม่ชอบ และอะไรเป็นบวกรหรือเป็นลบต่อกิจกรรม
5. การทำให้ได้รับความเชื่อถือ ครูจะให้นักเรียนระบุว่าอะไรที่สามารถทำได้ดี และชักชวนนักเรียนให้พยายามหาข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อน ครูควรถามว่าอะไรที่เราทำแล้วภูมิใจ และต้องการให้คนอื่นจำในสิ่งที่เราทำได้อย่างไร นักเรียนจะมีความสำนึกในสิ่งที่ได้ทำไป และจะซึมซับเกณฑ์ ในพฤติกรรมที่พวกเขาพิจารณาว่าดี
6. เลิกใช้คำว่าฉันทำไม่ได้ นักเรียนควรระบุว่าต้องการข้อมูลอะไรที่จำเป็นปรารถนาวัสดุอะไร ทักษะอะไรที่ยังขาดและปรารถนาที่จะแสดงออก เป็นการช่วยระบุขอบเขตว่ารู้อะไร และอะไรที่ปรารถนาจะรู้
7. การเทียบเคียงประโยชน์หรือการสะท้อนกลับความคิดของนักเรียนเป็นการสร้างชิ้นใหม่ การขยายความ และการใช้แนวคิดของนักเรียน อาจพูดว่านักเรียนบอกอะไรแก่เราดู เหมือนกับกำลังพูดว่า คิดคิดว่าครูได้ยืนยันว่าอย่างไร
8. การนิยามพฤติกรรมนักเรียน เมื่อครูจัดประเภทนักเรียนตามกระบวนการการเรียนรู้ นักเรียนจะเริ่มรู้ตัวในการปฏิบัติ ครูควรรู้ว่านักเรียนทำอะไรในการวางแผนปฏิบัติหรือทดลอง ครูเป็นผู้ช่วยเหลือในการแลกเปลี่ยน เป็นตัวอย่างของการให้ความร่วมมือ
9. การระบุศัพท์เฉพาะให้ชัดเจน นักเรียนมักจะคลุมเครือบ่อย ๆ ไม่ชัดเจน เช่น ในการทำคำตัดสิน นักเรียนจะพูดว่า ไม่ยุติธรรม เข้มงวดเกินไป ไม่ดี ครูต้องทำให้ชัดเจนว่า อะไรที่เข้มงวดเกินไป อะไรที่ไม่ยุติธรรม

10. บทบาทสมมติและการจำลองสถานการณ์ บทบาทสมมติสนับสนุนเมตาคอกนิชัน เพราะเมื่อนักเรียนสมมติบทบาทของผู้อื่นพวกเขาจะคงความมีเหตุผลและรักษาบุคลิกภาพนั้น ๆ อย่างมีสติไตร่ตรอง การแสดงละครจะสนับสนุนสมมติฐาน หรือการพยากรณ์ว่าบุคคลมีปฏิกริยาได้ตอบในสถานการณ์ที่เด่นชัดอย่างไร บทบาทสมมติจะสนับสนุนให้การรับรู้จากความรู้สึกตนเองน้อยลง

11. การเขียนบันทึกประจำวัน เป็นการจดบันทึกความคิด และประสบการณ์เชิงเหตุผลประจำวัน เพื่อสังเคราะห์ความคิดและการกระทำ และการแปลความหมายเป็นสัญลักษณ์ การบันทึกจึงจัดว่าเหมาะสมที่จะกลับมาดูได้อีก เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มองเห็น และรับรู้เงื่อนไขของข้อมูล เป็นการกระตุ้นกระบวนการของยุทธศาสตร์การคิด และการตัดสินใจกระทำ เป็นการระบุเส้นทางเล็ก ๆ สำหรับสิ่งที่มองไม่เห็นเป็นทางผ่านของการกระทำ และเป็นการเรียกกลับความสำเร็จโดยอาจทำด้วยการบันทึกวิดิทัศน์และเทปบันทึกเสียง

12. การเลียนแบบ เป็นยุทธศาสตร์ที่ได้ผลมากที่สุด ดังที่กล่าวว่าการกระทำดีกว่าคำพูด ถ้านักเรียนดูพฤติกรรม เช่น การบรรยายอย่างถูกต้องในการวางแผน และมีตัวเลือกที่มีเหตุผลอันควร นักเรียนจะชอบแสดงพฤติกรรมที่เหมือนกันนี้

2.8 รูปแบบกิจกรรมการสอนแบบเมตาคอกนิชัน

โฟการ์ตี (Forgarty , 2000 : 3-286 อ้างถึงใน คำเนิน ยาท่วม 2548 : มปน) ได้เสนอกิจกรรมการสะท้อนเมตาคอกนิชัน โดยการให้ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นยุทธศาสตร์ด้านการวางแผน ด้านการกำกับติดตาม และด้านการประเมินผล ส่วนละ 10 ยุทธศาสตร์ รวม 30 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

2.8.1 ยุทธศาสตร์การวางแผน (Planing strategies)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 นำทางด้วยความคิด

เป็นการนำประโยคที่เป็นความรู้สึก มากระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองในทันที ด้วยการพูด การเขียน หรือการออกแบบ เปรียบได้กับเซลล์ต้นแบบของพืชที่จะเจริญออกมาออกดอกออกผลต่อไป อาจทำได้โดยครูเสนอต้นแบบบนกระดานดำ ให้นักเรียนได้ตอบด้วยการพูดหรือเขียน แล้วแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มย่อย ตัวอย่างของคำพูดต้นแบบ เช่น ฉันประหลาดใจว่าทำไมน้ำจึงเต็ม ฉันประหลาดใจว่าทำไมฝนจึงตกลงมาจากท้องฟ้า ฉันประหลาดใจว่าทำไมน้ำจึงเปียกชื้น ควรใช้เมื่อเริ่มต้นบทเรียนหรือใช้ช่วงใดช่วงหนึ่ง ก่อนจะให้ให้นักเรียนอ่านเนื้อหาหรือข้อมูล ตั้งคำถามกระตุ้นความคิด เตือนให้นักเรียนค้นหาคำตอบในเนื้อหา เช่นสิ่งหนึ่งที่ครูรู้เกี่ยวกับปลาฉลามคือเป็นสัตว์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ครูประหลาดใจว่ามีสัตว์อะไรอีกที่ใกล้จะสูญพันธุ์สิ่งนี้ทำให้

ครูกำลังตอนที่เรากำลังพิพิธภัณฑสถานสัตว์น้ำมีคฤหะศกบอว่ามีสัตว์มากมายหลายชนิดที่ใกล้จะสูญพันธุ์คำพูดที่ได้ยินมาก่อนคือคำว่า “สูญพันธุ์” แล้วพวกเราจะช่วยกันอนุรักษ์ได้อย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 2 บันทึกการเรียนรู้

การบันทึกเป็นสิ่งที่ง่ายที่นักเรียนสามารถทำได้ในทันที เป็นสิ่งช่วยในการอภิปราย โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกส่วนตัว แสดงความรู้สึกและความเห็นจากสิ่งที่ครูมอบหมายให้ไปอ่านที่บ้าน นักเรียนจะได้ตั้งเป้าหมายในการปฏิบัติ แสดงความรู้สึกในการปฏิบัติ รวมทั้งแสดงความเห็นจากประสบการณ์นั้น ทำให้นักเรียนสร้างรูปแบบการเรียนรู้และการถ่ายโอนความรู้เป็นของตนเองได้ การบันทึกเป็นประจำจะสร้างแรงบันดาลใจให้เรียนรู้เพิ่มเติมได้มาก อาจให้สะท้อนความคิดสิ่งที่บันทึกในห้องเรียน เช่น

- (1) พยากรณ์ได้ว่าอย่างไร
- (2) มีความคิดเกี่ยวกับสิ่งนี้อย่างไร
- (3) มีความประหลาดใจ
- (4) เกี่ยวกับสิ่งนี้อย่างไร
- (5) คำถามที่ฉันมีดังนี้
- (6) ถ้าเป็นอย่างนั้นจะเป็นอย่างไร
- (7) สิ่งนี้เปรียบได้กับสิ่งใด
- (8) ภาพที่ฉันมีต่อสิ่งนี้คือสิ่งต่อไปนี
- (9) โจทย์การบ้านที่ทำให้ฉันสงสัยคือสิ่งต่อไปนี
- (10) วิธีการที่ฉันจะแก้ปัญหาคือต้องทำดังต่อไปนี้
- (11) ยุทธศาสตร์นี้เรียกว่าอะไร
- (12) สิ่งสำคัญเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ที่ต้องจำคืออะไร

ควรให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ก่อนเริ่มต้นบทเรียนทุกเรื่อง เช่น ให้นักเรียนบันทึกก่อนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เป็นการบ้าน โดยตั้งประเด็นดังนี้

ปัญหาการบ้านมีอะไรที่ทำให้งวยงงบ้าง

มีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างไร

ฉันเลือกใช้ยุทธศาสตร์นี้เพราะเหตุใด

ยุทธศาสตร์ที่ 3 จินตนาการ

การจินตนาการเป็นระบบการคิดที่พิเศษ เป็นการค้นหาและปรับปรุงความคิด สามารถจำความคิดได้ สร้างจินตนาการต่อเติมได้ และสร้างความคิดใหม่ได้ เช่น ให้นักเรียนพยายามจินตนาการต่อไปนี้

- (1) ประตูจะเปิดเข้าสู่ห้องนอนหรือไปสู่ห้องโถง
- (2) ลินคอล์นเผชิญหน้ากับเงินด้วยวิธีใด
- (3) แถบของม้าลายเป็นไปตามยาวหรือตามขวาง
- (4) อะไรที่อยู่บนชั้นสูงสุดในตู้เย็น
- (5) เมื่ออ่านนิยายจบแล้ว จินตนาการถึงรายละเอียดของตัวละครทั้ง

ท่าทาง ใบหน้า สีผิว ลักษณะเด่น เสื้อผ้า และบุคลิกอื่น ๆ

ควรให้จินตนาการจากสิ่งง่าย ๆ และใช้เวลาสั้น ๆ ก่อน เช่น จากคำศัพท์ แล้วให้เขียนแผนที่ความคิด เขียนกราฟ เขียนแผนผัง ใช้เทคนิคนี้กับการสอนวิทยาศาสตร์ สังคม ภาษาและศิลป์ เช่น ในโปรแกรมเพื่อสุขภาพ ให้นักเรียนจินตนาการสิ่งที่ต้องการครึ่งภาคเรียน 1 ภาคเรียน และ 1 ปี วาดภาพตนเองตามที่จินตนาการ พร้อมทั้งบรรยายความคิดลงไปด้วยว่าจะปฏิบัติต่อตนเองอย่างไร หลังจากที่เป็นไปตามจินตนาการแล้ว มีอะไรที่ดูดีขึ้นกว่าเดิม และ รู้สึกอย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 คำถามระดับสูง

เป็นการใช้คำถามกว้างและคำถามแคบ เช่น

คำถามกว้าง : สิ่งนี้ทำให้คุณบางสิ่งบางอย่างที่คุณรู้แล้วอย่างไร

ทำไมสิ่งนี้จึงเป็นความคิดที่ดี

ถ้าคุณใช้ความคิดนี้ในวันพรุ่งนี้ แล้วจะเป็นอย่างไร

คุณจะจัดการกับข้อมูลนี้ได้อย่างไร

คำถามแคบ : สิ่งนี้ทำให้คุณนึกถึงอะไร

คุณคิดว่า สิ่งนี้เป็นความคิดที่ดีใช่ไหม

คุณสามารถใช้ความคิดนี้ได้หรือไม่

คุณจะจัดการกับข้อมูลนี้ ต่างออกไปจากนี้ได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการศึกษาที่สำคัญคือการคิดระดับสูงซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์การสังเคราะห์ และการประเมินผล ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จากการให้นักเรียนทำกิจกรรมด้านการคิดระดับสูง ได้แก่การรวบรวม การปฏิบัติตามขั้นตอน การประยุกต์ การเปรียบเทียบ การให้เหตุผล การจัดประเภท การจินตนาการ การพยากรณ์ และการอธิบายประกอบภาพ อาจให้นักเรียนฝึกสร้างคำถามทั้งสองแบบ เขียนเปรียบเทียบบนชาร์ต แล้วร่วมกันตอบ แล้วครูวิเคราะห์ว่า

- (1) แต่ละคนตอบคำถามกว้างอย่างไร
- (2) แต่ละคนตอบคำถามแคบอย่างไร

(3) นักเรียนรู้เกี่ยวกับผู้ตอบคำถามมากที่สุดเมื่อใด เมื่อตอบคำถามกว้างหรือตอบคำถามแคบ

(4) ถ้านักเรียนต้องเขียนคำถามเพื่อการสัมภาษณ์ คำถามแบบไหน ที่จะทำให้ให้นักเรียนได้ข้อมูลมากที่สุด

ยุทธศาสตร์ที่ 5 การพยากรณ์

การพยากรณ์ที่ทำได้ตลอดเวลาได้แก่การคาดหวัง การตั้งสมมติฐาน การประมาณการอนุมาน การคาดเดาจากข้อมูลที่มี และการคาดคะเน นักเรียนสามารถฝึกการพยากรณ์โดยให้มี พื้นฐานข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้ ให้แสดงความรู้สึกว่ามีความน่าจะเป็น และสามารถเป็นไปได้ และทำให้นักเรียนทาย เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ให้เรียนพยากรณ์ผลลัพธ์จากปฏิบัติการทดลอง พยากรณ์ทักษะที่จะเกิดขึ้นหลังเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งที่พยากรณ์กับเป้าหมาย โดยให้พยากรณ์เหตุการณ์ พยากรณ์ก่อนไปทัศนศึกษา พยากรณ์ผลการทดลอง พยากรณ์หลังดู วิดิทัศน์หรือเทปเสียง หรือ ให้นักเรียนดูเรื่องราวเกมโชว์ในวิดิทัศน์ แล้วหยุดให้นักเรียนพยากรณ์เรื่องราวเป็นช่วงๆ อภิปรายสิ่งที่พยากรณ์แล้วดูเรื่องราวต่อไป

ยุทธศาสตร์ที่ 6 สร้างข้อวินิจฉัย

การสร้างข้อวินิจฉัยเป็นเส้นทางที่นักเรียนนำผลจากการสังเกตมาเป็นข้อสรุป เช่น มีกรอบภาพ 3 กรอบต่อเนื่องกัน ด้านซ้ายและขวาวางเปล่า ตรงกลางมีภาพ ให้สังเกตจากภาพกลางว่าเกิดอะไรขึ้นตามภาพซ้ายมือและขวามือ เพราะเหตุใด อภิปรายแล้วให้วาดภาพ เป็นการฝึกทักษะการเชื่อมโยงเหตุการณ์ โดยเขียนเหตุการณ์เริ่มต้น และเหตุการณ์ท้ายสุด แล้วเว้นตรงกลางให้นักเรียนวินิจฉัยเองว่าเหตุการณ์เป็นอย่างไร เช่น สร้างภาพรอยเท้าสัตว์ 2 ชนิดใน 3 เฟรม ให้นักเรียนสังเกตข้อมูลแล้วสะท้อนความคิด หาเหตุผลสนับสนุน และอภิปรายจนได้ข้อวินิจฉัย ทักษะที่ได้ทั้งการสังเกต การคิดแก้ปัญหา และการคิดตัดสินใจ สามารถใช้ได้ทั้งในและนอกห้องเรียนในสถานการณ์ที่ง่าย ๆ ทั่วไป

ยุทธศาสตร์ที่ 7 จัดเป้าหมาย

เป็นการฝึกการกำหนดการตกลงใจและการตัดสินใจ โดยการตรึกตรองอย่างรอบคอบเช่น วางแผนการเดินทาง วางแผนซื้อสินค้า อาจกำหนดเป้าหมายระยะสั้นหรือระยะยาว เป็นการฝึกความสามารถ ความเชื่อมั่น และ สิ่งที่น่าสนใจได้ การกำหนดเป้าหมายเป็นการพัฒนาความเป็นผู้นำ จากการดำเนินชีวิตจริง และฝึกการควบคุมติดตามตนเอง เช่น ให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายทั้งระยะสั้นและระยะยาว เขียนบันทึกไว้ แล้วพยายามนำไปใช้ เมื่อภาระงานเสร็จให้ตอบคำถามว่า วางแผนอย่างไร รายงานความก้าวหน้าในที่ประชุม และเขียน รายงานเก็บเข้าแฟ้ม

โดยเริ่มจากกำหนด เป้าหมายเล็ก ๆ ทุกวัน ติดตามควบคุม ปรับปรุงกระบวนการวางแผน แล้วค่อยๆ เพิ่มเป็น เป้าหมายที่สำคัญระยะยาวเป็นสัปดาห์ เป็นเดือน และเป็นภาคเรียน โดยทำเป็นโครงการทั้งในและนอกห้องเรียน แล้วอภิปรายเป้าหมายที่สำคัญว่าจะช่วยพัฒนาความสามารถอะไร บันทึกเป้าหมายที่ต้องการมาก แล้วสะท้อนความคิดแนวทางไปสู่เป้าหมายนั้นด้วยคำถาม

- (1) ฉันจะไปสู่ผลสัมฤทธิ์ในเป้าหมายนี้ได้อย่างไร
- (2) เมื่อเราสนุกกับผลสัมฤทธิ์เราได้รับผลประโยชน์อะไร
- (3) ฉันมีความรู้สึกอย่างไรเมื่อประสบผลสำเร็จ
- (4) ฉันรู้สึกอย่างไรหากล้มเหลว

ยุทธศาสตร์ที่ 8 แผนการปฏิบัติงาน

เป็นการวางแผนที่มีการตรวจสอบได้ตลอดเวลา ดังตัวอย่างมาตรฐานการทำงานวิจัย เลือกหัวข้อ คั่นคว่ำ ทำโครงร่าง บันทึกลงบัตร คำโครง ตรวจสอบแก้ไข คำโครงสุดท้าย บรรณานุกรม แล้วจัดประเภทดังนี้

- (1) หัวข้อเรื่องที่เลือก
- (2) ความไม่ยืดหยุ่น
- (3) ความยืดหยุ่น
- (4) เหตุผลสำคัญ

เป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าในทุก ๆ วัน ทำได้ทั้งในและนอกห้องเรียน ทั้งโครงการเล็ก ที่เสร็จในวันเดียว 1 สัปดาห์ หรือระยะยาว ทำเป็นกลุ่มเล็กหรือรายบุคคลก็ได้ อาจให้วางแผนการเดินทาง โดยทำแผนที่ความคิด และสร้างเกณฑ์ มาตรฐานไว้ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอน เริ่มจากระดมสมองหารายการ สถานที่ อภิปรายเพื่อตัดสินใจเลือก อธิบายเหตุผลในการเลือก อาจใช้การโหวตร่วมด้วยก็ได้ อธิบายวิธีการที่จะทำให้แผนงานสำเร็จ จัดประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูล ตรวจสอบทั้งข้อมูลและกระบวนการ อภิปรายทั้งแง่บวกแง่ลบ

ยุทธศาสตร์ที่ 9 คิดแบบกระดานหก

เป็นการวางแผน ควบคุม ติดตาม และตรวจสอบ ความก้าวหน้าของโครงการ และการแก้ปัญหาของปรากฏการณ์ ด้วยการสะท้อนความคิดที่เป็นไปได้ด้วยคำถาม เช่น

- (1) ถ้าฉันได้งานอีกอย่างหนึ่ง แล้วจะเป็นอย่างไร
ใช่แล้ว แต่ถ้าคุณต้องทำงานล่วงเวลา แล้วจะเป็นอย่างไร
- (2) ถ้าฉันตัดสินใจซื้อรถยนต์ใหม่ แล้วจะเป็นอย่างไร
ใช่แล้ว ถ้าคุณไม่สามารถขายคันเก่าได้ แล้วจะเป็นอย่างไร

กิจกรรมนี้เหมาะสำหรับโครงการทางวิทยาศาสตร์ ต้องวางแผนอย่างระมัดระวังก่อนเกิด ปรากฏการณ์ บูรณาการกระบวนการกับความคิด และตัดสินใจโดยคำนึงถึงผลกระทบรอบด้าน เป็นแบบจำลองการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และแบบจำลองทางความคิดในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนค้นหา แก้ไข และปรับปรุงตัดแปลงกระบวนการได้โดยง่าย

ยุทธศาสตร์ที่ 10 รู้อะไร ต้องการรู้อะไร ได้เรียนรู้อะไร

เป็นการสร้างตารางวางแผนและประเมินตนเองดังตัวอย่าง

รู้อะไร	ต้องการรู้อะไร	ได้เรียนรู้อะไร
<ul style="list-style-type: none"> - มันมีชีวิต - มันต้องการน้ำ - มันหายใจเอาออกซิเจนออก และเอาคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป 	<ul style="list-style-type: none"> - อันไหนมีพิษ - เห็นเป็นพืชหรือไม่ - ไดโนเสาร์ชอบพืชชนิดไหน 	

2.8.2 ยุทธศาสตร์การควบคุมติดตาม (Monitoring strategies)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 คิดออกเสียง

เป็นการพูดอธิบายความคิด ใช้สถานการณ์จากชีวิตจริง ให้นักเรียนจับคู่กัน เรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในยุทธศาสตร์การแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนสามารถค้นหาสิ่งที่ตนคิดและพูดออกมาจะเกิดการพัฒนาศักยภาพ เช่น ให้ฝึกคิดตามโจทย์ปัญหาบนกระดานดำ พูดออกมา บันทึกย่อไว้ หรือคิดเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือคิดหาวิธีทำเครื่องบินกระดาษแล้วพูดออกมา เช่น ทำอะไร ทำไมจึงทำ ทำอย่างไร ปรับปรุงอย่างไร ควรใช้เมื่อคิดออกแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิพากษ์วิจารณ์ ปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนแปลงประโยคในวิชาภาษา ด้านทักษะการเขียน ทำความเข้าใจในการอ่าน และแก้ปัญหาในโปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ หรืออาจให้อธิบายการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าต่าง ๆ อย่างใคร่ครวญข้อมูลรอบด้าน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 จัดประเภทพฤติกรรม

เป็นการทำเครื่องหมายและจัดประเภทเพื่อให้จดจำได้ง่าย กิจกรรมได้แก่ การทำนายการ จัดกลุ่ม การเปรียบเทียบ และการตัดสินใจลงความเห็น แล้วพูดออกมาตามที่คิดให้สมาชิกในกลุ่มฟังความคิดเป็นสิ่งที่ฟังตรงได้ด้วยภาษา ถ้าถูกต้องให้ติดตามให้นิยามและจัดประเภท จะทำให้เกิดทักษะการอุปมาน(สรุป) การลงความเห็น และการตกลงใจ ครูสามารถใช้

ทักษะการคิด ทักษะทางสังคม การจัดการภาพลายเส้น หรือความสามารถทางสติปัญญาอื่น ๆ ของนักเรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้โดยการจัดประเภทได้ โดยเริ่มจากปรับคำพูดให้เหมาะสมจัดประเภท แล้วอภิปราย เช่น วัฏจักรของน้ำ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมดังนี้

- (1) บอกประสบการณ์ส่วนตัว จัดประเภทความคิดให้คนอื่นยอมรับ
- (2) ให้คำนิยามการระเหยและผลกระทบบ จัดประเภท แล้วสรุป
- (3) สร้างแผนผังบนบอร์ด แสดงฝน พืช และต้นกำเนิดน้ำ จัดประเภทความคิดจินตนาการ และแสดงสิ่งที่มองเห็นได้
- (4) สร้างเสียง แล้วจัดประเภทตามเสียงเสียงดนตรี และจังหวะ
- (5) ทำงานกลุ่มย่อยจนได้ข้อตกลง และจัดประเภททักษะทางสังคมตามความเห็นร่วมกัน

กิจกรรมนี้ทำทั้งก่อนและหลังการอ่าน การดูวีดิทัศน์ บทบาทสมมติ นับเป็นกิจกรรมเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เมื่อให้นักเรียนฝึกยุทธศาสตร์การจัดประเภท โดยกิจกรรมบทบาทสมมติ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการลงความเห็นให้เป็นที่ยอมรับ การพยากรณ์ การจัดกลุ่ม การประเมินผล การอนุมานหรือสรุป การประดิษฐ์ และการแก้ปัญหา

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเรียกคืนความจำ

เป็นกิจกรรมที่สนับสนุนการจำได้แก่ การค้นหา และการตรวจอย่างละเอียด ด้วยคำถาม คุณออกไปที่ไหน มีอะไรเข้ามา มีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนจะอภิปรายแล้วบันทึกคำตอบไว้ เหมาะสำหรับการปรับปรุงทักษะการอ่าน ได้แก่การอ่านกวาดสายตาอย่างรวดเร็ว การบันทึก และการสะท้อนความคิด เมื่อไม่เข้าใจสิ่งใดจะเกิดความตระหนักว่ายังไม่รู้ เมื่อนักเรียนเกิดความตระหนักแล้ว จะเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองนักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความคิดกับ ข้อมูลได้โดยใช้แผนที่ความคิด เริ่มจากนักเรียนอ่านแบบกวาดสายตาอย่างรวดเร็ว เมื่อไม่เข้าใจสิ่งใดก็กลับไปอ่านซ้ำอีก แล้วสะท้อนความคิดออกมา ถ้าเป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้ย้อนกลับไปดูข้อมูลอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง ครูอาจมอบหมายให้ทำกิจกรรมนี้ในระยะยาว หรือทำเป็นโครงการ หรือทำตามช่วงเวลา ที่นักเรียนเห็นว่าเหมาะสม เช่น ให้นักเรียนอธิบายประกอบภาพที่ช่วยให้เข้าใจความหมายของศัพท์ แล้วจดบันทึก หรือให้สะท้อนความคิดจากการอ่านดังนี้

- (1) นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เพิ่งจะอ่านจบไปอย่างถ่องแท้หรือไม่
- (2) พบสิ่งใดบ้างที่สับสน
- (3) สามารถสรุปให้เหลือ 5-6 ประโยค ได้หรือไม่
- (4) สาระสำคัญของสิ่งที่กำลังอ่านคืออะไร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 บันทึกลง

แถบบันทึกเสียงและวีดิทัศน์ เป็นที่นิยมและมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน เพราะสามารถเรียนซ้ำได้ ครูสามารถเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการมาให้นักเรียนเรียนรู้ได้ นักเรียนสามารถใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ เพราะสามารถย้อนกลับไปดูได้ในทันที และสามารถสะท้อนความคิดได้อย่างชัดเจนกิจกรรมนี้สนับสนุนการเรียนสนทนาภาษาในกลุ่มย่อย นักเรียนจะแลกเปลี่ยน ประสบการณ์และประเมินผลกันเอง ในการปฏิบัติการทดลองนักเรียนจะตั้งคำถามและเสนอความเห็นเพิ่มเติมได้ดี หรือใช้ก่อนกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ เป็นการนำทางไปสู่เนื้อหา หลังจากดูวีดิทัศน์แล้ว นักเรียนจะระดมสมองแล้วตอบคำถามว่า ในการระดมสมองเราทำอะไรได้ดี ครั้งต่อไปเราอาจจะทำอะไรที่แตกต่าง อาจใช้วีดิทัศน์กระตุ้นการคิดทำโครงการและกระตุ้นให้คิดก่อนปฏิบัติการทดลอง ใช้อธิบายปัญหาบางอย่าง แล้วสะท้อนความคิด พร้อมตอบคำถาม

