ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Study of Teaching and Learning on Acid-Base Solution using Inquiry Based Approach with Questioning and Concept Mapping to Promote Grade 7 Students' Critical Thinking Skills

นามผู้วิจัย นางสาวสุริสา ไวแสน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภกิจ อาชีวะวานิช, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(อาจารย์สิทธิกร สุมาลี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ **เดือน** **พ.ศ.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

The Study of Teaching and Learning on Acid-Base Solution using Inquiry Based Approach with Questioning and Concept Mapping to Promote Grade 7 Students' Critical Thinking Skills

โดย

นางสาวสุริสา ไวแสน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุริสา ไวแสน 2555: การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด. 184 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส 2) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการและแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์และผังมโนมติ ช่วยในการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว 2) ขั้นสำรวจและค้นหา โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ซึ่งจะทำให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือในการคิดวิเคราะห์ได้ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์แปลผลสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์และผังมโนมติ 5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์และผังมโนมติ 2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยพบว่าหลังเรียนนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 83.33 และระดับดีมาก ร้อยละ 16.67

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Surisa Waisaen 2012: The Study of Teaching and Learning on Acid-Base Solution using Inquiry Based Approach with Questioning and Concept Mapping to Promote Grade 7 Students' Critical Thinking Skills. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Associate Professor Sunan Sung-ong, Ph.D. 184 pages.

The objectives of this research were 1) to create lesson plans developing critical thinking skills of grade 7 student using inquiry based approach with questioning and concept mapping on acid-base solution. 2) to develop critical thinking skills of students which were taught using inquiry based approach with questioning and concept mapping on acid-base solution.

The 24 students studying in Grade 7 in the first semester of academic year 2011 from one school located in Bangkok were the sample of the study. They were selected by purposive sampling. Research instruments used were The lesson plan using inquiry based approach with questioning and concept mapping, after instruction record, student learning record, an informal interview and the critical thinking test .The qualitative and quantitative data were analysed.

The results were as follows 1. Lesson plans developing critical thinking skills on acid-base solution consisted of five stages. 1) Engagement stage, the teacher used questions for developing critical thinking skills and concept mapping were used to explore student prior knowledge connecting to the new knowledge. 2) Exploration stage, the teacher used questions for developing critical thinking skills and to encourage students to participate in learning activity. 3) Explanation stage, the teacher used the questions for developing critical thinking skills and let students interpreted data and summarized the body of knowledge. 4) Elaboration stage, the teacher used questions for developing critical thinking skills and concept mapping to promote students to apply concepts in contexts. 5) Evaluation stage, the teacher used questions for developing critical thinking skills and concept mapping to evaluate student understandings. 2. Critical thinking skills of Grade 7 students by using inquiry based approach with questioning and concept mapping after learning were higher than before learning. It was found that 83.33 percentage of students were at the level of satisfactory and 16.67 percentage of students were at the level of very satisfactory.

_____ _____ ___ /___/___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ศุภกิจ อาชีวะวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาทุ่มเทเวลาให้ความรู้ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ ประธานการสอบ อาจารย์ ดร.ไพบูลย์ วิริยะวัฒนะ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรางค์ ธรรมโวหาร อาจารย์ ดร.พินทุ์สุดา วีรวัฒน์ อาจารย์ มัณฑนา บุญจันทร์ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ นักเรียน เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยนี้ รวมทั้งพี่น้องสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแก่คุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิดอบรมเลี้ยงดูและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

สุริสา ไวแสน

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (5)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- คำถามการวิจัย 3
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
- ขอบเขตการวิจัย 4
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
- นิยามศัพท์ 4

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 6
- การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7
- การคิดวิเคราะห์ 12
- การใช้คำถาม 19
- การใช้ผังมโนมติ 23
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 34
- กลุ่มที่ศึกษา 34
- รูปแบบการวิจัย 34
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 35
- การเก็บรวบรวมข้อมูล 43
- การวิเคราะห์ข้อมูล 45

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 47
- ผลการวิจัย 47
- ข้อวิจารณ์ 60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 64

สรุป 64

ข้อเสนอแนะ 67

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 69

ภาคผนวก 76

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ 77

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ 79

ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 168

ภาคผนวก ง แบบวัดการคิดวิเคราะห์ 171

ภาคผนวก จ ตารางแสดงความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน 178

ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างผลงานและบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 180

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 184

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ	37
2	แสดงวัตถุประสงค์ของการวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือและการเก็บข้อมูล	44
3	ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ และบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	52
4	เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติก่อนและหลังเรียน	54
5	ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ	55
6	ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	56
7	ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

8	ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	59

ตารางผนวกที่

1	ช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บางนิด	133
2	แสดงช่วงการเปลี่ยนสีของสารละลายที่สกัดจากพืชบางชนิด	136
3	pH ของสารรอบตัวและสารละลายในร่างกายมนุษย์	137
4	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	169
5	ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์	170
6	แสดงคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน	179

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภูมิแสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้	12
2	แสดงผังมโนมติ เรื่องสาร	24
3	แสดงตัวอย่างผังมโนมติชนิดกระจายออก	24
4	แสดงผังมโนมติปลายปิด วัฏจักรของน้ำบนผิวโลก	25
5	แสดงโครงสร้างตัวอย่างของผังมโนมติชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด	25
ภาพผนวกที่		
1	การจัดเรียงลำดับมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน	84
2	ผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน	85
3	การจัดเรียงลำดับมโนมติ เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส	105
4	ผังมโนมติ เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
5	การจัดเรียงลำดับมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย	128
6	ผังมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย	129
7	กระดาษลิตมัส	135
8	กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	135
9	แสดงการเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	136
10	พีเอชมิเตอร์	137
11	การจัดเรียงลำดับมโนมติเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส	153
12	ผังมโนมติเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส	153
13	ตัวอย่างผลงานของนักเรียน	181
14	ตัวอย่างบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	183

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การพัฒนากระบวนการคิดเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษานั้นพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขปรับปรุง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 และมาตรา 24 ซึ่งระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยมุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน โดยให้ดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวไว้ในเรื่องสมรรถนะของผู้เรียนในข้อที่ 2 ความสามารถในการคิดกล่าวคือเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสมซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาขาดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับผลการประเมินสถานศึกษาของสมศ. รอบแรกในปี 2547 – 2548 รวม 6,077 แห่ง ที่พบว่า โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร มีศักยภาพมากที่สุดหรือพูดอีกนัยหนึ่งว่ามีทรัพยากรมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรียนในสังกัดเทศบาลหรือสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่พบว่า โรงเรียนทั้ง 3 สังกัดมีจุดอ่อนเหมือนกันในด้านมาตรฐานการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และการใฝ่รู้ใฝ่เรียน รวมทั้งมาตรฐานการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ, 2549) สอดคล้องกับข้อมูลจากโครงการ TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) ที่พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ยกเหตุผลประกอบ หรือเขียนข้อความยาว ๆ ไม่ได้ เพราะการเรียนการสอนไม่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกทำ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ส่งผลให้คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนในด้านการคิดเชิงวิเคราะห์ไม่อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

การสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมที่สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่พึงประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2550) โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ยึดตามแนวทางของนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) ขั้นขยายความรู้ (elaboration) และขั้นประเมิน (evaluation) (สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ, 2549 อ้างถึง นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ, 2540) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ตลอดเวลา นอกจากนี้ครูต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์อีกด้วย อาทิ เทคนิคการใช้คำถาม การใช้ผังมโนมติ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552) ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ สิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งคือการใช้คำถาม ผู้สอนต้องฝึกทักษะการตั้งคำถามจนเกิดความชำนาญ จึงจะนำผู้เรียนให้เกิดความคิดสืบสวนหาคำตอบ สร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2545) มีนักการศึกษาหลายท่านให้การยอมรับว่าการใช้คำถามและผังมโนมตินี้สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ดังที่ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) กล่าวว่า “การสอนแบบผังมโนมติจัดเป็นเทคนิคการสอนอย่างหนึ่งที่มีหลักการและทฤษฎีรองรับ. . .ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนของชาติเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย พัฒนากระบวนการคิดอันนำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิตได้” สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการใช้คำถาม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียนโดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นคำถามที่ดี ซึ่งสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน” สอดคล้องกับ Schiever (1991) กล่าวว่า “การถามคำถามถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการส่งเสริมกระบวนการคิดและการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง คำถามที่ดีมีคุณค่าเทียบเท่ากับการสอนที่มีคุณภาพเลยทีเดียว” นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าวเช่นอาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ จากการศึกษาของ Stewart (1975) พบว่าการใช้คำถามระดับสูงของครูทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความรู้มากกว่าคำถามระดับต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของกัญญา สิทธิสุภเศรษฐ์ (2548) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์หรือถ่ายทอดความรู้ออกมาได้โดยเลือกการใช้คำถามและผังมโนมติ

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง สารละลายกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ขั้นสูงต่อไป

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบสเป็นอย่างไร

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังจากเรียนโดยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบสเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

2. เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร

2. เนื้อหาที่ดำเนินการวิจัยคือเนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบส อยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีหัวข้อย่อยคือ ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส ยาลดกรดมีสมบัติอย่างไร และสารทำความสะอาดที่ใช้กับร่างกาย

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 12 ชั่วโมง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางสำหรับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายกรด-เบส ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติต่อไป

2. ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดและการพัฒนาแนวคิดเรื่องสารละลายกรด-เบส โดยการใช้คำถามและผังมโนมติ

3. ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมเรื่องสารละลายกรด-เบส ของนักพัฒนาหลักสูตรหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในเชิงนโยบาย

นิยามศัพท์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปไว้ 5 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

การใช้คำถาม หมายถึงการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนใช้คำถามถามผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ได้ 3 ลักษณะ คือการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

การใช้ผังมโนมติ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนนำมโนมติในเนื้อหามาจัดลำดับและเชื่อมโยงสัมพันธ์แต่ละมโนมติที่มีความเกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นกรอบมโนมติขึ้น

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) ร่วมกับการใช้คำถามโดยผู้สอนใช้คำถามถามผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ได้ 3 ลักษณะ คือ 1. การวิเคราะห์ความสำคัญ 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3. การวิเคราะห์หลักการ ซึ่งใช้ในทุกขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ โดยผังมโนมติ จะใช้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล โดยความสามารถคิดวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

แบบวัดการคิดวิเคราะห์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน 3 ลักษณะ คือการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งอยู่ในรูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบที่มีตัวเลือก 5 ตัวคือ ก ข ค ง และจ จำนวน 20 ข้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

    1.1 ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
    1.2 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2. การคิดวิเคราะห์

    2.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
    2.2 ลักษณะการคิดวิเคราะห์
    2.3 การสอนเพื่อพัฒนาทักษะในการคิดวิเคราะห์
    2.4 เทคนิคการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

3. การใช้คำถาม

    3.1 ความหมายของการใช้คำถาม
    3.2 การใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์

4. การใช้ผังมโนมติ

    4.1 ความหมายของการใช้ผังมโนมติ
    4.2 รูปแบบผังมโนมติ
    4.3 การสร้างผังมโนมติ
    4.4 รูปแบบการเรียนการสอนโดยการใช้ผังมโนมติ
    4.5 ประโยชน์ของผังมโนมติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นี้ สิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งคือการใช้คำถาม ผู้สอนต้องฝึกทักษะการตั้งคำถามจนเกิดความชำนาญ จึงจะนำผู้เรียนให้เกิดความคิดสืบสวนหาคำตอบ สร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2545) มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ให้ความหมายการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง กระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552 อ้างถึง สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม (2553) สรุปความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

Sund and Trowbridge (1973) สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างมโนมติด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด และเป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียน ค้นพบด้วยตนเอง และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

2. รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542) กล่าวว่า รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีขั้นตอนดังนี้

1. จัดให้ผู้เรียนอยู่ในบทเรียน (Engage the learner) โดยการตั้งคำถามหรือเล่าเหตุการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสนใจ และช่วยเชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิม

2. สำรวจเพื่อสร้างมโนทัศน์ (Explore the concept) โดยผู้สอนอธิบายสั้น ๆ พร้อมกับคำศัพท์ 2-3 คำ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้พูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน แล้วจึงให้คำจำกัดความของปัญหา หรือปรากฏการณ์เป็นคำพูดของตนเอง

3. อธิบายมโนทัศน์และให้คำจำกัดความ (Explain the concept and define the terms) โดยผู้สอนให้ข้อมูลหรืออธิบายความหมายคำศัพท์บางคำ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำคำศัพท์นั้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บรรยายสิ่งที่เป็นประสบการณ์ใหม่ แล้วใช้สติปัญญาตรวจสอบสิ่งที่เรียนรู้ใหม่แล้วจัดให้เข้ากับสิ่งที่เขารู้แล้วอย่างไร

4. ขยายความมโนทัศน์ (Elaborate on the concept) โดยจัดหาสถานการณ์พิเศษหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ให้ผู้เรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่สะสมมา ทำการสำรวจ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอธิบาย ซึ่งเป็นการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งให้กับตัวผู้เรียนเอง

5. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ (Evaluate students' understanding of the concept) โดยประเมินสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ และสิ่งที่เขาจะต้องดำเนินการขยายความรู้ความเข้าใจต่อไป

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) ได้กล่าวว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบห้าขั้นตอนสามารถอธิบายรายละเอียดพอสังเขปได้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนอาจสนใจวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรจะเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้อาจทำได้โดยการถามคำถาม การกำหนดปัญหา การแสดงเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และแสดงสถานการณ์ที่ทำให้เห็นปัญหา ครูมีบทบาทในการแสดงเหตุการณ์และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนั้นครูยังเป็นผู้ที่เตรียมลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของกิจกรรม กิจกรรมในขั้นนี้ไม่ควรจะใช้เวลานานและยากเกินไป ควรเป็นกิจกรรมที่ง่ายและใช้เวลาสั้น ๆ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจแล้ว ผู้เรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน กิจกรรมการสำรวจและค้นหานี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะสำรวจและค้นหาวัตถุสิ่งของ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ โดยการสังเกต การลงมือปฏิบัติตั้งและทดสอบสมมติฐาน แก้ปัญหา การหาตัวแปร และการตั้งคำถาม ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือพี่เลี้ยง ครูอาจจะเป็นผู้เริ่มกิจกรรมและให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการสำรวจตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และเหตุการณ์บนพื้นฐานของความรู้เดิมของผู้เรียน ครูอาจจะเป็นพี่เลี้ยงในการชักนำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดใหม่ ๆในขั้นนี้ควรให้ผู้เรียนได้สัมผัสและเรียนรู้กับวัสดุอุปกรณ์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสบการณ์เชิงประจักษ์ นอกจากนี้ผู้เรียนควรได้เรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้เรียนควรมีโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ อภิปราย และโต้แย้งกับเพื่อนร่วมชั้นในบรรยากาศที่สร้างสรรค์เพื่อเป็นการท้าทายและเสริมสร้างแนวคิดให้กับตนเองและผู้อื่น

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) การอธิบายหมายถึงการกระทำหรือกระบวนการที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะทำให้ผู้เรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ครูอาจให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นครูอาจจะนำเสนอการอธิบายที่เป็นการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการอธิบายนี้ควรเน้นการอธิบายที่เกิดจากผู้เรียนเองและควรเชื่อมโยงกับขั้นสร้างความสนใจและขั้นสำรวจและค้นหาด้วย จุดประสงค์หลักของขั้นอธิบายนี้ก็คือการนำเสนอแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ ที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ชัดเจนและตรงไปตรงมา และเพื่อเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนขั้นต่อไป

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อผู้เรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะของตน ผู้เรียนบางคนอาจจะยังไม่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้อย่างเดียว ขั้นขยายความรู้นี้จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น ในขั้นนี้ผู้เรียนควรได้เรียนรู้แบบร่วมมือและการร่วมอภิปรายเป็นกลุ่มด้วย เพราะจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ตนเข้าใจกับผู้อื่น และได้รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนร่วมชั้น นอกจากนี้ขั้นการขยายความรู้ยังช่วยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากขั้นขยายความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยอาจจะให้แบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และที่สำคัญคือทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ (2549 อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

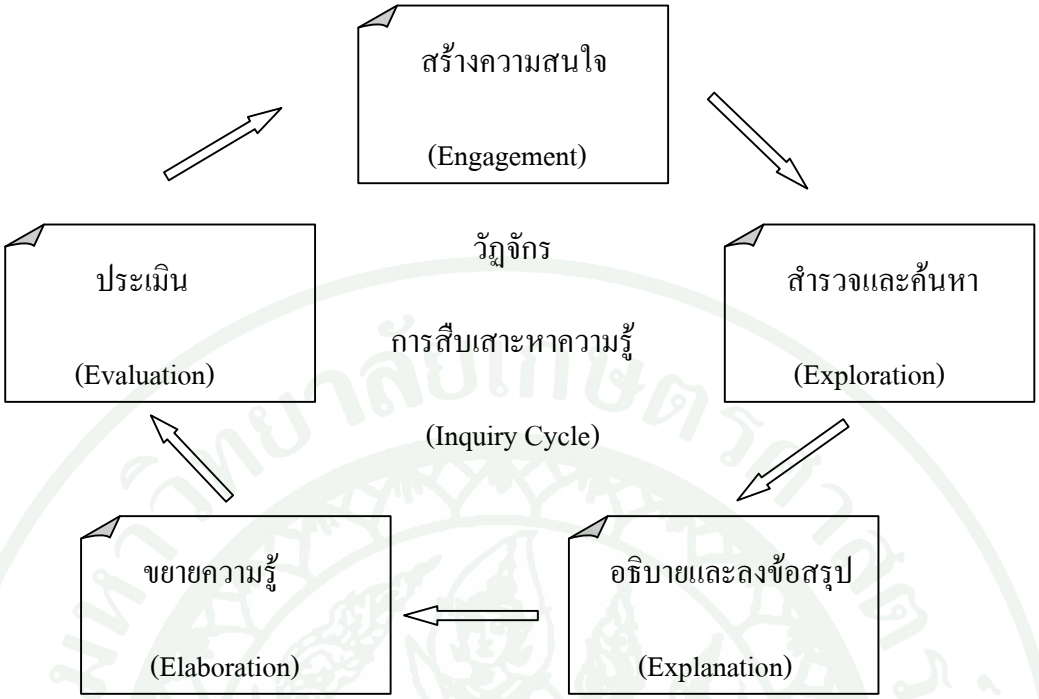
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 แผนภูมิ แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
ที่มา: สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ (2549)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัย น่าศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป (สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ, 2549)

การคิดวิเคราะห์

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

มีผู้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดและจำแนกข้อมูลองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เรื่องราว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ และจัดเป็นหมวดหมู่ เพื่อค้นหาความจริง ความสำคัญ แก่นแท้ องค์ประกอบหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ สามารถอธิบายตีความสิ่งที่เห็น ทั้งที่อาจแฝงซ่อนอยู่ภายในสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ได้อย่างชัดเจน รวมทั้งหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของสิ่งต่าง ๆ ว่าเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุ ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร อาศัยหลักการใด จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป การประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ (2550) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

Bloom (1956) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

Good (1973) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553)

2. ลักษณะการคิดวิเคราะห์

เป็นมนุษย์เหมือนกัน ใช่ว่ามนุษย์จะมีคุณสมบัติในการคิดวิเคราะห์เหมือนกัน แม้ว่าจะอยู่ในวัยเดียวกัน เพศเดียวกัน แต่ลักษณะการคิดอาจแตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตาม บุคคลที่มีคุณสมบัติด้านการคิดวิเคราะห์สูงกว่าผู้อื่นย่อมมีโอกาสประสบความสำเร็จมากกว่า (วีระ สุดสังข์, 2550) จากบทความต่าง ๆ มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์อย่างหลากหลายดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รุจิร์ ภู่สาระ (2546) ได้กล่าวถึงลักษณะการคิดวิเคราะห์ว่าประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการแยกแยะองค์ประกอบย่อยที่รวมอยู่ใน เรื่องราวที่ใช้สื่อความหมาย เช่น นักเรียนมีทักษะในการมองเห็นข้อแตกต่างระหว่าง ข้อเท็จจริงและสมมติฐาน

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการแยกแยะองค์ประกอบย่อยที่รวมอยู่ใน เรื่องราวที่ใช้สื่อความหมาย เช่น นักเรียนมีความสามารถเข้าใจความหมาย และมองเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างข้อคิดเห็นในบทความที่กำหนดให้

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และซักถาม คุณสมบัตินี้จะช่วยให้ ผู้วิเคราะห์ได้ข้อมูลมากเพียงพอก่อนที่จะวิเคราะห์

4. ความสามารถหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล โดยเริ่มจากการแจกแจง ข้อมูลเพื่อให้เห็นภาพรวม จากนั้นจึงคิดหาเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาความจริง

สุวิทย์ มูลคำ (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะการคิดวิเคราะห์ อาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข่าว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น . . .

2. เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยการระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง . . .

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ เป็นต้น . . .

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553 อ้างถึง Bloom, 1956) ได้เสนอลักษณะการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ลักษณะดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะ สิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งไหนเป็นเหตุ สิ่งไหนเป็นผล ประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด เช่น ข้อความนี้ (ทำดีได้ดี ทำชั่วได้ชั่ว) เป็นข้อความชนิดใด ผักชีเป็นพืชชนิดใด น้ำเป็นพืชหรือสัตว์

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งต่าง ๆ

1.3 วิเคราะห์เลศนัย เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมิได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์
2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์
2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์
2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ
2.5 วิเคราะห์หาสาเหตุและผล
2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบและสิ่งของ เรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลักแกนกลาง มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคหรือยึดถือคติใดมีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด การวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญมากที่สุด การที่จะวิเคราะห์ได้ดีจะต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้

Marzano (2001) ได้กล่าวว่า ลักษณะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์ เรื่องราวสิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ได้

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดกลุ่มของสิ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3. ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ทักษะการสรุปความ หมายถึง ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้ได้

5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

สรุปได้ว่า . . .การคิดวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือ 1. การวิเคราะห์ความสำคัญ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิด การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ การวิเคราะห์เลศนัย 2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ การวิเคราะห์สาเหตุและผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และการวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย และ 3. การวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์โครงสร้าง และการวิเคราะห์หลักการ . . .(ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553)

3. การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนในการส่งเสริมพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนดังนี้

อุษณีย์ โพธิสุข (2537) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อการส่งเสริมพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนดังนี้

1. ให้ผู้เรียนศึกษาจากประสบการณ์ตรง เช่น การไปทัศนศึกษา ร่วมกิจกรรม หรือเปิดโอกาสให้เด็กได้ทดลอง

2. การศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสร้างทักษะการเรียนรู้ เช่นการทำรายงานการทำวิจัย เป็นต้น

3. ใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้น เช่นการอภิปราย โต้วาที เป็นต้น

4. การสร้างหรือสมมติสถานการณ์ ผู้เรียนจะมีความเข้าใจได้แนวคิดมีความพยายามในการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนเสนอผลงานที่ตนเองได้ศึกษาหาความรู้

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การวิจารณ์

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง (2544) กล่าวว่า การฝึกผู้เรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์อาจทำได้หลายวิธี เช่น

ให้ผู้เรียนสังเกตสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในชุมชน แล้ววิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น สภาพแวดล้อมในชุมชน อะไรบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงจนสังเกตเห็นได้ในระยะเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1 ปี ที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงนั้นมีลักษณะทางการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง การเปลี่ยนแปลงนั้นส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของคนในชุมชนอย่างไร การใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีหลักการ ซึ่งครูอาจจะให้ผู้เรียนวิเคราะห์โดยการยกสถานการณ์บางอย่างขึ้นมา หรือการวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นในภาพโดยใช้คำถาม

สิ่งสำคัญในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก็คือ ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดสมาธิและความพร้อมที่จะเรียนก่อนอื่นใด ครูจะต้องสร้างความสนใจและเร้าใจให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และต้องการที่จะเรียน หลังจากนั้นครูจะต้องเน้นให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำสั่งหรือคำถามให้ดี ซึ่งครูจะต้องพูดให้ดี พูดชัดเจน เน้นน้ำหนักและย้ำถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการให้คิด . . พยายามจัดให้ผู้เรียนได้มีการเรียน หรือทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม หรืออย่างน้อยเป็นคู่ การเรียนในระบบกลุ่มอย่างน้อย 2 คนขึ้นไป (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551)

4. เทคนิคการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์ (2550 อ้างถึง ทิศนา แขมมณี, 2548) เทคนิคในการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์กล่าวว่า

> . . .ทั้งรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาด้านพุทธิพิสัย เช่น รูปแบบการเรียนการสอนมโนมติ การสอนเน้นความจำ การสอนโดยใช้ผังกราฟฟิก การสอนตามแนวคิดกานเย่ รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาจิตพิสัย เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดพัฒนาของบลูมและคณะ การสอนโดยซักค้าน การสอนโดยบทบาทสมมติ รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาด้านทักษะ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์ซัน แฮร์โรว์ เดรีส์ รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ เช่นรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม กระบวนการคิดอุปนัย กระบวนการคิดสร้างสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ เช่น รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง การสอนโดยการสร้างเรื่อง การเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT . . .

สุวิทย์ มูลคำ (2550) กล่าวว่า “เทคนิคการคิดวิเคราะอย่างง่ายที่นิยมใช้คือ 5W 1H . . . นอกจากการใช้เทคนิค 5W 1H แล้วท่านอาจจะใช้เทคนิคการใช้คำถามในลักษณะอื่นได้ . . .”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) กล่าวว่า ". . .การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดระดับสูง . . . ครูจึงต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ ในการพัฒนาการคิดอีกด้วย อาทิ เทคนิคการใช้คำถาม การใช้ผังมโนมติ (ผังกราฟฟิก) เทคนิคหมวก 6 ใบ เทคนิค SCUMPS PMI SCAMPER เป็นต้น . . ."

สรุปได้ว่า การส่งเสริมพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์มีความคิดและรูปแบบที่หลากหลาย เป็นเทคนิคในการจัดกิจกรรม ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้การใคร่ครวญไตร่ตรอง พิจารณาจำแนกแยกแยะส่วนประกอบประเมินค่า เปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงอย่างมีเหตุผล มีความรอบคอบ เพื่อนำไปสู่การสรุปตัดสินใจแก้ปัญหาด้วยทางเลือกที่เหมาะสม (ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง, 2544) นอกจากนี้ครูต้องอาศัยเทคนิคต่าง ๆ ในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์อีกด้วย อาทิ เทคนิคการใช้คำถาม การใช้ผังมโนมติ (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551)

การใช้คำถาม

1. ความหมายของการใช้คำถาม

เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร (2537) กล่าวว่า การใช้คำถาม เป็นการสอนที่ครูค่อย ๆ ดึงความรู้ที่นักเรียนมีอยู่แล้วมารวบรวมเป็นหมวดหมู่ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้ออกมา พร้อมกันนั้นก็เพิ่มความรู้ใหม่หรือแก้ไขความเข้าใจผิดไปด้วย วิธีการนี้จะทำให้นักเรียนมีความคิดอย่างพินิจพิเคราะห์ และประเมินผลตนเองเกี่ยวกับความเข้าใจต่อบทเรียนได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2550) กล่าวว่า การใช้คำถาม เป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเองและไม่ว่าครูจะใช้วิธีการสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2548) ให้ความหมายของการใช้คำถาม คือ ยุทธศาสตร์การสอนที่สำคัญ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนากระบวนการคิด การตีความ การไตร่ตรอง การถ่ายทอดความคิดและความเข้าใจ และสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงการเรียนรู้ และสติปัญญา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปว่า การใช้คำถามเป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือตอบเป็นกลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้น การตอบใช้วิธีพูดตอบ ผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูลสะท้อนกลับ หรือถามคนอื่นหรือกลุ่มอื่นจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2537)

2. การใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์

การถามคำถามถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการส่งเสริมกระบวนการคิดและการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง คำถามที่ดีมีคุณค่าเทียบเท่ากับการสอนที่มีคุณภาพเลยทีเดียว (Schiever, 1991) มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ดังนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) กล่าวว่า การใช้คำถามเพื่อพัฒนาให้เด็กมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สามารถกระทำได้โดยใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom, 1956) . . .มาเป็นกรอบในการตั้งคำถามให้เด็กคิด ซึ่งจะนำเสนอเป็นตัวอย่าง ในแต่ละลักษณะของการคิดวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็นหรือมีบทบาทมากที่สุด สิ่งไหนเป็นเหตุ สิ่งไหนเป็นผลประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์ชนิด เป็นการให้นักเรียนวินิจฉัยว่า สิ่งนั้น เหตุการณ์นั้น ๆ จัดเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด เช่น “อย่าชิงสุกก่อนห่าม” เป็นข้อความชนิดใด ? “ภาวะโลกร้อน” เป็นปัญหาด้านใด “กรณีเขาพระวิหาร” เป็นความขัดแย้งด้านใด ? คนเป็นโรคเอดส์มากขึ้น เพราะเหตุใด ? ประเทศไทยจะไปรอด คนไทยต้องเป็นอย่างไร ?

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย ของสิ่งต่าง ๆ เช่น สาระสำคัญของเรื่องที่อ่านคืออะไร ? ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอะไร ? การปฏิบัติการของผู้ก่อการร้ายในภาคใต้ทำเพื่ออะไร ? บุคคลใดจะมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาภาคใต้ ?

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 วิเคราะห์เลศนัย เป็นการมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมิได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอย ของความจริงซ่อนเร้นอยู่ เช่น ภาพนี้หมายถึงใคร ? ข้อความนี้หมายถึงสถานการณ์ใด ? ไทยเสียดินแดนอีกแล้ว ควรตำหนิใคร ?

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาว่าความสัมพันธ์ย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นเกี่ยวพันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ได้แก่

2.1 วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์

2.1.1 มุ่งให้คิดว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใด มีสิ่งใดสอดคล้องกัน ไม่สอดคล้องกัน มีสิ่งใดเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้ และมีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งเหล่านี้ เช่น ความเชื่อในข้อใด ไม่สมเหตุสมผล เพราะอะไร ? การตัดสินใจกระทำการใด ในเหตุการณ์พฤษภาทมิฬที่ไม่ถูกต้อง ? งานศิลปะสองชิ้นนี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร ?

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ เช่น สิ่งใดเกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อนมากที่สุด ? การกระทำใดส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนน้อยที่สุด ? สิ่งใดสัมพันธ์กับสถานการณ์ภาคใต้มากที่สุด ? ให้เรียงลำดับเหตุการณ์ทางการเมืองที่ทำให้เสียความเป็นประชาธิปไตยมากที่สุด ?

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เช่น ถ้าน้ำแข็งขั้วโลกละลาย แล้วจะเกิดผลอะไรกับโลกตามมาบ้าง ? ให้เรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์วันวิปโยค 14 ตุลาคม 2516 ? ผลสุดท้ายของการไม่ป้องกันตนเองจากไข้หวัดใหญ่ 2009 จะเป็นอย่างไร ?

2.4 วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ เช่น การกระทำของผู้ก่อการร้ายในภาคใต้เพื่ออะไร ? เมื่อเขาทำอย่างนั้นแล้วจะเกิดผลอะไร ? การกระทำอย่างนั้นมีจุดมุ่งหมายอะไรแอบแฝงอยู่ ?

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผล เช่น สิ่งใดเป็นสาเหตุของเรื่องการพูดภาษาอังกฤษไม่ได้ของคนไทย ? หากไม่ปลูกฝังจิตสาธารณะให้เด็กผลจะเป็นอย่างไร ? ข้อความในเรื่องที่อ่าน ตอนใดเป็นเหตุผลต่อกันหรือตอนใดขัดแย้งกัน ?

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เช่น ให้นักเรียนวิเคราะห์ความหมายของข้อความว่า “กินบนเรือน ขี้รดบนหลังคา” . . .

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบและสิ่งของเรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีหลักการอย่างไร มีเทคนิคหรือยึดถือคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงยึดถือหลักการใด การวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์ที่ถือว่ามีความสำคัญมากที่สุด การที่จะวิเคราะห์ได้ดี จะต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดีเสียก่อน เพราะผลจากความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะทำให้สามารถสรุปเป็นหลักการได้ ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น การทำวิจัยในชั้นเรียนมีกระบวนการอย่างไร ? การนำเสนอเรื่องราวแบบนี้บ่งบอกถึงเจตนาอะไร ? คุณลักษณะสำคัญของการเป็นแพทย์ที่ดีมีอะไรบ้าง ?

3.2 วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้ เช่น หลักการของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร ? หลักการสอนที่ดีควรเป็นอย่างไร ? นักเรียนที่เรียนเก่ง เขามีเทคนิคอย่างไร ?

สรุปได้ว่า ผู้สอนควรใช้คำถามในหลายลักษณะโดยไม่ถามเฉพาะความรู้ ความจำ ประเภทของคำถามที่ควรนำมาใช้ ได้แก่ คำถามที่ให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ . . .ตลอดจนควรเป็นคำถามแบบเปิดที่ผู้เรียนต้องใช้ความคิดในการตอบอย่างมีเหตุผล ก็จะเป็นการพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดเป็นไปได้เป็นอย่างดี (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553) ผู้สอนสามารถใช้คำถามถามผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ได้ 3 ลักษณะ คือ 1) การวิเคราะห์ความสำคัญ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิด การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ การวิเคราะห์เลศนัย 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ การวิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ การวิเคราะห์สาเหตุและผล และการวิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย และ 3) การวิเคราะห์หลักการ ประกอบด้วย การวิเคราะห์โครงสร้าง และการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งผู้สอนสามารถใช้คำถามที่หลากหลายลักษณะดังกล่าวเพื่อฝึกผู้เรียนบ่อย ๆ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เก่งในการคิดวิเคราะห์ได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้ผังมโนมติ

1. ความหมายของการใช้ผังมโนมติ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการใช้ผังมโนมติ ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2543) ได้ให้ความหมายการใช้ผังมโนมติหมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนนำมโนมติในเนื้อหามาจัดลำดับและเชื่อมโยงความสัมพันธ์แต่ละมโนมติที่มีความเกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นกรอบมโนมติขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวว่า “Concept Mapping (ผังมโนมติ) เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติ (Concept) ต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างเป็นลำดับขั้น เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ พัฒนาขึ้นโดย Josept D.Novak. . .”

ธัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์ (2550) กล่าวว่า การใช้ผังมโนมติ คือ การนำเสนอเป็นแผนภูมิที่ใช้กล่องหรือวงกลมเป็นตัวแทนของมโนมติและเชื่อมด้วยเส้นตรงหรือเส้นโค้งกับมโนมติอื่น ๆ เส้นนี้จะแทนความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติต่าง ๆ อาจจะเป็นทางเดียวหรือสองทางหรือไร้ทิศทางก็ได้ ทั้งมโนมติและการเชื่อมโยงนี้อาจจำแนกเป็นประเภทได้ และบางครั้งก็แสดงความสัมพันธ์อย่างหลวม ๆ ระหว่างมโนมติต่าง ๆ

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2554) กล่าวว่า ผังมโนมติคือ แผนผังที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงให้ทราบว่าผู้เรียนมองความสัมพันธ์ระหว่างคำ เนื้อหาหรือหัวข้อที่กำลังศึกษาอย่างไร การสร้างแผนผังมโนมติเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้ทราบโครงสร้างความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนและสามารถใช้ประเมินพัฒนาการของผู้เรียนว่าผู้เรียนเข้าใจแนวคิด (concept) มากน้อยเพียงใด . . .

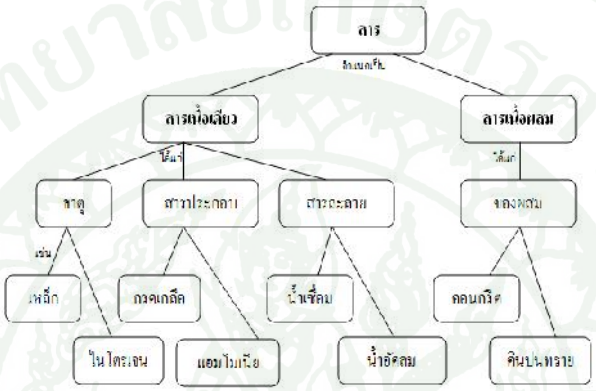
สรุปว่า การใช้ผังมโนมติ เป็นการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งวิธีสอนแบบนี้สามารถนำมาใช้ได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นสรุป หรือขั้นการวัดและประเมินผล และใช้ได้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้ทุกกลุ่มไม่เฉพาะกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รูปแบบผังมโนมติ

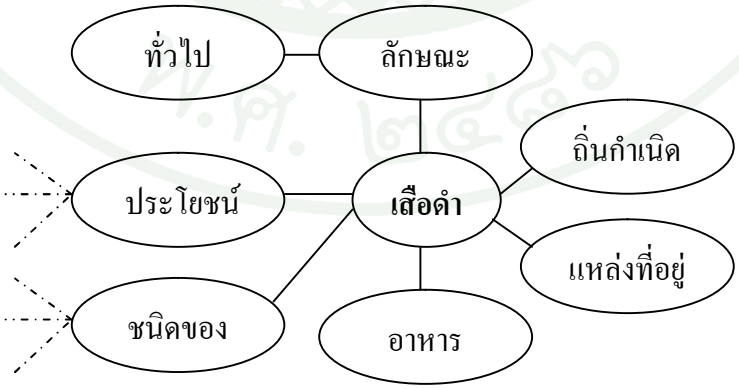
มนัส บุญประกอบ (2548) ได้จำแนก ผังมโนมติ ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ชนิดปลายเปิด (หรือระดับชั้นลดหลั่นกันลงมา) ชนิดนี้มีลักษณะตามรูปแบบ แนวคิดของโนแวค ซึ่งได้วิจัยบุกเบิกเรื่องนี้มาโดยเฉพาะตั้งแต่เริ่มแรก ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดง ผังมโนมติ เรื่องสาร
ที่มา: มนัส บุญประกอบ (2548)

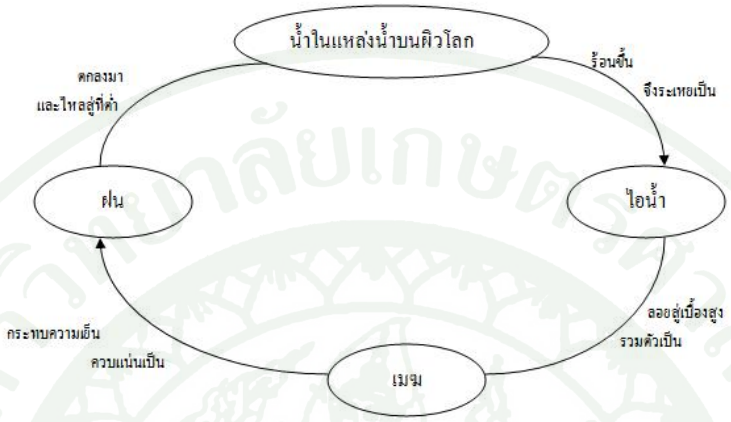
2. ชนิดกระจายออก จากแนวคิดหลักหรือมโนมติหลัก (หรือชื่อหัวเรื่อง) มีการแตกแขนงออกไปได้รอบทิศ (รูปแบบนี้บางแห่งเรียกว่า Spider map หรือ Spidergram) แล้วมีการแตกแขนงย่อยต่อไปได้เรื่อย ๆ (คล้ายรูปแบบที่บางแห่ง เรียกว่า Mind Mapping) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างผังมโนมติ ชนิดกระจายออก
ที่มา: มนัส บุญประกอบ (2548)

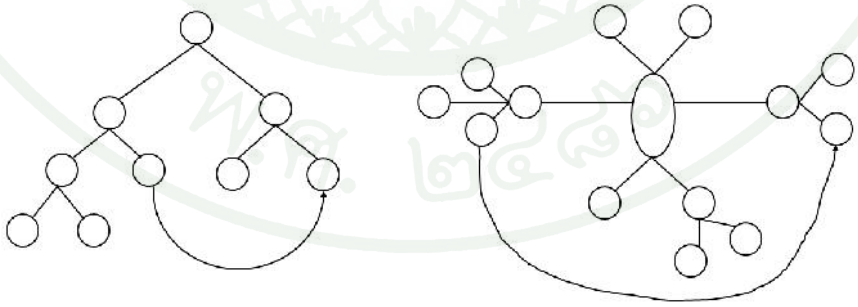
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ชนิดปลายปิด (หรือเป็นวงจรปิด) อันเป็นลักษณะของวัฏจักรที่เกิดปรากฏการณ์ตามธรรมชาติซ้ำ ๆ กัน เช่น วัฏจักรของการเกิดน้ำในธรรมชาติจากน้ำในแหล่งน้ำ กลายเป็นไอน้ำ เมฆหมอก และฝนตกลงมาเป็นน้ำขังในแหล่งน้ำต่าง ๆ แล้วเวียนเช่นนี้เรื่อยไป ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงผังมโนมติ ปลายปิด วัฏจักรของน้ำบนผิวโลก
ที่มา: มนัส บุญประกอบ (2548)

4. ชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด (cross link) เป็นลักษณะที่มีอยู่เดิมในรูปแบบผังมโนมติของโนแวค ประเภทนี้มุ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำมโนมติที่อยู่นอกกลุ่มในผังมโนมติภาพเดียวกัน ซึ่งผังมโนมตินั้น อาจเป็นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 3 ชนิดแรกที่กล่าวมาแล้วก็ได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างตัวอย่างของผังมโนมติชนิดเชื่อมโยงข้ามชุด
ที่มา: มนัส บุญประกอบ (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสร้างผังมโนมติ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2550) ในการสร้างผังมโนมติ มีหลักการพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล 3 ประการ คือ

1. โครงสร้างของความรู้ (cognitive structure) เป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมอง ซึ่งมีการจัดลำดับมโนมติ จากมโนมติที่มีความหมายกว้างหรือมีความหมายทั่วไปไปสู่มโนมติที่มีความหมายแคบลงหรือที่มีความหมายเฉพาะเจาะจงมากขึ้น

2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (progressive differentiation) จากหลักการที่ว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดขึ้น เมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ทำให้มีการขยายความรู้ให้กว้างขึ้น จึงเกิดการเรียนรู้อย่างไม่สิ้นสุด โดยมีการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า มโนมติที่มีความหมายกว้างจะอยู่ทางด้านบนของโครงสร้างความรู้ ส่วนมโนมติที่มีความหมายแคบและเฉพาะเจาะจงจะอยู่ด้านล่างถัดลงมาเป็นลำดับ

3. การประสานเชิงบูรณาการ (integrative reconciliation) จากหลักการที่ว่าการเรียนรู้อย่างมีความหมายจะเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อน ดังนั้น ถ้านักเรียนเชื่อมมโนมติทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และเชื่อมโยงระหว่างชุดมโนมติจะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนมติ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น

Ault (1985) ได้เสนอแนะวิธีการสร้างผังมโนมติในวิชาธรณีวิทยา ประกอบด้วย 5 ขั้น สรุปได้ดังนี้

1. เลือก เป็นการเลือกเรื่องที่จะสร้างผังมโนมติ อาจจะนำมาจากตำรา สมุดจดคำบรรยาย คำอธิบายก่อนการปฏิบัติ เริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนมติที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคที่สำคัญซึ่งอาจจะเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ แล้วลอกมโนมติเหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

2. จัดลำดับ เป็นการนำมโนมติที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในกระดาษเล็ก ๆ แล้วมาจัดลำดับจากมโนมติที่กว้างไปสู่มโนมติที่รองลงมา และมโนมติที่เฉพาะเจาะจงตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. จัดกลุ่ม นำมโนมติมาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยใช้เกณฑ์ 2 ข้อคือ

3.1 จัดกลุ่มมโนมติที่อยู่ในระดับเดียวกัน

3.2 จัดกลุ่มมโนมติที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

4. จัดระบบ นำมโนมติที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้องซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงหรือหามโนมติมาเพิ่มได้อีก

5. เชื่อมมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นการนำมโนมติที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันโดยการลากเส้นเชื่อมโยง และมีคำเชื่อมระบุความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้นและหลังจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนมติในชุดเดียวกันหรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนมติก็ได้

สรุปได้ว่า การสร้างผังมโนมติจะเริ่มจากการเลือกคำที่เป็นมโนมติ แล้วนำมาจัดลำดับจากมโนมติที่กว้างไปสู่มโนมติที่แคบ โดยให้มโนมติที่กว้างอยู่บนสุด มโนมติที่แคบอยู่ถัดลงมาจนถึงมโนมติที่เฉพาะเจาะจงมากที่สุดรวมทั้งตัวอย่างอยู่ด้านล่างสุด แล้วจึงเชื่อมสัมพันธ์ระหว่างมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนมติ พร้อมทั้งหาคำเชื่อมที่เหมาะสมใส่กำกับลงในแต่ละเส้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552)

4. รูปแบบการเรียนการสอนโดยเทคนิคการใช้ผังมโนมติ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 อ้างถึง สุนีย์ สอนตระกูล, 2535) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยการใช้ผังมโนมติขึ้น โดยนำมาทดลองใช้ในวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการใช้ผังมโนมติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขั้นตอนการสอนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอนโดยการใช้ผังมโนมติ ดังนี้คือ

1. ครูสอนให้นักเรียนเข้าใจมโนมติต่าง ๆ

2. ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนมติและให้นักเรียนยกตัวอย่างมโนมติที่เป็นวัตถุหรือเหตุการณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่

4. ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนมติที่เลือกจากบทเรียน

5. ให้นักเรียนจัดเรียงลำดับมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน

6. ให้นักเรียนหาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนมติเข้าด้วยกัน

7. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ โดยคำนึงถึงลำดับชั้นของมโนมติที่มีความกว้างไปจนถึงมีความเฉพาะเจาะจงโดยทดลองใส่กระดาษเล็ก ๆ ที่เคลื่อนย้ายได้ก่อนลงสมุด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551 อ้างถึง Joyce and Weil, 1980) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาความคิดโดยการสอนแบบการใช้ผังมโนมติ โดยมีสาระสำคัญ คือ ในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนมติ ควรมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักเรียนสังเกตความคล้ายคลึงและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ

2. ให้นักเรียนจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่กำหนดให้

3. ให้นักเรียนบอกลักษณะร่วมของสิ่งของที่รวมกลุ่มกันนั้น เพื่อเห็นภาพรวมของสิ่งของของแต่ละกลุ่ม

สรุปได้ว่า ในด้านรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมติจากแนวการสอนตามทัศนะของนักการศึกษาดังกล่าวมาแล้ว สรุปเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ , 2544)

1. ให้นักเรียนเข้าใจความหมายของมโนมติและสามารถยกตัวอย่างมโนมติได้

2. ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากบทเรียนหรือสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ให้นักเรียนจัดลำดับมโนมติจากมโนมติที่มีความกว้างมากที่สุดจนถึงมโนมติที่มีความเฉพาะเจาะจง รวมทั้งตัวอย่างต่าง ๆ

4. ให้นักเรียนจัดเรียงมโนมติบนแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ และระบุความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติที่เกี่ยวข้องกัน จนกระทั่งเห็นว่าเหมาะสมจึงบันทึกลงสมุด . . .

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศและต่างประเทศงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้คำถามและผังมโนมติ ดังงานวิจัยที่นำเสนอต่อไปนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

กัญญา สิทธิศุภเศรษฐ์ (2548) ได้ศึกษาเรื่องผลการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย ระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียนคือนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน และแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยปฏิบัติการสอนด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาคะแนนเฉลี่ยและทำการทดสอบค่าที (t-test) ด้วยโปรแกรม SPSS แล้วนำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น ทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียน คือ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามมีทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะ ด้านการเปรียบเทียบ ด้านการเห็นความสัมพันธ์ และด้านการให้เหตุผลสูงขึ้น ทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียนคือ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นฤพล จันทู (2549) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนเรื่อง การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชางานเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชางานเกษตร เรื่อง การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี 1 อุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 66 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน กลุ่มทดลองใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 37 คน กลุ่มควบคุมใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มี 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 2 แบบ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิธีละ 9 แผน ๆ ละ 2 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ชนิด ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.56-0.88 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.21-0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{∞}) เท่ากับ 0.83 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.47-0.81 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25-0.56 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20) เท่ากับ 0.79 และแบบวัดเจตคติ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) ตั้งแต่ 0.38-0.75 ค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ t-test (Independent Samples) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.85/89.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80/80 ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6262 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 62.62 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.72/82.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80/80 ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4439 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 44.39 3) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อวิชางานเกษตรไม่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุพร พวงมาลี (2549) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) และกลุ่มควบคุมเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบความสามารถการคิดวิเคราห์ และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยความสามารถการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) เจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนบ้านวังกะทะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 3 จำนวน 26 คน ซึ่งได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ โดยใช้แบบการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test dependent sample ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้ 1. ผลสัมฤทธิ์ทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Klienman (1963) ได้สังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้งแล้วใช้การถามคำถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณจำนวนเก้าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูงและเลือกครูที่ไม่เคยถามคำถาม ถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณเป็นกลุ่มต่ำแล้วนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบนี้กับเด็กก่อนและหลังการทดลอง เมื่อใช้ t-test เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการสอบครั้งแรกและหลังพบว่าแบบทดสอบฉบับแรกความคิดแบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบฉบับหลังคือ แบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสี่ฉบับย่อย และอีกฉบับคือความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Rosman (1966) ได้ศึกษาการคิดแบบวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 คิดแบบวิเคราะห์มากว่าชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และยังพบต่อไปอีกว่า การคิดวิเคราะห์มีความสัมพันธ์ในทางลบกับแบบทดสอบวัดสติปัญญาของเวชเลอร์ (Wechsler Intelligence Scale for Children) ในฉบับเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) การจัดเรียงรูป (Picture Arrangement) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบที่เกี่ยวกับด้านภาษา (Verbal test) นอกจากนั้นการคิดแบบวิเคราะห์ยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามอายุและมีความสัมพันธ์กับความพร้อม การเรียนรู้ และแรงจูงใจอีกด้วย

Lumpkin (1991) ศึกษาผลการสอนทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมของนักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อได้สอนทักษะการคิดวิเคราะห์แล้ว นักเรียนเกรด 5 และเกรด 6 มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนเกรด 5 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมไม่แตกต่างกันส่วนนักเรียนเกรด 6 ที่เป็นกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น พบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้คำถามและผังมโนมติ สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้น ดังนั้นอาจกล่าวว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้คำถามและผังมโนมติ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กลุ่มที่ศึกษา
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีการรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นห้องที่ผู้วิจัยสอนเอง โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เพื่อศึกษาการศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และ แบบวัดการคิดวิเคราะห์

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติเรื่อง สารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติขึ้น จำนวน 6 แผน ซึ่งประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ยาลดกรดมีสมบัติอย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สารทำความสะอาดที่ใช้กับร่างกาย

แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วย ใบความรู้ ใบกิจกรรมและแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเอกสารหลักสูตรที่เกี่ยวกับหลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์พร้อมกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและเนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง สารละลายกรด-เบส

2. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี คู่มือหลักสูตร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) การสอนโดยการใช้คำถามและผังมโนมติ ซึ่งผู้วิจัยศึกษางานวิจัยของอนุพันธ์ ราศี (2541) และลำดวน โสตา (2545) เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบประเมินผังมโนมติของนุชนารถ สอนสง (2549) เพื่อนำมาใช้ประเมินแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ

3. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติเรื่อง สารละลายกรด-เบส จำนวน 6 แผน เป็นเวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) โดยใช้คำถาม 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ การใช้คำถามจะใช้ในทุกขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และการใช้ผังมโนมติ จะใช้ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาการใช้ภาษาการจัดกิจกรรม เพื่อรับข้อเสนอแนะและนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปใช้จริงกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 1 ห้อง โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นห้องที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง

รายละเอียดของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ				
	ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
1. เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับสารละลายกรด-เบส 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้ที่ได้เขียนในใบกิจกรรม 4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง ค่า pH ของสารละลายกรด-เบส 2. ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ
2. เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับภาพที่ครูได้เตรียมมา 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียนร่วมกับการใช้ผังมโนมติ	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรม	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องการทำปฏิกิริยาของกรด-เบส และกรด-เบสในชีวิตประจำวัน 2. ครูฝึกให้นักเรียนแบบฝึกการเขียน	1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ				
	ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน
		4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน		ใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	ผังมโนมติ
3. เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับสารที่ใช้วัดความเป็นกรดและเบสของสารละลาย 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียนร่วมกับการใช้ผังมโนมติ	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรม 4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องการปรับค่า pH ของกรด-เบส 2. ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ
4. เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับ	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง pH ของ	1. ครูทดสอบความเข้าใจของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ				
	ขั้นสร้างความสนใจ	**ขั้นสำรวจและค้นหา**	**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป**	**ขั้นขยายความรู้**	**ขั้นประเมิน**
กรดและเบส	การตรวจสอบความเป็นกรดและเบส 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียนร่วมกับการใช้ผังมโนมติ	2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรม 4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลสารเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	2. ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	นักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ
5. เรื่องยาลดกรดมีสมบัติอย่างไร	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับความเป็นกรดและเบสของน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียนร่วมกับการใช้ผังมโนมติ	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรม 4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องสมบัติและวิธีใช้ยาลดกรด 2. ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ				
	ขั้นสร้างความสนใจ	**ขั้นสำรวจและค้นหา**	**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป**	**ขั้นขยายความรู้**	**ขั้นประเมิน**
6. เรื่อง สารทำความสะอาดที่ใช้กับร่างกาย	1. ทบทวนความรู้เดิมและอภิปรายเกี่ยวกับสารทำความสะอาด 2. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียนร่วมกับการใช้ผังมโนมติ	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรม 4. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม 2. ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่อง สารทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ 2. ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปในเรื่องที่เรียน 3. ครูใช้คำถามซักถามนักเรียน	1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม 2. นักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย

บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัย บันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ โดยจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการสังเกตตามความเป็นจริง พร้อมบันทึกความคิดเห็นส่วนตัวของผู้วิจัยที่เกิดขึ้นในขณะทำการวิจัย โดยผู้วิจัยบันทึกเกี่ยวกับประเด็นต่อไปนี้

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร

3. ผลการจัดการเรียนรู้

4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น วิธีการแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะ

บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์แนวทางการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ โดยมอบหมายให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังจากที่ได้เรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนบันทึกความรู้และความคิดเห็นในประเด็นต่อไปนี้

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร

3. นักเรียนคิดว่าต้องการให้ครูเพิ่มเติมอะไรในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ซึ่งผู้วิจัยได้นัดหมายไว้กับนักเรียนที่ต้องการสัมภาษณ์ไว้ก่อน โดยผู้วิจัยมีการนำเครื่องบันทึกเสียงหรือ การจดบันทึกการสัมภาษณ์ ซึ่ง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยจัดเป็นประเด็นที่สำคัญ คือ

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร

3. นักเรียนคิดว่าต้องการให้ครูเพิ่มเติมอะไรในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนบ้าง

แบบวัดการคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยกำหนดจุดมุ่งหมาย ในการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ 3 ลักษณะด้วยกัน ซึ่งได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ของชวาล แพรัตกุล (2520, 2552) สุนันท์ ศลโกสุม (2525) คัดเลือกและนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก

3. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน ความเหมาะสมของข้อความ ภาษาที่ใช้แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง แล้วคัดเลือกข้อสอบที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไปไว้ได้จำนวน 30 ข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

4. นำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ทำการตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เต ฟาน (ภัทรา นิคมานนท์, 2543) เลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก ความยากง่ายเหมาะสม จำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยากง่าย .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ชวลิต ชูกำแพง, 2550) โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อสอบ Evana 403 (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2543) พบว่ามีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง .34 - .78 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .41 - .79

5. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 4 ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดวิเคราะห์โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540)โดยใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ข้อสอบ Evana 403 (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2543) และได้ค่าความเชื่อมั่น 0.79

6. จัดทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

เครื่องมือที่ใช้ คือบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้และทำการสอนเอง โดยผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส จำนวน 6 แผน เป็นเวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้วิจัยจดบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ในประเด็นที่กำหนดไว้ ตรวจสอบความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และความคิดเห็นของนักเรียน จากบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

ส่วนที่ 2 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษาก่อนและหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยร้อยละ นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือคือ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนบันทึกหลังจากเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ซึ่งผู้วิจัยจะสัมภาษณ์เป็นรายกรณี ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

ตารางที่ 2 แสดงวัตถุประสงค์ของการวิจัย สิ่งที่ศึกษา เครื่องมือและการเก็บข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือ	การเก็บข้อมูล
1. เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส	แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ	ผู้วิจัยจดบันทึกทุกคาบเรียนภายหลังสอนจบ นักเรียนเขียนหลังจากเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์เป็นรายกรณี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	สิ่งที่ศึกษา	เครื่องมือ	การเก็บข้อมูล
2. เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติเรื่องสารละลายกรด-เบส	การคิดวิเคราะห์ของนักเรียน	แบบวัดการคิดวิเคราะห์ บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ	นักเรียนทุกคนวัดก่อนและหลังเรียน นักเรียนเขียนหลังจากเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสัมภาษณ์เป็นรายกรณี

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 3) ผลการจัดการเรียนรู้และได้นำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เพื่อสรุปแนวทางเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส ว่ามีวิธีการอย่างไร มีขั้นตอนสำคัญอย่างไร

2. การวิเคราะห์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ บันทึกหลังการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษาก่อนและหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ

2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากเนื้อหาที่นักเรียนสะท้อนออกมา จัดกลุ่มและหาค่าความถี่ของข้อมูล

3. การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากเนื้อหาที่นักเรียนสะท้อนออกมา จัดกลุ่มและหาค่าความถี่ของข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกหลังการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้การเชื่อมโยงแบบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งมีความสำคัญในการตรวจสอบความตรงและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้เกิดคุณภาพงานวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ตอนที่ 2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ตอนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ จะเป็นสิ่งที่สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ว่า เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้รวบรวมจาก บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งสมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ (2549 อ้างถึง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

จากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ลักษณะของกิจกรรมในขั้นสร้างความสนใจ คือ ทบทวนความรู้เดิมโดยใช้ผังมโนมติ และอภิปรายเกี่ยวกับภาพและกิจกรรมที่ครูได้เตรียมมาโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ซักถามนักเรียน

ผลการจัดการเรียนรู้ ในขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) พบว่าการใช้คำถามและผังมโนมติ เป็นวิธีสอนที่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการใช้คำถาม เป็นการสอนที่ครูค่อย ๆ ดึงความรู้ที่นักเรียนมีอยู่แล้วมารวบรวมเป็นหมวดหมู่ กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้ออกมา ลักษณะคำถามที่ใช้เป็นคำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ พบว่านักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นในกิจกรรมที่ครูได้เตรียมมา มีความสนใจในการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงกับความรู้เดิมกับกิจกรรมที่ครูเตรียมมา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ส่วนการใช้ผังมโนมติ จะนำมาใช้ในการทบทวนความรู้เดิม พบว่านักเรียนสามารถอธิบายแผนภาพมโนมติได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ลักษณะกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง แล้วรวบรวมข้อมูลที่ได้เขียนในใบกิจกรรมโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ซักถามนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการทดลอง มีการอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่มและสรุปผลการทดลอง โดยนักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ในกลุ่มตนเอง โดยคำถามที่ครูใช้ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ดังความคิดเห็นของนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย “คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร”

“เกิดการคิดวิเคราะห์และหาคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนจากการทดลองได้”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 1, นักเรียน 19)

“ช่วย เพราะพวกผมได้ช่วยกันรวมหัวกันคิดวิเคราะห์ และทดลองจนเสร็จตามที่ครูได้ให้พวกผมทำงานเรื่องสารในชีวิตประจำวัน ทำให้รู้การคิดวิเคราะห์ในสิ่งที่เรายังไม่รู้ทำให้รู้”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 1, นักเรียน 22)

“ได้ เพราะ ครูถามเกี่ยวกับการทดลองเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์อยู่บ่อยครั้ง ให้เกิดความเข้าใจต่าง ๆ”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 2, นักเรียน 15)

“คิดได้ครับ เอาไปทดลองปฏิบัติครับ เอาไปเขียน จดบันทึกได้”

(สัมภาษณ์ 25 สิงหาคม 2554, นักเรียน 3)

“ได้ครับ ก็อธิบายว่าวิธีทำและการทดลองสรุปได้อย่างไร”

(สัมภาษณ์ 8 กันยายน 2554, นักเรียน 17)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ลักษณะของกิจกรรมในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม ครูและนักเรียนอภิปรายข้อมูลเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ซักถามนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม ได้มีการอภิปรายผลสรุประหว่างกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ลักษณะของกิจกรรมในขั้นขยายความรู้ ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องกรด-เบส ครูฝึกให้นักเรียนใช้ผังมโนมติสรุปเรื่องที่เรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ซักถามนักเรียน

ผลการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถใช้ผังมโนมติสรุปเรื่องที่เรียนและนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้นจากการใช้คำถามและผังมโนมติ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสามารถอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ดังความคิดเห็นของนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย “การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร”

“เกิดการคิดวิเคราะห์เพราะมีผังมโนมติช่วยจัดกลุ่มให้เป็นระเบียบเรียบร้อยดูและเข้าใจมากขึ้น”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 4, นักเรียน 19)

“เกิดเพราะได้คิดค่า pH ได้ง่าย ถ้าทำผังมโนมติเพราะเราได้รู้ว่าสารไหนเป็นสารไหน”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 6, นักเรียน 23)

ผู้วิจัย “คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร”

“เกิดการคิดวิเคราะห์ ทำให้เรื่องกรดเบสนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่นนำน้ำปูนใสไปลดความเป็นกรด ”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 4, นักเรียน 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ลักษณะกิจกรรมในขั้นประเมิน คือ ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามแล้วนักเรียนทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติ

ผลการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้แสดงถึงความเข้าใจในการทำกิจกรรม และนักเรียนสามารถทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ดี ดังความคิดเห็นของนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย “คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร”

“ได้ เพราะ เมื่อครูถาม ครูถามเพื่ออยากรู้ว่าเข้าใจหรือไม่ คิดวิเคราะห์ได้รึเปล่า เป็นการช่วยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ได้ดีค่ะ”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 1, นักเรียน 15)

“เกิดความคิด เพราะได้ทบทวนการเรียนการสอนและทดสอบว่ารู้เรื่องในการเรียนหรือการทดลองหรือเปล่า”

(สัมภาษณ์ 5 กันยายน 2554, นักเรียน 14)

ผู้วิจัย “การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร”

“ได้ เพราะ ทำให้เข้าใจง่าย เรียนรู้ได้เร็ว ทำแบบทดสอบได้อย่างสบาย”

(บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนครั้งที่ 6, นักเรียน 10)

“ได้ครับ ได้รู้วิธีการทำแผนผังมโนมติ ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ ช่วยให้รู้ว่า แผนผังมโนมติทำยังไง ทำให้จัดกลุ่มสารได้”

(สัมภาษณ์ 24 สิงหาคม 2554, นักเรียน 12)

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร โดยนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ และบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย มาวิเคราะห์เนื้อหาและจัดกลุ่มคำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ และบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ประเด็นที่ศึกษา	บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย
1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	ใช้ในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น จัดกลุ่มสารได้ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ช่วยในการสรุปผล ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรม และช่วยทบทวนความรู้	ได้คิดวิเคราะห์ตอบคำถามครู ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ใช้ทบทวนการเรียนการสอน ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และนำไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้	นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียน สามารถตอบคำถามที่ครูถามได้ นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดีเมื่อครูถาม นักเรียนมีความสนใจกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ครูพบว่านักเรียนสามารถจดจำความรู้เดิมได้เมื่อถามในคาบถัดไป
2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น จัดกลุ่มสารได้ ฝึกเขียนผังมโนมติได้ ช่วยในการสรุปผล และ การเรียนการสอนสนุกขึ้น	คิดวิเคราะห์เพราะจัดกลุ่มสารได้ ช่วยในการทดลอง รู้และเข้าใจมากขึ้น และใช้ในการเรียนการสอน	นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสารได้ดีเมื่อใช้ผังมโนมติ สามารถตอบคำถามเมื่อครูใช้ผังมโนมติ พบว่านักเรียนตั้งใจในการทดลองและทำได้ดี พบว่านักเรียนสามารถเขียนผังมโนมติได้ นักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่เรียนและเข้าใจในบทเรียนดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 3 พบว่า การวิเคราะห์เนื้อหาในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ สอดคล้องกับบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็นในกิจกรรมที่ครูได้เตรียมมา มีความสนใจในการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงกับความรู้เดิมกับกิจกรรมที่ครูเตรียมมา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และยังพบว่านักเรียนสามารถสามารถอธิบายแผนภาพมโนมติได้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการทดลอง มีการอภิปรายผลการทดลองภายในกลุ่มและสรุปผลการทดลอง โดยนักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ในกลุ่มตนเอง นอกจากนั้นเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม ได้มีการอภิปรายผลสรุประหว่างกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ นักเรียนสามารถใช้ผังมโนมติสรุปเรื่องที่เรียนและนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้นจากการใช้คำถามและผังมโนมติ โดยนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ แสดงถึงความเข้าใจในการทำกิจกรรม และนักเรียนสามารถทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ดี

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกิจกรรมที่ใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ตลอดเวลาในการเรียนการสอน ซึ่งใช้กิจกรรมการทดลอง การใช้ภาพ เรื่องเล่า เพื่อทำให้นักเรียนมีความสนใจ โดยอาจจะถามคำถามจากประสบการณ์ของครูและนักเรียน นอกจากนี้การใช้ผังมโนมติช่วยในการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูล โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวิเคราะห์ในการทดลอง เช่น การออกแบบการทดลอง การอภิปราย และสรุปผลการทดลองเพื่อเป็นองค์ความรู้ในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือในการคิดวิเคราะห์

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นกิจกรรมที่ครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม มีการอภิปรายผลสรุประหว่างกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ครบถ้วนสมบูรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นกิจกรรมที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ เพื่อช่วยในการขยายความรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ร่วมกัน ทำให้กิจกรรมน่าสนใจยิ่งขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นกิจกรรมที่เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ครูใช้ผังมโนมติโดยให้นักเรียนฝึกเขียนผังมโนมติทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อีกด้วย

ตอนที่ 2 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง สารละลายกรด-เบส ของนักเรียน โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ นอกจากนั้นพิจารณาจากข้อมูลที่ได้รวบรวมจาก บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ก่อนและหลังเรียน

(คะแนนเต็ม = 20 คะแนน)

คะแนน	N	ค่าเฉลี่ย
คะแนนจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์		
ก่อนเรียน	24	6.88
หลังเรียน	24	14.29

จากตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างโดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าหลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ แล้วนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ร้อยละ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

คะแนน	ความหมาย	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
1-5	ปรับปรุง	-	-
6-10	พอใช้	-	-
11-15	ดี	20	83.33
16-20	ดีมาก	4	16.67

จากตารางที่ 5 ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ อยู่ในระดับดี ร้อยละ83.33 และอยู่ในระดับดีมากร้อยละ 16.67

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 24 คน โดยนักเรียนได้เขียนหลังจากเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนบางคนจะบันทึกการเรียนรู้มากกว่า 1 ครั้งในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ดังแสดงในตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

(N= 24)

ประเด็นที่ศึกษา	ความคิดเห็นของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
1. นักเรียนคิดว่าคำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์ใช้ในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน	13	22.41
	คิดวิเคราะห์ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น	12	20.69
	คิดวิเคราะห์จัดกลุ่มสารได้	10	17.24
	คิดวิเคราะห์ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น	10	17.24
	คิดวิเคราะห์ช่วยในการสรุปผล	6	10.34
	คิดวิเคราะห์ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4	6.90
	คิดวิเคราะห์ทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรม	2	3.45
	คิดวิเคราะห์ช่วยทบทวนความรู้	1	1.72
2. นักเรียนคิดว่าการใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์ช่วยเข้าใจในการเรียนมากขึ้น	24	41.38
	คิดวิเคราะห์ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น	17	29.31
	คิดวิเคราะห์จัดกลุ่มสารได้	8	13.79
	คิดวิเคราะห์ฝึกเขียนผังมโนมติได้	5	8.62
	คิดวิเคราะห์ช่วยในการสรุปผล	3	5.17
	คิดวิเคราะห์การเรียนการสอนสนุกขึ้น	1	1.72

จากการวิเคราะห์เนื้อหาในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในประเด็น คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร พบว่านักเรียนทุกคนคิดว่าคำถามที่ครูใช้ในการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าคำถามของครูใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินความเข้าใจของนักเรียน ส่วนประเด็น การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร พบว่านักเรียนทุกคนคิดว่าผังมโนมติที่ครูสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าผังมโนมติช่วยในเรื่อง ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น จัดกลุ่มสารได้ ฝึกเขียนผังมโนมติได้ ช่วยในการสรุปผลและการเรียนการสอนสนุกขึ้น

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 16 คนหลังจากเรียนจบในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนบางคนจะถูกสัมภาษณ์มากกว่า 1 ครั้ง ในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

(N= 16)

ประเด็นที่ศึกษา	ความคิดเห็นของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์ได้คิดวิเคราะห์ตอบคำถามครู	10	52.63
	คิดวิเคราะห์ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น	4	21.05
	คิดวิเคราะห์ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น	2	10.53
	คิดวิเคราะห์ใช้ทบทวนการเรียนการสอน	1	5.26
	คิดวิเคราะห์ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	1	5.26
	คิดวิเคราะห์นำไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มได้	1	5.26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

(N= 16)

ประเด็นที่ศึกษา	ความคิดเห็นของนักเรียน	ความถี่	ร้อยละ
2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์จัดกลุ่มสารได้	8	42.11
	คิดวิเคราะห์ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น	6	31.58
	คิดวิเคราะห์ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น	5	26.32

จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร พบว่านักเรียนทุกคนคิดว่าคำถามที่ครูใช้ในการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเพราะได้คิดวิเคราะห์ตอบคำถามครู รองลงมาคิดว่า ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น นอกจากนั้นคิดว่า ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ใช้ทบทวนการเรียนการสอน ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และนำไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มได้ เป็นต้น ส่วนประเด็น การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร พบว่านักเรียนทุกคนคิดว่าผังมโนมติที่ครูสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ส่วนใหญ่นักเรียนคิดว่าผังมโนมติช่วยในเรื่อง จัดกลุ่มสารได้ นอกนั้นคิดว่า ทำให้การเรียนเข้าใจมากขึ้นและทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร โดยนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ดังแสดงในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ประเด็นที่ศึกษา	บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน	การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ
1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์เพราะใช้ในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น จัดกลุ่มสารได้ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ช่วยในการสรุปผล ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรมและช่วยทบทวนความรู้	คิดวิเคราะห์เพราะได้คิดวิเคราะห์ตอบคำถามครู ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ใช้ทบทวนการเรียนการสอน ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และนำไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มได้
2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร	คิดวิเคราะห์เพราะทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น จัดกลุ่มสารได้ ฝึกเขียนผังมโนมติได้ ช่วยในการสรุปผลและการเรียนการสอนสนุกขึ้น	คิดวิเคราะห์เพราะจัดกลุ่มสารได้ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น และทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น

จากตารางที่ 8 พบว่า การวิเคราะห์เนื้อหาในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยพบว่านักเรียนทุกคนคิดว่าการใช้คำถามและผังมโนมติช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ โดยในประเด็น คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าส่วนใหญ่นักเรียนคิดว่าคำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพราะใช้ในการประเมินความเข้าใจของนักเรียน รองลงมาคือ ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น ส่วนการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าคำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพราะได้คิดวิเคราะห์ตอบคำถามครู รองลงมาคือ ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น และประเด็น นักเรียนคิดว่าการใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนคิดว่าการใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพราะ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น รองลงมาคือ ทำให้การทดลองเข้าใจมากขึ้น ส่วนการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าการใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพราะ จัดกลุ่มสารได้ รองลงมาคือ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้น

ดังนั้นจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้

ข้อวิจารณ์

การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะดังนี้

ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ตลอดเวลาในการเรียนการสอน และใช้กิจกรรมการทดลอง การใช้ภาพ เรื่องเล่า เพื่อทำให้นักเรียนมีความสนใจ โดยอาจจะถามคำถามจากประสบการณ์ของครูและนักเรียน สอดคล้องกับที่ ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง (2544) กล่าวว่า “การใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีหลักการ ซึ่งครูอาจจะให้ผู้เรียนวิเคราะห์โดยการยกสถานการณ์บางอย่างขึ้นมา หรือการวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นในภาพโดยใช้คำถาม” สอดคล้องกับผลการศึกษาของกัญญา สิทธิศุภเศรษฐ์ (2548) ได้ศึกษาเรื่องผลการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น ทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียน คือ นักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามมีทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกแยกแยะ ด้านการเปรียบเทียบ ด้านการเห็นความสัมพันธ์ และด้านการให้เหตุผลสูงขึ้น ทั้งโดยรวมและจำแนกตามความสามารถทางการเรียนของนักเรียนคือ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน

การจัดการเรียนรู้โดยการใช้ผังมโนมติช่วยในการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเพื่อช่วยในการขยายความรู้ และเพื่อประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์อีกด้วยสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2550) กล่าวว่าการใช้ผังมโนมติ เป็นการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ซึ่งวิธีสอนแบบนี้สามารถนำมาใช้ได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นสรุป หรือขั้นการวัดและประเมินผล และใช้ได้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้ทุกกลุ่มไม่เฉพาะกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น

การสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูล โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวิเคราะห์ในการทดลอง เช่น การออกแบบการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลองเพื่อเป็นองค์ความรู้ในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือในการคิดวิเคราะห์ สอดคล้องกับคำกล่าวของประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) ที่กล่าวว่า สิ่งสำคัญในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก็คือ ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดสมาธิและความพร้อมที่จะเรียนก่อนอื่นใด ครูจะต้องสร้างความสนใจและเร้าใจให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น และต้องการที่จะเรียน หลังจากนั้นครูจะต้องเน้นให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำสั่งหรือคำถามให้ดี ซึ่งครูจะต้องพูดให้ดี พูดชัดเจน เน้นน้ำหนักและย้ำถึงประเด็นปัญหาที่ต้องการให้คิด . . .พยายามจัดให้ผู้เรียนได้มีการเรียน หรือทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม หรืออย่างน้อยเป็นคู่การเรียนในระบบกลุ่มอย่างน้อย 2 คนขึ้นไป และสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2550) ที่กล่าวว่า การใช้คำถาม เป็นเทคนิคการสอนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้ แก้ปัญหา และสรุปแนวคิดหลักได้ด้วยตนเองและไม่ว่าครูจะใช้วิธีการสอนแบบใด การใช้คำถามก็ยังมีบทบาทสำคัญเสมอในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบสของนักเรียนหลังจากเรียนโดยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนพบว่าทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบสของนักเรียนหลังจากเรียนโดยการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องสารละลายกรด-เบส โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อาร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการศึกษาของ นฤพล จันทู (2549) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนเรื่อง การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชางานเกษตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.85/89.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80/80 ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6262 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 62.62 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.72/82.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80/80 ตั้งไว้ และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4439 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนร้อยละ 44.39 3) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อวิชางานเกษตรไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ Klienman (1963) ได้สังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้งแล้วใช้การถามคำถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณญาณจำนวนเก้าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูงและเลือกครูที่ไม่เคยถามคำถาม ถามความคิดโดยใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณญาณเป็นกลุ่มคำแล้วนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ใช้แบบทดสอบนี้กับเด็กก่อนและหลังการทดลอง พบว่า แบบทดสอบฉบับแรกความคิดแบบวิเคราะห์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบฉบับหลังคือ แบบทดสอบความคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น เด็กมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสี่ฉบับย่อย และอีกฉบับคือความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้งของเด็กไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมด้วยเครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 3) ผลการจัดการเรียนรู้และได้นำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เพื่อสรุปแนวทางเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส ว่ามีวิธีการอย่างไร มีขั้นตอนสำคัญอย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การวิเคราะห์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจากแบบวัดการคิดวิเคราะห์ บันทึกหลังการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยทดสอบกับกลุ่มที่ศึกษาก่อนและหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลายกรด-เบส แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ

2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากเนื้อหาที่นักเรียนสะท้อนออกมา จัดกลุ่มและหาค่าความถี่ของข้อมูล

3. การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการในประเด็น 1) คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร 2) การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร ผู้วิจัยวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากเนื้อหาที่นักเรียนสะท้อนออกมา จัดกลุ่มและหาค่าความถี่ของข้อมูล

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนโดยตอนแรกเป็น แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส และทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส

1. แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส มีลักษณะดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นกิจกรรมที่ใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ตลอดเวลาในการเรียนการสอน และใช้กิจกรรมการทดลอง การใช้ภาพเรื่องเล่า เพื่อทำให้นักเรียนมีความสนใจ โดยอาจจะถามคำถามจากประสบการณ์ของครูและนักเรียน นอกจากนี้การใช้ผังมโนมติช่วยในการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้ว

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูล โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวิเคราะห์ในการทดลอง เช่น การออกแบบการทดลอง การอภิปราย และสรุปผลการทดลองเพื่อเป็นองค์ความรู้ในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนในกลุ่มร่วมมือในการคิดวิเคราะห์

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นกิจกรรมที่ครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรม มีการอภิปรายผลสรุประหว่างกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม และร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ครบถ้วนสมบูรณ์

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นกิจกรรมที่นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมโดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ร่วมกับการใช้ผังมโนมติ เพื่อช่วยในการขยายความรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ร่วมกัน ทำให้กิจกรรมน่าสนใจยิ่งขึ้น

1.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นกิจกรรมที่เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยครูใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนนอกจากนี้ครูใช้ผังมโนมติให้นักเรียนฝึกการเขียนผังมโนมติทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์อีกด้วย

2. ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เรื่องสารละลายกรด-เบส พบว่า

2.1 หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ แล้วนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ อยู่ในระดับดี ร้อยละ 83.33 และอยู่ในระดับดีมากร้อยละ 16.67

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการวิจัยซึ่งพบว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ ดังนั้นครูควรใช้คำถามเพื่อการคิดวิเคราะห์ในขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้และขั้นประเมิน ส่วนการใช้ผังมโนมติ ควรใช้ในขั้นสร้างความสนใจ ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

2. ผู้สอนควรวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเป็นระยะ ๆ หรือจบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดการคิดวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ 3 ลักษณะด้วยกัน ซึ่งได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ เพื่อนำผลไปพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในเรื่องต่อไป

3. ควรจัดทำสื่อการสอนโดยใช้ผังมโนมติหลากหลายรูปแบบ ซึ่งผู้สอนจะต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ในการเรียนรู้แต่ละครั้งด้วยว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไร

ข้อแนะนำในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติในสาระการเรียนรู้อื่นของวิทยาศาสตร์อื่น เช่น สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในทุกเนื้อหา

2. ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ควรสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ 3 ลักษณะด้วยกัน ซึ่งได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ โดยนำไปใช้วัดทักษะการคิดวิเคราะห์กับนักเรียนทุกห้องเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2542. **การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย ด้าน ทักษะการคิด**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

_____. 2543. **รายงานการสังเคราะห์เอกสารเรื่อง วิธีการสอนและรูปแบบการเรียนการสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.

_____. 2545. **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. 2546. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ครั้งที่ 2) พ.ศ. 2545**.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

_____. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กัญญา สิทธิศุภเศรษฐ์. 2548. **ผลการใช้กิจกรรมการตั้งคำถามที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2543. **การวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรม Evana** (Online). http://www.watpon.com/software/evana.pdf, 2 กุมภาพันธ์ 2555.

ชวลิต ชูกำแพง. 2550. **การประเมินการเรียนรู้.** มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชวาล แพรัตกุล. 2520. **เทคนิคการเขียนข้อสอบ.** ม.ป.ท.

_____. 2552. **เทคนิคการการวัดผล.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552. **80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** กรุงเทพมหานคร: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

_____. 2553. **เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด.** นนทบุรี: บริษัท สหมิตรพริ๊นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง จำกัด.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2554. **วิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท เอพริล เรน พริ้นติ้ง จำกัด.

ทิศนา แขมมณี. 2548. **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญา ผลอนันต์ และ ขวัญฤดี ผลอนันต์. 2550. **Mind Map กับการศึกษาและการจัดการเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ขวัญข้าว'94.

นฤพล จันทู. 2549. **การเปรียบเทียบผลการเรียน เรื่อง การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชางานเกษตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ. 2540. "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism." **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 25(96): 11-19.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นุชนาถ สอนสง. 2549. **การพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุญชม ศรีสะอาด. 2537. **การพัฒนาการสอน**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548. **สอนอย่างไรให้คิดเป็น.** กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

_____. 2551. **การพัฒนาการคิด**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 2.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ บริษัทเดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.

_____และคณะ. 2550. **ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.

เพ็ญพิมล คูศิริวิเชียร. 2537. **เอกสารประกอบการสอน วิชา วิธีสอนทั่วไป (ศึกษา 361).** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภัทรา นิคมานนท์. 2543. **การประเมินผลการเรียน (LEARNING EVALUATION).** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพยวิสุทธิ์.

มนัส บุญประกอบ. 2548. **ซีเอ็ม : แนวทางการจัดระบบความคิด.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รุจิร์ ภู่สาระ. 2546. **การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: ปุ๊ค พอยท์.

ลำดวน โสตา. 2545. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้แผนผังมโนมติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีณา ประชากูล และ ประสาท เนืองเฉลิม. 2553. **รูปแบบการเรียนการสอน.** มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง. 2544. **สอนเด็กให้คิดเป็น.** กรุงเทพมหานคร: บริษัท ทิปส์ พับบลิเคชั่น จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมบัติ การจนารักพงค์ และคณะ. 2549. **เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: ธารอักษร.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. 2545. **การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.

สุนันท์ ศลโกสุม. 2525. **การวัดผลการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุนีย์ สอนตระกูล. 2535. **การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ สำหรับวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531. **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุคส์เซนเตอร์ จำกัด.

สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. 2550. **ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน : ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** นนทบุรี: ซี.ซี.นอลลิดจ์ลิงคส์.