(1) การย้อนกลับไปดูทันทีทันใดเป็นการช่วยหรือเป็นอุปสรรคขัดขวางอย่างไร

(2) นักเรียนต้องที่จะนำมาใช้อีกหรือไม่ เพราะเหตุใด

(3) นักเรียนคิดว่าวิธีการนี้จะมีประโยชน์ที่ไหนอีก

ยุทธศาสตร์ที่ 5 บันทึกย่อ

บันทึกช่วยจำเป็นการขยายการเขียนเพื่อเตือนความจำ เป็นการฝึกให้ความเห็น และให้รายละเอียดของเหตุการณ์ ผู้เขียนทำหน้าที่คล้ายบรรณาธิการ ฝึกคัดกรองข้อมูล และการเรียงลำดับเทคนิคการบันทึกช่วยจำเป็นการวิเคราะห์ เชิงคุณภาพ เป็นการสนับสนุนการติดตามควบคุมและจัดการกับตนเอง เป็นการวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลอย่างพินิจพิจารณา พร้อมทั้งหาความ เชื่อมโยงของเหตุการณ์ สิ่งที่ทำตามลำดับคือการอ่านบันทึกที่ร่างไว้ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง แล้วบันทึกจริง ครูอาจแสดงวิธีการบันทึกผลการปฏิบัติการแล้วอ่านทั้งหมด ครูบันทึกไว้หรือสาธิต นักเรียนจะเห็นแนวทางการบันทึกความจำ หลังจากบทเรียนแห่งความตระหนักโดยย่อ นักเรียนจะสามารถบันทึกช่วยจำในทุกปฏิบัติการทดลองได้ อาจให้ออกมารายงาน และเขียนชาร์ต ทำให้นักเรียนมีความคิดลึกซึ้งหลายแง่มุมและมีแนวทางในการเรียนรู้ต่อไป บันทึกช่วยจำเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การพิจารณาวัตถุในขณะที่ทำงานและส่งเสริมการสังเกต ซึ่งช่วยให้การถ่ายโอนเป็นไปอย่างมีความหมาย ใช้เมื่อต้องการบันทึกการสังเกตระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่รุนแรง จึงต้องให้หยุดและคิดว่ากำลังทำอะไร และกำลังเรียนอะไร เป็นการแทรกโดยเจตนาในการทำให้เป็นที่ยอมรับ และขยายความว่าเป็นทักษะที่ได้รับมาจากกระบวนการถ่ายโอน อาจส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคนิคบันทึกช่วยจำเมื่อดูภาพยนตร์ในห้องเรียน โดยหยุดให้คิดและบันทึกความคิดเห็น แล้วอภิปราย เพื่อพิจารณาบททวน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 สร้างร่องรอย

เป็นยุทธศาสตร์ที่ออกแบบมาช่วยความจำประกอบด้วย การระบุปัญหา การพัฒนาทางเลือก การปฏิบัติการแก้ปัญหา และการวัดผลลัพธ์ นักเรียนต้องข้อมูลที่ดีที่สุด แสดงความรู้สึกที่มีความเป็นไปได้และมีความน่าจะเป็นในการค้นหาเพื่อให้ได้ความคิด และท้าทายนักเรียนโดยการทำนายสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วหรือพยากรณ์ อาจใช้เพื่อประเมินนักเรียน พัฒนาการะงานด้านการสร้างความคิดรวบยอด มีขั้นตอนคือ การเขียนร่าง ปรับปรุงแก้ไขร่าง ยืนยันโดยบทวิจารณ์จากภายนอก ทดสอบด้วยการอ่านเสียงดัง และเผยแพร่ อาจใช้ในช่วงใดช่วงหนึ่งของบทเรียน

ยุทธศาสตร์ที่ 7 ทำทันทีทันใด

เป็นแผ่นบอกรบที่ใช้อย่างที่เข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติตามโดยทันที ใช้ในการแสดงละคร โดยให้นักเรียนกลุ่มย่อยร่วมกันเขียนบท ให้กลุ่มอื่นเลือกบทที่จะแสดงตามกำหนดเวลาสั้น ๆ หรือ ใช้สอนการจัดประเภทและการเรียงลำดับคำศัพท์ และใช้สอนเพื่อการถ่ายโอนและการประยุกต์ความรู้ไปใช้ โดยให้นักเรียนคิดเหตุการณ์และสร้างบทด้วยภาษาง่าย ๆ อาจใช้สอนบทสนทนาภาษา สอนด้านความตระหนักต่อสิ่งต่าง ๆ โดยครูอ่านเรื่องราวให้ฟัง ให้นักเรียนช่วยกันสรุป แล้วแต่ละกลุ่ม สร้างบทในแผ่นกระดาษให้เพื่อนร่วมกันแสดงในทันที แล้วอภิปรายร่วมกัน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พุดสองทาง

ทำได้โดยครูพบพ่อแม่นักเรียนทีละครอบครัว เพื่อแลกเปลี่ยนความก้าวหน้าของนักเรียน โดยอาศัยเพิ่มสะสมงานประกอบ แล้วนำข้อมูลมาจัดกิจกรรมการประชุมในห้องเรียนกิจกรรมนี้เป็นการได้ข้อมูลละเอียดชัดเจนและนำมาออกแบบกิจกรรมได้โดยง่ายและตรงตามลักษณะของนักเรียน เมื่อได้ข้อมูลแล้วนำมากำหนดกิจกรรมบทบาทสมมติ การประชุมที่เน้นการวิพากษ์วิจารณ์ได้แก่ ให้เลือกคู่ปฏิบัติ กำหนดเวลาและจัดเตรียมสถานที่เตรียมการจัดประชุม ให้ตอบสนองอย่างเหมาะสม และกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการ ใช้เมื่อนักเรียนต้องการรู้ทุกสิ่งทุกอย่างด้วยพวกเขาเอง และต้องการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

ยุทธศาสตร์ที่ 9 พุดถ่ายโอน

เป็นการส่งข่าวสารเกี่ยวกับความคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้แก่ เป้าหมายของการเรียนรู้ และการใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ เช่น เรียนรู้ดนตรีเพื่อนำไปใช้พัฒนาภาษาเรียนรู้ภาษา ต่างประเทศเพื่อประโยชน์ในการเดินทางท่องเที่ยว สามารถถ่ายโอนไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ การถ่ายโอนเป็นความคิดรวบยอดจากใกล้ไปสู่ไกล จากนามธรรมไปสู่รูปธรรม

ครูสามารถฝึกเทคนิคการถ่ายโอนให้นักเรียนได้โดยใช้บทสนทนา นักเรียนจะถ่ายโอนความคิดด้วยการนำไปใช้ ครูอาจใช้คำถามต่อไปนี้

- 1) คุณอาจจะนำไปใช้อย่างไร
- 2) คุณเคยใช้มาตั้งแต่เมื่อไร
- 3) คุณสามารถอธิบายการนำไปใช้ใหม่ได้อย่างไร
- 4) ทำไมคุณจึงเรียนรู้มันขณะนี้
- 5) ความคิดนี้สอดคล้องกันอย่างไร

ยุทธศาสตร์ที่ 10 บันทึกการสังเกต

การสังเกตเป็นการประเมินผล แต่บางครั้งก็เป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมติดตามตนเอง โดยให้นักเรียนบันทึกการสังเกตสิ่งต่างๆ เช่น บันทึกการสังเกตจากการทดลองวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่บันทึกได้แก่ ความเป็นจริง สิ่งที่สามารถสังเกตได้ คุณเห็นอะไรบ้าง เสียงที่ได้ยิน สิ่งที่ได้สัมผัส กลิ่น และรส การสังเกตเป็นการบูรณาการการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเปรียบเทียบจินตนาการกับประสาทสัมผัสเมื่อสังเกตแล้วบันทึก ให้ความเห็นเพิ่มเติม อภิปรายและมีปฏิกิริยาโต้ตอบ ค้นหาความโดดเด่น และลงข้อสรุป เป็นการพัฒนาความเข้าใจ และการปรับปรุงด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี เช่น ให้นักเรียนสังเกตจากการสาธิต จากวิดีโอ หรือจากปรากฏการณ์

2.8.3 ยุทธศาสตร์การประเมินผล (Evaluating strategies)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 บวก ลบ น่าสนใจ

เป็นยุทธศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินผล ประเด็นความคิดครบทุกด้านด้วยตนเอง ประกอบด้วยการร่างผลลัพธ์เชิงบวกของการเรียนรู้แล้วพุดออกมา จากนั้นร่างผลลัพธ์ไปทางด้านลบที่เป็นอุปสรรค แล้วรวบรวมความคิดที่น่าสนใจ เป็นการสำรวจจากทุกแง่มุมแล้วประเมินภาพรวม เช่น ท่องเที่ยวสวนสัตว์

1. งูตัวใหญ่ สิ่งที่ดีที่สุดคือตอนที่ช่างนอนลง อาหารกลางวัน
 2. กลิ่นเหม็น เมื่อกลุ่มหนึ่งไม่ทันรถประจำทาง
 3. เสียงที่ตกลงบนชั้นของลิงบาบูน รองเท้าแตะของครูขาดแล้วเดินเท้าเปล่า
- เป็นการประเมินผลที่ง่าย ชัดเจน รวดเร็ว มุ่งที่การมองอย่างสมบูรณ์ทุกด้าน

จะใช่ง่ายที่สุดในบทเรียนที่ไม่มีเนื้อหา ให้นักเรียนคิดในแง่บวก ลบ และน่าสนใจ คัดแปลงได้ตามสถานการณ์ในห้องเรียน โดยอภิปรายในกลุ่มย่อยหรือเขียนชาร์ต โดยนักเรียนทั้งชั้น อาจนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้ร่างรายงานการปฏิบัติการทดลอง

ยุทธศาสตร์ 2 เลือกจุดยืน

ทำได้โดย ครูสร้างกราฟแทนสถานการณ์ต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนเลือกตำแหน่งของตนเอง สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้เมื่อข้อมูลเปลี่ยนไป เป็นการสะท้อนความคิด และดูความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนได้แก่

นักเรียนตัดสินใจได้เร็วขนาดไหน

นักเรียนเคลื่อนที่ไปไกลจากเดิมขนาดไหน

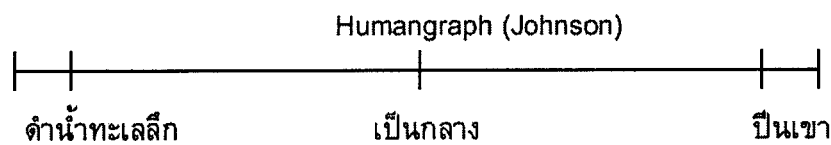
นักเรียนเปลี่ยนความคิดบ่อยขนาดไหน

นักเรียนตัดสินใจได้อย่างไร

นักเรียนมีปฏิริยาต่อตำแหน่งของกลุ่มน้อยหรือกลุ่มใหญ่อย่างไร

นักเรียนสะท้อนเจตคติและทางเลือกของตนเองอย่างไร

เป็นการฝึกหัดการตัดสินใจและประเมินผลตนเอง ด้วยการหาเหตุผลมาสนับสนุนในการเลือกตำแหน่งและเปลี่ยนตำแหน่ง เช่น คุณอยากเป็นนักไต่เขาหรือนักดำน้ำ ให้เลือกแล้วให้เหตุผลต่อมาให้ข้อมูลเพิ่มเติมแล้วให้พิจารณาเปลี่ยนตำแหน่ง พร้อมให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจ



เมื่อนักเรียนเริ่มตระหนักไม่เพียงแต่ความคิดเห็นของตนเองว่าคืออะไร แต่ตระหนักว่าพัฒนาอย่างไรและทำไมอีกด้วย

นักเรียนจะให้เหตุผลที่เลือกตำแหน่ง และอธิบายว่า การตัดสินใจยากง่ายเพียงใด รู้สึกอย่างไรเมื่อไปยืนตรงนั้นเพียง 2 คน ทำไมจึงเปลี่ยนตำแหน่งหลังจากวิพากษ์วิจารณ์แล้วให้เสนอแนะจำแนกความคิดจากกราฟหรือยุติข้อโต้แย้ง และรายงานความก้าวหน้าของตนเองต่อผู้ปกครอง

ยุทธศาสตร์ 3 คำถามประเมินผล

เป็นการสะท้อนเหตุผลด้วยคำถาม เพื่อให้นักเรียนย้อนกลับไปคิดในสิ่งที่เพิ่งจะทำเสร็จสิ้นสิ่งที่นักเรียนถามตนเอง ได้แก่

- 1) อะไรคือวัตถุประสงค์
- 2) อะไรที่มีความแข็งแรง
- 3) อะไรที่ยังอ่อน
- 4) อะไรอื่นอีกที่ต้องการ

ต่อไปนี้เป็นคำถามที่พัฒนาขึ้นใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง
ชีววิทยาเรื่องกล้องจุลทรรศน์

1) อะไรที่กำลังพยายามทำ ลงความเห็นและเลื่อนสไลด์ 5 แผ่น เพื่อให้
จดจำและวิเคราะห์ต่อไป

2) อะไรที่เคยทำได้ดี แผนภูมิที่ชัดเจนและถูกต้อง

3) อะไรที่จะทำแตกต่างจากเดิม อ่านหนังสือมาก่อนจึงรู้ว่าต้องการอะไร

4) ต้องการความช่วยเหลือหรือไม่ ต้องการปรับกล้องด้วยการใช้หลาย

สไลด์จากคำถามดังกล่าวทำให้นักเรียนปรับปรุงกิจกรรมด้วยตนเองได้ โดยการวิเคราะห์ด้วยตนเอง
และสะท้อนเหตุผลออกมา คำถามที่ใช้ควรเน้นที่การประเมินผลระดับสูง และง่ายต่อการย้อนกลับ
มาถามใหม่ เป็นการให้นักเรียนสะท้อนความคิดการวิเคราะห์สาเหตุ และการประเมินผล รวมทั้ง
สนับสนุนการถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นอย่างดี

ยุทธศาสตร์ 4 เพิ่มประสบการณ์

เป็นการเขียนแผนพับเพื่อสนับสนุนการวัดการพัฒนาของนักเรียนโดยใช้
เพิ่มรูปภาพเป็นการปรับปรุงการประเมินผลด้วยตนเองของนักเรียนด้วยการรวบรวม การคัดเลือก
และการประเมินผล โดยมีการสะท้อนความคิดออกมาด้วยรายละเอียดการบันทึกรายการ ได้แก่
วันที่รายการ และข้อคิดเห็นที่เป็นความตระหนักในตนเอง เป็นการประเมินผลที่เห็นได้อย่างชัดเจน
เป็นการควบคุมความตระหนักในตนเอง มีกิจกรรมวิเคราะห์ เลือก และเรียงลำดับ โดยการ
ใคร่ครวญอย่างรอบคอบ

ยุทธศาสตร์ 5 เชื่อมโยงความคิดหลัก

เป็นยุทธศาสตร์ที่ช่วยเหลือการประเมินด้วยตนเองและถ่ายโอนการเรียนรู้
โดยใช้คำถาม

1) ความคิดหลักใหม่คืออะไร

2) เชื่อมโยงกับความคิดหลักอื่นอย่างไร

3) สามารถใช้ประโยชน์จากความคิดหลักอย่างไร

เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ จะได้ประเมินความเข้าใจ และสังเคราะห์
ข้อมูลไปสู่ความคิดหลักแล้วเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมไปสู่ความคิดหลักอื่นและถ่ายโอนไปสู่
ความรู้อื่นเช่นเมื่อนักเรียนเรียนจดจำข้อมูลทางสถิติได้ สังเคราะห์จนสร้างเป็นความคิดหลัก สร้าง
เป็นภาพได้อย่างถูกต้องเกิดความคิดใหม่ที่เชื่อมโยงกับความคิดเดิม และสามารถถ่ายโอนโดย
นำไปใช้อธิบาย ความคิดอื่น ๆ ได้ด้วย

ยุทธศาสตร์ 6 สร้าง ความคิดหลัก

ความคิดหลักสามารถแตกสาขาเชื่อมโยงความคิดรวบยอดได้ เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเผ่าพันธุ์ เศรษฐศาสตร์ และวัฒนธรรม เป็นการสร้างองค์ความรู้ขึ้นในความคิดด้วยตนเอง โดยกระบวนการคิดซึ่มและกระบวนการปรับขยาย แล้วนำไปใช้ในในขอบเขตที่กว้างขวางซับซ้อนขึ้น อาจใช้คำถามปลูกเร้า

- 1) ความคิดหลักตรงนี้คืออะไร
- 2) แล้วมันเตือนให้คุณนึกถึงอะไร
- 3) การเรียนรู้หลักอะไรที่สามารถนำออกมาจากข้อเท็จจริงและรายละเอียด
- 4) การเรียนรู้หลักอะไรที่สามารถเอาออกมาจากบทเรียนมาใช้ประโยชน์
- 5) ความคิดหลักอะไรที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วแบบก้าวกระโดด
- 6) จะเชื่อมโยงความคิดหลักกับสิ่งอื่นที่รู้อยู่แล้วได้อย่างไร

นักเรียนจะริเริ่มด้วยตนเองในการสร้างหลักการ วิพากษ์วิจารณ์ แปล

ความหมายและถ่ายโอนการเรียนรู้

ยุทธศาสตร์ 7 ตรวจสอบตนเอง

เป็นการประเมินด้วยตนเองในสิ่งที่กำลังปฏิบัติหรือสิ่งที่จะปฏิบัติ เป็นการสะท้อนความคิดผ่านรายการที่ตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว ด้วยคำว่า ใช่ กับ ไม่ใช่ เช่น

รายการในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	ใช่	ไม่ใช่
1) ทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว		
2) ส่งคืนอุปกรณ์แล้ว		
3) อภิปรายและอ่านร่วมกัน		
4) บันทึกย่อผลการปฏิบัติการแล้ว		
5) ตอบคำถามแล้ว		
6) จัดรายงานเข้าแฟ้มแล้ว		

ยุทธศาสตร์ 8 อะไร แล้วเป็นอย่างไร ตอนนี้คืออะไร

เป็นการรวมสิ่งที่เกี่ยวข้อง ประเมินวัสดุด้วยการสะท้อนการตัดสินใจ ดัง

ตัวอย่างต่อไปนี้

อะไร	แล้วเป็นอย่างไร	ตอนนี้อะไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 1	ทำไมจึงเห็นว่าสำคัญ	ฉันต้องการและจะใช้มันอย่างไรในอนาคต
สิ่งประดิษฐ์ที่ 2	ทำไมจึงเห็นว่าตรงประเด็น	เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับสิ่งอื่นอย่างไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 3	ทำไมจึงอ่อนแอ	จะตัดแปลงอย่างไร
สิ่งประดิษฐ์ที่ 4	เป็นตัวแทนของอะไร	คนอื่นอาจใช้มันได้อย่างไร

คำถามแรกเป็นการจัดการความคิดหลากหลายที่ต้องการอภิปราย คำถามต่อมาเป็นแนวทางที่ผ่านกระบวนการตอบสนอง คำถามสุดท้ายเป็นการนำไปใช้

ยุทธศาสตร์ 9 บันทึกช่วยจำ

เป็นการเล่าเรื่องราวสั้น ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ในแต่ละวัน วิเคราะห์การสะท้อนความคิดใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลได้ เรื่องราวที่เล่าเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะพบอะไรบ้าง เพราะเหตุใด จะเกิดเหตุการณ์ใดบ้าง เพราะเหตุใด เป็นความคิดที่อธิบายความหมายโดยการบอก บรรยาย ปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบ และขยายความ ทั้งเขียนและพูด เป็นยุทธศาสตร์การประเมินผล โดยการสะท้อนความคิด ที่ไตร่ตรองอย่างรอบคอบแล้ว กิจกรรมนี้ทำได้บางบทเรียน โดยแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน หลังควิทัศน์ หลังการปฏิบัติการทดลองหลังการทัศนศึกษา ในห้องเรียนศิลปะ และหลังเล่นเกม กิจกรรมนี้เป็นสิ่งกระตุ้นพัฒนาการได้เป็นอย่างดี

ยุทธศาสตร์ 10 บันทึกซ้ำ

เป็นการบันทึกซ้ำในบันทึกประจำวันประกอบด้วยการสังเกต ความคิดเห็น ความเกี่ยวข้อง ความเชื่อมโยง คำถาม หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ความคิดเริ่มต้น

20 พ.ย 46 นักเรียนเขียนรายงานไม่เป็นไปตามกฎ พวกเขาตื่นเต้น ทำได้เพียงผิวเผินความคิดหลังเรียน

24 พ.ย 46 การตรวจสอบตัวเลือกและพูดคุยกับเด็ก การตัดสินใจมีความคิดมากกว่าสิ่งที่สงสัยในครั้งแรก พวกเขารู้ประเภทของสิ่งที่ทำให้พวกเขาสนใจ ฉันจำเป็นต้องจำที่จะนำดนตรีมาใช้ในการเรียนรู้

สรุปได้ว่า การสะท้อนเมตาคอกนิชัน โดยใช้ยุทธศาสตร์การวางแผน ยุทธศาสตร์การกำกับติดตาม และยุทธศาสตร์การประเมินผล ทั้ง 30 ยุทธศาสตร์ เป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสในการตรวจสอบความคิดของตนเอง ได้กำกับติดตามความคิดของตนเอง และได้ประเมินผลความคิดของตนเองตลอดเวลา ขณะที่ได้มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วย จึงมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้สอดแทรกในการจัดการเรียนการสอน โดยแทรกในขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ขั้น ได้ หลังจากเรียนแล้วนักเรียนจะเกิดความรู้เมตาคอกนิ

ชั้นด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี ซึ่งสามารถวัดได้โดยวัดเป็นความสามารถในการประเมิน การรู้คิดของตนเอง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ ได้มีผู้เสนอกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง เรียกรูปแบบการสอนนี้ว่า Inquiry cycle หรือ จักรการเรียนรู้ โดยมีการพัฒนามาตามลำดับดังนี้

ลอว์สัน (Lawson , 1984 : 423) สรุปว่าการสืบเสาะหาความรู้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา มีข้อได้เปรียบที่ในการสำรวจนักเรียนได้ค้นพบในขั้นการสำรวจ มี โอกาสได้อธิบายความคิดในขั้นเกิดความคิด และได้ฝึกทบทวนในขั้นการค้นพบ ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอน จะนำ นักเรียนไปสู่สภาวะสมดุล โดยได้ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

โคเฮน สแตนเลย์ และโฮรัค (Cohen, Stanley and Horak , 1985 : 114 – 120) ได้จัดการสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายโมทัศน์ (Expansion) และขั้นประเมินผล (Evaluation)

2.2 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

กิตติชัย สุชาติโนบล (2541 : 33) การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงกระบวนการ เรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดย คำนึงถึงความรู้สึก การรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิด และการ กระทำเพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

กรมวิชาการ (2544 : 80) การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือ แบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จนนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือ ข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิด เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537: 42) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น กระบวนการสอนที่ผู้สอนจัดสิ่งแวดล้อม สถานการณ์และสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสังเกต เปรียบเทียบ จนเกิดปัญหาและผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถาม หรือเร้าให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อ สืบสวน สอบสวน หาสาเหตุของปัญหาในรูปของการอภิปรายและให้ผู้เรียนหาทางพิสูจน์ว่า การ

อธิบายนั้นเป็นไปตามความจริงหรือไม่ มีการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย แล้วพิสูจน์ด้วยการทดลองสรุปผล แล้วนำ หลักการ กฎเกณฑ์ที่พบไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

สุมาลี คำรงไทย (2537: 29) ได้กล่าวว่าสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่ง ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดและแก้ปัญหาด้วยตัวเองอย่างมีระบบของการคิด โดยใช้กระบวนการของการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาโดยใช้การทดลองและอภิปรายซักถามเป็นกิจกรรมหลักในการสอน

Lawson (1984 : 424) การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์เรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ในเรื่องการปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และการจัดระเบียบสิ่งเร้าใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมการสอนที่จัดขึ้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนยังไม่รู้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นหรือช่วยให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะของการตั้งคำถาม อภิปรายถึงปัญหา หรือสถานการณ์ ผู้เรียนต้องหาทางพิสูจน์หรืออธิบายคำตอบของปัญหานั้น โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยปลูกฝังนิสัย ความเป็นคนช่างคิด และรู้จักแก้ปัญหา

2.3 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

2.3.1 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของคารินและซันด์

(อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์์ เศษะคุปต์ 2544: 58-59) ได้แบ่งประเภทของการสอนแบบสืบเสาะ โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ดังนี้ คือ

แบบที่ 1 Guided discovery เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลองวิธีนี้ครูและนักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกัน วิธีนี้ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้ว นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองทำกิจกรรม

ตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวิธีสืบสอบที่มีคำแนะนำ ปฏิบัติการหรือกิจกรรม สำเร็จรูป ลำดับขั้นตอนของวิธีนี้คือ

- 1) ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก
- 2) ช้่นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมการทดลอง
- 3) ช้่นทำ การทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4) ช้่นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นที่นำ เสนอข้อมูลและสรุปผลการ

ทดลองโดยครูต้องนำ โดยใช้คำ ถามเพื่อนำ ไปสู่ข้อสรุป

แบบที่ 2 Less guided discovery เป็นวิธีสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน วิธีนี้ครู มีบทบาททดลองเมื่อเทียบกับวิธีที่ 1 นักเรียนมีบทบาทมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลองทำ การ ทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกรูปแบบนี้ว่าวิธีสอนแบบ ไม่กำหนดแนวทาง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้คือ

- 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหา ซึ่งอาจทำโดยการ ใช้คำถาม ใช้สถานการณ์ จริงโดยการสาธิตเพื่อเสนอปัญหา ใช้ภาพปริศนา หรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา
- 2) นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้แนะแนวทาง ระบุแหล่งความรู้
- 3) นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้
- 4) รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 Free discovery เป็นวิธีสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง วิธีนี้ นักเรียนจะมีบทบาทมากที่สุด ครูมีบทบาทน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นวิธีที่นักเรียนเป็นผู้กำหนด ปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วย ตนเอง วิธีนี้ให้อิสระกับนักเรียน ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น อาจเรียกว่า วิธีสืบสอบแบบอิสระ

2.3.2 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ *Eggen and Kuachak*

(Eggen and Kuachak 1996 อ้างอิงใน เบญจมาศ เกตุแก้ว. 2548. : 8) ได้พัฒนารูปแบบ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดยทั่วไปในการเรียนการสอนเพื่อสอนนักเรียนเกี่ยวกับการสำรวจ ปัญหาและหาคำตอบให้กับคำถามต่างๆด้วยวิธีการต่างๆที่จะนำมาซึ่งข้อมูลที่เป็นความจริงโดย กระบวนการ 5 ขั้น คือ

- 1) ระบุปัญหาหรือคำถาม (Identifying a question or problem)
- 2) สร้างสมมติฐาน (Making hypotheses)
- 3) รวบรวมข้อมูล (Gathering data)

4) ตรวจสอบและประเมินสมมติฐาน (Assessing hypotheses)

5) นำผลที่ได้ไปใช้ต่อ (Generalising)

ขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบ Inquiry Training ประกอบด้วย 5

ขั้นตอน ดังนี้

(Joyce and Weil อ้างถึงใน อ้างอิงใน เบญจมาศ เกตุแก้ว, 2548. : 10)

ขั้นที่ 1 การเผชิญปัญหา (Encounter with the problem)

- อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- เสนอเหตุการณ์ที่เป็นปัญหา

ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบ (Data gathering verification)

- ตรวจสอบธรรมชาติของวัตถุ หรือเหตุการณ์และเงื่อนไขต่าง ๆ
- ตรวจสอบสิ่งที่เกิดขึ้นตามลำดับ ในสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง (Data gathering experimentation)

- แยกตัวแปรที่เกี่ยวข้องออก
- ตั้งสมมติฐาน (และการทดลอง) ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็น

เหตุและผล

ขั้นที่ 4 รวบรวมข้อมูลและสร้างคำอธิบาย (Organizing, formulation

an experimentation)

- สร้างคำอธิบายหรือสรุปสิ่งที่พบ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะ (Analysis of the inquiry process)

- วิเคราะห์ยุทธศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้และพัฒนายุทธศาสตร์

นั้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.3.3 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของกลุ่ม BSCS

(Biological Science Curriculum Study) มี 5 ขั้นตอน (5E) ดังนี้ (Barman and Michael.1989 : 30-32)

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน อาจเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับปัจจุบันและควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการหรือทักษะกับประสบการณ์เดิม ครูจะต้องกระตุ้นผู้เรียนโดยการตั้งคำถาม กำหนดปัญหา สร้างเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งเป็นวิธีดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และกำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลสำเร็จของกิจกรรมสร้างความสนใจคือทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้
อยากเห็น และต้องการศึกษาหาความรู้อย่างลึกซึ้ง

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมี
ประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้
เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ ตาม
ความคิดเห็นของผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
เกี่ยวกับความคิดรวบยอดกระบวนการ และทักษะ เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บ
รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบาย
และยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นของผู้เรียน ต้องคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะเป็น
ประโยชน์ในการวางแผนการสอน และช่วยจำแนกแยกแยะหรือจัดกลุ่มความรู้ความสามารถของ
นักเรียนตามประเด็นปัญหา ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และ
คำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3) การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถ
ในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้
อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการ
ให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและ
การอธิบายรายละเอียดโดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวเอง ครูเพียงแต่
ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดังเดิมที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจใน
ความคิด รวบยอดให้ชัดเจน ผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดย
เชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและ
ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิด
โอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยัง
สับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้
ประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและ
ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ผู้เรียนจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่เขาสนใจ และได้ฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ให้ชำนาญมากขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะ
ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด หลักการ กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5) การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ
เกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมิน

ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และครูก็ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

ตารางที่ 2.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es)

ขั้นตอนการการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> -สร้างความสนใจ -สร้างความอยากรู้อยากเห็น -ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด -ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ 	<ul style="list-style-type: none"> -อธิบายความคิดรวบยอด -ให้คำจำกัดความและคำตอบ -สรุปประเด็นให้ -จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ -บรรยาย
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> -ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจคำตอบ -สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน -ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน -ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ -ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> -เตรียมคำตอบไว้ให้ -บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา -จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ -บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก -ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา -นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้น

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ SE	ไม่สอดคล้องกับ SE
3. การอธิบาย (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> -ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเอง -ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง -ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอกส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ -ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด 	<ul style="list-style-type: none"> -ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ -ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน -แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยง -แนวคิดหรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> -คาดหวังให้นักเรียน ได้ใช้ประโยชน์จากการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว -ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ -ให้นักเรียนอธิบายอย่างหลากหลาย -ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร(ที่จะนำกลวิธีจากการสำรวจตรวจสอบครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้) 	<ul style="list-style-type: none"> -ให้คำตอบที่ชัดเจน -บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก -ใช้เวลามากในการบรรยาย -นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน -อธิบายวิธีแก้ปัญหา

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการการ จัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ SE	ไม่สอดคล้องกับ SE
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง - ให้แนวคิดหรือความคิดรวบยอดใหม่ - ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ตารางที่ 2.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
(Inquiry Cycle หรือ 5Es)

ขั้นตอนการการจัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ 5E	ไม่สอดคล้องกับ 5E
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> -ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้ -แสดงความสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> -ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง -ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง -ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย -ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพียงวิธีเดียว
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> -คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต -ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน -คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ -พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ -บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น -ลงข้อสรุป 	<ul style="list-style-type: none"> -ให้คนอื่นคิดและสำรวจตรวจสอบ -ทำงานเพียงลำพังโดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก -ปฏิบัติอย่างสับสน ไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจน -เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ
3. การอธิบาย (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> -อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ -ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์ -ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย -ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย -อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว -ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย 	<ul style="list-style-type: none"> -อธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม -ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน -ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้เหตุผล -ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการการ จัดการเรียนรู้	สิ่งที่ครูควรทำ	
	สอดคล้องกับ SE	ไม่สอดคล้องกับ SE
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - นำการชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ คำอธิบาย และทักษะ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจ และออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติโดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ - อธิบายเหมือนกับที่ครูจัดเตรียมไว้หรือกำหนดให้ - ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว - ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้คำจำกัดความโดยใช้ความจำ - ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตน
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป 	

2.3.4 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนด
ขั้นตอนของกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เรียงตามลำดับของกิจกรรมดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา เป็นการดึงความสนใจของ
นักเรียนครุจำ เป็นต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือเร่งให้นักเรียนคิด สงสัยและสนใจ อยากรู้คำตอบ
เพราะการที่ไม่รู้ คำตอบมาก่อนนั้นเป็นทางหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนอยากสืบเสาะหาคำตอบ ดังนั้น
ในแบบเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรใหม่ จึงเขียนขึ้นเป็นแบบที่นำ เข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้ง
ปัญหา โดยให้ครูเป็นผู้นำอภิปรายเพื่อตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

2) การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการแนะแนวทางในการออกแบบการ
ทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานหรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง

3) การทดลอง สสวท. จัดเป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง ภายหลังจากที่ได้มีการอภิปรายการทดลองแล้ว โดยผู้สอน
จะคอยควบคุมและให้คำแนะนำ อย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นທີ່ปรึกษาอยู่ด้วย และ
สสวท. ยังได้แนะนำว่า ในกรณีที่ไม่สามารถทดลองได้ เนื่องจากความปลอดภัยอุปกรณ์หายาก
ราคาแพง ครูอาจนำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองที่นักวิทยาศาสตร์อื่นได้ทำไว้แล้วมาให้นักเรียน
ศึกษา โดยยังใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดิม นักเรียนต้องแปลความหมายข้อมูลนั้นเพื่อนำ
ไปสู่ข้อสรุปถึงแนวความคิดหรือหลักการสำคัญของเรื่องนั้น ๆ

4) การอภิปรายหลังการทดลอง สสวท. ให้คำแนะนำว่าเป็นขั้นที่ผู้สอนต้อง
ใช้คำ ถาม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้
รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดสอบที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้
นอกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนอยากรู้หรืออยากเห็นมีแนวคิด
กว้างขวางยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 44-45) ได้
ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้พัฒนา
กระบวนการเรียนรู้มาตามลำดับ ในระยะเริ่มแรกเน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่
กำหนดแนวการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตาม ระยะต่อมาพัฒนาให้มี
ปัญหาปลายเปิดให้นักเรียนได้คิดวางแผนออกแบบการทดลองและลงมือปฏิบัติ ฝึกค้นคว้า
ตรวจสอบด้วยความคิดของตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา คือกิจกรรม
โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือ

คำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่มแล้ววางแผน วิธีการที่จะแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกที่หลากหลายโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลการแก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และได้พัฒนาต่อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) การสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากเรื่องที่สงสัย จากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่ศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2) การสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วให้มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนามการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3) การอธิบาย (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอต่อการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้เป็นไปได้หลายทางเช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) การขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย

สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากแสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น การนำความรู้และแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ และทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่า ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไร ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้จึงเป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครู

สรุปได้ว่าในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะได้ค้นหาความรู้โดยการสอบถามและสำรวจตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน ทำให้ได้ประสบการณ์ตรงและส่งผลให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น หัวใจของการสืบเสาะหาความรู้คือการตั้งคำถาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ การสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ผู้เรียนได้สัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพื่อนำประสบการณ์ใหม่ปรับให้เข้ากับ ประสบการณ์เดิมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การสร้างความสนใจการสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้และการประเมินผล

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544 : 21) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้รับจากการได้เรียนรู้ ได้รับการฝึกฝน และได้รับการอบรมสั่งสอน

ชวาล แพรัตกุล (2540 : 61) ได้ให้ความหมาย การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบความรู้ ทักษะและความสามารถ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้รับการอบรมสั่งสอนจากครู การประเมินผลส่วนใหญ่จะให้นักเรียนขีดเขียนคำตอบในกระดาษ เรียกว่า การทดสอบด้วยกระดาษและดินสอ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะทำหน้าที่วัดว่านักเรียนรู้น้อยเท่าใด นักเรียนได้ลงงามตรงตามความมุ่งหมายตามหลักสูตรได้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะ เกี่ยวกับด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในอดีต ว่ารับได้มากน้อยเพียงใด แบบทดสอบประเภทนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราว เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ และความสามารถทางวิชาการของนักเรียน ไม่มีการวิเคราะห์ว่าข้อสอบนั้นดีหรือเลวประการใด

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างเสร็จสิ้น ก็นำไปทดสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ ด้วยวิธีทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานนี้ มีความเป็นมาตรฐานอยู่ 2 ประการ คือ

- 2.1 มาตรฐานในการดำเนินการสอบ หมายความว่า แบบทดสอบนี้ ไม่ว่าจะนำไปที่ไหน เมื่อใดก็ตาม คำชี้แจง คำบรรยาย การดำเนินการสอบ จะเหมือนกันทุกครั้งที่ไป จะไม่มีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้คะแนนคลาดเคลื่อน

- 2.2 มาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนน ไม่ว่าจะสอบที่ไหน เมื่อใดก็ตาม ก็ต้องแปลความหมายได้เหมือนกัน ข้อสอบประเภทนี้จึงต้องมีเกณฑ์ปกติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึงความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรแต่ละระดับ ได้กำหนดหลักการไว้

แตกต่างกัน แต่หลักการสำคัญที่มุ่งเน้นคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะฉะนั้น ในการที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลตามหลักสูตรหรือไม่ ก็จะต้องใช้เครื่องมือวัด

ไพศาล หวังพาณิชย์ (2526 : 30-31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาองกงามขึ้นจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง คือ พฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั่นเอง ซึ่งได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การสังเคราะห์ การประเมินค่า และการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความรู้ ความสามารถ ทักษะ และทัศนคติ ที่ได้จากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ทำให้เกิดความสำเร็หรือความสามารถในด้านต่างๆ รู้ผลได้โดยใช้ เครื่องมือวัด

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียนในภาพรวม ดังนั้น แนวทางในการวัด และประเมินผลตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่นำมาใช้ เป็นการวัด และประเมินผลซึ่งมุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

1) พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ได้มีผู้นิยามและแบ่งประเภทไว้หลายแบบด้วยกัน แต่ที่จะเสนอต่อไปนี้ได้ดัดแปลงมาจากแนวความคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) (อ้างถึงใน ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ, 2537 : 20 - 23) ซึ่งผู้เขียนเห็นว่าได้เสนอพฤติกรรมไว้อย่างกว้างขวาง ครอบคลุมถึงผลทั้งปวงที่ผู้เรียนควรจะได้รับจากการเรียนวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย 4 กลุ่มใหญ่ๆ นี้ ยังสามารถแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้อีกถึง 36 ประการด้วยกัน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
 - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
 - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท จัดประเภท และเกณฑ์
 - 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
 - 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวความคิดที่สำคัญ
2. ความเข้าใจ
 - 2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่
 - 2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 การสังเกตและการวัด
 - 3.1.1 ความสามารถในการสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ
 - 3.1.2 ความสามารถในการบรรยายสิ่งที่สังเกตโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
 - 3.1.3 ความสามารถในการวัดขนาดของวัตถุ ปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
 - 3.1.4 ความสามารถในการเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
 - 3.1.5 ความสามารถในการประมาณค่าในการวัดและรู้ข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด
 - 3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา
 - 3.2.1 ความสามารถในการมองเห็นปัญหา
 - 3.2.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐาน

- 3.2.3 ความสามารถในการออกแบบการทดลองที่เหมาะสม
สำหรับทดสอบสมมติฐาน
- 3.3 การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป
- 3.3.1 ความสามารถในการจัดกระทำกับข้อมูล
- 3.3.2 ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในรูปความสัมพันธ์
ระหว่างตัวแปร
- 3.3.3 ความสามารถในการแปลความหมายผลของการสังเกต
และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- 3.3.4 ความสามารถในการเพิ่มเติมและการขยายผลจากการ
สังเกตและทดลอง
- 3.3.5 ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูล
- 3.3.6 ความสามารถในการสร้างข้อสรุป (กฎหรือหลักการ)
ที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ
- 3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 3.4.1 มีความเข้าใจถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 3.4.2 ความสามารถในการสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่ใช้อธิบาย
ความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
- 3.4.3 ความสามารถในการระบุปรากฏการณ์และหลักการต่างๆ
ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 3.4.4 ความสามารถในการสร้างสมมติฐานจากแบบจำลองเชิง
ทฤษฎี
- 3.4.5 ความสามารถในการแปลความหมายและประเมินผลการ
ทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 3.4.6 ความสามารถในการปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติม
แบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 3.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและการดำเนินการ
ทดลอง
- 3.6 การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
- 3.6.1 การนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขา
เดียวกัน

3.6.2 การนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่าง
สาขากัน

3.6.3 การนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจาก
วิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านพุทธิพิสัยใน
วิชาวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายประการด้วยกัน การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ต่างๆ
เหล่านี้ให้ครอบคลุมเที่ยงตรงไม่สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบเพียงอย่างเดียว จำเป็นต้อง
ใช้วิธีการอื่นๆ ที่หลากหลายควบคู่กันไปด้วย วิธีการวัดและประเมินผลที่จะได้เสนอต่อไปนี้ เป็น
เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น นักศึกษาสามารถคิดหาวิธีอื่นๆ เพิ่มเติมได้ตามความเหมาะสม วิธีการวัด
และประเมินผลการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. ข้อสอบแบบเขียนตอบ
2. การซักถามและสัมภาษณ์พูดคุย
3. การตรวจจากผลงานที่มอบหมาย
4. การตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ
5. การสังเกตขณะทำงานปฏิบัติการ
6. การสังเกตพฤติกรรมทั่วไป
7. การตอบแบบสอบถามต่างๆ

2) ข้อเสนอแนะในการเขียนและการปรับปรุงข้อสอบ

เมื่อวางแผนในการออกข้อสอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการลงมือเขียนข้อสอบ
ข้อสอบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ และข้อสอบแบบให้เขียนตอบสั้นๆ
ข้อพึงระวังในการเขียนข้อสอบทั้งสองแบบมีดังนี้

1. ภาษาที่ใช้ต้องชัดเจนเข้าใจง่าย อ่านแล้วเข้าใจได้ตรงกัน
2. คำถามนิยมใช้เป็นประโยคที่สมบูรณ์มากกว่าประโยคไม่สมบูรณ์
ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ถ้าใช้ประโยคไม่สมบูรณ์เป็นตัวคำถาม ตัวเลือกจะต้องเป็น
ข้อความที่ต่อท้ายประโยคที่เป็นคำถามนั้นได้

3. หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ ทั้งในคำถามและ
ตัวเลือก
4. คำถามที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นสูง เช่น กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
วิทยาศาสตร์ ไม่ควรใช้คำ วลี ข้อความ แผนภาพ กราฟ หรือรูปภาพที่เหมือนกับที่ปรากฏอยู่ใน
หนังสือเรียน

5. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นสถานการณ์สมมติหรือนำมาจากข้อมูลในหนังสือเรียน หรือเอกสารอื่นๆ จะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
 6. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะต้องเป็นสถานการณ์ที่เชื่อได้ว่าเป็นจริงหรือเป็นไปได้
 7. ศัพท์เทคนิคที่ใช้จะต้องไม่ยากเกินไปกว่าที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาแล้ว
 8. คะแนนที่จะให้สำหรับข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ต้องกำหนดให้ชัดเจนในการตรวจให้คะแนนนั้นควรระลึกไว้ว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบนั้นอาจจะไม่ตรงตามที่ได้เฉลยหรือคาดหวังไว้เสมอไป ถ้าผู้เรียนตอบเป็นอย่างอื่นนอกจากที่เฉลยไว้แต่เป็นคำตอบที่มีเหตุผลถูกต้องหรือเป็นไปได้ก็ควรให้คะแนน และในการออกข้อสอบทุกครั้ง จะต้องทำเฉลยไว้ให้ชัดเจนด้วย
 9. คำและภาษาสำหรับตัวเลือกที่ถูก ต้องไม่ซ้ำกับคำและภาษาในตัวเลือกถาม
 10. ข้อความในตัวเลือกที่ถูกไม่ควรสั้นหรือยาวกว่าข้อความในตัวเลือกอื่นๆ มากนัก
 11. ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงนั้นจะต้องไม่เป็นข้อความที่ผิด หรือไม่สมเหตุสมผลในตัวของมันเอง
 12. ตัวเลือกควรจัดเรียงตามลำดับอย่างมีระบบ เช่น เรียงตามตัวเลขจากน้อยไปหามาก หรือเรียงตามคำตอบสั้นไปหาคำตอบยาว เป็นต้น
 13. พยายามใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูกต้อง” ให้น้อยที่สุด
 14. ข้อที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษคือ ทั้งตัวคำถามและตัวเลือกของข้อใดข้อหนึ่งจะต้องไม่แนะหรือเป็นคำตอบของข้ออื่นๆ
- หลังจากได้เรียบเรียงข้อสอบเป็นฉบับแล้ว ควรมีการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง และควรให้ครูที่ร่วมสอนแต่ไม่ได้ออกข้อสอบได้ช่วยวิจารณ์และเสนอแนะในด้านต่างๆ ก่อนที่จะนำไปสอบจริงๆ ซึ่งอาจทำได้ดังนี้
1. อ่านคำชี้แจงและตัวคำถาม โดยไม่ต้องดูตัวเลือกหรือเฉลยที่ให้ไว้ พร้อมทั้งคิดหาคำตอบไว้ในใจด้วย
 2. เปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับตัวเลือกหรือเฉลยที่กำหนดให้ไว้ ถ้าหากว่าตัวเลือกหรือเฉลยใดไม่เหมาะสมให้แก้ไขเสียใหม่
 3. ตรวจสอบดูว่าข้อความใดสามารถที่จะเขียนให้สั้นลงหรือชัดเจนยิ่งขึ้นได้อีก
 4. ตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าการใช้คำต่างๆ นั้นไม่คลุมเครือ

5. พิจารณาตัวลวงหรือตรวจดูว่าตัวลวงนั้นเหมาะสมกับคำถามข้อนั้นๆ หรือไม่ขัดแย้งกันเองหรือไม่ และมีคำแนะนำที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดคำตอบที่ถูกต้องอยู่หรือไม่

6. พิจารณาตรวจคำตอบที่ถูกต้องดูว่าเป็นคำตอบที่ตอบคำถามข้อนั้นได้อย่างแท้จริงหรือไม่

7. ในกรณีที่ออกข้อสอบตามวัตถุประสงค์ควรได้มีการตรวจสอบว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการจริงหรือไม่ ซึ่งสาขาวิจัยและประเมินผล สสวท. ได้เสนอแนะวิธีการไว้ดังนี้

วิธีที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดไว้ให้ชัดเจน แล้วสร้างข้อสอบเพื่อวัดวัตถุประสงค์นั้น จากนั้นนำข้อสอบไปให้ผู้ที่มีความสามารถชำนาญในเนื้อหาวิชาหลายๆ คนช่วยกันพิจารณาให้คะแนนโดยถือเกณฑ์ดังนี้

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จริงให้ 1 คะแนน

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ให้ 0 คะแนน

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้ -1 คะแนน

แล้วจึงรวมคะแนนข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ตัวเลขที่ได้นี้

เรียกว่าดัชนีความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

จากนั้นนำคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดนี้ไปเทียบกับเกณฑ์ โดยกำหนดเกณฑ์ว่า ถ้าผลรวมของคะแนนเกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ถือว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์นั้นจริง ในทางตรงข้ามถ้าผลรวมไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มถือว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์นั้น เช่น ถ้าให้ผู้ชำนาญ 6 คนเป็นผู้ร่วมพิจารณา และคะแนนรวมของข้อสอบแต่ละข้อเกิน 3 ก็ถือว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดจริง เป็นต้น

วิธีที่ 2 ใช้มาตราส่วนประเมินค่า ทำโดยให้ผู้ชำนาญกลุ่มหนึ่งซึ่งมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการวัดเป็นอย่างดีช่วยกันพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นมา สามารถวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่ การประเมินค่าของข้อสอบแต่ละข้อใช้เกณฑ์ดังนี้

ถ้าเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดให้ 5 คะแนน

ถ้าเห็นด้วยว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดให้ 4 คะแนน

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ให้ 3 คะแนน

ถ้าไม่เห็นด้วยว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดให้ 2 คะแนน

ถ้าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดให้ 1 คะแนน

หลังจากที่ผู้ชำนาญดังกล่าวประเมินค่าข้อสอบแต่ละข้อเสร็จแล้ว ก็นำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ถ้าคะแนนเฉลี่ยของข้อใดมีค่าตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นวัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.5 ลงมา ถือว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ต้องตัดทิ้งไปหรือปรับปรุงใหม่

3) ลักษณะข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การวัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก ในการวัดพฤติกรรมด้านนี้ ข้อสอบที่ใช้จะมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือแผนภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้นๆ
2. กำหนดตารางบันทึกผลการทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาว่าตารางนั้นใช้สำหรับบันทึกข้อมูลการทดลองที่มีสมมติฐานหรือจุดมุ่งหมายของการทดลองว่าอย่างไร
3. กำหนดสถานการณ์หรือสมมติฐานมาให้ แล้วให้ผู้เรียนอธิบายหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับตรวจสอบสมมติฐานนั้น
4. กำหนดจุดมุ่งหมายหรือสมมติฐานในการทดลองมาให้ แล้วให้พิจารณาว่าวิธีการทดลองที่กำหนดให้เหมาะสมหรือไม่ ตอนใดจำเป็นตอนใดไม่จำเป็น
5. กำหนดคำอธิบายวิธีทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจทำให้ผลการทดลองที่ทำในแต่ละครั้งคลาดเคลื่อนต่างกันไป
6. กำหนดตารางบันทึกผลการทดลองมาให้ แล้วพิจารณาหาเงื่อนไขหรือข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติม หรือไม่จำเป็นที่สามารถตัดออกได้ เพื่อให้ตารางนั้นสามารถใช้บันทึกผลการทดลองตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ
7. ให้ผู้เรียนเขียนกราฟหรือแผนภูมิจากข้อมูลในตารางหรือข้อความที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่ากราฟหรือแผนภูมิใดเขียนจากข้อมูลในตารางหรือข้อความใดที่กำหนดให้
8. ให้ผู้เรียนออกแบบตารางเพื่อบันทึกข้อมูลตามคำอธิบายวิธีทำการทดลองหรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลอง ตารางใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการทดลองที่กำหนดให้
9. ให้ผู้เรียนออกแบบตารางจากกราฟหรือแผนภูมิที่กำหนดให้ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองตารางใดสอดคล้องกับกราฟหรือแผนภูมิที่กำหนดให้

10. กำหนดข้อมูลมาให้ แล้วให้ผู้เรียนทำนายหรือคาดการณ์ โดยอาศัยข้อมูลที่กำหนดให้เป็นรากฐาน

11. กำหนดคำอธิบายการทดลองและผลการทดลองมาให้ แล้วให้ผู้เรียนทำนายผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนเงื่อนไขของการทดลองนั้นใหม่

12. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลในตาราง

13. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากกราฟหรือแผนภูมิ

14. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากข้อมูลที่เสนอในรูปแบบของบทความหรือคำบรรยาย

15. ให้ผู้เรียนสรุปหรือแปลความหมายจากรูปภาพหรือไดอะแกรมต่างๆ

16. กำหนดสมมติฐานและวิธีดำเนินการทดลองให้ แล้วให้ผู้เรียนระบุว่า การทดลองควรเป็นอย่างไร จึงจะสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้

ข้อสอบที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น แม้ว่าส่วนใหญ่จะเป็นข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ถ้าหากสถานการณ์หรือคำถามเหล่านั้นเป็นเรื่องที่เคยใช้ เคยถาม เคยเห็นกันมาแล้ว ข้อสอบนั้นก็อาจเป็นเพียงข้อสอบที่วัดเพียงความรู้ความจำเท่านั้น

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

1) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านเจตพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์

เนย์และครอกเกอร์ (Nay and Crocker 1970 อ้างถึงใน ธงชัย ชิวปรีชา 2537 : 36-40) ได้แบ่งคุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านเจตพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. คุณลักษณะด้านความสนใจ

1.1 สนใจที่จะทำความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ ได้แก่

1.1.1 มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.1.2 มีความหลงใหลในความงามของปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.1.3 มีความตื่นเต้นในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

1.1.4 มีความกระตือรือร้นในเรื่องที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์

ธรรมชาติ

1.2 สนใจที่จะส่งเสริมและอุดหนุนกิจกรรมวิชาการและความเป็นอยู่

ของมนุษยชาติ ได้แก่

1.2.1 มีความเห็นแก่ประโยชน์ของผู้อื่น

1.2.2 มีความมุ่งมั่นในการส่งเสริมและอุดหนุนกิจกรรมวิชาการ
และความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ

1.2.3 มีความภาคภูมิใจที่ได้ ส่งเสริมและอุดหนุนกิจกรรม
วิชาการ และความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ

1.2.4 มีความพึงพอใจที่ได้ ส่งเสริมและอุดหนุนกิจกรรม
วิชาการ และความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ

2. คุณลักษณะด้านการปฏิบัติงาน

2.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับความอุทิศและผูกพันต่องาน ได้แก่

2.1.1 มีความพากเพียร

2.1.2 มีความอดทน

2.1.3 มีวินัยในตนเอง

2.1.4 มีความไม่ยึดติดกับตนเอง

2.1.5 มีความรับผิดชอบ

2.1.6 มีความเชื่อถือได้

2.2 มีคุณลักษณะเกี่ยวกับการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.2.1 ความเป็นระบบในการทำการทดลอง

2.2.2 มีความอดทนในการทำการทดลองจนจบ ไม่ทำครึ่งๆ

กลางๆ

2.2.3 มีความละเอียดแม่นยำในการทดลอง

2.2.4 มีความว่องไวในการรับรู้ผลการทดลอง

2.2.5 มีความพร้อมที่จะเผชิญกับเหตุการณ์หรือผลการทดลองที่ไม่

คาดหมาย

2.3 คุณลักษณะเกี่ยวกับ ความริเริ่ม และความกล้าในการคิด ได้แก่

2.3.1 มีความรู้ว่าคุณเชื่อต่าง ๆ ได้มาจากการปฏิบัติการ

ทดลองของมนุษย์

2.3.2 มีความกล้าได้กล้าเสีย ใจกล้า

2.3.3 มีความคิดเป็นอิสระของตนเอง

2.3.4 มีความเชื่อในความสามารถของตนเอง

2.3.5 มีความเชื่อมั่นในสิ่งต่าง ๆ ที่ทำขึ้น

2.3.6 มีความยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงและปรับตัวได้

- 2.3.7 มีความไม่กลัวอุปสรรคและสิ่งต่อต้าน
- 2.4 คุณลักษณะเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน ได้แก่
 - 2.4.1 มีนิสัยการให้ความร่วมมือ
 - 2.4.2 มีความประนีประนอม
 - 2.4.3 มีความถ่อมตัว
 - 2.4.4 มีความอดทนและยอมทนกับเพื่อนร่วมงาน
- 3. คุณลักษณะด้านเจตพิสัยหรือด้านจิตใจและวิธีการคิด
 - 3.1 คุณลักษณะเกี่ยวกับความเป็นวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 - 3.1.1 ความเป็นปรนัย
 - 3.1.2 มีความใจกว้าง
 - 3.1.3 มีความซื่อสัตย์
 - 3.1.4 มีความพร้อมที่จะชะลอการลงความคิดเห็น
 - 3.1.5 มีความเคารพหลักฐาน
 - 3.1.6 มีความพร้อมที่จะเปลี่ยนความคิดเห็น
 - 3.1.7 มีความพร้อมที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
 - 3.2 คุณลักษณะเกี่ยวกับการวิพากษ์วิจารณ์ ได้แก่
 - 3.2.1 มีจิตใจพร้อมที่จะทำการวิพากษ์วิจารณ์เรื่องราวต่าง ๆ
 - 3.2.2 มีความช่างสังเกต
 - 3.2.3 มีความสนใจและความพึงพอใจในการซักถามปัญหา
 - 3.2.4 มีวินัยในการคิด
 - 3.2.5 มีความต่อต้านความเป็นอัตตา
 - 3.2.6 มีความพร้อมที่จะวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง
- 4. คุณลักษณะด้านความเข้าใจและเห็นคุณค่า
 - 4.1 ความเข้าใจและเห็นคุณค่าเกี่ยวกับประวัติของวิทยาศาสตร์
ได้แก่ มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในวิวัฒนาการของความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์
 - 4.1.1 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนได้มีส่วนช่วยเหลือเกื้อกูลและสร้างสรรค์ผลงานขึ้นมา
 - 4.1.2 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์

- 4.2 ความเข้าใจและเห็นคุณค่าในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม
- 4.2.1 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าที่สังคมได้เป็นรากฐานของการพัฒนาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่
- 4.2.2 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าที่วิทยาศาสตร์ได้อุดหนุนให้สังคมได้ก้าวหน้าและพัฒนาขึ้น
- 4.2.3 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4.2.4 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม
- 4.3 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าที่สังคมของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้แก่
- 4.3.1 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของวิทยาศาสตร์
- 4.3.2 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีคุณลักษณะของความเป็นชั่วคราวและการปรับปรุงได้
- 4.3.3 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของพลังและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 4.3.4 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในผลงานของตนเองและความเป็นหนึ่งทางวิชาการต่อนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ
- 4.3.5 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการใช้แนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน
- 4.3.6 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของความละเอียดถี่ถ้วนของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
- 4.3.7 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในศักยภาพของแต่ละบุคคลและพลังของความพยายามร่วมกัน
- 4.3.8 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของการให้เหตุให้ผลเชิงตรรกวิทยา
- 4.3.9 มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในธรรมชาติของความเป็นเหตุเป็นผล ความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่อง และของสภาพความน่าจะเป็นของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

5. คุณลักษณะด้านค่านิยม/หรือความเชื่อ

5.1 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงปรัชญา ได้แก่

5.1.1 มีค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าจักรวาลเป็นของจริง

5.1.2 มีค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าจักรวาลนี้สามารถเรียนรู้ได้

และเข้าใจได้โดยการสังเกตหรือคิดอย่างมีเหตุผล

5.1.3 มีค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าจักรวาลนี้มีความยั่งยืนคงที่

5.2 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงคุณธรรม จริยธรรม ได้แก่

5.2.1 มีค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าตัววิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้อง
กับคุณธรรม จริยธรรม นักวิทยาศาสตร์จะต้องรับผิดชอบต่อผลสืบเนื่องมาจากการแปลความหรือ
การนำผลงานของเขาไปใช้

5.2.2 มีค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าการอุทิศ ทูมเทเพื่อมวล
มนุษยชาติเป็นอุดมการณ์ที่สูงส่งที่สุด

5.3 ค่านิยมและ/หรือความเชื่อเชิงสังคม ได้แก่

5.3.1 ค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ต้องตอบสนอง
ต่อความต้องการของสังคม

5.3.2 ค่านิยมและ/หรือมีความเชื่อว่าวิทยาศาสตร์ต้องจะเจริญออก
งาม เพื่อฟู ได้ดีที่สุดในสังคมที่มีความเป็นอิสระและมีความเป็นประชาธิปไตย

2) เทคนิควิธีที่ใช้วัดคุณลักษณะด้านเจตพิสัยทางวิทยาศาสตร์

เทคนิควิธีที่ใช้วัดคุณลักษณะด้านเจตพิสัยทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมี 8
เทคนิคคือ

(1) ซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล เทคนิคนี้ ชาร์ล อี ออสกู๊ด และคณะ
(C. E. Osgood, G. Succi and P. Tannenbaum) (Doran 1980 อ้างถึงใน ธงชัย ชิวปรีชา 2537 :
36-40) ได้พัฒนาขึ้น ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้เทคนิคนี้ประกอบด้วย คำ วลี หรือประโยค ที่
แทนสิ่งที่ต้องการประเมิน แล้วตามด้วยคู่คุณศัพท์หลายๆ คู่ ที่อธิบายความหมาย หรือลักษณะ
ของเรื่องที่ต้องการประเมินคู่คุณศัพท์แต่ละคู่ประกอบด้วยคำคุณศัพท์ 2 คำ เช่น สนุกสนาน -
น่าเบื่อ ยาก - ง่าย ฯลฯ คุณศัพท์คำหนึ่งในคู่คุณศัพท์จะแสดงความรู้สึกเชิงบวก ในที่นี้ ได้แก่
สนุกสนาน และง่าย และอีกคำหนึ่งแสดงความรู้สึกเชิงลบ ในที่นี้ ได้แก่ น่าเบื่อ และยาก ถ้าเรา
ต้องการจัดเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยเทคนิคนี้ก็อาจสร้างเครื่องมือได้ดังนี้

ก. ไม่ควรจะเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้
ตั้งอยู่บนข้อมูลและหลักฐานจำนวนมาก

ข. อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าอย่าง
รวดเร็วของโลก

ค. อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นกับข้อมูลที่พบใหม่

ง. ไม่ควรเปลี่ยนแปลง เพราะมันเป็นเรื่องของการอธิบาย
ปรากฏการณ์ธรรมชาติ

ข้อ 2. ถ้าท่านบังเอิญพบว่ามีรายงานการค้นพบทางวิทยาศาสตร์
ขัดแย้งกับสามัญสำนึกของท่าน ท่านจะเลือกทำอะไรจากสิ่งต่อไปนี้

ก. ไม่ยอมรับรายงานการค้นพบนั้น เพราะเราน่าจะยึดสามัญ
สำนึกเป็นเกณฑ์

ข. ไม่ยอมรับสามัญสำนึก เพราะไม่สามารถเชื่อได้เหมือนผล
ที่ได้จากการศึกษาอย่างวิทยาศาสตร์

ค. ทำการทดลองดูว่าสามัญสำนึกของเราถูกต้องกว่าการค้นพบ
ตามรายงานนั้นจริงหรือไม่

ง. พยายามหาทางประนีประนอมระหว่างสามัญสำนึกกับการ
ค้นพบทางวิทยาศาสตร์

(5) การเขียนบรรยายความเห็นหรือความรู้สึก วิธีการอีกวิธีหนึ่งที่สามารถวัดคุณลักษณะด้านเจตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ได้ดี คือ การให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึกความเห็น พร้อมเหตุผลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ การสอบโดยให้ผู้เรียนเขียนตอบแบบบรรยายความ เป็นวิธีการที่ดีมาก สามารถวัดความคิดความเห็น และความรู้สึกได้เป็นอย่างดี ข้อเสียคือการตรวจให้คะแนนยาก ดังนั้นจึงต้องสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่แน่นอน และคำตอบจากผู้เรียนคนหนึ่ง ๆ ควรได้รับการตรวจให้คะแนนจากกรรมการที่ได้รับการฝึกอบรมแล้วจำนวนหลาย ๆ คน ตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนพิจารณาเขียนบรรยายตอบ อาจเป็นดังนี้

ตัวอย่าง

สมมติว่าชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่ท่านเป็นสมาชิกอยู่จะจัดทำแผนการจัดกิจกรรมประจำปี ในฐานะสมาชิกคนหนึ่ง ท่านจะเสนอให้ชุมนุมจัดกิจกรรมอะไรบ้าง และท่านจะให้เหตุผลอย่างไรเพื่อให้เพื่อนสมาชิกคนอื่นสนับสนุนแผนการจัดกิจกรรมของท่าน

เมื่อวิเคราะห์จากการเขียนบรรยายต่อสถานการณ์หรือปัญหา ดังกล่าวก็สามารถบ่งชี้แนวความคิด เจตคติ และลักษณะนิสัยต่าง ๆ ของผู้เรียนได้

(6) การซักถามและการสัมภาษณ์ การซักถามและการสัมภาษณ์เป็น เทคนิควิธีการหนึ่งที่สามารถล้วงความรู้สึกและความคิดเห็นที่แท้จริงได้ แต่มีข้อเสียคือ ต้องสอบ เป็นรายบุคคล ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองงบประมาณมากและการประเมินยังค่อนข้างเป็นอัตนัย ต้องใช้ผู้สัมภาษณ์และผู้ซักถามที่มีประสบการณ์และควรมีกรรมกรหลาย ๆ คน เป็นวิธีการอย่าง หนึ่งที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะต่าง ๆ ด้านเจตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

หัวข้อในการซักถามและสัมภาษณ์เพื่อประเมินเจตคติของผู้เรียนที่มี ต่อวิชาวิทยาศาสตร์อาจเป็นดังนี้

- ท่านชอบวิทยาศาสตร์เพียงใด
- ทำไมท่านคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ
- วิชาอะไรที่ท่านชอบมากที่สุด
- ท่านใช้เวลาว่างในการทำอะไร

(7) โปรเจกทีปโปรเจก เทคนิคนี้ใช้กันมากในการวัดทางจิตวิทยา โล เวย์ (Lawrence F.Lowery) ได้ประยุกต์นำเทคนิคนี้มาใช้ในการวัดคุณลักษณะด้านจิตพิสัยทาง วิทยาศาสตร์ และพบว่าสามารถใช้ได้ผลดี โปรเจกทีปโปรเจก ที่โลเวย์ได้สร้างขึ้นมี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบให้ผู้เรียนพูดแสดงความรู้สึกต่อคำหรือเรื่องที่ผู้สอน พูดคำหรือเรื่องนั้นออกมา ก็จะยกบัตรที่เขียนคำหรือเรื่องเหล่านั้นให้ผู้เรียนดูด้วย เช่น วิทยาศาสตร์ คำยวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 เป็นแบบให้ผู้เรียนเล่าเรื่องจากภาพตามความรู้สึกนึกคิดของ ตนเอง เช่น รูปผู้เรียนกำลังอ่านหนังสือพิมพ์มีพาดข่าวว่า การค้นพบใหม่ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 เป็นแบบเติมประโยคให้สมบูรณ์ เช่น

- คนส่วนใหญ่ชอบวิทยาศาสตร์ไม่ว่ามันจะ.....
- ส่วนหนึ่งที่ทำให้คนบางคนต่อต้านวิทยาศาสตร์ คือ.....

(8) รายการบันทึกพฤติกรรม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนนับเป็น วิธีตรงในการวัดคุณสมบัติด้านเจตพิสัยทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นความสนใจ ความ อยากรู้อยากเห็น เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ การสังเกตพฤติกรรมทำได้ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 สังเกตพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเองในสถานการณ์ปกติ เมื่อพบ ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมใดตรงตามรายการสังเกตพฤติกรรมก็บันทึกไว้

แบบที่ 2 สังเกตพฤติกรรมภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดย จัดสถานการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนที่เราต้องการสังเกตพฤติกรรมได้ปฏิบัติ

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1) พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้เรียนที่ที่มีความสามารถด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผู้เรียนที่มีความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

(1) ด้านการออกแบบและวางแผน ประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการกำหนดนิยามปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า
- 1.2 ความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับผลที่จะได้จากการศึกษาค้นคว้า
- 1.3 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานที่จะทำการทดสอบในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ

- 1.4 ความสามารถในการออกแบบวิธีการสังเกตและวัดตัวแปรต่าง ๆ
- 1.5 ความสามารถในการออกแบบการทดลอง

(2) ด้านการดำเนินการ ประกอบด้วย

- 2.1 ความสามารถในการดำเนินการทดลองทั้งการทดลองเชิงคุณภาพและการทดลองเชิงปริมาณ
- 2.2 ความสามารถในการใช้เครื่องมือ
- 2.3 ความสามารถในการบันทึกผลการสังเกตและผลการทดลองทั้งของข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

2.4 ความสามารถการคำนวณคิดผลการทดลอง

- 2.5 ความสามารถในการตัดสินใจเลือกและประยุกต์เทคนิคที่ใช้ในการทดลอง

2.6 ความสามารถในการทำงานตามแผนที่ตนเองได้จัดทำไว้

(3) ด้านการวิเคราะห์และการแปรความหมายข้อมูล ประกอบด้วย

- 3.1 ความสามารถในการแปลงผลการทดลองให้อยู่ในรูปมาตรฐานรวมทั้งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ กราฟ

- 3.2 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

3.3 ความสามารถในการหาขอบเขตความเที่ยงตรงของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

3.4 ความสามารถการระบุและอภิปรายเกี่ยวกับข้อจำกัด และ/หรือ ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาค้นคว้า นั้น ๆ

3.5 ความสามารถในการสร้างและเสนอข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

3.6 ความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

3.7 ความสามารถในการสร้างคำถามใหม่หรือนิยามปัญหาใหม่ ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

(4) ด้านการนำไปใช้ประกอบด้วย

4.1 ความสามารถในการใช้ข้อค้นพบจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งหรือเรื่องใหม่ ๆ

4.2 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานใหม่ โดยอาศัยข้อค้นพบจากการศึกษาในครั้งนี้

4.3 ความสามารถในการนำเทคนิควิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้นำไปใช้กับปัญหาอื่น หรือตัวแปรอื่น

2) เทคนิควิธีที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคนิควิธีที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

(1) ข้อสอบแบบข้อเขียน พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีส่วนที่ซับซ้อนกับพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยค่อนข้างมาก ข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย จึงสามารถใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ระดับหนึ่งด้วย ตัวอย่างข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้ประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ป้ายฉลากบอกชื่อสารเคมีจำนวน 5 ขวด ได้หลุดออกจากขวดหล่นอยู่บนชั้นวางสารเคมีและปนกันไม่ทราบว่าป้ายไหนเป็นของขวดไหน ชื่อของสารเคมีบนฉลากทั้ง 5 มีดังนี้แบเรียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต กรดซัลฟิวริก โซเดียมคลอไรด์ และน้ำตาลทราย โดยใช้ชุดเครื่องมือที่กำหนดให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสารเคมีในขวดนั้น ๆ ว่า คือสารอะไร โดยยังไม่ต้องทำการทดลอง ให้เขียนเพียงวิธีการทดลองเท่านั้น

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาขั้นตอนการตรวจสอบความเข้มข้นของกรดชนิดหนึ่ง โดยวิธีการติเตตรกับเบส ดังต่อไปนี้

1. หยดเบสลงไปจนอินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี
2. หยดอินดิเคเตอร์ลงไป
3. คำนวณความเข้มข้นของกรด
4. อ่านปริมาตรของเบสที่ใช้
5. เทสารละลายเบสมาตรฐานลงในบิวเรต
6. ตวงกรดให้มีปริมาตรที่แน่นอนเทใส่ลงในภาชนะที่ใช้สำหรับติเตรต
จงเรียงลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง

(2) การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ

วิธีการประเมินทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันมากอีกวิธีหนึ่งคือ การสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ ในการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการนี้ จะต้องกำหนดล่วงหน้าว่าจะทำการวัดและประเมินทักษะการปฏิบัติการด้านใด แล้วจึงออกแบบกิจกรรมหรือปฏิบัติการให้ผู้เรียนทำ อาจทำเป็นกลุ่มพร้อม ๆ กันหลายคนก็ได้ จากนั้นจึงสร้างรายการสังเกตพฤติกรรมขึ้นเพื่อใช้บันทึกผลการสังเกต

การสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ อาจสร้างเป็นแนวกว้างๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับการทำปฏิบัติการในทุกเรื่องก็ได้ ในกรณีนี้หัวข้อหรือรายการที่จะสังเกตและประเมิน อาจเป็นดังนี้

1. ด้านการออกแบบและวางแผน ก่อนลงมือปฏิบัติการ มีการออกแบบและวางแผนการทำปฏิบัติการไว้เหมาะสมเพียงใด
2. ด้านการดำเนินการปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์ มีความถูกต้อง คล่องแคล่วว่องไว ละเอียดยรอบคอบและคำนึงถึงความปลอดภัย เหมาะสมเพียงใด
3. ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล สามารถสังเกตและบันทึกข้อมูลได้ละเอียดชัดเจนเพียงใด
4. ด้านการจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลอง ทำให้ถูกต้องเหมาะสมชัดเจนเพียงใด
5. ด้านความรับผิดชอบและนิสัยในการทำงาน มีความตั้งใจและจริงจังในการทำปฏิบัติการเพียงใด ได้ดูแลบำรุงรักษา ทำความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการกำจัดของเหลือทิ้งและขยะต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำปฏิบัติการได้เหมาะสมเพียงใด

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่

วิชา.....ภาคเรียนที่ปีการศึกษา.....

ชื่อปฏิบัติการที่สังเกต	วัน เดือน ปี	คะแนนผลการสังเกตพฤติกรรม					คะแนน
		ด้าน ที่ 1	ด้าน ที่ 2	ด้าน ที่ 3	ด้าน ที่ 4	ด้าน ที่ 5	
1.....							
2.....							
3.....							
4.....							
5.....							
6.....							
รวม							

หมายเหตุ

- | | | | |
|-----------|--|---------|-------------|
| ด้านที่ 1 | ด้านการออกแบบและวางแผน | คะแนน 5 | ดียอดเยี่ยม |
| ด้านที่ 2 | ด้านการดำเนินการปฏิบัติการ | คะแนน 4 | ดีเยี่ยม |
| ด้านที่ 3 | ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล | คะแนน 3 | ดี |
| ด้านที่ 4 | ด้านการจัดกระทำและแปลความหมายข้อมูล
และสรุปผลการทดลอง | คะแนน 2 | พอใช้ |
| ด้านที่ 5 | ด้านความรับผิดชอบและนิสัยในการทำงาน | คะแนน 1 | ปรับปรุง |

(3) การตรวจรายงานผลการปฏิบัติงาน รายงานผลการปฏิบัติงานจะสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้ทำปฏิบัติการหลายด้าน เช่น ทักษะการสังเกตและจดบันทึก ทักษะการใช้ภาษาในการสื่อสาร ทักษะในการเขียนกราฟ แผนภาพ หรือตาราง และทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุปเป็นต้น ดังนั้นการวัดพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการอีกทางหนึ่งคือการตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติการ ควรจัดทำแบบบันทึกผลการรายงานการปฏิบัติการของผู้เรียนดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบบันทึกคะแนนจากการตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....
 วิชา.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

การตรวจครั้งที่	ปฏิบัติ การที่ ตรวจ	การสังเกต			ภาษาที่ ใช้บันทึก			การเขียน กราฟ แผนภาพ หรือ ตาราง			การแปล ความหมาย ของข้อมูล และการสรุป			รวม	หมายเหตุ
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1															
2															
3															
4															
5															
รวม															

(4) การสอบภาคปฏิบัติ เป็นการวัดพฤติกรรมด้านด้านทักษะการปฏิบัติการอีกแบบหนึ่ง ทำได้โดยจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ ทำได้โดยการจัดเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนวัสดุและสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้วางไว้บนโต๊ะ พร้อมคำสั่ง ปัญหา และคำอธิบายต่างๆ ที่จำเป็น แล้วให้ผู้เรียนไปที่โต๊ะนั้นและทำการปฏิบัติการตามคำสั่งและคำอธิบายนั้นๆ การจัดสอบลักษณะนี้มักจัดให้มีการสอบหลายๆ ปฏิบัติการ แต่ละปฏิบัติการจะจัดแยกเป็นโต๊ะๆ ไป ปฏิบัติการที่เลือกมาใช้ในการสอบนั้นควรเป็นปฏิบัติการที่สามารถวัดพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้จริง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการได้โดยใช้เวลาไม่นานนัก และในแต่ละปฏิบัติการก็ควรมีเวลาในการปฏิบัติการใกล้เคียงกัน ดังตัวอย่าง

ปฏิบัติการเคมี

- อุปกรณ์และสารเคมี - กระจกตวงขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
 - บีกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
 - กระจกนิตยาขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร 1 ใบ
 - สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - สารละลายฟีนอล์ฟธาลีน

วิธีการทดลอง

1. ใช้กระบอกตวงขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตวงสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. เติมสารละลายฟีนอลฟธาไลน์ลงไป 3 หยด
3. ใช้กระบอกฉีดยาคูดสารละลายสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 8 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นค่อยๆ หยดสารลงในบีกเกอร์ และเขย่าให้เข้ากันจนสารละลายในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร

คำถาม จะต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณเท่าไร จึงจะทำให้สารในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร

สำหรับปฏิบัติการนี้มุ่งหวังจะให้ผู้เรียนฝึกพฤติกรรมด้านการวัด การใช้เครื่องมือ เช่น กระบอกตวง หลอดฉีดยา เพื่อทำการวิเคราะห์ได้ถูกต้อง ผู้สอนจะต้องไม่บอกความเข้มข้นให้ผู้เรียนทราบ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

สมจิตร ทรัพย์อัประไมย (2540 : 158-160) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนา เมตาคอกนิชัน ที่มีต่อเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนกลุ่มละ 23 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันในการอ่าน และทำแบบฝึกหัดหลังอ่านและทำแบบฝึกหัดแล้วมีการทบทวนความตระหนักในกลวิธี และให้ข้อมูลป้อนกลับ กลุ่มควบคุม อ่านตามปกติและทำแบบฝึกหัด รวบรวมข้อมูลด้วยมาตรวัดเมตาคอกนิชัน การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การสังเกต และการทดสอบ พบว่าคะแนนเมตาคอกนิชันจากการอ่านตำราและจากการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่า ทั้งระยะทดลองและระยะติดตามผล กลุ่มทดลองสามารถทำนายผลสำเร็จในงาน และทำนายความมั่นใจในคำตอบสูงกว่ากลุ่มควบคุม คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการอ่านไม่ต่างกันทั้งระยะทดลองและระยะติดตามผล และคะแนนผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จรุง ชำพงค์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังการเรียนการสอนการ

แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ก่อนการเรียนการสอนและหลังการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 65 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการเรียนการสอนจะสูงกว่าก่อนการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อวยพร เรืองศรี (2544 : 58-61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเมตาคอกนิชันกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร 8 โรงเรียน 375 คน เก็บข้อมูลด้วยการให้สิ่งเร้าก่อนแล้วสัมภาษณ์ พบว่าเมตาคอกนิชัน ทั้งด้านตระหนักรู้ ด้าน ยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผน และด้านการตรวจสอบตนเอง มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทุกด้านคือการนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้ง สมมติฐาน การประเมินการสรุปอ้างอิง และเมตาคอกนิชันแต่ละด้านส่งผลทางบวกต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยด้านการตรวจสอบตนเองส่งผลมากที่สุด และด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการตระหนักรู้ และด้านการวางแผนส่งผลน้อยกว่าตามลำดับ

ศุภลักษณ์ สินธนา (2545 : 139-144) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเมตาคอกนิชัน กับตัวแปรอื่น 7 ตัว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดยะลา 534 คนแบ่งเป็นนักเรียนที่ใช้ภาษาไทยเป็นภาษาที่ 1 จำนวน 339 คน และใช้ภาษาอื่นเป็นภาษาที่ 1 จำนวน 195 คน พบว่าเมตาคอกนิชัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความถนัดทางการเรียน ความเชื่อในสมรรถภาพตน เป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งเรียนรู้ และเป้าหมายในการเรียนแบบมุ่งตน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเป้าหมายในการเรียนแบบเล็งงาน และความวิตกกังวลในการสอบ

พันธ ทองคั้น (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นระหว่างกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันและกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน คือกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยกลวิธีเมตาคอกนิชันและกลุ่มควบคุมที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการ