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545. **21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์

_____. 2550. **กลยุทธ์. .. การสอนคิดวิเคราะห์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. **รายงานสภาวะการศึกษาไทย ปี 2544/2545 ฝ่าวิกฤติการปฏิรูปการศึกษาสู่สังคมแห่งปัญญาและการเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.

อนุพร พวงมาลี. 2549. **การเปรียบเทียบความสามารถการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามตามแนวคิดแบบหมวกหกใบของเอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

อนุพันธ์ ราศรี. 2541. **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติกับการสอนปกติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2553. **หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง).** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาร์ม โพธิ์พัฒน์. 2550. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษณีย์ โพธิสุข. 2537. **วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Ault, C. R. 1985. **Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science**. Journal of College Science Teaching. 15: 38-44.

Bloom, B. S. *et al*. 1956. **Taxonomy of Educational Objectiver Book : Cognitive Domain**. London: Longman Group Company.

Good, C. V. 1973. **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill.

Joyce, B. and Weil, M. 1980. **Models of Teaching**. 2 nd ed. Englewood Clifts, N.J.: Prentice-Hall.

Klienman, G. S. 1963. "General Science Teacher's Questions, Pupiland Teacher Behavior**." Dissertation Abstracts International**. 25(17): 5153-4A.

Lumpkin, C. R. 1991. "Effects of Teaching Critical Thinking Skills on the Critical Thinking Ability, Achievement, And Retention of Social Studies Content by Fifth and Sixth Graders**." Dissertation Abstracts International**. 51(11): 3894-A.

Marzano, R. J. 2001. **Designing A new Taxonomy of Education Objectiver**. California: Corwin Press, Inc.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rosman, B. L. 1966. "Analytic Cognitive Style in Children." **Dissertation Abstracts International**. 27 (6): 2126-B.

Schiever, S. W. 1991. **A comprehensive approach to teaching thinking.** Boston, MA: Allyn and Bacon.

Stewart, M. D. 1975. "Cognitive and Affective Process Development and Their Relation to the Use of Lecture and Transition among Lecture Question and Student Initiated Comments." **Dissertation Abstracts International**. 36 (October): 2125-A.

Sund, R. B. and L. W. Trowbridge. 1973. **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. 2ed. Ohio: Bell & Howell Company.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิทยานิพนธ์

1. ผศ. ดร. สุรางค์ ธรรมโวหาร	คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
2. อาจารย์ ดร.พินทุ์สุดา วีรวัฒน์	คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ มัณฑนา บุญจันทร์	อาจารย์กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี จังหวัดนนทบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สารละลายกรดและเบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน เวลา 100 นาที

---

1. สาระการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (ว 3.1 ม.1/3)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดสอบสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันด้วยกระดาษลิตมัสได้ (P)
2. อธิบายสมบัติความเป็นกรดเบสของสารละลายที่ตรวจสอบ โดยใช้สมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสได้ (K)
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)

5. แนวคิดหลัก

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจจะมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์ โดยสารที่มีสมบัติเป็นกรดสามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง สารที่มีสมบัติเป็นเบสสามารถเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ส่วนสารที่มีสมบัติเป็นกลางไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันทบทวนและอภิปรายประสบการณ์เกี่ยวกับสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันว่าสารละลายใดเป็นกรด สารละลายใดเป็นเบส โดยครูใช้คำถามดังนี้

- ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันว่าสารละลายใดเป็นกรด กลางและเบส
- นักเรียนคิดว่ากรดและเบสเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ถ้าไม่ทราบว่าสารใดเป็นกรด สารใดเป็นเบส จะมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร
- เมื่อนำสารมาทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส สีของกระดาษลิตมัสจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2. ครูนำน้ำส้ม น้ำสบู่ และน้ำกลั่นมาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนลองคาดคะเนว่าสารเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส แล้วใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินทดสอบสารเหล่านี้ นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยครูซักถามนักเรียนดังนี้

- เมื่อใช้กระดาษลิตมัสทดสอบน้ำส้ม ปรากฏว่าเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง เพราะเหตุใด (น้ำส้มมีสมบัติเป็นกรด)
- เมื่อใช้กระดาษลิตมัสทดสอบน้ำสบู่ ปรากฏว่าเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน เพราะเหตุใด(น้ำสบู่มีสมบัติเป็นเบส)
- เมื่อใช้กระดาษลิตมัสทดสอบกับน้ำกลั่น ปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี เพราะเหตุใด (น้ำกลั่นมีสมบัติเป็นกลาง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) (30 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยคละระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน โดยครูใช้คำถามก่อนทำกิจกรรมดังนี้

- หลักการของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร
- สารที่นำมาทดสอบในการทดลองครั้งนี้ สิ่งใดเป็นตัวทำละลายและอยู่ในสถานะอะไร (มีน้ำเป็นตัวทำละลาย อยู่ในสถานะของเหลว)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สารละลายกรดถูกกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน จะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นใด (เปลี่ยนเป็นสีแดง)

- สารละลายเบสถูกกระดาษลิตมัสสีแดง จะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นใด (เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน)

- นักเรียนลองคาดคะเนว่า สารต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองนี้มีสารใดบ้างที่ทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนสีหรือไม่เปลี่ยนสี

4. ครูแนะนำวิธีปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

- แนะนำวิธีตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสองสี โดยวางกระดาษลิตมัสที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ 0.5 cm บนกระจกนาฬิกา แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายที่จะทดสอบ นำมาแตะที่กระดาษลิตมัส สังเกตผล

- กระจกนาฬิกาและแท่งแก้วคนสารที่ใช้ควรสะอาดและแห้ง

- นักเรียนต้องล้างแท่งแก้วคนสารให้สะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำมาทดสอบสารแต่ละชนิด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน โดยครูคอยควบคุมดูแลแนะนำการทดลองของนักเรียน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อนำไปสู่ผลการอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลจากการปฏิบัติกิจกรรม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1 เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันโดยให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่มตนเอง ซึ่งครูใช้คำถามต่อไปนี้

- กระดาษลิตมัสมีหน้าที่อะไรในกิจกรรมนี้

- จากผลการตรวจสอบสมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส จะจำแนกสารที่นำมาศึกษาออกได้เป็นกี่กลุ่ม ใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก (จากผลการตรวจสอบสมบัติด้วยกระดาษลิตมัส จะจำแนกสารที่นำมาศึกษาออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยใช้การเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสเป็นเกณฑ์ คือ กลุ่มที่ 1 เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง เช่น นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู และสารเคมีล้างห้องน้ำ กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นน้ำเงิน เช่น น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำปูนใส และน้ำยาล้างจาน และกลุ่มที่ 3 ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสีเช่น น้ำกลั่น)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนคิดว่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองนี้น่าจะเกิดจากอะไร (1) การวางแผ่นกระดาษลิตมัสบนกระดาษหรือภาชนะรองรับที่ไม่แห้งและไม่สะอาด 2) การวางกระดาษลิตมัสแต่ละแผ่นอยู่ชิดกันเกินไป ทำให้สารละลายแต่ละชนิดไหลไปปนกันได้)

- ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (สารละลายตัวอย่าง นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู และสารเคมีล้างห้องน้ำเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนยาลดกรด น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำปูนใส และน้ำยาล้างจานเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และน้ำกลั่นไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี จากผลการทำกิจกรรมแสดงว่าสามารถแบ่งกลุ่มสารตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง กลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และกลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่ได้รับแล้วเชื่อมโยงนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาตอบคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

- สารละลายตัวอย่างที่นำมาทดสอบสารใดมีสมบัติเป็นกรด สารใดมีสมบัติเป็นเบส และสารใดมีสมบัติเป็นกลาง (สารที่มีสมบัติเป็นกรด คือ นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู สารเคมีล้างห้องน้ำ สารที่มีสมบัติเป็นเบส คือ ยาลดกรด น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำปูนใส น้ำยาล้างจาน สารที่มีสมบัติเป็นกลางคือน้ำกลั่น)

- นอกจากสารที่นำมาทดสอบแล้ว มีสารละลายชนิดใดอีกบ้างที่มีสมบัติเป็นกรดและมีสารละลายใดมีสมบัติเป็นเบส (สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น น้ำอัดลม วิตามินซี น้ำยาฟอกขาว เป็นต้น สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น ผงซักฟอก ผงขัดห้องน้ำ น้ำแอมโมเนีย เป็นต้น)

- สารทุกชนิดที่นำมาตรวจสอบเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทุกสารหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย (ไม่ได้เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทุกสาร เช่น น้ำกลั่นมีสมบัติเป็นกลาง เพราะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี)

- น้ำส้มสายชู มีรสเปรี้ยวเมื่อทดสอบกับกระดาษลิตมัสพบว่าเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง น้ำส้มสายชูมีสมบัติใด เพราะเหตุใด (จากผลการทำกิจกรรมน้ำส้มสายชูมีสมบัติเป็นกรด เพราะสามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) (20 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคำที่แสดงมโนมติจากใบความรู้เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากใบความรู้เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันได้แก่คำว่า สารในชีวิตประจำวัน สารที่มีสมบัติเป็นกรด สารที่มีสมบัติเป็นเบส สารที่มีสมบัติเป็นกลาง เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี ถ้านักเรียนระบุไม่ครบหรือไม่ชัดเจนครูใช้คำถามที่นำไปสู่มโนมติที่สำคัญเหล่านั้น และให้นักเรียนเขียนมโนมติที่สำคัญใส่ในแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมขนาด 5 cm x 10 cm

1.2 ให้นักเรียนในกลุ่มจัดเรียงลำดับมโนมติ และจัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กันโดยการเคลื่อนย้ายแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 1 โดยครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามโนมติใดมีความหมายครอบคลุมมากที่สุด และรองลงไป คือมโนมติใด (สารในชีวิตประจำวันเป็นคำมโนมติที่ครอบคลุมมากที่สุด รองลงไปคือ สารที่มีสมบัติเป็นกรด สารที่มีสมบัติเป็นกลาง และสารที่มีสมบัติเป็นเบส)

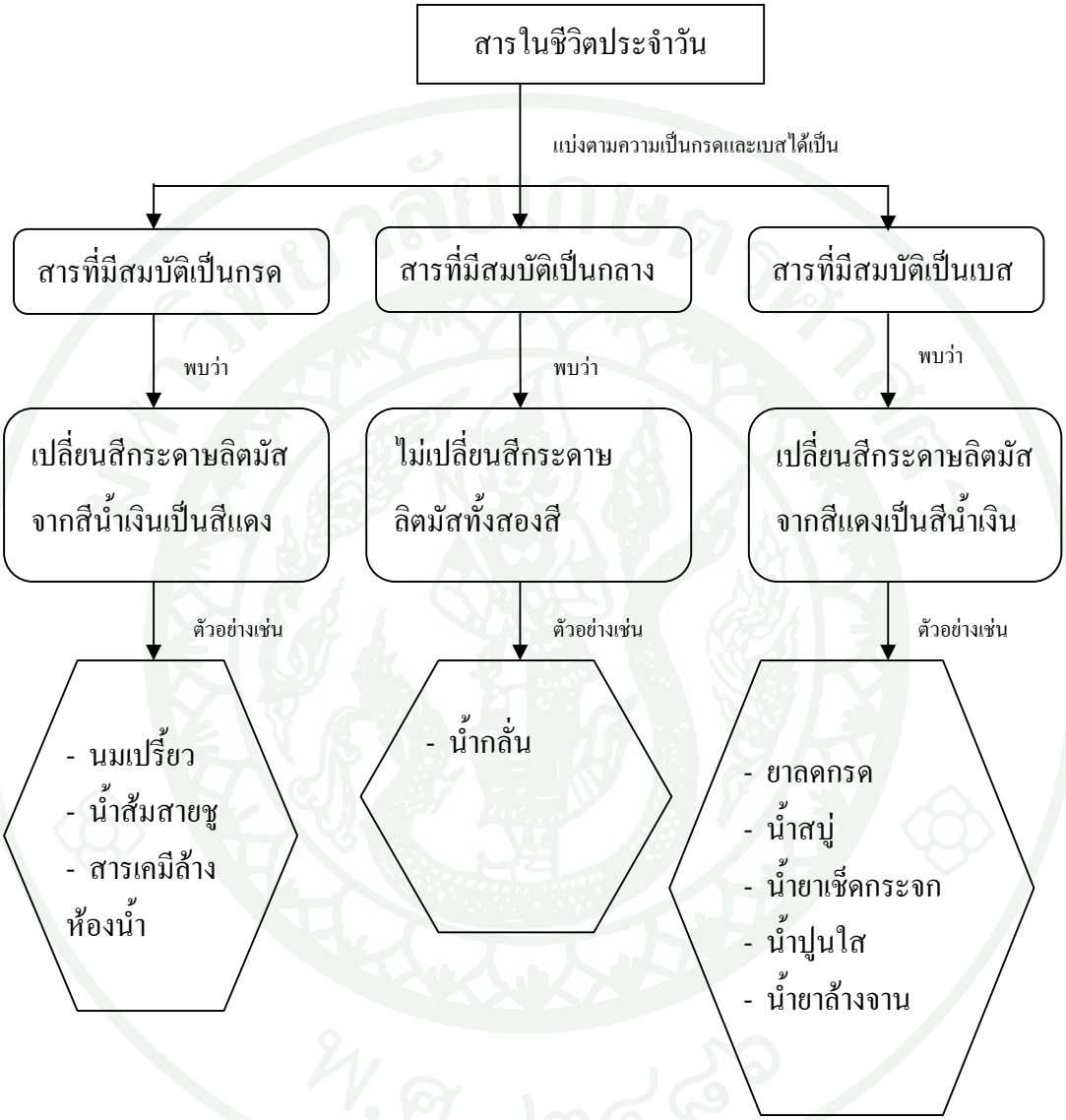
ภาพผนวกที่ 1 การจัดเรียงลำดับมโนมติเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

1.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนมติเข้าด้วยกัน

1.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ ด้วยเส้นเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงมีความเฉพาะ แล้วจึงเขียนลงในสมุดบันทึก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ครูนำอภิปรายสรุปด้วยผังมโนมติโดยคัดเลือกแผนผังมโนมติที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อเสนอแนะให้มีความตรงตามเนื้อหา และใช้ผังมโนมติ ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 2 ที่ครูเตรียมมาสรุปบทเรียน



ภาพผนวกที่ 2 ผังมโนมติเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายจะระบุเป็นค่า pH โดยสารละลายที่มีค่า pH เท่ากับ 7 จะมีสมบัติเป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 จะมีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 จะมีสมบัติเป็นเบส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) (20 นาที)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น

- ถ้าสารตัวอย่างของนักเรียนเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าสารนั้นเป็นกรดหรือเบส เพราะอะไร

- ถ้าสารตัวอย่างของนักเรียนเปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง นักเรียนจะจัดสารนี้อยู่ในกลุ่มเดียวกับน้ำอัดลมหรือน้ำขี้เถ้า เพราะอะไร

- กระดาษลิตมัสไม่สามารถวัดสารที่มีสมบัติเป็นกลางได้ ใช่หรือไม่ เพราะอะไร

2. ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาเขียนผังมโนมติเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวันในแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 1 และแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2

3. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2 ตามเวลาที่กำหนด

4. ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน ส่งในสัปดาห์ถัดไป

สื่อและอุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีตามใบกิจกรรมที่ 1
2. น้ำส้ม
3. น้ำสบู่
4. น้ำกลั่น
5. ใบกิจกรรมที่ 1
6. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติ ที่ 1
7. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติ ที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	หลักฐาน	วิธีการวัดและประเมิน
1. ทดสอบสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันด้วยกระดาษลิตมัสได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 1	ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 1)
2. อธิบายสมบัติความเป็นกรดเบสของสารละลายที่ตรวจสอบโดยใช้สมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสได้ (K)	1. ใบกิจกรรมที่ 1 2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 3. บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	1. ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 1, บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน) 2. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)	1. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 1 2. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2	ครูตรวจแบบฝึกการเขียนผังมโนมติของนักเรียน
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการสอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวสุริสา ไวแสน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

สารในชีวิตประจำวันมีมากมายหลายชนิด มีทั้งเครื่องอุปโภคและบริโภค เมื่อพิจารณาตามสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลาย สารละลายแต่ละชนิดจะมีค่าความเป็นกรดและเบสที่ต่างกัน ทำให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานต่างกัน การเรียนรู้ความเป็นกรดและเบสของสารละลายจึงมีความสำคัญ

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอาจมีสมบัติเป็นกรด กลาง หรือเบส ซึ่งสามารถทดสอบได้ด้วยกระดาษลิตมัส หรืออินดิเคเตอร์

สารละลายกรด-เบส ส่วนมากจะเป็นสารละลายที่ใส ไม่มีสี จึงไม่สามารถแยกออกจากกันด้วยตาได้ ส่วนมากเป็นสารที่เป็นอันตราย เพราะมีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อของร่างกาย จึงไม่สามารถทดสอบด้วยการชิมหรือสัมผัสได้ แต่เรามีวิธีทดสอบได้โดยใช้อินดิเคเตอร์ (indicator) ซึ่งอินดิเคเตอร์อย่างง่ายที่เรารู้จักดี คือ กระดาษลิตมัส นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้สมบัติของสารละลายที่ทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนแปลงและไม่เปลี่ยนแปลงมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารละลาย (เฉพาะของเหลว) ว่ามีสมบัติเป็นกรดหรือเบส โดยสรุปผลไว้ว่า สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงมีสมบัติเป็นกรด และสารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินมีสมบัติเป็นเบส และสารละลายที่ไม่เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสทั้ง 2 สีมีสมบัติเป็นกลาง

นอกจากกระดาษลิตมัสแล้ว ยังมีสารอีกหลายชนิดที่ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ได้ ส่วนใหญ่เป็นสารละลายที่มีน้ำหรือเอทานอลเป็นตัวทำละลาย เช่น บรอมไทมอลบลูหรือเมทิลออเรนจ์ ซึ่งจะเปลี่ยนสีเมื่อความเป็นกรดและเบสเปลี่ยนแปลงไปโดยปกติใช้ความเข้มข้นไม่มากนัก คือ เพียง 2-3 หยดก็จะเห็นสีที่เปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ซึ่งอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ช่วงความเป็นกรดและเบสต่างกันออกไป

จากการตรวจสอบสมบัติของสารที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู พบว่าเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าสารเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรด นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มหนึ่งที่ให้ผลตรงข้ามคือเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าสารกลุ่มนี้เป็นเบส

สารละลายสีที่สกัดจากพืช พบว่าสามารถใช้ตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้ ซึ่งมีสมบัติเหมือนกับกระดาษลิตมัส จึงอาจใช้ผลการเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสและสารละลายสีที่สกัดจากพืชเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารเคมีล้างห้องน้ำ ถ้าเป็นสารละลายจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แต่ถ้าเป็นผงล้างห้องน้ำนำมาละลายน้ำ จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

น้ำยาเช็ดกระจกโดยทั่วไปมีสมบัติเป็นเบส แต่ปัจจุบันมีน้ำยาเช็ดกระจกบางชนิดมีสมบัติเป็นกรด

เมื่อออกกำลังกายมาก ๆ เซลล์กล้ามเนื้อจะผลิตกรดแลกติกออกมามากขึ้นกว่าปกติ ถ้ามีปริมาณมากกว่า 4 มิลลิโมลต่อเลือด ร่างกายจะไม่สามารถขจัดได้จะทำให้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ

เรื่องน่ารู้

สารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิดสามารถใช้บ่งบอกความเป็นกรด-เบสของสารต่าง ๆ ได้ เช่นเดียวกับกระดาษลิตมัส เช่นกะหล่ำปลีสีม่วง ดอกอัญชัน ดอกกุหลาบเป็นต้น ซึ่งจะสังเกตจากการเปลี่ยนสีของสารละลายสีที่สกัดจากพืช

กะหล่ำปลีสีม่วง

ดอกอัญชัน

ดอกกุหลาบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่…….