แก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนแบบใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีการพัฒนาเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ .05

คำเนิน ยาท่วม (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา โดยมีวัตถุประสงค์คือ 1) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเอง 2) ความแตกต่างของผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ต่างกัน และ 3) เพื่อศึกษาความแตกต่างของผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ต่างกัน โดยพิจารณาความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มหลายขั้นตอนจากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำรินวิทยา โรงเรียนลับแลศรีวิทยา และโรงเรียนทองแสนขันวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุตรดิตถ์ โรงเรียนละ 40 คนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle, LC) กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (Learning Cycle with Metacognitive Reflection, LCMR) และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา (Learning Cycle with Metacognitive Reflection and Awareness, LCMRA) ใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ระยะเวลาทดลอง 19 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดผลการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติMANOVA ผลการวิจัยไม่พบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการเรียนรู้ตามลำดับ และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูงมีผลการเรียนรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้คิดของ

ตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง และนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำตามลำดับ

วิจิษฐ์ ไชยจันทร์ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันและเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน พบว่านักเรียนสามารถใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในขั้นตอนการวางแผน การกำกับและการประเมินได้ และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในระดับดีมาก นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มทุกคน คะแนนทักษะการอ่านวิชาเคมีของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78 และคะแนนทักษะการทดลองวิชาเคมีของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มมีจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

สแวนสัน (Swanson, 1990 : 306-314) ได้ศึกษาความเป็นอิสระจากกันของเมตาคอกนิชันกับความถนัดทั่วไป โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามความถนัดและเมตาคอกนิชัน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หลังจากแก้ปัญหาเพื่อหาความเข้มของการตระหนักรู้ และโดยวิธีคิดออกเสียงโดยวัดจำนวนครั้ง และใช้เวลาในการแก้ปัญหา พบว่ากลุ่มที่มีความถนัดต่ำแต่มีเมตาคอกนิชันสูงสามารถแก้ปัญหาได้เท่ากับกลุ่มที่มีความถนัดสูงและมีเมตาคอกนิชันสูง และทั้งสองกลุ่มนี้จะมีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มที่มีเมตาคอกนิชันต่ำ แสดงว่าเมตาคอกนิชันเป็นอิสระจากความถนัด

เกรินเจอร์ (Geringer, 1990 : 3462A) ศึกษาการพัฒนาทักษะเมตาคอกนิชันของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ตาม Vygotsky 's theory of cognitive development โดยให้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับความคิดระดับสูง และโดยใช้ยุทธศาสตร์การตั้งคำถามในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่าการมีส่วนร่วมของพ่อแม่มีส่วนส่งเสริมการพัฒนาทักษะ เมตาคอกนิชันของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว ได้ดำเนินการตามลำดับดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposively selected)

2. เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ
 ณ ภาวะสมดุล
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล และหลักเลอชาลิเอ
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การใช้หลักเลอชาลิเอในอุตสาหกรรม และสมดุล
 เคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางกรเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผ่านการหาความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-
 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 123)

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม
 การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน โดยมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบ
 คุณภาพดังนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรก
 เมตาคอกนิชัน มีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร
 การศึกษาขั้นพื้นฐาน

3.1.2 ศึกษาแนวทาง วิธีการ รูปแบบ และกิจกรรมที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุง
 ประสิทธิภาพการเรียนการสอน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบสืบ
 เสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน เป็นสื่อที่มีกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่
 หลักสูตรต้องการ

3.1.3 วางแผนเพื่อดำเนินการจัดทำและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 กิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ได้แผนผังกรอบความคิดดังนี้

ตารางที่ 3.1 กรอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	การสอดแทรกเมตาคอกนิชัน
1. สร้างความสนใจ	เมตาคอกนิชันด้านการตระหนักรู้
2. สำรวจและค้นหา	เมตาคอกนิชันด้านการวางแผนและการกำกับติดตาม
3. อธิบายและลงข้อสรุป	เมตาคอกนิชันด้านการกำกับติดตาม
4. ขยายความรู้	เมตาคอกนิชันด้านการวางแผนและการกำกับติดตาม
5. ประเมินผล	เมตาคอกนิชันด้านการประเมินผล

ตารางที่ 3.2 แสดงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	พฤติกรรมแสดงการมีเมตาคอกนิชัน
1. สร้างความสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างสถานการณ์หรือคำถามให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและสนใจที่จะเรียนรู้ หรือ ● ให้ผู้เรียนระบุ สิ่งที่อยู่ สิ่งที่ต้องการรู้ หรือ ● กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามสิ่งที่ต้องการรู้ หรือ ● กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายสิ่งที่ จะเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ผู้เรียนพูดหรือเขียนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ จะเรียนรู้ ดังนี้ 1. ผู้เรียนระบุหรือกำหนดปัญหาหรือข้อสังเกตจากการสถานการณ์ หรือ 2. ผู้เรียนพูดและบันทึกสิ่งที่ ต้องการรู้ หรือ 3. ผู้เรียนตั้งคำถามสิ่งที่ ต้องการรู้ หรือ 4. ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายสิ่งที่ ต้องการรู้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	พฤติกรรมแสดงการมีเมตาคอกนิชัน
2. สำรวจและค้นหา	<ul style="list-style-type: none"> ● ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ หรือ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิด โดยการพูด บันทึกในแบบบันทึก หรือ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก ● กระตุ้นให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน ● กระตุ้นให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล ● กระตุ้นให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ผู้เรียนพูดหรือเขียนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ ■ ผู้เรียนพูดหรือเขียนหรือแสดงออกตามความคิดเห็นของตนเองขณะเรียนรู้ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูล พูด เขียน ออกแบบการทดลอง เพื่อหาทางเลือกวิธีการค้นหาคำตอบสิ่งที่ต้องการรู้ที่เหมาะสม 2. ผู้เรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึก
2. สำรวจและค้นหา (ต่อ)		<ol style="list-style-type: none"> 3. ผู้เรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก 4. ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้	กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	พฤติกรรมแสดงการ มีเมตาคอกนิชัน
3. อธิบายและลง ข้อสรุป	<ul style="list-style-type: none"> ● ครูเสนอแนะการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลข้อมูล ● กระตุ้นให้ผู้เรียนสรุปเป็นความรู้หรือข้อค้นพบ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้ 	<p>■ ผู้เรียนพูดหรือเขียนหรือแสดงออกตามความคิดเห็นของตนเองขณะเรียนรู้ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล โดยอธิบายความคิดและเหตุผลโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึก 2. ผู้เรียนสรุปเป็นความรู้หรือข้อค้นพบ 3. ผู้เรียนนำเสนอความรู้
4. ขยายความรู้	<ul style="list-style-type: none"> ● กระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายการเชื่อมโยงหรือออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์/สถานการณ์ใหม่ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ โดยสามารถวางแผนการแก้ปัญหาโจทย์โดยการบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ และเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา หรือ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนกำกับตนเองให้ดำเนินการแก้ปัญหาโจทย์ตามขั้นตอนที่กำหนด 	<p>■ ผู้เรียนพูดหรือเขียนหรือแสดงออกตามความคิดเห็นของตนเองขณะเรียนรู้ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม โดยการสร้างแบบแผนความคิด หรือ 2. ผู้เรียนอธิบายการเชื่อมโยง หรือ 3. ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์/สถานการณ์ใหม่ หรือออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือ 4. ผู้เรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาโจทย์ หรือ 5. ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน	พฤติกรรมแสดงการมีเมตาคอกนิชัน
5. ประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> ● ให้ผู้เรียนบอกวิธีการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ● กระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินจุดเด่น จุดด้อย ปัญหา อุปสรรค และสิ่งที่น่าสนใจ จากขั้นตอนและสิ่งที่ได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ผู้เรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการตรวจสอบผลลัพธ์จากการเรียนรู้ของตน ดังนี้ 1. ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของงาน 2. ผู้เรียนประเมินความรู้โดยเปรียบเทียบกับคำถามเป้าหมาย สิ่งที่ต้องการรู้ ในขั้นสร้างความสนใจ 3. ผู้เรียนประเมินจุดเด่น จุดด้อย ปัญหา อุปสรรค และสิ่งที่น่าสนใจ จากขั้นตอนและสิ่งที่ได้เรียนรู้

3.1.4 กำหนดโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัด และการประเมินผล

3.1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน จำนวน 5 แผน

3.1.6 นำแผนการสอนเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่คุณเชี่ยวชาญแนะนำ

3.1.7 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน เป็น 5 แผน ซึ่งประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่างๆ ณ สภาวะสมดุล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุลและหลักเลอชาลีเอ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การใช้หลักเลอชาลีเอในอุตสาหกรรมและสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ที่จัดทำขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการสอนและด้านสื่อการเรียนการสอน เพื่อดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาและโครงสร้าง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1) อาจารย์อภิชาติ บุญมาลัย ตำแหน่ง อาจารย์ ภาควิชาเคมี
สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ อ.เมือง จังหวัดนครสวรรค์

2) อาจารย์กนกวรรณ พลอาษา ตำแหน่ง ครู โรงเรียนกุมภวาปี
สถานที่ทำงาน โรงเรียนกุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี

3) อาจารย์ขนิษฐา สารปริง ตำแหน่ง ครู โรงเรียนกุมภวาปี
สถานที่ทำงาน โรงเรียนกุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี

วิเคราะห์ข้อมูลใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กิจกรรมกับจุดประสงค์ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการเรียนรู้สอดคล้องกับข้อความ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการเรียนรู้สอดคล้องกับข้อความ
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับข้อความ

ได้ค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหากิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 สามารถนำไปใช้ได้

3.1.9 สังเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ประเด็นที่สังเคราะห์คือ กิจกรรมบางกิจกรรมยังไม่ครอบคลุมตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.1.10 หลังจากการปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ได้นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1 สร้างตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง / จุดประสงค์การเรียนรู้ของนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นคำถามให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง / จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ

3.2.2 สร้างประเด็นคำถามให้สอดคล้องและเหมาะสมกับตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง / จุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.3 กำหนดลักษณะของการแบบทดสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ให้สอดคล้องและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง / จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ ฉบับแรกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ฉบับที่สองเป็นฉบับวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยข้อสอบเป็นแบบทดสอบคู่ขนานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 3 คน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+ 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ทั้ง 3 คน มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ

จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Index of item-objective Congruence = IOC) โดยพิจารณาข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา คือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อ ระหว่าง 0.05 – 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 117) และคัดเลือกข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา คือ ดัชนีความสอดคล้อง 0.5 ขึ้นไป เป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ได้ ปรากฏว่าแบบทดสอบทุกข้อมีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชัยม่วงวิทยา จ.สระแก้ว ที่เรียนเรื่อง สมดุลเคมีแล้ว โดยแยกห้องตามชุดข้อสอบดังนี้

1) ใช้แบบทดสอบฉบับก่อนเรียนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1

จำนวน 30 คน

2) ใช้แบบทดสอบฉบับหลังเรียนไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

จำนวน 30 คน

3.2.7 วิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

3.2.8 เลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยคำนึงถึงความเป็นแบบทดสอบคู่ขนานระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วย

3.2.9 หาความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 123) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.87 และแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.89

3.2.10 จากการวิเคราะห์ข้อสอบและตรวจสอบค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ข้อสอบทุกข้อจากข้อสอบทั้งสองฉบับผ่านเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด

3.2.11 นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาประสิทธิภาพไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูล

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- 4.1 ทดสอบความรู้ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุล โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
- 4.2 ดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันจนครบ 5 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 ชั่วโมง
- 4.3 หลังจากจบการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันทุกแผนแล้ว ทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุล โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
- 4.4 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.5 นำคะแนนที่ได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนเรียน และหลังการเรียนรู้
- 4.6 นำผลวิเคราะห์ มาสรุป และนำเสนอ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

- 5.1.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชันระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียนเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 5.1.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) ตรวจสอบความตรง (Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกับทฤษฎีของกอนิกสัน ในส่วนของกิจกรรมกับจุดประสงค์ จำนวน 5 แผน และตรวจสอบความตรง (Validity) ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 117) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\sum R$ แทน ผลรวมของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ ใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 129)

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

เมื่อ p แทน ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3) หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 130)

$$r = \frac{R_u - R_e}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกในรายข้อ
 R_u แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_e แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

4) หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยวิธีแบบคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

(Kuder – Richardson อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2_t} \right\}$$

เมื่อ n แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
 S^2_t แทน ความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละฉบับ

5.2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนน} \times 100}{\text{คะแนนเต็ม} \times \text{จำนวนนักเรียน}}$$

2) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) ใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 137)

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

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 143)

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

เมื่อ x แทน คะแนน
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนน
 n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว ได้เสนอผลการศึกษาดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร ที่เรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติพื้นฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์	n	\bar{x}	SD
ก่อนเรียน	30	7.33	2.397
หลังเรียน	30	22.27	2.864

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าเฉลี่ยผลการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่าก่อนเรียน

2. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
คลองน้ำใสวิทยาคาร ที่เรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สุดแทรก
เมตาคอกนิชัน

ตารางที่ 4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบสืบเสาะหาความรู้สุดแทรกเมตาคอกนิชัน

นักเรียนทั้งหมด (คน)	นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
	ร้อยละ 70				
	จำนวน(คน)	ร้อยละ			
30	21	70	30	22.27	74.22

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สุดแทรกเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว มีนักเรียนทั้งหมด 30 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.22 จากคะแนนเต็ม นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป มีจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว มีข้อสรุปที่นำมาอภิปรายผลและให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว ที่เรียนเคมีโดยใช้การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว หลังเรียนโดยใช้การสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน เหนือกว่าการผ่านร้อยละ 70

1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposively selected)

1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องแทรกเมตาคอกนิชัน โดยมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล มีทั้งหมด 5 แผน ใช้เวลาสอน 15 ชั่วโมง

2) ค่าเฉลี่ย (\bar{X})

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

1.6 ผลการวิจัย

1.6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว ที่เรียนวิชาเคมีโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.6.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คือมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.22 และมีนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน

2. การอภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเคมีโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันกับชั้น เกณฑ์การผ่านร้อยละ 70 จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีนักเรียนที่ได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีจำนวน 21 คนคิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 คิดเป็นร้อยละ 74.22 จากคะแนนเต็มเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงสำหรับนักเรียนที่มีพื้นฐานทางวิชาเคมีไม่ค้ำนัก แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันมีประสิทธิภาพสูงเพียงพอต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ทราบว่าตนเองมีความรู้เดิมมากน้อยเพียงใด มีการต่อเติมความรู้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่จะศึกษา มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น มีความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตน หรือความตระหนักรู้ในกระบวนการเรียนรู้ ใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุมกำกับกรกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า

และการประเมินผล มีกิจกรรมที่ครอบคลุมทุกผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การเรียนได้นำเสนอ กิจกรรมนำสู่กระบวนการเรียนทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบ มีกระบวนการสร้างแบบทดสอบก่อนและ หลังเรียนที่เชื่อถือได้ สอดคล้องกับหลักการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญที่เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ สอดแทรกเมตาคอกนิชัน สอดคล้องกับผลการทดลองของ สมจิตร ทรัพย์อัประโมย (2540 : 158-160) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อเมตาคอกนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนกลุ่มละ 23 คน กลุ่มทดลองฝึกด้วยรูปแบบ เพื่อเมตาคอกนิชันในการอ่าน และทำแบบฝึกหัดหลังอ่านและทำแบบฝึกหัดแล้วมีการทบทวน ความตระหนักในกลวิธีและให้ข้อมูลป้อนกลับ กลุ่มควบคุม อ่านตามปกติและทำแบบฝึกหัด รวบรวมข้อมูลด้วยมาตรวัดเมตาคอกนิชัน การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การสังเกต และการ ทดสอบ พบว่าคะแนนเมตาคอกนิชันจากการอ่านตำราและจากการแก้ปัญหาโจทย์โดยคะแนน ผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และยัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ คำเนิน ยาท้วม. (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ การจัดการเรียนรู้กับความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประเมินการรู้จักของตนเอง กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มหลายชั้นตอนจากนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำริดวิทยา โรงเรียนลับแลศรี วิทยา และโรงเรียนทองแสนขันวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุตรดิตถ์ โรงเรียนละ 40 คนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle, LC) กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา (Learning Cycle with Metacognitive Reflection, LCMR) และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการ เรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา (Learning Cycle with Metacognitive Reflection and Awareness, LCMRA) ใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์พื้นฐานสาระที่ 3 สารและสมบัติของ สาร ระยะเวลาทดลอง 19 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ผลการพบว่ารูปแบบการ จัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา มีอิทธิพลต่อ ผลการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประเมินการ รู้จักของตนเองสูงที่สุด รองลงมาคือวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา และวัฏจักรการ เรียนรู้ตามลำดับ

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะการเรียนรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน หน่วยการเรียนรู้เรื่อง สมดุลเคมี กลุ่ม สารวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ดังนั้นแผนการจัดการเรียนรู้จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนต่อไป เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีศักยภาพสูงขึ้น เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับคุณภาพและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ควรนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ไปใช้กับเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผน ควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง ตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ มีการสะท้อนผลการเรียนรู้ของตน

3.1.2 การใช้เมตาคอกนิชันในการสอนนั้น ควรมีการวางแผนและต้องทำความเข้าใจกับผู้เรียนอย่างดี ถึงความสำคัญ และเวลาที่ใช้ควรมีความสอดคล้องกับเวลาที่มีอยู่จริงในการเรียน เพราะจะทำให้มีความต่อเนื่องและสิ้นสุดลงตามแผนที่กำหนดไว้

3.1.3 การจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันนั้น จะให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดมากที่สุด

3.1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ปฏิบัติ ความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาโดยควรให้เวลานักเรียนคิด และปฏิบัติด้วยตัวเองมากที่สุดจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดของตนเองได้อย่างเต็มที่

3.1.5 การนำเมตาคอกนิชันไปใช้ครูควรศึกษารูปแบบ กิจกรรมการสอนขั้นตอน จุดประสงค์การจัดกิจกรรมในแต่ละเรื่องให้ละเอียดชัดเจน โดยจะต้องพิจารณาว่าส่วนใดจะต้องใช้เมตาคอกนิชันด้านการอ่าน การแก้ปัญหา การทดลอง เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหามากที่สุด

3.1.6 ควรนำรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันไปเผยแพร่โดยการจัดตั้งเครือข่ายของผู้สอนที่จะร่วมกันพัฒนาการคิดของผู้เรียนต่อไป

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาและระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

3.2.2 ควรมีการศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้

3.2.3 ควรศึกษาผลของการนำเมตาคอกนิชันไปใช้ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น ๆ เช่น การสอนแบบร่วมมือ

3.2.4 ควรมีการศึกษาถึงความแตกต่างของการใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน เพื่อจะทำให้ผู้สอนทราบว่าควรมีการวางแผนการสอนให้มีความเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ (2544) *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544* กรุงเทพมหานคร
กระทรวงศึกษาธิการ
- กระทรวงศึกษาธิการ (2535) *แผนพัฒนาการศึกษา การศาสนา และการวัฒนธรรม ระยะที่ 7*
(พ.ศ. 2535 - 2539) กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- _____ (2551) *ตัวชี้วัดและสาขาการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กรุงเทพมหานคร
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- กิตติชัย สุชาติโนบล (2541) “ผลการใช้เทคนิคการตั้งคำถามของครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- กำจร มณีแก้ว (2539) “ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสถาบันราชภัฏ” วิทยานิพนธ์
ปริญญาคุรุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จรุง ขำพงศ์ (2542) “ผลของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” วิทยานิพนธ์ปริญญาคุรุศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชวาล แพร่ตกุล (2540) *เทคนิคการวัดผล* กรุงเทพมหานคร วัฒนาพานิช
- ดำเนิน ยาท่วม (2548) “ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญา
และวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนและความตระหนักรู้อภิปัญญา”
วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ทีศนา เขมณี และคณะ (2545) *ศาสตร์การสอน* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย

- ธงชัย ชิวปรีชา (2537) “การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์” ใน เอกสาร
ประกอบการสอนชุดวิชาสารัตถและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 13 หน้า
1 – 107 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช บัณฑิตศึกษา สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์
- เบญจมาศ เกตุแก้ว (2548) “การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้”
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537) “การสอนวิทยาศาสตร์ (1)” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถและ
วิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 8 หน้า 42 - 43 นนทบุรี สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* พิมพ์ครั้งที่ 8
กรุงเทพมหานคร สำนักทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร
- พันธ ทองตัน (2545) “ผลการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการ
แก้โจทย์ปัญหา และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้น” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
บัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544) *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการ
สอน 1* กรุงเทพมหานคร เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์
- เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2536) *พัฒนาการทางพุทธิปัญญา* กรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย
- ไพศาล หวังพานิช (2526) *การวัดผลการศึกษา* กรุงเทพมหานคร สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ภาวิณี คำขารี (2550) “การเปรียบเทียบความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน
ทศนิยม และการคิดวิเคราะห์ ระหว่างวิธีเรียนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD สอดแทรกเม
ตาคอกนิชัน วิธีเรียนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิธีเรียนตามคู่มือครู สสวท. ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัย
การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* กรุงเทพมหานคร
สุวีริยาสาส์น

วินิจฉัย ไชยจันทร์ (2550) “การใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมี
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศุภลักษณ์ สินธนา (2545) “การศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้าง
เชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ” วิทยานิพนธ์การศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาวิชาการ
ทดสอบและวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สมจิตร ทรัพย์อัประไมย (2540) “ผลของการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตา
คอกนิชันและสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6”
วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรคุณวุฒิปริญญาตรี สาขาจิตวิทยาการศึกษา กรุงเทพมหานคร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุมาลี คำรงไชย (2537) “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึก
ทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น กับการสอนตามคู่มือครู” วิทยานิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบัน (2546) *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*
กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

อวยพร เรืองศรี (2544) “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมี
วิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
สาขาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Alexander, A.P, L. Schallert and V. Hare (1991). “Coming to Terms : How Researchers in
Learning and Literacy Talk about Knowledge” *Reviews of Educational Reseach.*
61 , 3 : 315-345.

Barman , C.R. and Kotar M. (1989). “The Learning Cycle” *Science and Children.* 26(7) : 30-32

Beyer, B. K (1987). *Practical Strategies for teaching of thinking* Boston : : Allyn and Bacon
_____. (1997). *Improving Student Thinking : A Comprehensive Approach.* Boston : Allyn
and Bacon.

- Cohen, S. and Horak. (1985). *The Teaching Science as Decision Making Process*. Kendal : Hunt.
- Davison, E.D. and Sternberg, R.J. (1994). *The Role of Metacognition in Problem Solving*. California : Brooks/Cole.
- Doran , Rodney L. (1980). *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*. Washington, DC : National Science Teacher Association.
- Flavell, J.H. (1979). *Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive Developmental Inquiry*. *American Psychologist*. 34 : 906-911.
- _____. (1985). *Cognitive Development* New Jersey : Prentice Hall.
- Fogarty, R. (1994). *The Mindful School : How to Teach for Metacognitive Reflection*. United States of America. IRI/Skylight Training and Publishing. *Development Inquiry. American Psychologist*. 34(10) : 906-911.
- Garofalo, and Lester. (1985). "Metacognition, Cognitive Monitoring and Mathematical Performance" *Journal of Research in Mathematics Education*. 16(3) : 163-176.
- Geringer, P.S. (1990). *Development of Children ' s Metacognition Through Parent Involment in Higher level Thinking Activities* *DAI*. 50/11 : 3462A.
- Lawson, A.E. (1984). *Module 5 Self – Regulation and the Learning Cycle*. Indiana : Department of Biological Science, Purdue University. (mimeographed).
- Osman M.E. and Hannafin, M.J. (1992). "Metacognition Research and Theory : Analysis and Implications for Instructional Design" *Educational Technology Research and Development*. 40(2): 83-89.
- Paris, S. F. (1983). "Becoming a Strategic Reader" *Contemporary Educational Psychology*. 8(2) : 293-316.
- Simon, P.R-J. (1989). "Modifying the Regulation Process of Learning: Two exploratory Studies" *Canadian Journal for Educational Communication*. 18(1) : 29-48.
- Swanson, H.L. (1990). "Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving" *Journal of Educational Psychology*. 82(2) : 306-314.
- Wells, A. (2000). *Emotion Disorders and Metacognition*. New York : John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

1. อาจารย์อภิชาติ นุญมาลัย
ตำแหน่ง อาจารย์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
การศึกษา วท.บ.(เคมี) วท.ม.(เคมี)

2. อาจารย์กนกวรรณ พลอาสา
ตำแหน่ง ครู โรงเรียนกุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี
การศึกษา ศษ.ม (หลักสูตรและการสอน)

3. อาจารย์ขนิษฐา สารปริง
ตำแหน่ง ครู โรงเรียนกุมภวาปี อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี
การศึกษา ศษ.ม (หลักสูตรและการสอน)

ภาคผนวก ข

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบบันทึกการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

บางปฏิกิริยาเมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นสามารถทำปฏิกิริยากันย้อนกลับมาเป็นสารเดิมได้อีก เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่าปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เมื่อสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันเป็นผลิตภัณฑ์เรียกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า ส่วนปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์ทำปฏิกิริยากันกลับมาเป็นสารตั้งต้นเรียกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ เช่น การเกิดปฏิกิริยาระหว่างคอปเปอร์(II)ซัลเฟตกับกรดไฮโดรคลอริก

มาตรฐานการเรียนรู้

ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ปฏิกิริยาไปข้างหน้า ปฏิกิริยาย้อนกลับและปฏิกิริยาผันกลับได้
2. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

1. ปฏิกิริยาไปข้างหน้า
2. ปฏิกิริยาย้อนกลับ

3. ปฏิกริยาผันกลับได้

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ให้นักเรียนสังเกตการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินปูน(CaCO_3) ในภาชนะปิด จนสังเกตผลปรากฏว่าไม่ว่าจะเผานานเท่าใด ก็ยังมีแคลเซียมคาร์บอเนตเหลืออยู่

1.2 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตเห็นและร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินปูน(CaCO_3) ในภาชนะปิด

1.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

1.4 อภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำในธรรมชาติ การละลายและการตกผลึกของโซเดียมคลอไรด์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

1.5 นักเรียนรับใบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

1.6 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และให้บอกว่าเพราะอะไรจึงทำให้คิดเช่นนั้น บันทึกลงในบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนรับใบความรู้เรื่อง ภาวะสมดุล

2.2 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

2.3 นักเรียนปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนด

2.4 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2

2.5 นักเรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2

2.6 ให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและทดลองปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ และปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับ HCl ตามรายละเอียดในใบกิจกรรม

2.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลและอภิปรายร่วมกันถึงปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ และปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับ HCl

2.7 นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีการที่ทำให้เรียนรู้ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและผลการทดลองปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ และปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับ HCl

3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการทดลองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามว่า และเหตุผลของการคิดในประเด็นต่อไปนี้

- สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และน้ำลงไป เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- เมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่ง ทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและทดลองปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 และสารละลาย HCl และช่วยกันบอกวิธีการที่ทำให้สืบค้นได้

4. ชั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนทำใบงานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ไปใช้ประโยชน์

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ผ่านการประเมินผลขั้นต่ำ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. สังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติกิจกรรม	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินรายงานการทดลอง	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินผล ตั้งแต่ 3 รายการ จาก 5 รายการ
4. ประเมินการนำเสนอ ผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	แบบประเมินการนำเสนอ ผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่พอใช้ขึ้นไป
5. การมีเมตาคอกนิชัน	แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	สามารถบันทึกการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างครบถ้วน
6. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีขึ้น

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. คอปเปอร์(II)ซัลเฟต
2. หลอดทดลอง
3. กรดไฮโดรคลอริก
4. น้ำกลั่น

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่อง ภาวะสมดุล
2. ใบกิจกรรมเรื่อง ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 และสารละลาย HCl
3. ใบงานเรื่อง ภาวะสมดุล
4. ห้องสมุดโรงเรียน
5. ห้องสมุดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
6. แผ่นซีดีรวมเว็บไซต์ความรู้

7. อินเทอร์เน็ต จากเว็บไซต์ต่างๆ เช่น

- http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic2/o_compound.html

- <http://www.kr.ac.th/tech/detchm48/table20.html>

- <http://pirun.ku.ac.th/~g4686046/chemistry/Periodic.ppt>

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

แนวทางแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายสุขสันต์ บัวสาย)

ครู

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

<p>ความเห็นหัวหน้ากลุ่มงาน จัดการศึกษา/พัฒนาวิชาการ</p> <p>..... </p>	<p>ความเห็นรองผู้อำนวยการ สถานศึกษา</p> <p>..... </p>
<p>ลงชื่อ..... (นางสาวปรีนดา จันทรสชา)</p>	<p>ลงชื่อ..... (นางสุจิตรา สติวงษ์)</p>

ความเห็นของผู้บริหารโรงเรียน

.....

ลงชื่อ.....

(นายบัวสอน พิมพ์พิพัฒน์)

ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาการ

แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

กลุ่มที่.....สมาชิก

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ได้				หมายเหตุ
	4	3	2	1	
<ul style="list-style-type: none"> - วิธีดำเนินการทดลอง - การปฏิบัติการทดลอง - ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ - การนำเสนอ 					
<i>รวม</i>					
ระดับคะแนนที่ได้;					

ลงชื่อ (.....)

ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับ คุณภาพ
วิธีดำเนินการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และ การใช้เครื่องมือ - กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูก ต้องให้ความช่วยเหลือ - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p>
การปฏิบัติการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p>
ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ <ul style="list-style-type: none"> - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์ และการดำเนินการทดลอง - มีความคล่องแคล่วในการทำการทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะ เรื่องการใช้อุปกรณ์อย่างปลอดภัย - มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p>

รายการประเมิน	ระดับ คุณภาพ
การนำเสนอ	
<ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผล 	1
และการนำเสนอ	
<ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอจึงจะปฏิบัติได้ 	2
<ul style="list-style-type: none"> - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องแต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน 	3
<ul style="list-style-type: none"> - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัศกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน 	4

แบบประเมินรายงานการทดลอง

กลุ่มที่	รายการประเมิน				รวม 15
	การเขียน จุดประสงค์ (3)	การเขียน วิธีการทดลอง (4)	การบันทึก ข้อมูลผล การทดลอง (4)	การสรุป / อภิปรายผล การทดลอง (3)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

ลงชื่อ (.....)

ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมินรายงานผลการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
การเขียนจุดประสงค์ - จุดประสงค์ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ศึกษา - จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาบางส่วน - จุดประสงค์สอดคล้องกับเนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์	 1 2 3
การเขียนวิธีการทดลอง - เขียนลำดับขั้นตอนวิธีทดลองไม่ถูกต้อง - เขียนลำดับขั้นตอนวิธีทดลองถูกต้องบางส่วน - เขียนลำดับขั้นตอนวิธีทดลองถูกต้องสมบูรณ์	 1 2 3
การบันทึกข้อมูลผลการทดลอง - บันทึกข้อมูลไม่ถูกต้องตามจุดประสงค์ - บันทึกข้อมูลถูกต้องตามจุดประสงค์บางส่วน - บันทึกข้อมูลถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามจุดประสงค์	 1 2 3
การสรุป / อภิปรายผลการทดลอง - สรุปและอภิปรายผลการทดลองไม่ถูกต้อง - สรุปและอภิปรายผลการทดลองถูกต้องตามจุดประสงค์บางส่วน - สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสมบูรณ์ตามจุดประสงค์	 1 2 3

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

วิชา ชั้น

.....

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ตั้งใจเรียนและทำกิจกรรม	ร่วมกันอภิปรายซักถาม	ร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม	ตั้งปัญหาหรือคำถามสร้างสรรค์	ทำงานได้เรียบร้อยถูกต้องและครบถ้วน	หมายเหตุ

หมายเหตุ ให้บันทึกโดยใช้เครื่องหมาย

✓ = แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

✗ = ไม่แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวัง

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามคาดหวังตั้งแต่ 3 รายการขึ้นไป ผ่านเกณฑ์การประเมิน

แบบประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน

กลุ่มที่	เลขที่	นำเสนอด้วยความ ถูกต้องสมบูรณ์	งานเสร็จตามเวลาที่ กำหนด	การใช้กระบวนการ กลุ่มเชิงระบบ	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ความประณีตของ ชิ้นงาน	หมายเหตุ

บันทึกคะแนน

ใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างเมื่อนักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้อง

ใช้เครื่องหมาย ✗ ลงในช่องว่างเมื่อนักเรียนปฏิบัติไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การผ่านจุดประสงค์

นักเรียนแต่ละคนของกลุ่มต้องมีผลงานผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ 3 ข้อ จาก 5 ข้อ ไม่ถูกหักคะแนน

นักเรียนแต่ละคนของกลุ่มผ่านเกณฑ์ 1-2 ข้อ หัก 1 คะแนน จาก 5 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

ผ่าน 4-5 ข้อ มีระดับคุณภาพ ดี

ผ่าน 3 ข้อ มีระดับคุณภาพ พอใช้

ผ่าน 1-2 ข้อ มีระดับคุณภาพ ต้องปรับปรุง

แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ให้นักเรียนประเมินตนเองจากผลที่ได้จากการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลง
ในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีในแต่ละหัวข้อ

ลำดับที่	เรื่อง/หัวข้อย่อย	ระดับความพึงพอใจ			บันทึกเพิ่มเติม
		มาก	ปานกลาง	น้อย	
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

การประเมินและสะท้อนตนเองหลังเสร็จสิ้นการเรียนรู้ (Self Reflection)

1. การประเมินตนเองของผู้เรียน ให้ดำเนินการดังนี้

- 1.1 ครูทบทวนผลการเรียนรู้ประจำหน่วยทุกข้อ ให้นักเรียนได้ทราบโดยอาจเขียนไว้บนกระดาน พร้อมทั้งทบทวนถึงหัวข้อกิจกรรมการเรียนรู้ว่าได้เรียนอะไรบ้าง
- 1.2 ให้นักเรียนเขียนบันทึกการประเมินตนเองไว้ในสมุดงานด้านหลังตามหัวข้อดังนี้

บันทึกการประเมินและสะท้อนตนเองประจำหน่วยที่

วัน/เดือน/ปี ที่บันทึก / /

รายการบันทึก

1. จากการเรียนที่ผ่านมาได้มีความรู้อะไรบ้าง

.....

ปัจจุบันนี้มีความสามารถปฏิบัติสิ่งใดได้แล้วบ้าง

.....

.....

3. สิ่งที่ยังไม่รู้ ไม่กระจ่าง ไม่เข้าใจ มีอะไรบ้าง

.....

.....

4. ผลงานหรือชิ้นงานที่เน้นความภาคภูมิใจจากการเรียนในหน่วยนี้คืออะไร ทำไมจึงภาคภูมิใจ

.....

.....

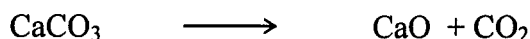
ใบความรู้เรื่อง ภาวะสมดุล

สภาวะสมดุล

เป็นสภาวะการเปลี่ยนแปลงที่มีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากัน ทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะคงที่ตลอดเวลา ในสภาวะสมดุลนี้จะมี การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในอัตราของการไปข้างหน้าและย้อนกลับเท่ากัน ทำให้เห็นความเข้มข้นของสารคงที่ เรียกสมดุลนี้ว่า สมดุลไดนามิก (Dynamic equilibrium)

ปฏิกิริยาผันกลับได้ (Reversible reaction) ประกอบด้วย

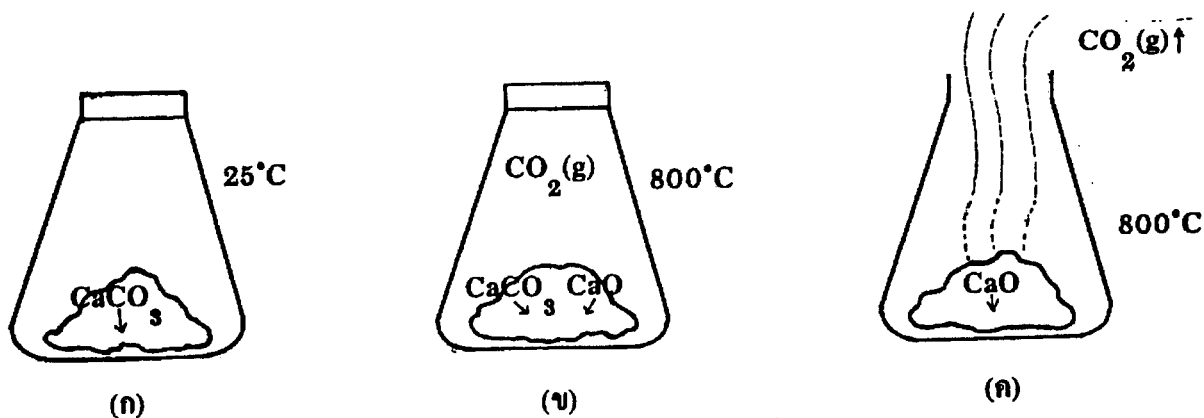
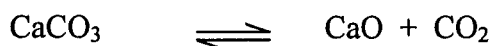
1. ปฏิกิริยาไปข้างหน้า (Forward reaction) คือปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่นการเผา CaCO_3 ได้ CaO กับ CO_2



2. ปฏิกิริยาย้อนกลับ (Reverse reaction) คือปฏิกิริยาที่สารผลิตภัณฑ์ย้อนกลับเป็นสารตั้งต้น เช่น



เมื่ออัตราไปข้างหน้าและย้อนกลับเท่ากันเรียกสภาวะนี้ว่า สภาวะสมดุล เขียนเป็นสมการได้ดังนี้



ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงของ CaCO_3

(ก) CaCO_3 ที่อุณหภูมิห้อง

(ข) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ที่ภาวะสมดุล (ในภาชนะปิด)

(ค) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ไม่เกิดภาวะสมดุล (ในภาชนะเปิด)

เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยาผันกลับได้

เมื่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า(Rate of forward Reaction) ปฏิกิริยา (1) เท่ากับ
อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (Rate of backward Reaction)ปฏิกิริยา (2) แล้วในขณะนั้นระบบมี
สมบัติคงที่ เรียกว่า เกิดภาวะสมดุล(Equilibrium State)

ลักษณะทั่วไปของภาวะสมดุล

1. การเปลี่ยนแปลงที่เข้าสู่ภาวะสมดุล โดยระบบมิได้หยุดนิ่ง แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่
ตลอดเวลา เรียกว่าสมดุลไดนามิก (Dynamic Equilibrium) ซึ่งเป็นสมดุลที่โมเลกุลของสารในระบบ
ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในระบบปิด (Closed system)
2. ระบบจะดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลได้เอง โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับ
อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
3. การดำเนินเข้าสู่ภาวะสมดุลของระบบอาจเริ่มจากทางซ้ายหรือทางขวาก็ได้

ใบกิจกรรม

ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 และสารละลาย HCl

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง
อภิปรายผล สรุปผลให้สมบูรณ์

ขั้นตอนการทดลอง

1. ใส่สารละลาย CuSO_4 ลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก 2 หลอดๆ ละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่น 15 หยด ลงในหลอดที่ 1 เขย่าและตั้งไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบสี
3. หยดสารละลาย HCl 6 mol/dm^3 ลงในหลอดที่ 2 ทีละหยดพร้อมกับเขย่าจน
สารละลายเปลี่ยนสี บันทึกผล
4. หยดน้ำกลั่นลงในสารละลายในข้อ 3 ทีละหยด พร้อมกับเขย่าจนสารละลาย
เปลี่ยนสี บันทึกผล
5. ทำการทดลองซ้ำกับสารในหลอดเดิมอีกครั้งตามข้อ 3-4 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง

คำถาม

1. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
และน้ำลงไป เพราะเหตุใด

ใบงาน เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....
ชื่อหน่วยการเรียนรู้.....ชื่อเรื่อง.....

1. ขอบเขตและเป้าหมายของประเด็นที่จะเรียนรู้ ที่นักเรียนและครูกำหนดร่วมกัน

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

2. ผลการทดลองปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $CuSO_4$ กับ HCl

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

วิธีทดลอง.....

.....
.....

ผลการทดลอง

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

3. แต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการทดลองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

4. สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟตเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และน้ำลงไป เพราะเหตุใด

.....

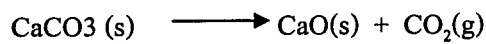
5. สรุปผลการทดลองปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย CuSO_4 กับ HCl

.....

6. เมื่อปฏิกิริยาผันกลับได้ดำเนินไประยะเวลาหนึ่ง ทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ยังคงทำปฏิกิริยาต่อไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

7. เมื่อเผาแคลเซียมคาร์บอเนต จะเกิดการสลายตัวดังสมการ



ระบบจะอยู่ในภาวะสมดุลหรือไม่ ในกรณีต่อไปนี้

-ปฏิกิริยาเกิดในภาชนะเปิด

.....

-ปฏิกิริยาเกิดในภาชนะปิด

.....

8. แนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ ไปใช้ประโยชน์

.....

9. สรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้

.....

ชื่อ..... เลขที่ ชั้น.....

แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ ข้อใดเป็นปฏิกิริยาผันกลับได้
 1. การเผาหินปูน (CaCO_3) ในภาชนะปิด
 2. การละลายเกลือดีไอโอดีนในเอทานอลในภาชนะปิด
 3. การบูรระเหิดในหลอดปิดสนิทและมีเกลือการบูรเหลืออยู่
 4. การละลายของเกลือแกงในน้ำ

2. สาร A ทำปฏิกิริยากับสาร B ในระบบปิด ถ้าต้องการตรวจสอบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาผันกลับ

ได้จริงหรือไม่ ตรวจสอบได้อย่างไร

 1. ตรวจสอบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดูดหรือคายความร้อน
 2. ตรวจสอบว่ามีสาร A หรือสาร B ในระบบนั้นหรือไม่
 3. ตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์ ในระบบนั้นหรือไม่
 4. ตรวจสอบว่ามีสาร A สาร B และผลิตภัณฑ์ ในระบบนั้นหรือไม่

3. สาร X ทำปฏิกิริยากับสาร Y ได้สาร Z ในระบบปิด ถ้าต้องการตรวจสอบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาผันกลับไม่ได้ผลการตรวจสอบควรเป็นอย่างไร
 1. พบว่าเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
 2. พบว่ามีสาร X หรือสาร Y ในระบบ
 3. พบว่ามีสาร Z ในระบบเท่านั้น
 4. พบว่ามีสาร X สาร Y และผลิตภัณฑ์ในระบบ

4. นักเรียนมีวิธีทดสอบ Cu^{2+} ได้อย่างไร
 1. เติมสารละลาย $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6$ ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง
 2. เติมสารละลาย $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6$ ได้สารละลายสีน้ำตาลแดง
 3. เติมสารละลาย Na_2HPO_4 ใน NH_3 ได้ตะกอนสีขาว
 4. เติมสารละลาย MgSO_4 ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง

5. นักเรียนมีวิธีทดสอบ Mg^{2+} ได้อย่างไร

1. เติมสารละลาย $K_4(Fe(CN)_6)$ ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง
2. เติมสารละลาย Na_2HPO_4 ใน NH_3 ได้ตะกอนสีขาว
3. เติมสารละลาย $K_4(Fe(CN)_6)$ ได้สารละลายสีน้ำตาลแดง
4. เติมสารละลาย $MgSO_4$ ได้ตะกอนสีน้ำตาลแดง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

1. 3
2. 4
3. 3
4. 1
5. 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ถ้าอัตราการกลายเป็นไอของของเหลวซึ่งเป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการควบแน่นของแก๊สซึ่งเป็นปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าคงที่ ภาวะนี้เรียกว่าภาวะสมดุลระหว่างสถานะ ถ้าอัตราการระเหิดกลายเป็นไอของเกล็ดของแข็งซึ่งเป็นปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการควบแน่นของเกล็ดของแข็ง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย้อนกลับมีค่าคงที่ ภาวะนี้เรียกว่าภาวะสมดุลในสารละลาย อิมตั ณ ภาวะสมดุล ระบบยังคงมีการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและย้อนกลับเกิดขึ้นตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วเท่ากัน สมดุลเช่นนี้เรียกว่าสมดุลไดนามิก

มาตรฐานการเรียนรู้

ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดสมดุลระหว่างสถานะ สมดุลในสารละลายอิมตัณและสมดุลในปฏิกิริยาเคมีได้
2. อธิบายความหมายของสภาวะสมดุลและสมดุลไดนามิกได้
3. สรุปสมบัติของระบบ ณ ภาวะสมดุลได้
4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

1. การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล
 - 1.1 สมดุลระหว่างสถานะ
 - 1.2 สมดุลในสารละลายอิมิตัว
 - 1.3 สมดุลไดนามิก
2. สมดุลในปฏิกิริยาเคมี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ**
 - 1.1 ให้นักเรียนสังเกตการระเหิดของไอโอดีนในภาชนะปิด
 - 1.2 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ได้จากการสังเกตและสาเหตุถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้จากการสังเกต
 - 1.3 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล ทั้งการระเหย การระเหิด และปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
 - 1.4 นักเรียนรับแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
 - 1.5 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุลและให้บอกว่าเพราะอะไรจึงทำให้คิดเช่นนั้น บันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา**
 - 2.1 นักเรียนรับใบความรู้เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล
 - 2.2 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
 - 2.3 นักเรียนปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนด
 - 2.4 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2
 - 2.5 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึก
 - 2.6 นักเรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก
 - 2.7 นักเรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน

2.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและทดลองการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) และการทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{2+} กับ Fe^{3+}

2.9 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) และการทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{2+} กับ Fe^{3+}

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) และการทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{2+} กับ Fe^{3+}

3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการทดลองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามและเหตุผลของการคิดในประเด็นต่อไปนี้

- การระเหิดของไอโอดีนในหลอดทดลองที่มีจุกปิดไว้ จัดเป็นระบบเปิดหรือระบบปิด
- ถ้าทำให้เกิดการทดลองในระบบเปิดเปิด จะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
- เมื่อสารเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีภาวะสมดุลเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร
- ในสารละลาย FeNO_3 และ $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ประกอบด้วยไอออนใดบ้าง
- การทดลองในแต่ละหลอด มีสารใดหรือไอออนใดเกิดขึ้นบ้าง ทราบได้อย่างไร
- Fe^{3+} ทำปฏิกิริยากับ I_2 หรือไม่ ทราบได้อย่างไร
- ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง Fe^{2+} กับ I_2 คือสารหรือไอออนใด ทราบได้อย่างไร
- ในระบบนี้ควรมี Fe^{3+} เหลืออยู่หรือไม่

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและทดลองการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล การทดสอบไอร์ออน (III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน (II) ไอออน (Fe^{2+}) และไอโอดีน (I_2) และการทดสอบภาวะสมดุลระหว่าง Fe^{2+} กับ Fe^{3+} และช่วยกันบอกวิธีการที่ทำให้สืบค้นได้

4. ชั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนรับใบงานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา โจทย์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล ไปใช้ประโยชน์

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ผ่านการประเมินผลขั้นต่ำ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปได้
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินรายงานการทดลอง	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินผลตั้งแต่ 3 รายการ จาก 5 รายการ
4. ประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่พอใช้ขึ้นไป
5. การมีเมตาคอกนิชัน	แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	สามารถบันทึกการเรียนรู้ของตนได้อย่างครบถ้วน
6. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีขึ้นไป

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ไอร์ออน(III)ในเตรต
2. แอมโมเนียมไอร์ออน(II)ซัลเฟต
3. สารละลายไอโอดีน
4. แอมโมเนียมไทโอไซยาเนต
5. โพแทสเซียมเฮกซะไซยาโนเฟอเรต
6. น้ำแข็ง
7. หลอดทดลอง
8. โพแทสเซียมไอโอไดด์

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม การทดสอบไอร์ออน(III) ไอออน (Fe^{3+}) ไอร์ออน(II) ไอออน(Fe^{2+})และไอโอดีน (I_2)

2. ใบงานเรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล
3. แผนภาพแสดงอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ
4. ห้องสมุด
5. ชุมชน
6. ฐานข้อมูล Internet

http://www.woranari.ac.th/woranari/scihouse_web/equilibrium.htm

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ค่าคงที่สมดุลหาได้จากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ณ ภาวะสมดุล ถ้าค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้อยกว่าสารตั้งต้น ถ้าค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้น ผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาไปข้างหน้ากับปฏิกิริยาย้อนกลับจะเท่ากับ 1 เสมอ ของแข็งและน้ำมีความเข้มข้นคงที่ ไม่ต้องนำมาคิดในการหาค่าคงที่สมดุล และการระบุค่าคงที่สมดุลต้องแสดงสมการของปฏิกิริยา ณ ภาวะสมดุลนั้นด้วย

มาตรฐานการเรียนรู้

ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีที่ภาวะสมดุลได้
2. แปลความหมายของค่าคงที่สมดุลได้
3. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาที่ภาวะสมดุลได้
4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

ค่าคงที่สมดุล

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล
2. ค่าคงที่สมดุลกับสมการเคมี
3. การคำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาระหว่างไอโอดีนกับเอทานอล ดังนี้

- นำเกล็ดไอโอดีนลงในเอทานอลได้สารละลายสีน้ำเงิน
- เขย่าต่อไปจนสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนความเข้มของสีคงที่ และในสารละลายยังมีเกล็ดไอโอดีนเหลืออยู่

ไอโอดีนเหลืออยู่

- 1.2 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ได้จากการสังเกตและสาเหตุถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้จากการสังเกต

- 1.3 นักเรียนอภิปรายถึงชนิดและปริมาณของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เมื่อไอโอดีนลงในเอทานอลมีความเข้มของสีคงที่ และในสารละลายยังเกล็ดไอโอดีนเหลืออยู่

- 1.4 นักเรียนรับแบบบันทึกการเรียนรู้

- 1.5 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุลและให้บอกว่าเพราะอะไรจึงทำให้เกิดเช่นนั้น ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนรับใบความรู้เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะสมดุล

- 2.2 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

- 2.3 นักเรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก

- 2.4 นักเรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน

- 2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล และการหาค่าคงที่สมดุล

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล และการหาค่าคงที่สมดุล

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

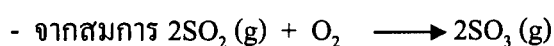
3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล และการหาค่าคงที่สมดุล

3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการทดลองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามและเหตุผลของการคิดในประเด็นต่อไปนี้

- การทดลองที่ 1-4 ความสัมพันธ์ระหว่างแก๊สทั้ง 3 ชนิด เป็นไปตามปริมาณสัมพันธ์ของสมการหรือไม่

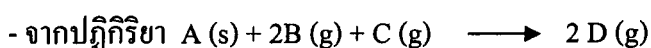
- การทดลองที่ 5 และ 6 แตกต่างจากการทดลองที่ 1-4 อย่างไร และเพราะเหตุใด ความเข้มข้นของ H_2 และ I_2 ณ ภาวะสมดุลจึงมีค่าเท่ากัน



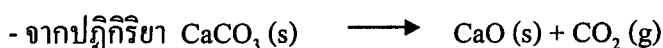
ณ ภาวะสมดุลที่อุณหภูมิ 1,000 K มีค่าคงที่สมดุล 2.8×10^2 จงหาค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย้อนกลับ

- จากค่าคงที่สมดุลที่ 25 องศาเซลเซียส ของปฏิกิริยา จงหาค่า K ของปฏิกิริยา

- ค่าคงที่สมดุลบอกให้ทราบทิศทางของการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับได้หรือไม่อย่างไร



ที่ภาวะสมดุล ในภาชนะขนาด 2 dm^3 มี A 4 mol B 4 mol C 2 mol D 6 mol จงหาค่าคงที่สมดุล



มีค่าคงที่สมดุล 0.022 ที่ 25 องศาเซลเซียส

ก. จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุลกับความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา

ข. จงหาจำนวน โมลของ CO_2 ที่ภาวะสมดุลซึ่งมี $CaCO_3$ 1.00 g ในภาชนะความจุ 0.50 dm^3

- H_2 ทำปฏิกิริยากับ F_2 ได้ HF มีค่าคงที่สมดุล 1.15×10^2 ตอนเริ่มต้นมีแก๊สทั้ง 3 ชนิดอย่างละ 3 mol ในภาชนะขนาด 1.5 dm^3 จงหาความเข้มข้นของแก๊สทั้ง 3 ชนิดที่ภาวะสมดุล

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล และการหาค่าคงที่สมดุลเป็นแผนผังความคิดของตนเอง

4. ชั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนทำใบงานเรื่อง ค่าคงที่สมดุล

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล ไปใช้ประโยชน์

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ณ ภาวะสมดุล

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอะไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่เรียนรู้ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ผ่านการประเมินผลขั้นต่ำ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปได้
2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินผล ตั้งแต่ 3 รายการ จาก 5 รายการ
3. ประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่พอใช้ขึ้นไป
4. การมีเมตาคอกนิชัน	แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	สามารถบันทึกการเรียนรู้ของตนได้อย่างครบถ้วน
4. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีขึ้น