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดสอบสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันด้วยกระดาษลิตมัส
2. จัดกลุ่มสารละลายที่ตรวจสอบเป็นสารละลายกรดหรือสารละลายเบส โดยใช้สมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. นมเปรี้ยว 1 cm^3/กลุ่ม
2. น้ำส้มสายชู 1 cm^3/กลุ่ม
3. สารเคมีล้างห้องน้ำ 1 cm^3/กลุ่ม
4. ยาลดกรด 1 cm^3/กลุ่ม
5. น้ำสบู่ 1 cm^3 /กลุ่ม
6. น้ำยาเช็ดกระจก 1 cm^3/กลุ่ม
7. น้ำกลั่น 1 cm^3/กลุ่ม
8. น้ำปูนใส 1 cm^3/กลุ่ม
9. น้ำยาล้างจาน 1 cm^3/กลุ่ม
10. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดง
11. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน/กลุ่ม
12. จานหลุมพลาสติก 1 อัน/กลุ่ม
13. กระจกนาฬิกา 1 อัน/กลุ่ม
14. หลอดหยด 9 อัน/กลุ่ม

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

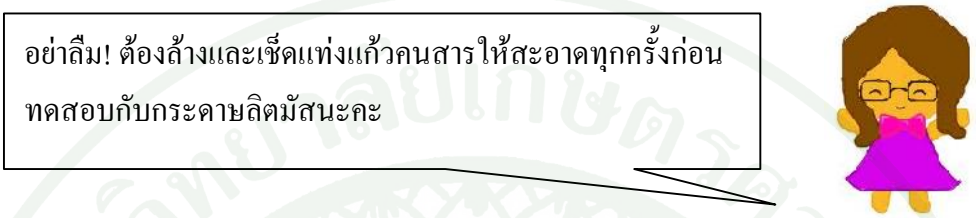
1. วิธีตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสองสี โดยวางกระดาษลิตมัสที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ 0.5 cm บนกระจกนาฬิกา แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายที่จะทดสอบ นำมาแตะที่กระดาษลิตมัส สังเกตผล
2. กระจกนาฬิกาและแท่งแก้วคนสารที่ใช้ควรสะอาดและแห้ง ถ้าจะเปลี่ยนสารละลายจะต้องทำความสะอาดแท่งแก้วทุกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู สารเคมีล้างห้องน้ำ ยาลดกรด น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำกลั่น น้ำปูนใส และน้ำยาล้างจาน ตัวอย่างละ 5 หยดใส่ลงในถาดหลุมพลาสติก หลุมที่ 1-9 ตามลำดับ

2. ทำการทดสอบสารละลายในข้อ 1 ด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง	ผลการสังเกตได้เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
1. นมเปรี้ยว	……..
2. น้ำส้มสายชู	……..
3. สารเคมีล้างห้องน้ำ	……..
4. ยาลดกรด	……..
5. น้ำสบู่	……..
6. น้ำยาเช็ดกระจก	……..
7. น้ำปูนใส	……..
8. น้ำยาล้างจาน	……..
9. น้ำกลั่น	……..

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินผังมโนมติ

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 1

สามารถระบุมโนมติหลักในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 3 คะแนน

สามารถระบุมโนมติรองในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 2 คะแนน

สามารถระบุมโนมติย่อย หรือยกตัวอย่างประกอบในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 1 คะแนน

สามารถเชื่อมโยงมโนมติระหว่างกลุ่มคำ โดยใช้เส้นเชื่อมโยงคำหรือกลุ่มคำในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มคำละ 1 คะแนน

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2

คะแนนมโนมติทั้งหมด 18 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้

มโนมติที่ 4-6 ให้มโนมติละ 2 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้

มโนมติที่ 7-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70-79 ขึ้นไป	ระดับ ดี
ร้อยละ 60-69	ระดับ พอใช้
ต่ำกว่าร้อยละ 60	ระดับ ควรปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 1

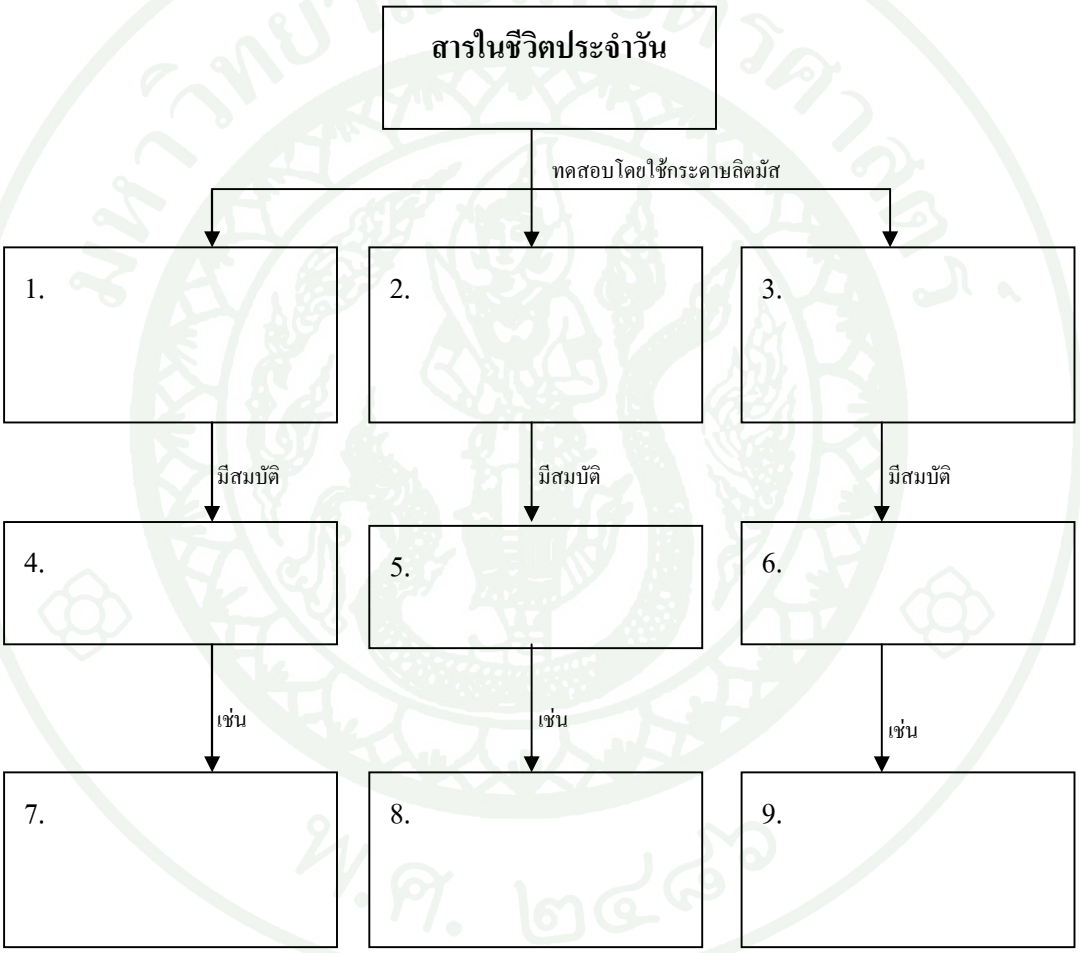
คำชี้แจง: ให้นักเรียนสร้างผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 18 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน , มโนมติที่ 4-6 ให้มโนมติละ 2 คะแนน , มโนมติที่ 7-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ …….

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดสอบสารละลายกรดและเบสในชีวิตประจำวันด้วยกระดาษลิตมัส
2. จัดกลุ่มสารละลายที่ตรวจสอบเป็นสารละลายกรดหรือสารละลายเบส โดยใช้สมบัติการเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. นมเปรี้ยว 1 cm^3/กลุ่ม
2. น้ำส้มสายชู 1 cm^3/กลุ่ม
3. สารเคมีล้างห้องน้ำ 1 cm^3/กลุ่ม
4. ยาลดกรด 1 cm^3/กลุ่ม
5. น้ำสบู่ 1 cm^3 /กลุ่ม
6. น้ำยาเช็ดกระจก 1 cm^3/กลุ่ม
7. น้ำกลั่น 1 cm^3/กลุ่ม
8. น้ำปูนใส 1 cm^3/กลุ่ม
9. น้ำยาล้างจาน 1 cm^3/กลุ่ม
10. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินและสีแดง
11. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน/กลุ่ม
12. จานหลุมพลาสติก 1 อัน/กลุ่ม
13. กระจกนาฬิกา 1 อัน/กลุ่ม
14. หลอดหยด 9 อัน/กลุ่ม

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. วิธีตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสองสี โดยวางกระดาษลิตมัสที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ 0.5 cm บนกระจกนาฬิกา แล้วใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายที่จะทดสอบ นำมาแตะที่กระดาษลิตมัส สังเกตผล

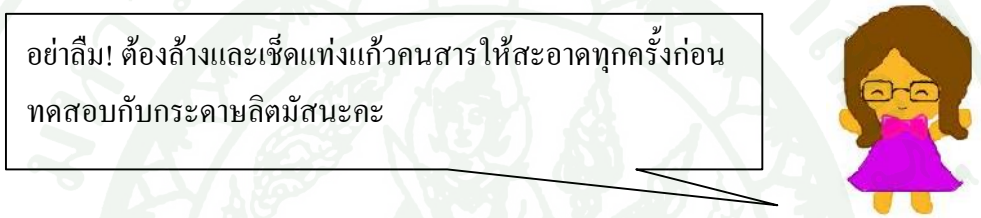
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กระจกนาฬิกาและแท่งแก้วคนสารที่ใช้ควรสะอาดและแห้ง ถ้าจะเปลี่ยนสารละลายจะต้องทำความสะอาดแท่งแก้วทุกครั้ง

วิธีการทดลอง

1. นำสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู สารเคมีล้างห้องน้ำ ยาลดกรด น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำกลั่น น้ำปูนใส และน้ำยาล้างจาน ตัวอย่างละ 5 หยดใส่ลงในถาดหลุมพลาสติก หลุมที่ 1-9 ตามลำดับ

2. ทำการทดสอบสารละลายในข้อ 1 ด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน



ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง	ผลการสังเกตได้เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
1. นมเปรี้ยว	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
2. น้ำส้มสายชู	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
3. สารเคมีล้างห้องน้ำ	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
4. ยาลดกรด	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
5. น้ำสบู่	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
6. น้ำยาเช็ดกระจก	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
7. น้ำปูนใส	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
8. น้ำยาล้างจาน	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
9. น้ำกลั่น	ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง นมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู และสารเคมีล้างห้องน้ำเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนยาลดกรด น้ำสบู่ น้ำยาเช็ดกระจก น้ำปูนใส และน้ำยาล้างจานเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และน้ำกลั่นไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี

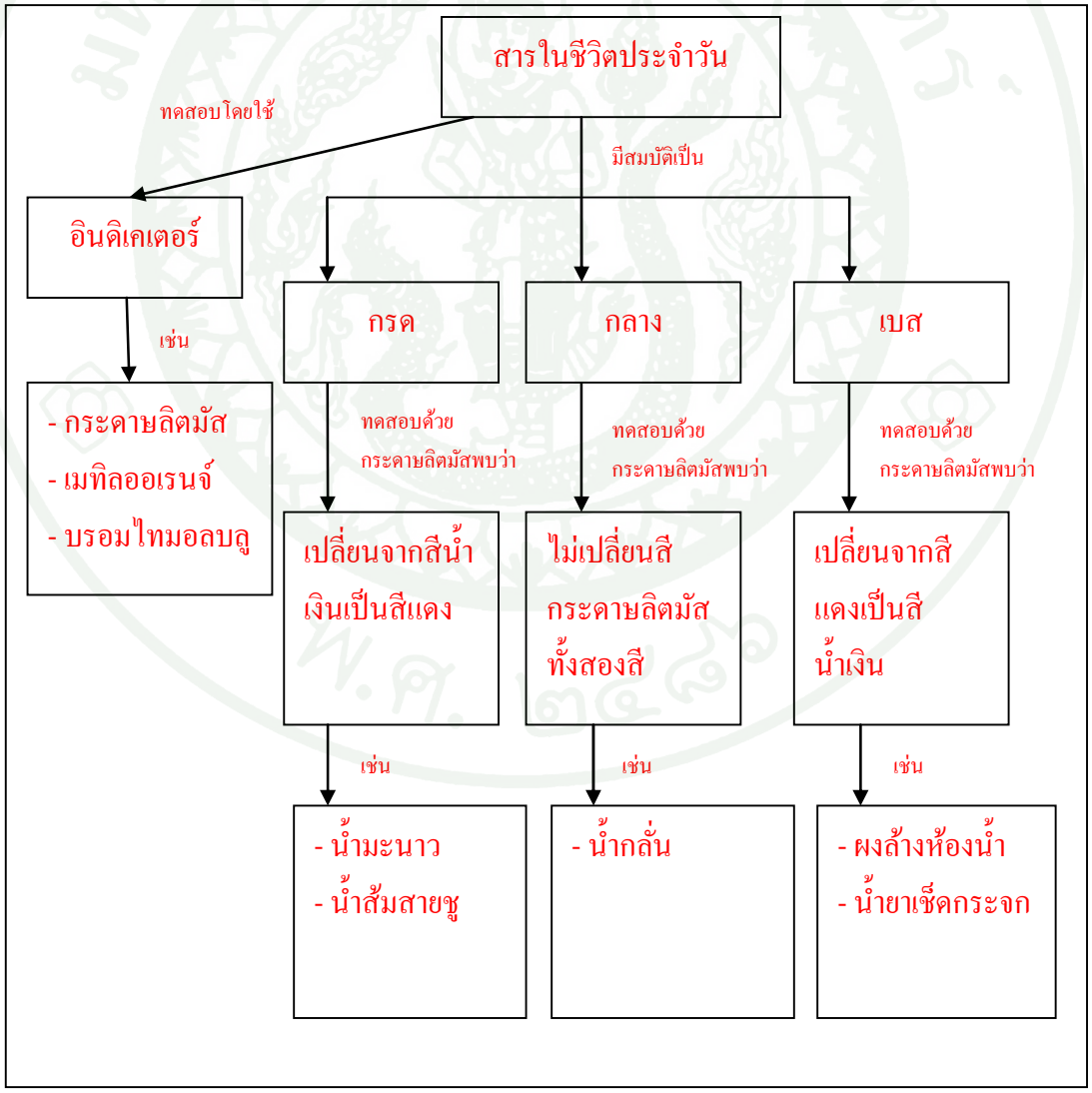
จากผลการทำกิจกรรมแสดงว่าสามารถแบ่งกลุ่มสารตัวอย่างได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง กลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นเบสจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน และกลุ่มสารที่มีสมบัติเป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 1

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสร้างผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

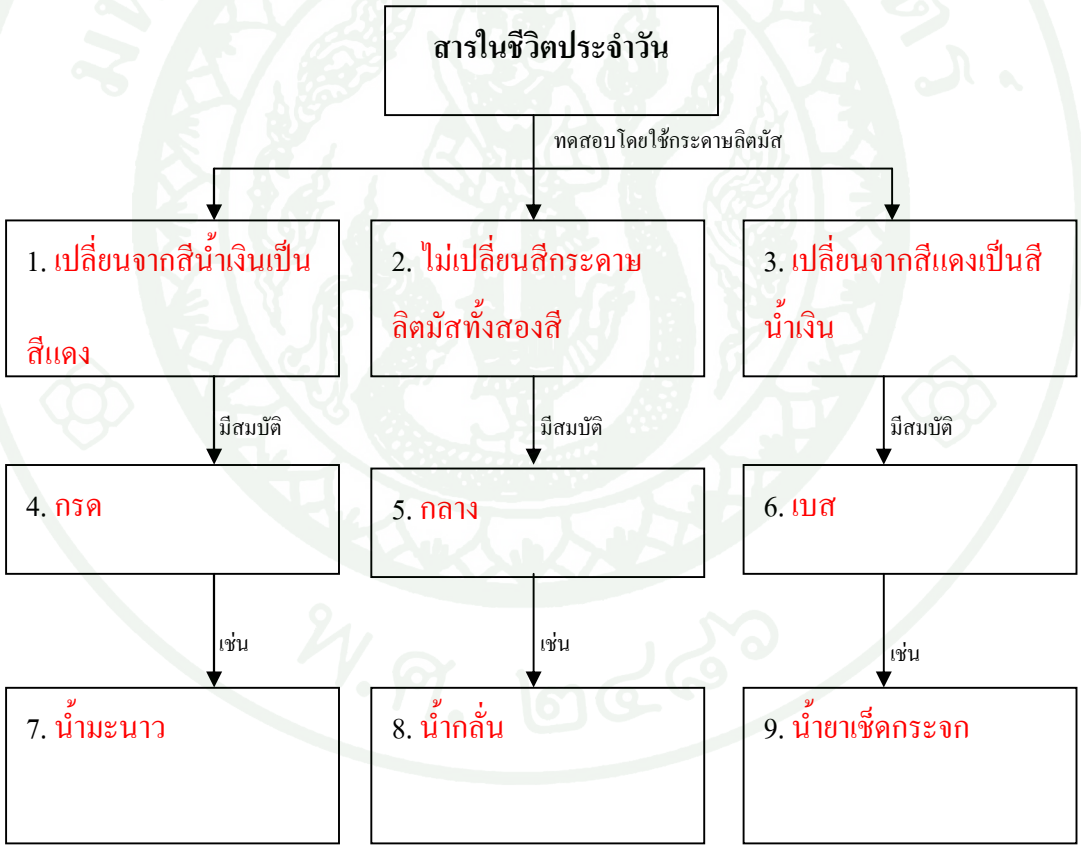


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 18 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน , มโนมติที่ 4-6 ให้มโนมติละ 2 คะแนน , มโนมติที่ 7-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สารละลายกรดและเบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส เวลา 100 นาที

---

1. สาระการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (ว 3.1 ม.1/3)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ (P)
2. อธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ (K)
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)

5. แนวคิดหลัก

กรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง นอกจากนี้กรดยังทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนตได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และเกิดการผุกร่อน แล้วกรดยังทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี ได้แก๊สไฮโดรเจนและเกิดการผุกร่อน ส่วนเบสเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แดงเป็นน้ำเงินและเบสไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะ ยกเว้นอะลูมิเนียมได้แก๊สไฮโดรเจนและเบสไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนต

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้ภาพที่ 2 ผังมโนมติเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

2. ครูนำภาพขวดแก้วที่ใช้บรรจุกรดชนิดต่าง ๆ หม้อสเตนเลสที่มีรอยสีดำและมีแกงส้มใส่อยู่ และพื้นห้องน้ำที่มีฟองฟู่หลังจากเทน้ำยาล้างห้องน้ำลงไป แล้วถามคำถามนักเรียนดังนี้

- สารที่เป็นกรดมักบรรจุในขวดแก้วเพราะอะไร
- หม้อสเตนเลสที่ใส่แกงส้มมักมีรอยสีดำเพราะอะไร
- ฟองฟู่ที่เกิดหลังจากเทน้ำยาล้างห้องน้ำ คืออะไร เพราะอะไรจึงเกิดเหตุการณ์เช่นนี้

3. ครูนำภาพขั้นตอนการผลิตสบู่อย่างง่ายที่ต้องใช้น้ำขี้เถ้าผสมน้ำมันพืช ภาพการเกิดฟองเมื่อเทน้ำปูนใสลงในหม้ออะลูมิเนียมในการทำกล้วยแช่อิ่ม แล้วถามคำถามนักเรียนดังนี้

- จากภาพการผลิตสบู่ต้องใช้สารที่มีสมบัติเป็นเบสกับน้ำมันพืชเพราะเหตุใด
- ฟองในหม้ออะลูมิเนียมเกิดจากสาเหตุใด

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) (30 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบสจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยคละระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส โดยครูใช้คำถามก่อนทำกิจกรรมดังนี้

- หลักการของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร
- กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนสังเกตอะไรเป็นสำคัญ (สังเกตความแตกต่างของสีกระดาษลิตมัสเมื่อถูกกรดหรือเบสและสังเกตการเกิดปฏิกิริยากับสารที่ใช้ในการทดลอง)
- ถ้ากรดหรือเบสหกรดร่างกายหรือเสื้อผ้าจะต้องทำอย่างไร (รีบล้างน้ำแล้วแจ้งให้ครูทราบ)

4. ครูแนะนำวิธีปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 หลีกเลี่ยงการสัมผัสกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพราะจะทำให้ระคายเคืองได้

4.2 การล้างอุปกรณ์ที่มีเศษกระดาษลิตมัส เศษโลหะ เปลือกไข่ หรือหินปูนต้องเขี่ยเศษวัสดุเหล่านั้นทิ้งในถังขยะก่อน แล้วจึงล้างอุปกรณ์ให้สะอาด เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อน้ำทิ้งอุดตัน

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและเบส โดยครูคอยควบคุมดูแลแนะนำการทดลองของนักเรียน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อนำไปสู่ผลการอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลจากการปฏิบัติกิจกรรม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ 2 เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส โดยให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่มตนเอง ซึ่งครูใช้คำถามต่อไปนี้

- ผลที่สังเกตได้เมื่อทดสอบด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้กระดาษลิตมัส เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (ให้ผลต่างกันคือสารละลายกรดไฮโดรคลอริกทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ส่วนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำให้กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน)

- เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูน โลหะสังกะสี และโลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (เกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันคือ เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูน โลหะสังกะสีและโลหะอะลูมิเนียมลงในสารลายกรดไฮโดรคลอริกจะมีฟองแก๊สและความร้อนเกิดขึ้นและเปลือกไข่หรือหินปูน โลหะสังกะสีและโลหะอะลูมิเนียมกร่อน

- เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูน โลหะสังกะสี และโลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูนและโลหะสังกะสีลงในสารลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงแต่เมื่อใส่โลหะอะลูมิเนียมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะเกิดฟองแก๊สและความร้อนเกิดขึ้น อะลูมิเนียมกร่อน)

- เมื่อใส่สังกะสีลงไปในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเหมือนหรือแตกต่างกับเมื่อใส่สังกะสีลงไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (แตกต่างกัน เมื่อใส่สังกะสีลงไปในสารละลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรดไฮโดรคลอริก ทำให้เกิดฟองแก๊ส การผุกร่อนของสังกะสีและมีความร้อนเกิดขึ้น ส่วนเมื่อใส่สังกะสีลงไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่าไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง)

- เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูนลงไปในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเหมือนหรือแตกต่างกับเมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูนลงไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (แตกต่างกัน เมื่อใส่เปลือกไข่หรือหินปูนลงไปในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ทำให้เกิดฟองแก๊ส การผุกร่อนของสังกะสีและมีความร้อนเกิดขึ้น ส่วนเมื่อเปลือกไข่หรือหินปูนลงไปในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พบว่าไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง)

- ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (กรดไฮโดรคลอริกเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ หินปูน โลหะสังกะสี และ โลหะอะลูมิเนียมเกิดความร้อน ฟองแก๊ส และสารที่ทดสอบร่วมกร่อน ส่วนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียมเกิดความร้อน ฟองแก๊ส และอะลูมิเนียมกร่อนแต่ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง เมื่อทดสอบด้วยเปลือกไข่ หินปูน และโลหะสังกะสี)

3. ครูเชื่อมโยงความรู้จากการอภิปรายมาตอบคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

- กรดและเบสมีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร (กรดและเบสมีสมบัติทางเคมีต่างกัน เช่น การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส และกรดทำปฏิกิริยากับโลหะ เกิดฟองแก๊สและความร้อน ทำให้โลหะกร่อน ส่วนเบสไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีและหินปูน)

- อธิบายและยกตัวอย่างจากผลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น จะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร (ตัวอย่างปฏิกิริยาของกรดกับหินปูน เกิดฟองแก๊สและหินปูนกร่อน แต่เบสไม่ทำปฏิกิริยากับหินปูน ดังนั้น การทำความสะอาดห้องน้ำ ควรใช้สารที่มีสมบัติเป็นเบสเพราะจะไม่ทำให้หินปูนยาแนวรอยต่อของกระเบื้องผุกร่อน และทำให้กระเบื้องหลุดได้)

- นักเรียนจะนำเสนอข้อควรระมัดระวังในการใช้สารละลายกรดและเบสได้อย่างไร (จากผลการทำกิจกรรม ควรระมัดระวังการใช้กรดและเบส ทั้งหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เช่นไม่ใช้ภาชนะที่ทำด้วยโลหะอะลูมิเนียมใส่สารที่มีสมบัติเป็นกรดและเบส เพราะจะทำให้ภาชนะสึกกร่อน และอาหารที่อยู่ในภาชนะอาจมีโลหะปนได้)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงคำที่แสดงมโนมติจากใบความรู้เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและเบสดังนี้

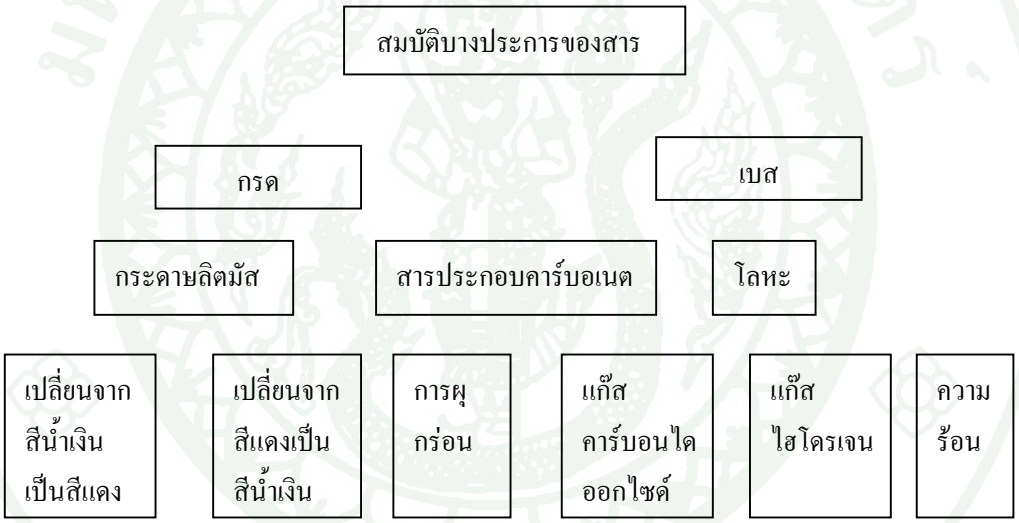
1.1 ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากใบความรู้เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบสได้แก่คำว่า สมบัติบางประการของสาร กรด เบส กระดาษลิตมัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน สารประกอบคาร์บอเนต โลหะ แก๊สไฮโดรเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ความร้อน การผุกร่อน ถ้านักเรียนระบุไม่ครบหรือไม่ชัดเจน ครูใช้คำถามที่นำไปสู่มโนมติที่สำคัญเหล่านั้น และให้นักเรียนเขียนมโนมติที่สำคัญใส่ในแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมขนาด 5 cm x 10 cm

1.2 ให้นักเรียนในกลุ่มจัดเรียงลำดับมโนมติ และจัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กัน โดยการเคลื่อนย้ายแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 3 โดยครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามโนมติใดมีความหมายครอบคลุมมากที่สุด และรองลงไป คือ มโนมติใด (สมบัติบางประการของสารเป็นคำมโนมติที่ครอบคลุมมากที่สุด รองลงไปคือ กรดและเบส)



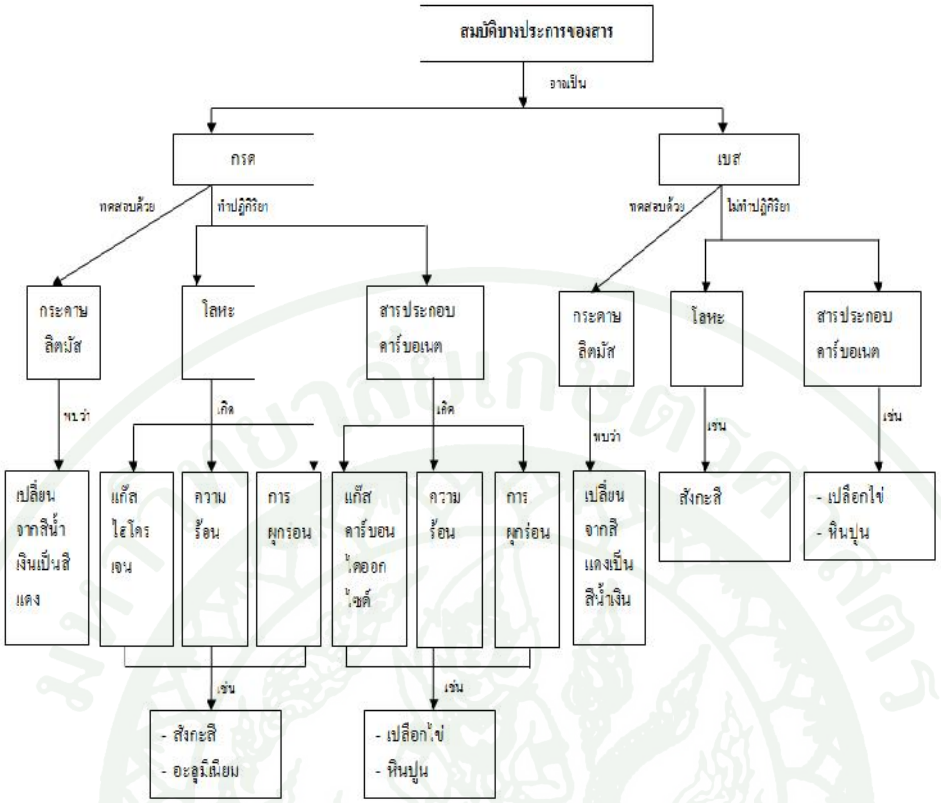
ภาพผนวกที่ 3 การจัดเรียงลำดับมโนมติ เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

1.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนมติเข้าด้วยกัน

1.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ ด้วยเส้นเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงมีความเฉพาะ แล้วจึงเขียนลงในสมุดบันทึก

1.5 ครูนำอภิปรายสรุปด้วยผังมโนมติ โดยคัดเลือกผังมโนมติที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อเสนอแนะให้มีความตรงตามเนื้อหา และใช้ผังมโนมติ ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 4 ที่ครูเตรียมมาสรุปบทเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 4 ผังมโนมติ เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อกรดทำปฏิกิริยากับโลหะคือแก๊สไฮโดรเจน และฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเมื่อกรดทำปฏิกิริยากับหินปูนคือแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดยังทำปฏิกิริยากับสารประกอบจำพวกคาร์บอเนตและไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อีกด้วย เช่น เปลือกไข่ หินอ่อน หรือดินสอพอง ส่วนสารละลายเบสจะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะส่วนใหญ่ เช่น สังกะสี และสารประกอบคาร์บอเนต

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเบสสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะบางชนิดได้แก๊สลักษณะเดียวกับกรด คือ แก๊สไฮโดรเจน และเมื่อเบสทำปฏิกิริยากับสารพวกไขมัน คือ น้ำมันสัตว์และน้ำมันพืชจะได้สารที่มีลักษณะลื่นมือหรือสบู่นั่นเอง

4. ครูยกตัวอย่างเบสที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำปูนใส ผงฟู หรือน้ำขี้เถ้าที่สามารถนำมาบริโภคได้ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) ที่มีฤทธิ์รุนแรงที่มักใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และไม่สามารถนำมาบริโภคได้ การใช้สารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง เก็บรักษาอย่างถูกวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) (20 นาที)

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น
   - ถ้านักเรียนทำกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นหยดลงบนหินปูนจะเกิดอะไรขึ้น เพราะอะไร
   - ถ้านักเรียนต้องการเทแบ่งกรดจากขวดบรรจุขนาดใหญ่ นักเรียนจะใช้อะไรเป็นภาชนะ เพราะอะไร (แก้ว กระเบื้องเคลือบเพราะไม่ทำปฏิกิริยากับกรด)
   - ยกตัวอย่างสารที่มีสมบัติเป็นกรด เบสและกลางในชีวิตประจำวันของนักเรียน
   - ถ้านักเรียนทำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นหยดลงบนหม้ออะลูมิเนียมจะเกิดอะไรขึ้น เพราะอะไร
   - สารที่เป็นกรดนอกจากเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสแล้วกรดยังมีสมบัติอื่นอีกหรือไม่อย่างไร (กรดมีรสเปรี้ยว ทำปฏิกิริยากับหินปูนเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)
2. ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาเขียนผังมโนมติเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบสในแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3 และแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4
3. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3 และแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4 ตามเวลาที่กำหนด
4. ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบสส่งในสัปดาห์ถัดไป

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพผังมโนมติเรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน
2. ภาพขวดแก้วที่ใช้บรรจุกรดชนิดต่าง ๆ
3. ภาพหม้อสเตนเลสที่มีรอยสีดำและมีแกงส้มใส่อยู่
4. ภาพพื้นห้องน้ำที่มีฟองฟู่
5. ภาพขั้นตอนการผลิตสบู่อย่างง่าย
6. ภาพการเกิดฟองเมื่อเทน้ำปูนใสลงในหม้ออะลูมิเนียม
7. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีตามใบกิจกรรมที่ 2
8. ใบกิจกรรมที่ 2
9. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3
10. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	หลักฐาน	วิธีการวัดและประเมิน
1. ทดลองสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 2	ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 2)
2. อธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิดได้ (K)	1. ใบกิจกรรมที่ 2 2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 3. บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	1. ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 2, บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน) 2. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)	1. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3 2. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4	ครูตรวจแบบฝึกการเขียนผังมโนมติของนักเรียน
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการสอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวสุริสา ไวแสน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

ในชีวิตประจำวันเราคุ้นเคยกับสารที่มีสมบัติเป็นกรดบางชนิดซึ่งมีรสเปรี้ยว เช่น น้ำส้มสายชูมีกรดแอซีติก น้ำมะนาวมีกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบ กรดเหล่านี้เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง นอกจากนี้กรดยังทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่หรือหินปูนได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาแบบเดียวกับที่ฝนกรดกัดกร่อนพื้นผิววัสดุและอาคารที่สร้างด้วยหินปูน หินอ่อน ทำให้เกิดการสึกกร่อนรวมทั้งการที่สารทำความสะอาดที่มีสมบัติเป็นกรดทำปฏิกิริยากับพื้นกระเบื้องหรือหินอ่อน แล้วทำให้พื้นสึกกร่อน กรดทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี ได้แก๊สไฮโดรเจน

สมบัติบางประการของสารซึ่งเป็นสมบัติทางเคมีของกรดและเบสได้แก่ สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี อะลูมิเนียม เปลือกไข่ หินปูน เกิดฟองแก๊สมีความร้อนเกิดขึ้นและสารที่ทำปฏิกิริยากร่อน ส่วนสารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินจะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีและเปลือกไข่หรือหินปูนซึ่งจะสังเกตว่าไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง แต่ทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียมให้ฟองแก๊สมีความร้อนเกิดขึ้นและทำให้อะลูมิเนียมกร่อน

เมื่อกรดทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่หรือหินปูน ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์บอเนต จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ดังปฏิกิริยา

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

แคลเซียมคาร์บอเนต กรดไฮโดรคลอริก แคลเซียมคลอไรด์ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

โลหะส่วนใหญ่ทำปฏิกิริยากับกรดแล้วได้แก๊สไฮโดรเจน ยกเว้นโลหะบางชนิด เช่น ทองคำ เงิน ทองคำขาว ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดทั่วไป แต่จะทำปฏิกิริยากับกรดกัดทอง (กรดไนตริกเข้มข้น 1 ส่วนผสมกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 ส่วน) แต่โลหะส่วนใหญ่ไม่ทำปฏิกิริยากับเบส

ตัวอย่างปฏิกิริยาระหว่างกรดกับโลหะสังกะสีสามารถแสดงได้ดังสมการ

$$Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

สังกะสี กรดไฮโดรคลอริก ซิงก์คลอไรด์ แก๊สไฮโดรเจน

โลหะบางชนิดเช่น อะลูมิเนียม สามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกรดและเบส แล้วได้แก๊สไฮโดรเจน ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$2Al + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$$

อะลูมิเนียม กรดไฮโดรคลอริก อะลูมิเนียมคลอไรด์ แก๊สไฮโดรเจน

$$2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2$$

อะลูมิเนียม โซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำ โซเดียมอะลูมิเนต แก๊สไฮโดรเจน

แก๊สไฮโดรเจนจากปฏิกิริยาระหว่างอะลูมิเนียมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ไปบรรจุทำลูกโป่งสวรรค์ควรระมัดระวังไม่ให้ลูกโป่งถูกความร้อน เพราะแก๊สไฮโดรเจนติดไฟง่ายและอาจเกิดระเบิดได้ง่าย

กรดทำปฏิกิริยากับสารประกอบคาร์บอเนตเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ตรวจสอบสมบัติได้โดยนำไปผ่านน้ำปูนใส ถ้าเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้น้ำปูนใส (สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์: $Ca(OH)_2$) ขุ่น ส่วนแก๊สไฮโดรเจนตรวจสอบสมบัติได้โดยทดสอบด้วยเปลวไฟจากไม้ขีด ถ้าเป็นแก๊สไฮโดรเจนจะติดไฟและอาจเกิดเสียงดังเล็กน้อย

น้ำยาล้างห้องน้ำ (น้ำยาล้างเครื่องสุขภัณฑ์) ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นกรด แต่มีบางชนิดมีสมบัติเป็นเบส เพราะมีแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบ และบางชนิดเป็นผงขัดพวกแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น

ฉลากข้างขวดสารเคมีควรมีเครื่องหมายแสดงอันตรายติดอยู่ เพื่อเป็นสัญลักษณ์เตือนให้ผู้ใช้ระมัดระวังและหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะทำให้เกิดอันตราย ควรแนะนำให้นักเรียนทราบถ้าใช้สารที่เกี่ยวข้องและมีเครื่องหมายเหล่านี้

ตัวอย่างการนำความรู้สมบัติสารละลายกรดและสารละลายเบสไปใช้ประโยชน์ เช่นจากผลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ดังนี้

กรดทำปฏิกิริยากับหินปูนซึ่งเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ทำให้เกิดฟองแก๊สและเกิดการผุกร่อน เมื่อใช้น้ำยาล้างห้องน้ำที่มีกรดเป็นส่วนประกอบ จึงต้องระมัดระวังอย่าราดน้ำยาดังกล่าวบนพื้นกระเบื้องเคลือบหรือหินอ่อน ซึ่งมีคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบแล้วทิ้งไว้ให้สะอาดเอง แต่ควรสวมถุงมือยางแล้วใช้เศษผ้าชุบน้ำยาเช็ดถูตรงบริเวณที่สกปรกมาก ๆ แล้วรีบล้างด้วยน้ำทันที

กรดทำปฏิกิริยากับโลหะทำให้โลหะผุกร่อน ดังนั้น จึงต้องระมัดระวังการนำภาชนะที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบมาใส่อาหารที่เป็นกรด เช่น แกงส้ม ต้มยำ เป็นต้น

จากความรู้เรื่องสมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส อาจจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น นำกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 3 mol/dm^3 ไปกัดพื้นผิวหินอ่อนให้เกิดลวดลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เช่น ใช้ทำป้ายเลขที่บ้านหรือป้ายอาคาร หรือนำอะลูมิเนียมมาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อเตรียมแก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

ควรเก็บสารละลายกรดและสารละลายเบสไว้ในภาชนะที่ทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดและเบส เช่น สารละลายกรดใส่ในภาชนะแก้ว สารละลายเบสใส่ในภาชนะพลาสติกที่ทำด้วยพอลีเอทีลีน เป็นต้น

ถ้าน้ำฝนมี pH น้อยกว่า 5.6 จะส่งผลต่อสภาพแวดล้อม คือ เป็นกรดจะกัดกร่อนพื้นผิววัสดุและอาคารที่สร้างด้วยหินอ่อน หินปูน หรือเหล็ก รวมทั้งยานพาหนะที่ทำด้วยเหล็กเกิดการสึกกร่อน ผุเร็วกว่าที่ควร นอกจากนี้ ฝนกรดจะไปทำลายคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ในใบไม้ ทำให้พืชสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้ ถ้าฝนกรดตกลงมาและสะสมในแหล่งน้ำจะทำให้สัตว์น้ำตาย หรือถ้าน้ำฝนนี้สะสมอยู่ในดินจะทำให้ดินมีสมบัติเป็นกรด ซึ่งไม่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเหล่านั้นตายได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ ……..