วัสดุอุปกรณ์

1. ไอโอดีน
2. เอทานอล
3. บีกเกอร์

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่อง ค่าคงที่สมดุล
2. ใบงานเรื่องค่าคงที่สมดุล
3. ห้องสมุด
4. ชุมชน
5. ฐานข้อมูล Internet

http://www.woranari.ac.th/woranari/scihouse_web/chem./index_files/page455.htm

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุล และหลักเลอชาเตอลิเอ เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุลได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น ปฏิริยาไปข้างหน้าจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่สมดุลสูงขึ้น ถ้าความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง ปฏิริยาย้อนกลับจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่สมดุลต่ำลง

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ถ้าเป็นปฏิริยาคายความร้อนความร้อน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปฏิริยาไปข้างหน้าจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่ของสมดุลสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลง ปฏิริยาย้อนกลับจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่ของสมดุลต่ำลง ถ้าเป็นปฏิริยาดูดความร้อนความร้อน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปฏิริยาย้อนกลับจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่สมดุลต่ำลง เมื่ออุณหภูมิลดลง ปฏิริยาไปข้างหน้าจะมากขึ้น ทำให้ค่าคงที่สมดุลสูงขึ้น

ความดันไม่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลของระบบที่ประกอบด้วยของแข็งและของเหลว แต่จะมีผลต่อระบบที่มีแก๊สการเปลี่ยนแปลงความดัน โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะมีผลต่อภาวะสมดุลก็ต่อเมื่อต้องเป็นภาวะสมดุลของระบบที่มีสารอย่างน้อยหนึ่งชนิดเป็นแก๊ส โดยจำนวน โมลของสารตั้งต้นที่เป็นแก๊สต้องไม่เท่ากับจำนวน โมลของสารผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊ส การเพิ่มความดัน ทำให้ปฏิริยาที่ไปทางด้านจำนวน โมลของแก๊สลดลง เกิดได้มากขึ้นและลดความดัน ทำให้ปฏิริยาที่ไปทางด้านจำนวน โมลของแก๊สมากขึ้น เกิดได้มากขึ้น

หลักของเลอชาเตอลิเอ มีใจความว่า เมื่อระบบที่อยู่ในสมดุลถูกรบกวนโดยการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลของระบบ ระบบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่จะลดผลของการรบกวนนั้น เพื่อให้ระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง

มาตรฐานการเรียนรู้

ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังกม และสิ่งแวดลอม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อยู่ในภาวะสมดุลเมื่อถูกรบกวนได้
2. เปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบ ณ ภาวะสมดุลเดิมกับภาวะสมดุลครั้งใหม่ได้
3. สรุปผลของการรบกวนภาวะสมดุลของระบบที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลได้
4. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล

1. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น
2. การเปลี่ยนแปลงความดันและอุณหภูมิ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 ครูเปิดฝาชวดน้ำอัดลมให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
- 1.2 ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ได้จากการสังเกตและสาเหตุถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้จากการสังเกต
- 1.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่สังเกตได้ว่าเกี่ยวข้องกับภาวะสมดุลเดิมอย่างไร
- 1.4 นักเรียนรับแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
- 1.5 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและหลักเลอชาเตอลิเอร์และให้บอกว่าเพราะอะไรจึงทำให้คิดเช่นนั้น ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนรับใบความรู้เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล
- 2.2 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ โดยการอธิบายความคิด โดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1
- 2.3 นักเรียนปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนด

2.4 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน แต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมและแบบบันทึกการเรียนรู้
ที่ 2

2.5 ผู้เรียนระบุตัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลอง
หรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก

2.6 นักเรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและทดลองปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล ร่วมกัน
อภิปรายถึงการเปลี่ยนความเข้มข้นกับภาวะสมดุล การเปลี่ยนความดันกับภาวะสมดุล และการ
เปลี่ยนอุณหภูมิกับภาวะสมดุล และหลักเลอชาเตอลิเอ

2.8 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการเปลี่ยนความเข้มข้นกับภาวะสมดุล การ
เปลี่ยนความดันกับภาวะสมดุล และการเปลี่ยนอุณหภูมิกับภาวะสมดุล และหลักเลอชาเตอลิเอ

3. ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและผลการทดลองการเปลี่ยนความเข้มข้น
กับภาวะสมดุล การเปลี่ยนความดันกับภาวะสมดุล และการเปลี่ยนอุณหภูมิกับภาวะสมดุล และ
หลักเลอชาเตอลิเอ

3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการทดลองเหมือนกัน
หรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามและเหตุผลของการคิดในประเด็นต่อไปนี้

- เมื่อเติมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ลงในหลอดที่ 2 และเติมสารละลาย NH_4SCN ลงใน
หลอดที่ 3 ความเข้มข้นของสารใดเปลี่ยนแปลง ทราบได้อย่างไร

- การเปลี่ยนแปลงในหลอดที่ 4 แตกต่างจากหลอดที่ 2 และ 3 อย่างไร

- เมื่อเติมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ และ NH_4SCN ลงในแต่ละหลอด ภาวะสมดุลของ
ระบบเปลี่ยนไปหรือไม่ และระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

- เมื่อกดและดึงก้านหลอดฉีดยา ภาวะสมดุลของระบบจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทาง
เดียวกันหรือไม่

- ความดันมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบหรือไม่ อย่างไร

- เมื่อเปลี่ยนความดันของระบบ ระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกหรือไม่ อย่างไร

- เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จะเกิดแก๊ส เพิ่มขึ้นหรือลดลง

- ปฏิกิริยาการสลายตัวของ เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อนหรือคายความร้อน

- เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบ ระบบจะเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกหรือไม่

- อุณหภูมิมีผลต่อภาวะสมดุลของระบบหรือไม่ อย่างไร

- หลักของเลอชาเตอลิเอร์ เป็นอย่างไร

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและทดลองการเปลี่ยนความเข้มข้นกับภาวะสมดุล การเปลี่ยนความดันกับภาวะสมดุล และการเปลี่ยนอุณหภูมิกับภาวะสมดุล และหลักเลอชาเตอลิเอร์เป็นแผนผังความคิดของตนเอง

4. ขันขยายความรู้

4.1 นักเรียนทำใบงานเรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุล

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา โจทย์เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุล

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีผลต่อสมดุล ไปใช้ประโยชน์

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุลเป็นแผนผังความคิดของตนเอง

5. ขันประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียนสิ่งที่เรียนรู้ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ผ่านการประเมินผลขั้นต่ำ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปได้
2. สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรม	แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินรายงานการทดลอง	คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินผลตั้งแต่ 3 รายการ จาก 5 รายการ

4. ประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่พอใช้ขึ้นไป
5. การมีเมตาคอกนิชัน	แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	สามารถบันทึกการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างครบถ้วน
6. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีขึ้นไป

วัสดุอุปกรณ์

1. ไรร์ออน(III)ไนเตรต
2. แอมโมเนียมไทโอไซยาไนด์
3. โซเดียมไฮโปซัลไฟต์
4. ชุคกั๊น
5. ทองแดง
6. กรดไนตริก
7. หลอดฉีดยา

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุลกับอุณหภูมิ
2. ใบความรู้เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุล
3. ใบงานเรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อภาวะสมดุล
4. ห้องสมุด
5. ชุมชน
6. ฐานข้อมูล Internet

<http://www.school.net.th/library/new/display.php-cat-540.htm>

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สมดุลเคมี
เรื่อง การใช้หลักเลอชาเตอลิเอนอุตสาหกรรม และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เวลา 1 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ในอุตสาหกรรม ผู้ผลิตจะเลือกกรรมวิธีการผลิตที่สามารถเปลี่ยนวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นให้เป็นผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุด โดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด จึงนำเอาหลักของชาเตอลิเอนมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตแก๊สแอมโมเนียต้องให้แก๊สไนโตรเจนกับแก๊สไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากันที่อุณหภูมิต่ำและความดันสูง เพราะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน โดยใช้เหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เรียกว่ากระบวนการฮาร์เบอร์

การสังเคราะห์แอมโมเนียให้เพิ่มเป็นเพชรเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนจึงใช้ความดันสูงและอุณหภูมิสูงจึงได้เพชรปริมาณมาก การผลิตปูนขาวมีการระบายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ออกจากระบบทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นมากกว่าผลิตภัณฑ์จึงเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามากขึ้น ได้ปูนขาวมากขึ้น

สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การรักษาสมดุลของออกซิเจนโมเลกุลในเม็ดเลือดแดง การรักษาสมดุลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ของถุงลมในปอด การรักษาสมดุลของแคลเซียมในฟันและกระดูก การรักษาสมดุลกรด-เบสในร่างกาย การรักษาสมดุลของออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และความเป็นกรด-เบส ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

มาตรฐานการเรียนรู้

ว3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายได้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1 อธิบายหลักการของเลอชาเตอลิเอนและทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยาเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนได้

2. อธิบายการปรับตัวของระบบเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตอริเอได้
3. อธิบายการนำหลักการของเลอชาเตอริเอมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมได้
4. นำความรู้เกี่ยวกับการใช้หลักเลอชาเตอริเอในอุตสาหกรรม และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้

1. การใช้หลักของเลอชาเตอริเอในอุตสาหกรรม
2. สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ให้นักเรียนสังเกตการผลิตปูนดิบหรือแคลเซียมออกไซด์โดยการเผาหินปูนและเปลือกหอย ดังนี้

- นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงและสิ่งที่ได้จากการเผาหินปูนและเปลือกหอย
- นักเรียนสังเกตปริมาณหินปูนที่ได้จากการเผาหินปูนหรือเปลือกหอยในภาชนะ

ปิดกั้นในภาชนะเปิด

1.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตได้และสาเหตุสิ่งที่สังเกตได้

1.3 นักเรียนรับแบบบันทึกการเรียนรู้

1.4 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องการใช้หลัก เลอชาเตอริเอในอุตสาหกรรม และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมและให้บอกว่า เพราะอะไรจึงทำให้คิดเช่นนั้น บันทึกในแบบบันทึกการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 นักเรียนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบโดยการอธิบายความคิดโดยการพูดและบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

2.2 นักเรียนระบุดัวแปร บอกปัญหาหรือสิ่งที่นักเรียนอยากทราบ พร้อมระบุวิธีทดลองหรือวิธีการทดสอบลงในแบบบันทึก

2.3 นักเรียนสำรวจตรวจสอบตามขั้นตอน

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้นและผลการศึกษาการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการสืบค้นและผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.4 ครูตั้งคำถามและเหตุผลของการคิดในประเด็นต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงความดันหรืออุณหภูมิจะทำให้เกิดผลอย่างไร
- ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ให้ใช้หลักของเลอชาเตอลิเอทำนายว่า ถ้าต้องการได้ผลิตภัณฑ์มาก ควรจะเลือกอุณหภูมิและความดันอย่างไร
- ถ้าต้องการให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิและความดันของแก๊สในระบบควรเป็นอย่างไร
- ในกระบวนการหายใจเกี่ยวข้องกับสมดุลของปฏิกิริยาข้างต้นอย่างไร
- ความดันของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ และมีปัจจัยใดบ้างที่เกี่ยวข้องนักเรียนจะใช้หลักของเลอชาเตอลิเออธิบายอาการไฮพอกเซียได้อย่างไร
- ความเป็นกรดของน้ำในธรรมชาติ มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

3.5 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้นและศึกษาการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นแผนผังความคิดของตนเอง

4. ชั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนทำใบงานเรื่อง การใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.2 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการนำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้หลักเลอชาเตอลิเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ไปใช้ประโยชน์

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเชื่อมโยงความคิดเกี่ยวกับการใช้หลักเลขาเตอติเอในอุตสาหกรรม และสมมูลเคมีในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเป็นแผนผังความคิดของตนเอง

5. ชั้นประเมินผล

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนย้อนกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียนสิ่งที่เรียนรู้ ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน วิธีการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

5.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์ผ่านการประเมินผลขั้นต่ำ
1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบ	ทำได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไปได้
2. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	ผ่านเกณฑ์การประเมินผล ตั้งแต่ 3 รายการ จาก 5 รายการ
3. ประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานของกลุ่มและชิ้นงาน	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่พอใช้ขึ้นไป
4. การมีเมตาคอกนิชัน	แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	สามารถบันทึกการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างครบถ้วน
5. ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ผลการประเมินมีระดับคุณภาพตั้งแต่ดีขึ้น

วัสดุอุปกรณ์

1. ปูนคิปหรือแคลเซียมออกไซด์
2. เปลือกหอย
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ภาชนะเผา

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ไปงานเรื่อง การใช้หลักเลอชาเตอลิเในอุตสาหกรรม และสมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิตและ
สิ่งแวดล้อม

2. ห้องสมุด
3. ชุมชน
4. ฐานข้อมูล Internet

http://www.woranari.ac.th/woranari/scihouse_web/chem./index_files/page357.htm

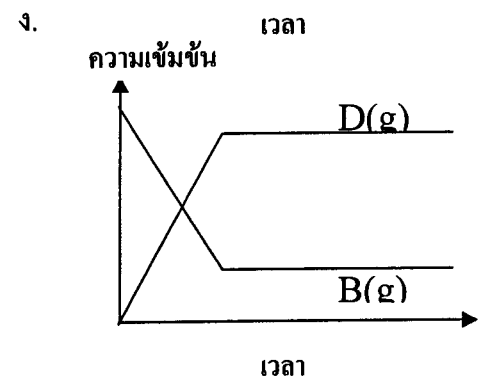
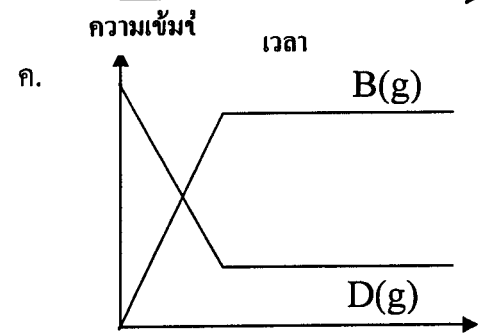
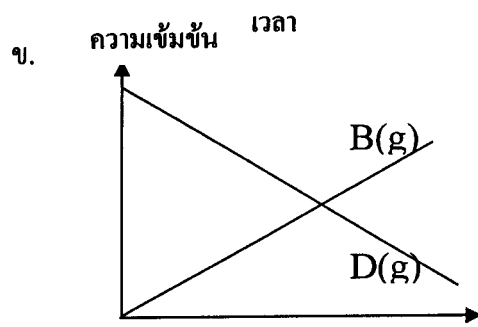
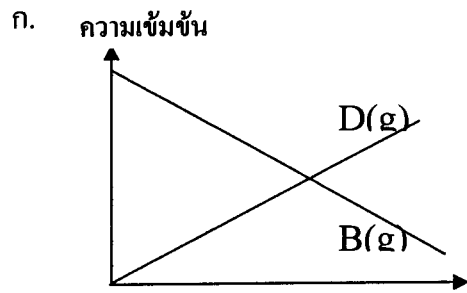
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

<p>1. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้จะเกิดขึ้นในภาชนะเปิด ปฏิกิริยาใดสามารถเกิดภาวะสมดุลได้</p> <p>ก. $\text{NO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$</p> <p>ข. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$</p> <p>ค. $\text{AgCl}(\text{s}) \leftrightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$</p> <p>ง. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \leftrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$</p>
<p>2. ภาวะใดที่แสดงว่าปฏิกิริยาเคมีเข้าสู่ภาวะสมดุล</p> <p>ก. ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ เกิดขึ้นในระบบ</p> <p>ข. ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์คงที่</p> <p>ค. อัตราการเพิ่มของสารผลิตภัณฑ์เท่ากับอัตราการลดลงของสารตั้งต้น</p> <p>ง. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์เท่ากัน</p>
<p>3. ปฏิกิริยาในข้อใดเป็นสมดุลในสารละลายอิมตัว</p> <p>ก. การระเหยของน้ำในภาชนะเปิด</p> <p>ข. การเกิดของไอโอดีนในภาชนะปิด</p> <p>ค. การละลายเกลือไอโอดีนในเอทานอล</p> <p>ง. การเผาไหม้ของแมกนีเซียมในอากาศ</p>
<p>4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสภาวะสมดุล</p> <p>ก. ระบบใดๆที่สมดุลคงที่จะอยู่ในสภาวะสมดุล</p> <p>ข. ปฏิกิริยาผันกลับได้จะอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อเป็นระบบปิด</p> <p>ค. ที่สภาวะสมดุลจำนวนโมลของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน</p> <p>ง. ณ สภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่จำเป็นต้องเท่ากัน</p>

<p>5. ถ้าระบบอยู่ในสภาวะสมดุลจงพิจารณาว่าข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. ในระบบนั้นมีทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์</p> <p>ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบจะมีค่าคงที่</p> <p>ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในระบบจะมีค่าเท่ากันเสมอ</p> <p>ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ</p>
<p>6. ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อทองแดงอยู่ในสารละลายของซิลเวอร์ไนเตรตเป็นดังนี้</p> $\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$ <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเท่ากัน</p> <p>ข. ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน</p> <p>ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน</p> <p>ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าคงที่</p>
<p>7. ปฏิกิริยา $\text{Cu(s)} + 2\text{Ag}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Ag(s)}$ ข้อใดเป็นค่าคงที่สมดุล</p> <p>ก. $k = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{Ag}]^3}{[\text{Cu}][\text{Ag}^+]}$</p> <p>ข. $k = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{Ag}]^3}{[\text{Ag}^+]}$</p> <p>ค. $k = \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Cu}][\text{Ag}^+]}$</p> <p>ง. $k = \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Ag}^+]^2}$</p>

8. อัตราของปฏิกิริยาไปข้างหน้าในสมการ $A(s)+B(g) \rightleftharpoons C(s)+D(g)$ เปลี่ยนแปลงตามเวลาดังกราฟรูปใด



<p>9. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล</p> <p>ก. ค่าคงที่ไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา</p> <p>ข. ค่าคงที่สมดุลมากแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ดี</p> <p>ค. ค่าคงที่สมดุลมากแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไปข้างหลังได้ดี</p> <p>ง. ค่าคงที่สมดุลน้อยแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้น้อย</p>
<p>10. จากปฏิกิริยา $A + B \rightleftharpoons AB$ ซึ่งอยู่ในสภาวะสมดุลค่าคงที่ K ค่าใดทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ (AB) มากที่สุด</p> <p>ก. 3.5×10^{-3}</p> <p>ข. 4.3×10^{-7}</p> <p>ค. 9.1×10^{-10}</p> <p>ง. 4.7×10^{-12}</p>
<p>11. สาร A_2B แยกสลาย 25% ที่ $27^\circ C$ และอยู่ในสมดุลคังสมการ $A_2B(g) \rightleftharpoons 2A(g) + B(g)$ ถ้าบรรจุก๊าซ A_2B 1 โมล ในภาชนะขนาด 1 dm^3 จงหาค่าคงที่สมดุล ที่ $27^\circ C$</p> <p>ก. 6.25×10^{-2}</p> <p>ข. 8.33×10^{-2}</p> <p>ค. 1.66×10^{-1}</p> <p>ง. 3.33×10^{-3}</p>
<p>12. เมื่อเติม $H_2(g)$ และ $I_2(g)$ อย่างละ 0.5 โมล ในภาชนะ 5 ลูกบาศก์เดซิเมตร ที่อุณหภูมิ $520^\circ C$ เมื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลพบว่าในระบบประกอบด้วย HI 0.06 โมล จงหาค่า K ของสมการ $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$</p> <p>ก. 1.63×10^{-2}</p> <p>ข. 1.36×10^{-2}</p> <p>ค. 2.63×10^{-3}</p> <p>ง. 1.63×10^{-3}</p>

13. ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ เท่ากับ 4.0×10^2

ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{S}(\text{s})$ มีค่าเท่าใด

ก. 1.4×10^{-3}

ข. 4.6×10^{-3}

ค. 2.6×10^{-1}

ง. 5.0

14. ถ้าค่าคงที่สมดุลที่ 1,000 K ของปฏิกิริยา $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ เท่ากับ 2.37×10^{-3}

จงคำนวณหาความเข้มข้นของ N_2 ภายในระบบที่ประกอบด้วย H_2 8.80 โมล NH_3 1.05 โมล

ก. 0.158

ข. 0.683

ค. 1.052

ง. 1.683

15. ในระบบปิดมีสมดุลระหว่าง A B และ C ดังนี้ $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g})$ ค่า K เท่ากับ 5.0×10^{10} โมล ใส่ในภาชนะซึ่งมีปริมาตร 2 ลิตร เมื่อถึงภาวะสมดุลจะมี A และ B อย่างละกี่ โมลต่อลิตร

ก. 0.02×10^{-10}

ข. 0.04×10^{-10}

ค. 0.2×10^{-5}

ง. 0.28×10^{-5}

16. จากปฏิกิริยา $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + \text{ความร้อน}$ การกระทำข้อใดทำให้สมดุลของระบบ เปลี่ยน

ก. เติมน้ำตาล

ข. เพิ่มความดัน

ค. เติมน้ำแก๊สเฉื่อย

ง. ลดอุณหภูมิ

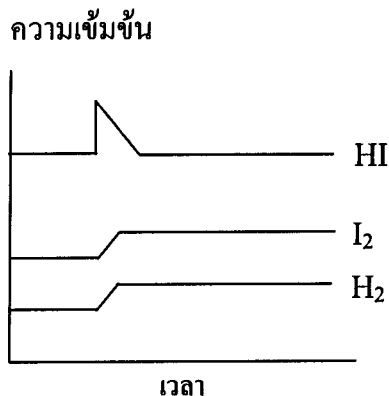
17. สมดุลของปฏิกิริยาใดเมื่อลดความดัน สมดุลใหม่จะเลื่อนไปทางด้านที่ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

- ก. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$
 ข. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$
 ค. $2\text{CO}(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s})$
 ง. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \leftrightarrow \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$

18. ปฏิกิริยา $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ เป็นปฏิกิริยาประเภทดูดความร้อนถ้าระบบอยู่ในภาวะสมดุลวิธีการใดจะเป็นการเพิ่มปริมาณของ SO_2 ได้

- ก. อุณหภูมิสูงและความดันสูง
 ข. อุณหภูมิต่ำและความดันต่ำ
 ค. อุณหภูมิสูงและความดันต่ำ
 ง. อุณหภูมิต่ำและความดันสูง

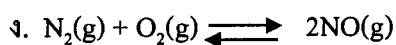
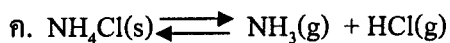
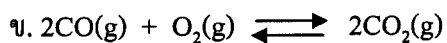
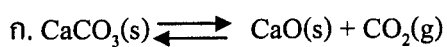
19. จากสมการ $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ เมื่อถูกระบบสมดุลโดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสามารถเขียนกราฟได้ดังนี้



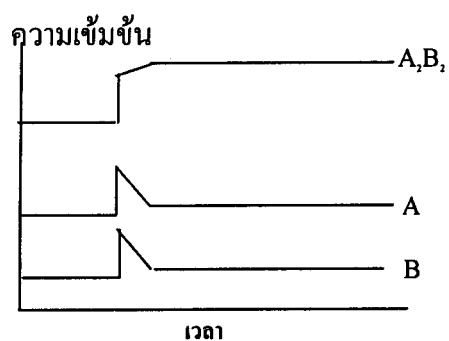
ข้อใดถูกต้อง

- ก. การนำ HI ออกจากระบบ
 ข. การเพิ่ม HI เข้าสู่ระบบ
 ค. การเพิ่ม I_2 เข้าสู่ระบบ
 ง. การเพิ่ม H_2 เข้าสู่ระบบ

20. ระบบใดต่อไปนี้ที่สมดุลจะไม่ถูกรบกวนโดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของระบบ



21. จากปฏิกิริยา $2\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}_2(\text{g})$ เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุลแล้วการเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่จะทำให้ความเข้มข้นของแก๊สในระบบเปลี่ยนแปลงดังรูป



ก. การเพิ่มปริมาตร

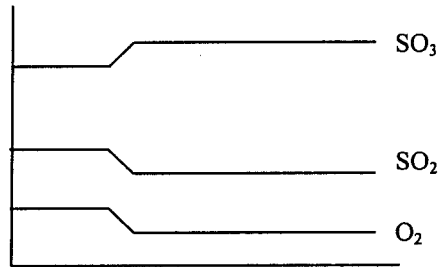
ข. การลดความดัน

ค. การเพิ่มความดัน

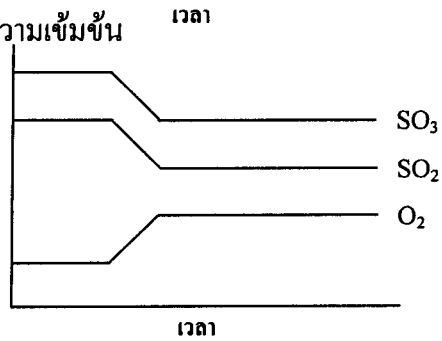
ง. การเติมตัวเร่ง

22. ถ้าระบบของปฏิกิริยา $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ อยู่ในภาวะสมดุล แผนภาพภาวะสมดุล
 แผนภาพใดที่แสดงผลของการลดความดันถูกต้องที่สุด

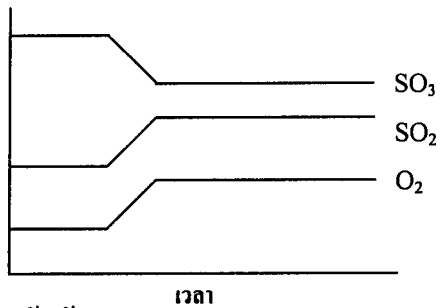
ก. ความเข้มข้น



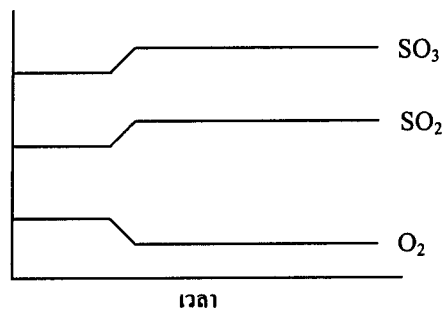
ข. ความเข้มข้น



ค. ความเข้มข้น



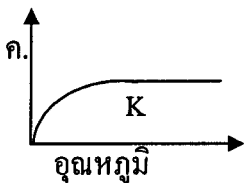
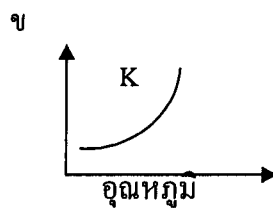
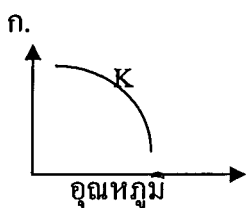
ง. ความเข้มข้น



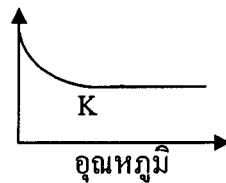
23. ค่าคงที่ของสมดุล (K) ขึ้นกับข้อใด

- ก. ความดันหรือความเข้มข้น
- ข. ทั้งความดันและอุณหภูมิ
- ค. ความเข้มข้นและอุณหภูมิ
- ง. อุณหภูมิเท่านั้น

24. ระบบสมดุลของปฏิกิริยาคู่พล้งจากราฟข้อใดแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า K เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลงไป



ง.



25. สำหรับปฏิกิริยา $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2$ + ความร้อน การเปลี่ยนแปลงใดทำให้ปริมาณ H_2 เพิ่มขึ้น

- ก. เพิ่มอุณหภูมิ, เพิ่มความดัน, เพิ่มความเข้มข้นของ CO
- ข. เพิ่มความเข้มข้นของ H_2O , ลดอุณหภูมิ, ลดปริมาตร
- ค. เพิ่มความเข้มข้นของ CO, เพิ่มความเข้มข้นของ H_2O , ลดอุณหภูมิ
- ง. เพิ่มความดัน, เพิ่มความเข้มข้นของ CO, เพิ่มความเข้มข้นของ H_2O

26. เมื่อปฏิกิริยาอยู่ในภาวะสมดุล $2\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{C(g)} + \text{พลังงาน}$ ภาวะใดบ้างที่จะเพิ่มปริมาณ C

- ก. ลด อุณหภูมิ เพิ่มความดัน
- ข. เพิ่มอุณหภูมิ ลดความดัน
- ค. เพิ่มอุณหภูมิ ลดความดัน
- ง. เพิ่มอุณหภูมิ ความดันคงที่

<p>27. ในการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุล เมื่อผสมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ กับสารละลาย NH_4SCN เข้าด้วยกัน ปรากฏว่าได้สารสีแดงดังสมการ</p> $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$ <p>เหลือง ไม่มีสี แดง</p> <p>เมื่อหยด NH_4SCN ลงในสารละลายดังกล่าว เกิดการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด</p> <p>ก. สีแดงเข้มขึ้น ระบบเกิดปฏิกิริยาผันกลับ</p> <p>ข. สีแดงเข้มขึ้น ระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า</p> <p>ค. สีแดงจางลง ระบบเกิดปฏิกิริยาผันกลับ</p> <p>ง. สีแดงจางลง ระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า</p>
<p>28. เมื่อตั้งหลอดคิดยาให้ก๊าซในกระบอกคิดยามีปริมาตรลดลงและรักษาอุณหภูมิให้คงที่เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ปริมาตรของก๊าซต่างๆ ณ ภาวะสมดุลใหม่เป็นอย่างไร ถ้าปฏิกิริยาในระบบนั้นคือ</p> $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ <p>ก. ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะน้อยกว่าเดิม</p> <p>ข. ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะมากกว่าเดิม</p> <p>ค. ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะคงเดิม</p> <p>ง. ปริมาณของก๊าซ C เพิ่มขึ้น และก๊าซ A, B ลดลง</p>
<p>29. ในปฏิกิริยา $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbS}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ ถ้าต้องการให้ PbS ตกตะกอนออกมา มากขึ้นจะต้องทำอย่างไร</p> <p>ก. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา</p> <p>ข. เติมน้ำลงในสารละลาย</p> <p>ค. เพิ่มความเป็นกรดให้แก่สารละลาย</p> <p>ง. เพิ่มความเป็นเบสให้แก่สารละลาย</p>
<p>30. จากสมการแสดงภาวะสมดุลของปฏิกิริยาการรับออกซิเจนของเฮโมโกลบินในเลือดดังนี้</p> $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$ <p>จงพิจารณาว่าข้อความใด ไม่ ถูกต้อง</p> <p>ก. ที่บริเวณเซลล์ ตำแหน่งสมดุลจะเลื่อนไปทางขวา</p> <p>ข. ขณะหายใจเข้า ตำแหน่งสมดุลจะเลื่อนไปทางขวา</p> <p>ค. ขณะหายใจออก ความเข้มข้นของออกซิเจนเฮโมโกลบินจะลดลง</p> <p>ง. ถ้าร่างกายสร้างเฮโมโกลบินเพิ่มขึ้นจะทำให้การลำเลียงแก๊สออกซิเจนของเลือดเพิ่มขึ้น</p>

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
วิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี**

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

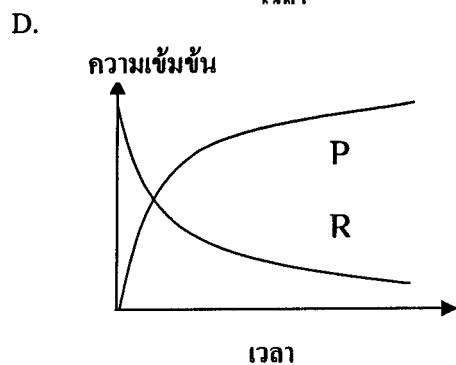
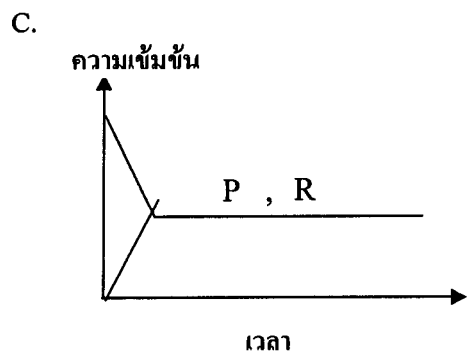
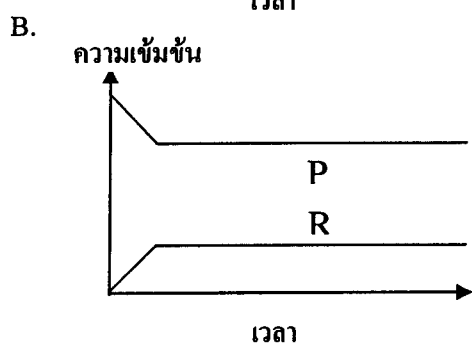
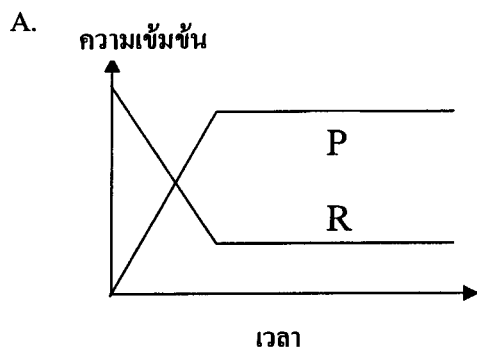
<p>1. สมดุลของปฏิกิริยาใดที่กระทำในภาชนะเปิดฝาแล้ว ทำให้ปฏิกิริยาค่าเนินไปทิศทางเดียว</p> <p>ก. $\text{NH}_4\text{Cl(s)} \leftrightarrow \text{NH}_3\text{(g)} + \text{HCl(g)}$</p> <p>ข. $\text{NH}_4^+\text{(aq)} + \text{S}^{2-}\text{(aq)} \leftrightarrow \text{HS}^-\text{(aq)} + \text{NH}_3\text{(aq)}$</p> <p>ค. $\text{HCN(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+\text{(aq)} + \text{CN}^-\text{(aq)}$</p> <p>ง. $\text{AgCl(s)} \leftrightarrow \text{Ag}^+\text{(aq)} + \text{Cl}^-\text{(aq)}$</p>
<p>2. ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. ปฏิกิริยาที่อยู่ในระบบปิด จะอยู่ในภาวะสมดุลเสมอ</p> <p>ข. ภาวะสมดุลจะเกิดในระบบที่มีปฏิกิริยาผันกลับได้</p> <p>ค. ระบบที่มีสมบัติคงที่ จะอยู่ในภาวะสมดุลเสมอ</p> <p>ง. ขณะที่ระบบอยู่ในภาวะสมดุล จะมีสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน</p>
<p>3. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงในภาวะสมดุลระหว่างสถานะ</p> <p>ก. การละลายเกลือไอโอดีนในเอทานอล</p> <p>ข. การระเหิดของไอโอดีนในภาชนะปิด</p> <p>ค. การระเหยของน้ำในภาชนะเปิด</p> <p>ง. การเผาไหม้ของแมกนีเซียมในอากาศ</p>
<p>4. ปฏิกิริยาเคมีจะเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อไร</p> <p>ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับสารผลิตภัณฑ์</p> <p>ข. ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์มีค่าคงที่</p> <p>ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีความเป็นศูนย์</p> <p>ง. ปฏิกิริยาสมบูรณ์ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้</p>

<p>5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติของสภาวะสมดุล</p> <p>ก. ระบบใดๆที่สมบัติคงที่จะอยู่ในสภาวะสมดุล</p> <p>ข. ที่สภาวะสมดุลจำนวน โมลของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน</p> <p>ค. ปฏิกิริยาผันกลับได้จะอยู่ในสภาวะสมดุลเมื่อเป็นระบบปิด</p> <p>ง. ณ สภาวะสมดุลอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับไม่จำเป็นต้องเท่ากัน</p>
<p>6. ถ้าปฏิกิริยาต่อไปนี้อยู่ในสภาวะสมดุล $Cu(s)+2Ag^+(aq) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq)+2Ag(s)$ ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน</p> <p>ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่</p> <p>ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะเท่ากัน</p> <p>ง. ความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเท่ากัน</p>
<p>7. ข้อใดคือความสัมพันธ์ในการคำนวณค่าคงที่ของสมดุลของปฏิกิริยา</p> $3CO(g)+Fe_2O_3(s) \rightleftharpoons 2Fe(s)+3CO_2(g)$ <p>ก. $k = \frac{[Fe]^2[CO_2]^3}{[CO]^3[Fe_2O_3]}$</p> <p>ข. $k = \frac{[Fe]^2}{[Fe_2O_3]}$</p> <p>ค. $k = [CO_2]^3$</p> <p>ง. $k = \frac{[CO_2]^3}{[CO]^3}$</p>

8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้น (R) และผลิตภัณฑ์ (P) กับเวลา

I. สำหรับปฏิกิริยา $R \longrightarrow P$

II. สำหรับปฏิกิริยา $R \rightleftharpoons P$



กราฟใดสอดคล้องกับปฏิกิริยา I และ II ตามลำดับ

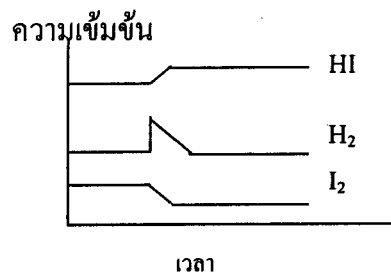
ก. I = A และ II = D

ข. I = C และ II = D

ค. I = B และ II = C

ง. I = C และ II = A

19. ระบบซึ่งประกอบด้วยสาร 3 ชนิด คือ HI, H₂ และ I₂ อยู่ในสภาวะสมดุลแล้วเมื่อนำระบบนี้มาทำการทดลองอย่างหนึ่งพบว่าความเข้มข้นของแก๊สทั้ง 3 ชนิด เปลี่ยนแปลงดังภาพ



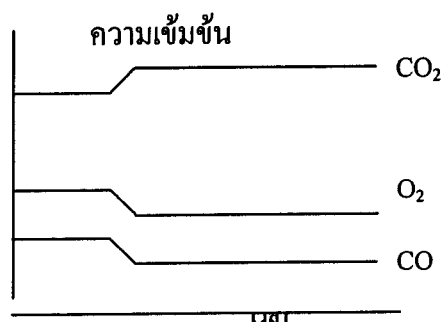
การทดลองดังกล่าวคืออะไร

- ก. การเพิ่มอุณหภูมิโดยให้ความดันคงที่
- ข. การเติมแก๊สเฉื่อยเข้าไปในระบบ
- ค. การเติมแก๊ส H₂
- ง. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

20. ปฏิกิริยาต่อไปนี้สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ทุกชนิดอยู่ในสถานะก๊าซการเพิ่มความดันในปฏิกิริยาข้อใดจะไม่มีผลต่อสมดุล

- ก. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
- ข. $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$
- ค. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$
- ง. $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$

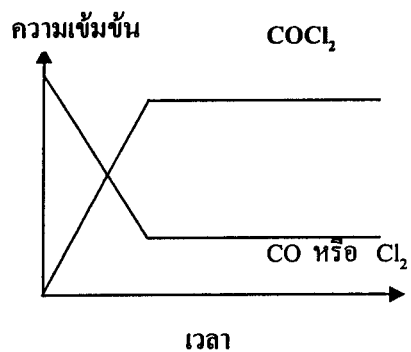
21. จากปฏิกิริยา $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ เมื่อระบบอยู่ในสภาวะสมดุลแล้วการเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่จะทำให้ความเข้มข้นของแก๊สในระบบเปลี่ยนแปลงดังรูป



- ก. การเปลี่ยนความเข้มข้น
- ข. การเปลี่ยนความดัน
- ค. การเปลี่ยนอุณหภูมิ
- ง. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

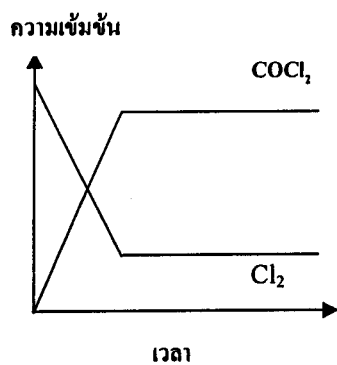
22. ที่อุณหภูมิ 30°C ปฏิกริยา

$\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g}) + 108 \text{ kJ}$ มีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลาเป็นดังกราฟต่อไปนี้

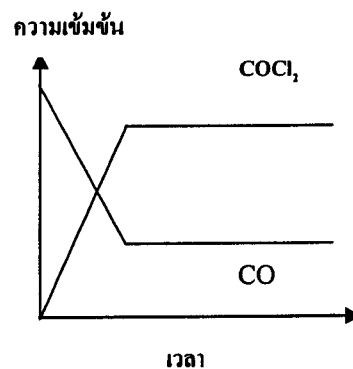


หลังจากระบบเข้าสู่สมดุลที่ 30°C แล้วถ้าเพิ่มอุณหภูมิเป็น 50°C กราฟของปฏิกริยาควรดำเนินต่อไปอย่างไร

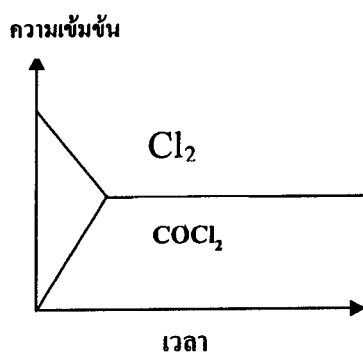
ก.



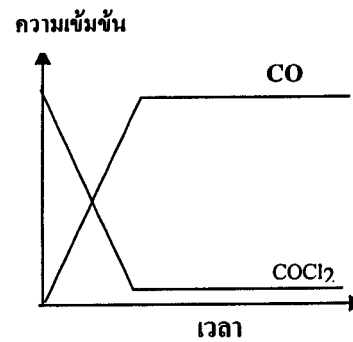
ข.



ค.



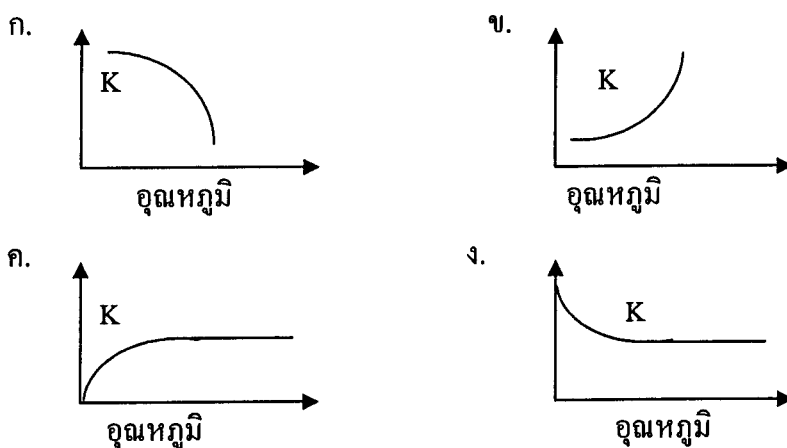
ง.



23. ค่าคงที่ของสมดุล (K) ของปฏิกิริยาใดๆ จะเปลี่ยนแปลงเมื่อใด

- ก. เปลี่ยนความเข้มข้นของสารตั้งต้น
- ข. เปลี่ยนอุณหภูมิ
- ค. ทั้งความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์
- ง. เปลี่ยนความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์

24. ระบบสมดุลของปฏิกิริยาคายพลังงาน กราฟข้อใดแสดงความเปลี่ยนแปลงค่า K เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยนแปลงไป



25. จากปฏิกิริยา $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) + \text{พลังงาน}$

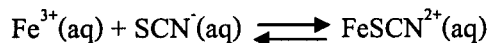
ข้อใดทำให้สมดุลของปฏิกิริยาเลื่อนไปทางซ้ายมากขึ้น

- ก. เพิ่มอุณหภูมิ , เพิ่มความดัน , ลดปริมาณแก๊ส O_2
- ข. เพิ่มความดัน , ลดปริมาณแก๊ส O_2 , เพิ่มปริมาตรภาชนะ
- ค. เพิ่มอุณหภูมิ , ลดปริมาณแก๊ส O_2 , เพิ่มปริมาตรภาชนะ
- ง. เพิ่มอุณหภูมิ , เพิ่มความดัน , เพิ่มปริมาตรของภาชนะ

26. $\text{A}_2(\text{g}) + 2\text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}_2(\text{g}) + \text{พลังงาน}$ ถ้าต้องการ AB_2 เพิ่มควรทำอย่างไร

- ก. ลดความดัน ลดอุณหภูมิ
- ข. ลดความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
- ค. เพิ่มความดัน เพิ่มอุณหภูมิ
- ง. เพิ่มความดัน ลดอุณหภูมิ

27. ในการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงภาวะสมดุล เมื่อผสมสารละลาย $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ กับสารละลาย NH_4SCN เข้าด้วยกัน ปรากฏว่าได้สารสีแดงดังสมการ



เหลือง ไม่มีสี แดง

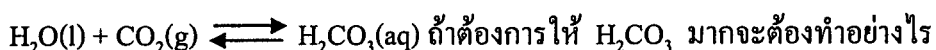
เมื่อหยด Na_2HPO_4 ลงในสารละลายดังกล่าว เกิดการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด

- สีแดงจางลง เนื่องจาก HPO_4^{2-} ทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} และระบบเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
- สีแดงเข้มขึ้น เนื่องจาก Na^+ ทำปฏิกิริยากับ FeSCN^{2+} และระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า
- สีแดงเข้มขึ้น เนื่องจาก HPO_4^{2-} ทำปฏิกิริยากับ FeSCN^{2+} และระบบเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า
- ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก ผิดหลักการเชื่อมโยงที่ถูกต้อง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารใดเลย

28. เมื่อตั้งหลอดคิดยาให้ก๊าซในกระบอกคิดยามีปริมาณเพิ่มขึ้นและรักษาอุณหภูมิให้คงที่เมื่อระบบเข้าสู่ภาวะสมดุลใหม่ปริมาณของก๊าซต่างๆ ณ ภาวะสมดุลใหม่เป็นอย่างไร ถ้าปฏิกิริยาใน \rightleftharpoons ระบบนั้นคือ $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$

- ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะคงเดิม
- ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะน้อยกว่าเดิม
- ปริมาณของก๊าซ A, B และ C แต่ละชนิดจะมากกว่าเดิม
- ปริมาณของก๊าซ A, B เพิ่มขึ้น และก๊าซ C ลดลง

29. ในขวดน้ำอัดลมปิดฝาสนิทมีสมดุลดังนี้



- ลดปริมาตรช่องว่างที่คอขวด
- เพิ่มปริมาณสาร
- ไม่ควรแช่เย็นจัดมาก
- เปิดฝาขวด

30. ในอุตสาหกรรมการผลิตกรด H_2CO_4 ตั้งปฏิกิริยา $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน มีวิธีการอย่างไรให้ SO_3 มากขึ้น

- อุณหภูมิสูง ความดันต่ำ
- อุณหภูมิต่ำ ความดันต่ำ
- อุณหภูมิต่ำ ความดันสูง
- อุณหภูมิสูง ความดันสูง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องสมมูลเคมี

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

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องสมมูลเคมี

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

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

การทดลอง

1. ชั้นวางแผน

1. มีการกำหนดเป้าหมาย/จุดประสงค์การทดลองนี้อย่างไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะตั้งถามเกี่ยวกับเรื่องนี้อย่างไรบ้าง

คำถาม/ปัญหา	วิธีการหาคำตอบ
1.....
2.....
3.....
4.....
5.....

3. . ขอบเขตและเป้าหมายของประเด็นที่จะเรียนรู้ ที่นักเรียนและครูกำหนดร่วมกัน

.....

.....

.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

4. นักเรียนมีการเรียงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ /ทดลอง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. ในขณะที่นักเรียนวางแผนมีปัญหาอุปสรรคอะไรเกิดขึ้นบ้าง

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1.....
2.....
3.....
4.....
5.....

2. ขั้นตอนการตรวจสอบ

1. นักเรียนตั้งจุดประสงค์(สิ่งที่นักเรียนอยากรู้ในเรื่องที่เรียนไว้อย่างไร)
2. นักเรียนได้รับมอบหมายหน้าที่ในกลุ่มหน้าที่ใด

.....

.....

.....

.....

นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับหรือที่วางแผนไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะกำหนดวัตถุประสงค์ย่อยอะไรอีกบ้าง ที่จะช่วยให้หาคำตอบของเรื่องนี้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการทดลองหรือปัญหา

.....

.....

.....

.....

6. ในช่วงการทดลอง/ปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนมีปัญหาและข้อผิดพลาดใดบ้าง และนักเรียนมีวิธีการคิดและแก้ปัญหาได้อย่างไร

ที่	ปัญหา/ข้อผิดพลาด	วิธีการแก้ปัญหา

3. ชั้นการประเมิน

1. ในการเรียนครั้งนี้ นักเรียนนำผลการค้นคว้าหรือผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

2. ความรู้ที่นักเรียนสรุปได้เหมือนหรือต่างจากเพื่อน ๆ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นอกเหนือจากความรู้ที่ได้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะและความรู้ในด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การวางแผนการทำงานทดลองของนักเรียนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

การอ่าน

1. ชั้นวางแผน

1. เป้าหมาย/จุดประสงค์การอ่านนี้.....

2. นักเรียนจะตั้งถามเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังจะอ่านอย่างไรบ้าง

คำถาม/ปัญหา	วิธีการหาคำตอบ
1.....
2.....
3.....
4.....
5.....

3. นักเรียนมีวิธีการและการเรียงลำดับขั้นตอนการอ่าน อย่างไร

-

4. ในขณะที่นักเรียนวางแผนมีปัญหาอุปสรรคอะไรเกิดขึ้นบ้าง

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1.....
2.....
3.....
4.....
5.....

2. ขั้นการกำกับ

1. นักเรียนจะกำหนดวัตถุประสงค์ย่อยอะไรอีกบ้างที่จะช่วยให้หาคำตอบของเรื่องนี้ได้ตาม
วัตถุประสงค์
ของการอ่าน

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

2. นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับหรือที่วางแผนไว้หรือไม่ อย่างไร

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

3. ขั้นตอนประเมิน

1. ในการเรียนครั้งนี้ นักเรียนนำผลการค้นคว้ามาสรุปเป็นความรู้หรือไม่

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

2. ความรู้ที่นักเรียนสรุปได้เหมือนหรือต่างจากเพื่อน ๆ อย่างไร

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

3. นอกเหนือจากความรู้ที่ได้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะและความรู้ในด้านใดบ้าง

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

4. การวางแผนการอ่านของนักเรียนทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือไม่

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

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

**แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
การแก้ปัญหาโจทย์**

1. ขั้นวางแผน

1. สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คือ.....
.....
.....

2. สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....
.....
.....

3. คำหรือข้อความที่สำคัญ.....
.....
.....

3. ความรู้อื่นที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์.....
.....
.....
.....

5. หลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์.....
.....
.....
.....

6. ขั้นตอนการแก้ปัญหาโจทย์.....
.....
.....
.....
.....

2. ชั้นกำกับ

1. นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับหรือที่วางแผนไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในช่วงที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนมีปัญหาและข้อผิดพลาดใดบ้าง และนักเรียนมีวิธีการคิดและแก้ปัญหานั้นอย่างไร

ที่	ปัญหา/ข้อผิดพลาด	วิธีการแก้ปัญหา

ภาคผนวก ค

ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางแสดงความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง สมดุลเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (p)
1	0.56	0.73	16	0.60	0.27
2	0.57	0.60	17	0.53	0.40
3	0.67	0.67	18	0.63	0.47
4	0.66	0.53	19	0.47	0.27
5	0.53	0.40	20	0.53	0.40
6	0.50	0.47	21	0.53	0.27
7	0.53	0.40	22	0.50	0.33
8	0.50	0.60	23	0.53	0.40
9	0.50	0.33	24	0.63	0.20
10	0.50	0.46	25	0.50	0.47
11	0.60	0.4	26	0.60	0.40
12	0.73	0.27	27	0.53	0.40
13	0.53	0.27	28	0.57	0.33
14	0.53	0.53	29	0.53	0.27
15	0.50	0.33	30	0.67	0.40

ความเที่ยง 0.87

ตารางแสดงความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง สมดุลเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.60	16	0.57	0.33
2	0.47	0.53	17	0.70	0.33
3	0.53	0.53	18	0.63	0.47
4	0.56	0.60	19	0.50	0.33
5	0.47	0.40	20	0.53	0.40
6	0.47	0.67	21	0.40	0.53
7	0.63	0.47	22	0.60	0.40
8	0.60	0.40	23	0.57	0.47
9	0.43	0.47	24	0.53	0.27
10	0.56	0.33	25	0.57	0.33
11	0.53	0.53	26	0.63	0.60
12	0.67	0.53	27	0.53	0.53
13	0.60	0.40	28	0.40	0.53
14	0.53	0.53	29	0.43	0.73
15	0.70	0.47	30	0.43	0.33

ความเที่ยง 0.89

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายสุขสันต์ บัวสาย
วัน เดือน ปีเกิด	18 มิถุนายน 2522
สถานที่เกิด	อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู พ.ศ.2545
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว
ตำแหน่ง	ครู