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและอธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิด
2. อธิบายผลของปฏิกิริยาของสารละลายกรด สารละลายเบสกับสารบางชนิด

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 cm^3/กลุ่ม
3. โลหะสังกะสีและโลหะอะลูมิเนียมขนาด 0.5 x 0.5 cm อย่างละ 2 ชิ้น/กลุ่ม
4. เปลือกไข่หรือหินปูน 6 ชิ้น/กลุ่ม
5. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
6. กระดาษทรายละเอียด
7. กระจกนาฬิกา 1 อัน/กลุ่ม
8. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน/กลุ่ม
9. หลอดทดลองขนาดกลาง 8 หลอด/กลุ่ม
10. ที่วางหลอดทดลอง 1 อัน/กลุ่ม

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. หลีกเลี่ยงการสัมผัสกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพราะจะทำให้ระคายเคืองได้
2. การล้างอุปกรณ์ที่มีเศษกระดาษลิตมัส เศษโลหะ เปลือกไข่ หรือหินปูนต้องเขี่ยเศษวัสดุเหล่านั้นทิ้งในถังขยะก่อน แล้วจึงล้างอุปกรณ์ให้สะอาด เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อน้ำทิ้งอุดตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) เจือจางลงในหลอดทดลองขนาดกลาง หลอดที่ 1-4 จำนวน 4 หลอด หลอดละ 2 cm^3

2. ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายในหลอดที่ 1 บันทึกผล

3. ใส่เปลือกไข่หรือหินปูน 2-3 ชิ้น ลงในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

4. ใส่สังกะสีขนาด 0.5 x 0.5 cm^2 ลงในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

5. ใส่อะลูมิเนียมขนาด 0.5 x 0.5 cm^2 ลงในหลอดทดลองที่ 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

6. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) เจือจางแทน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อทดสอบ			
	กระดาษลิตมัส	เปลือกไข่หรือหินปูน	โลหะสังกะสี	โลหะอะลูมิเนียม
กรดไฮโดรคลอริก				
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์				

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินผังมโนมติ

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3

สามารถระบุมโนมติหลักในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 3 คะแนน

สามารถระบุมโนมติรองในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 2 คะแนน

สามารถระบุมโนมติย่อย หรือยกตัวอย่างประกอบในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนมโนมติละ 1 คะแนน

สามารถเชื่อมโยงมโนมติระหว่างกลุ่มคำ โดยใช้เส้นเชื่อมโยงคำหรือกลุ่มคำในแผนผังมโนมติได้ถูกต้อง ให้คะแนนการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มคำละ 1 คะแนน

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4

คะแนนมโนมติทั้งหมด 16 คะแนน

มโนมติที่ 1-8 ให้มโนมติละ 2 คะแนน โดยผังมโนมติจะต้องจำเพาะกับหมายเลข

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70-79 ขึ้นไป	ระดับ ดี
ร้อยละ 60-69	ระดับ พอใช้
ต่ำกว่าร้อยละ 60	ระดับ ควรปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสร้างผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน ซึ่งกำหนดคำมโนมติให้ดังต่อไปนี้

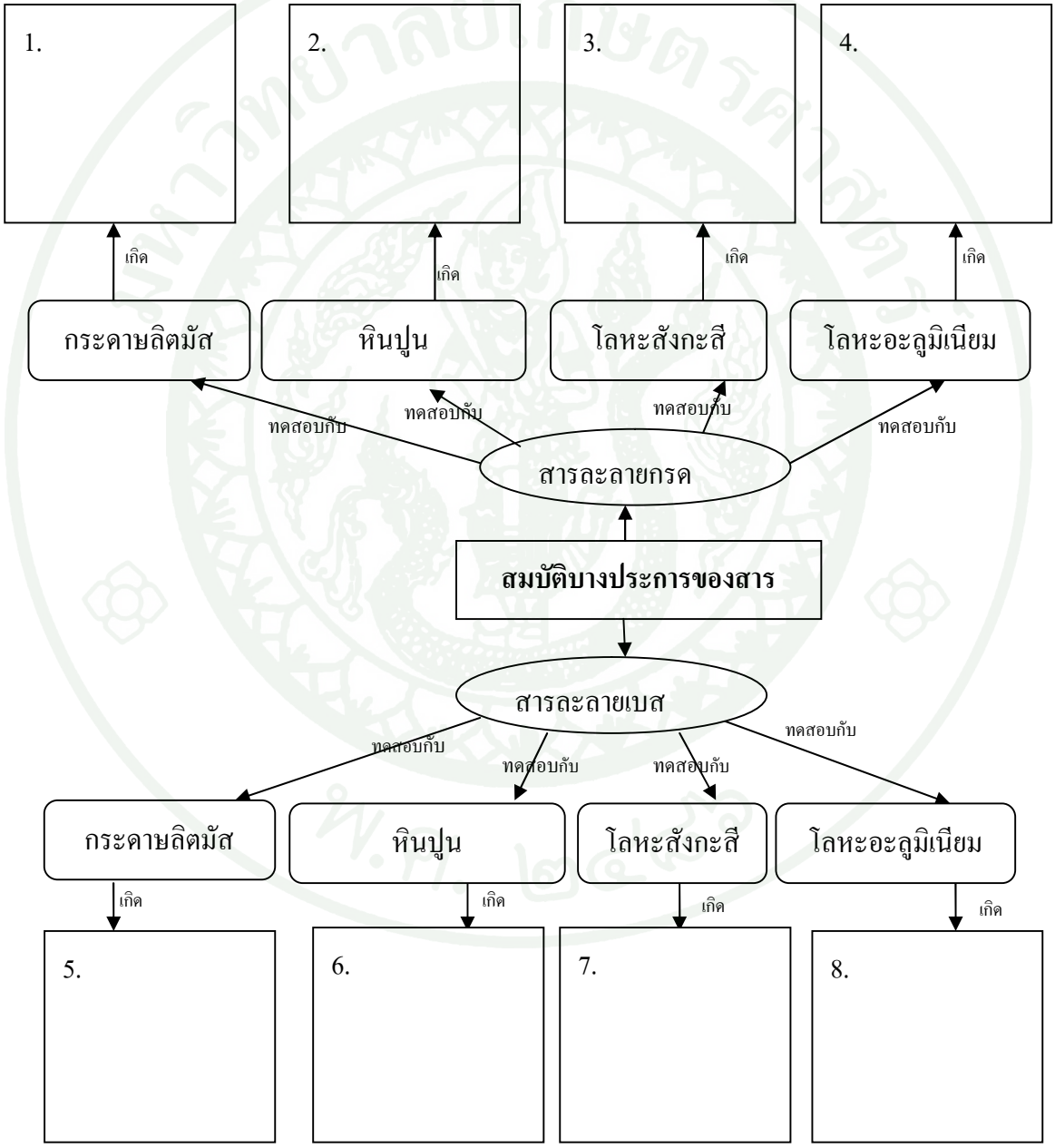
สมบัติบางประการของสาร	กรด	เบส	เปลือกไข่
หินปูน	โลหะ	สังกะสี	อะลูมิเนียม
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ความร้อน	การผุกร่อน	แก๊สไฮโดรเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 16 คะแนน

มโนมติที่ 1-8 ให้มโนมติละ 2 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ ……..

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและอธิบายสมบัติทางเคมีของสารละลายกรดและสารละลายเบสโดยทำปฏิกิริยากับสารบางชนิด
2. อธิบายผลของปฏิกิริยาของสารละลายกรด สารละลายเบสกับสารบางชนิด

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 cm^3/กลุ่ม
3. โลหะสังกะสีและโลหะอะลูมิเนียมขนาด 0.5 x 0.5 cm อย่างละ 2 ชิ้น/กลุ่ม
4. เปลือกไข่หรือหินปูน 6 ชิ้น/กลุ่ม
5. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
6. กระดาษทรายละเอียด
7. กระจกนาฬิกา 1 อัน/กลุ่ม
8. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน/กลุ่ม
9. หลอดทดลองขนาดกลาง 8 หลอด/กลุ่ม
10. ที่วางหลอดทดลอง 1 อัน/กลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. หลีกเลี่ยงการสัมผัสกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพราะจะทำให้ระคายเคืองได้

2. การล้างอุปกรณ์ที่มีเศษกระดาษลิตมัส เศษโลหะ เปลือกไข่ หรือหินปูนต้องเขี่ยเศษวัสดุเหล่านั้นทิ้งในถังขยะก่อน แล้วจึงล้างอุปกรณ์ให้สะอาด เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อน้ำทิ้งอุดตัน

วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) เจือจางลงในหลอดทดลองขนาดกลางหลอดที่ 1-4 จำนวน 4 หลอด หลอดละ 2 cm^3

2. ใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายในหลอดที่ 1 บันทึกผล

3. ใส่เปลือกไข่หรือหินปูน 2-3 ชิ้น ลงในหลอดทดลองที่ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

4. ใส่สังกะสีขนาด 0.5 x 0.5 cm^2 ลงในหลอดทดลองที่ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

5. ใส่อะลูมิเนียมขนาด 0.5 x 0.5 cm^2 ลงในหลอดทดลองที่ 4 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

6. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 1-5 แต่เปลี่ยนจากสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) เจือจางแทน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	ผลที่สังเกตได้เมื่อทดสอบ			
	กระดาษลิตมัส	เปลือกไข่ หรือหินปูน	โลหะสังกะสี	โลหะ อะลูมิเนียม
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง	มีฟองแก๊สและความร้อนเกิดขึ้น เปลือกไข่หรือหินปูนกร่อน	มีฟองแก๊สและความร้อนเกิดขึ้น สังกะสีกร่อน	มีฟองแก๊สและความร้อน เกิดขึ้น อะลูมิเนียมกร่อน
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน	ไม่เห็นเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นเปลี่ยนแปลง	มีฟองแก๊สและความร้อน เกิดขึ้น อะลูมิเนียมกร่อน

สรุปผลการทดลอง

กรดไฮโดรคลอริกเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ทำปฏิกิริยากับเปลือกไข่ หินปูน โลหะสังกะสี และโลหะอะลูมิเนียมเกิดความร้อน ฟองแก๊ส และสารที่ทำปฏิกิริยากร่อน ส่วนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียมเกิดความร้อน ฟองแก๊ส และอะลูมิเนียมกร่อนแต่ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง เมื่อทดสอบด้วยเปลือกไข่ หินปูน และโลหะสังกะสี

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีสมบัติเป็นกรด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติเป็นเบส

2. สมบัติทางเคมีของกรดและเบสได้แก่ สารละลายกรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น สังกะสี อะลูมิเนียม และเปลือกไข่หรือหินปูน เกิดฟองแก๊สมีความร้อนเกิดขึ้นและสารที่ทำปฏิกิริยากร่อน ส่วนสารละลายเบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินจะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีและเปลือกไข่หรือหินปูนแต่ทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียมให้ฟองแก๊สมีความร้อนเกิดขึ้นและทำให้อะลูมิเนียมกร่อน

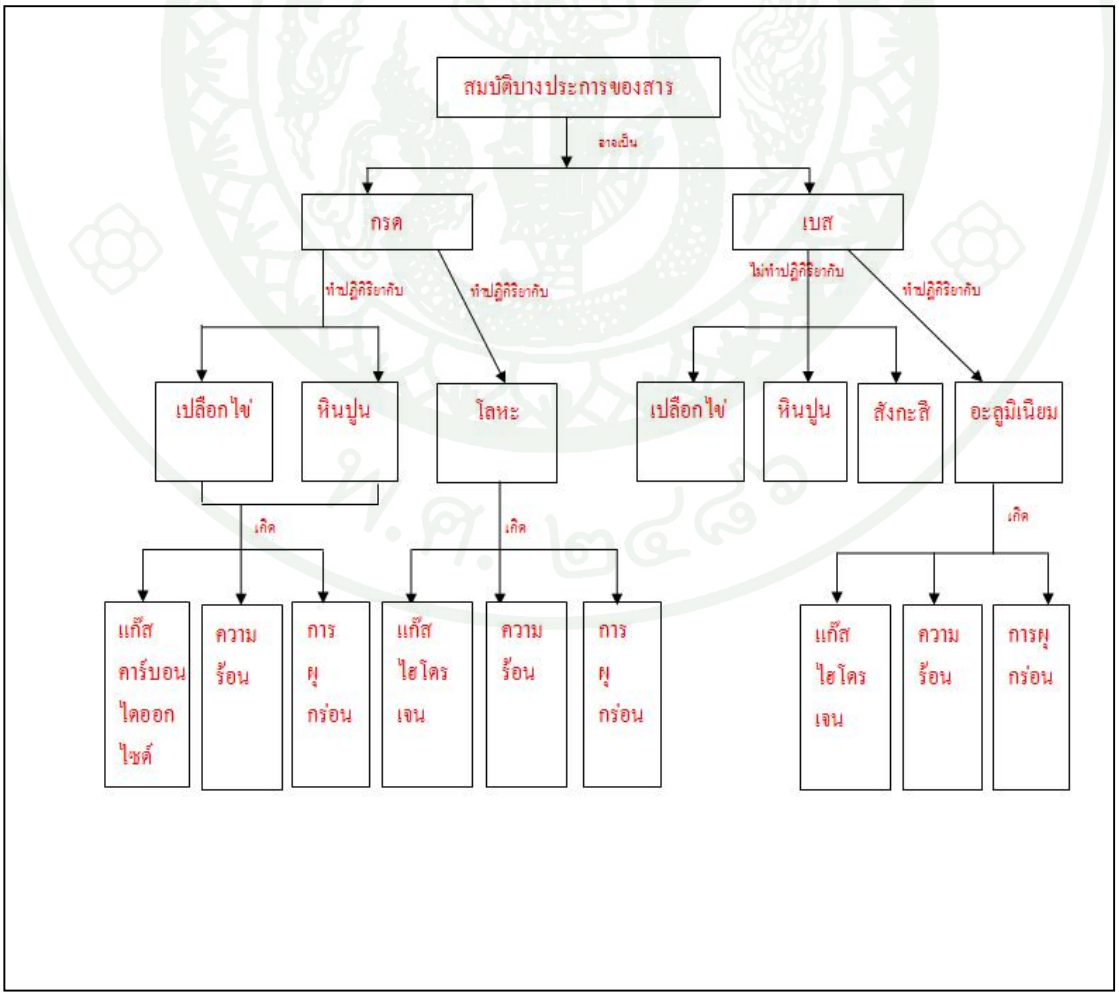
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 3

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสร้างผังมโนมติ เรื่องทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน ซึ่งกำหนดคำมโนมติให้ดังต่อไปนี้

สมบัติบางประการของสาร	กรด	เบส	เปลือกไข่
หินปูน	โลหะ	สังกะสี	อะลูมิเนียม
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	ความร้อน	การผุกร่อน	แก๊สไฮโดรเจน

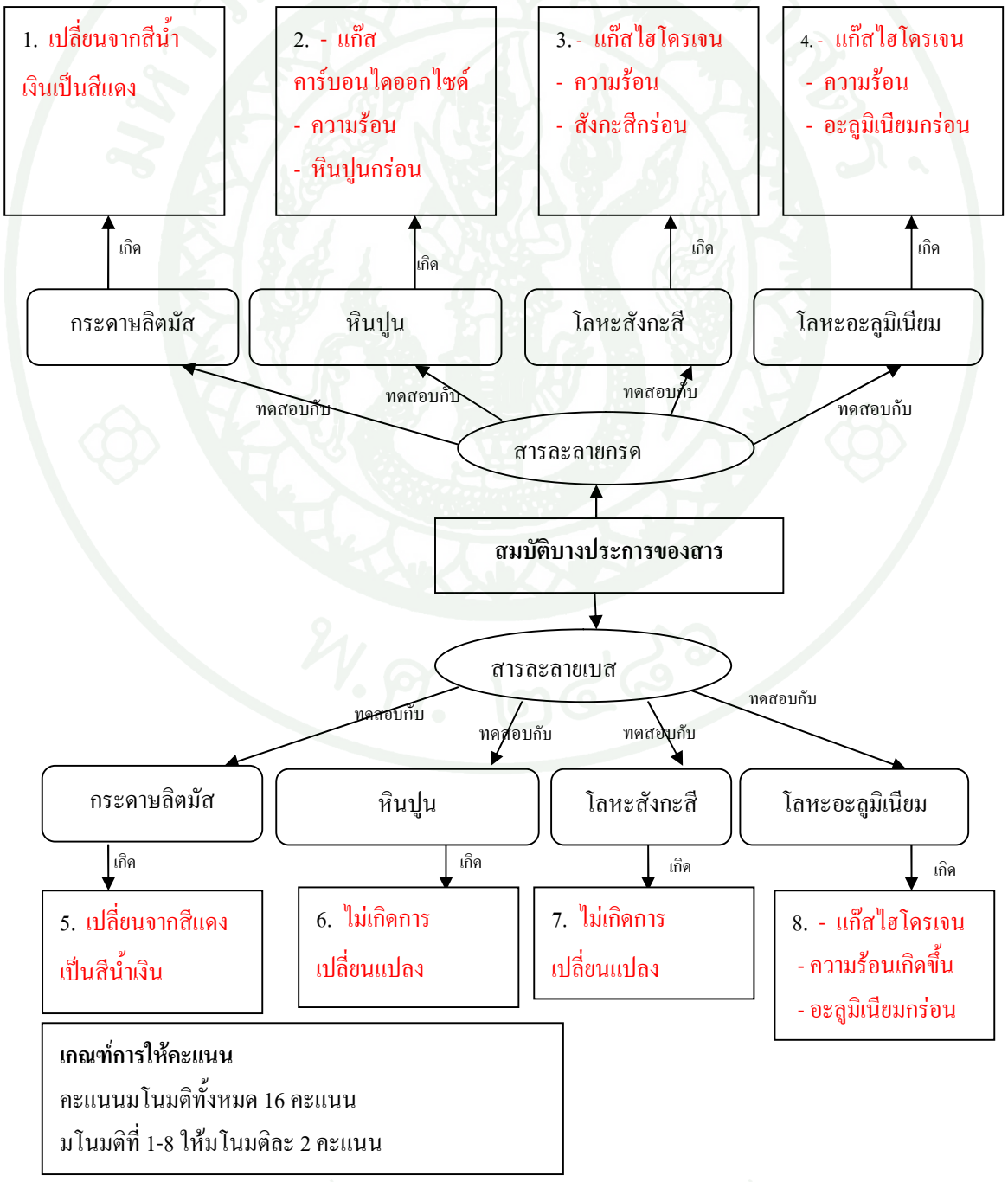


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 16 คะแนน

มโนมติที่ 1-8 ให้มโนมติละ 2 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สารละลายกรดและเบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย เวลา 100 นาที

---

1. สาระการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (ว 3.1 ม.1/3)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสชนิดต่างๆ และสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิดได้ (P)
2. อธิบายเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดและสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบสได้ (K)
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)

5. แนวคิดหลัก

นอกจากกระดาษลิตมัสจะใช้ตรวจสอบสมบัติความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายแล้วยังมีสารอีกหลายชนิดที่ใช้ตรวจสอบสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้ เช่น บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สารเหล่านี้จัดเป็นอินดิเค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เตอร์สำหรับกรดและเบส (acid-base indicator) ผลการตรวจสอบสมบัติของสารหลายชนิดด้วยกระดาษลิตมัสและอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ สามารถบอกได้เพียงว่าสารนั้นเป็นกรดหรือเบสเท่านั้น ยังไม่สามารถระบุได้ว่าสารละลายชนิดใดเป็นกรด-เบสมากกว่ากัน นอกจากนี้สารชนิดเดียวกัน เมื่อตรวจสอบสมบัติด้วยอินดิเคเตอร์เดียวกัน อาจได้ผลแตกต่างกันด้วย

อินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเปลี่ยนสีที่ pH ช่วงใดช่วงหนึ่งเท่านั้น และอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเปลี่ยนสีที่ pH ต่างกัน การใช้อินดิเคเตอร์เพียงชนิดเดียวตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายจึงบอกค่าได้เป็นช่วงของ pH เท่านั้น ต่างจากยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่เปลี่ยนสีทุกช่วงค่าของ pH จึงใช้ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์บอกค่า pH ได้ตั้งแต่ 1-14 ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เตรียมได้โดยนำอินดิเคเตอร์หลายชนิด เช่น เมทิลเรด เมทิลเยลโลว์ ไทมอลบลู บรอมไทมอลบลู มาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ที่เตรียมได้สามารถนำมาใช้ได้ทั้งในรูปของสารละลายและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

นอกจากสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แล้ว เรายังสามารถใช้เครื่องมือวัด pH ที่เรียกว่า pH meter ตรวจสอบ pH ของสารละลายได้อีกด้วย

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้ภาพผนวกที่ 4 ผังมโนมติ เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบสแล้วถามนักเรียนว่า นอกจากกระดาษลิตมัสแล้ว เราสามารถใช้สารใดในการทดสอบความเป็นกรดและเบสของสารได้อีกบ้าง (สารละลายบรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และสารสกัดสีจากพืชบางชนิด)

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบของคำถาม โดยครูชี้แนะและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าอินดิเคเตอร์เป็นสารที่ใช้วัดความเป็นกรด-เบสของสารละลายซึ่งมีอยู่หลายชนิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องอินดิเคเตอร์

3. ครูอธิบายความหมายของอินดิเคเตอร์ และยกตัวอย่างอินดิเคเตอร์ชนิดต่าง ๆ ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลงไป และแต่ละชนิดก็จะมีช่วงของการเปลี่ยนแปลงสีที่แตกต่างกัน และยกตัวอย่างสารที่เป็นกรด (น้ำมะนาว นมเปรี้ยว) หรือเบส (น้ำสบู่ น้ำปูนใส) และอินดิเคเตอร์ (สารละลายบรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด เมทิลออเรนจ์ ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์) แล้วถามว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ถ้าทดสอบด้วยสารละลายบรอมไทมอลบลู น้ำมะนาวจะมีการเปลี่ยนสีลักษณะใด (สีเหลือง)

- ถ้าทดสอบด้วยสารละลายเมทิลเรด น้ำปูนใส จะมีการเปลี่ยนสีในลักษณะใด (สีเหลือง)

4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) (30 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยคละระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย โดยครูใช้คำถามก่อนทำกิจกรรมดังนี้

- หลักการของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร

- กิจกรรมนี้ต้องการให้นักเรียนสังเกตอะไรเป็นสำคัญ (สังเกตการณ์เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เมื่อหยดอินดิเคเตอร์ลงไปในสารละลาย)

- กิจกรรมนี้ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายอย่างไร (1. ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบ 2. สังเกตการณ์เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ 3. สังเกตการณ์เปลี่ยนสีของสารละลายสีสกัดจากพืช)

4. ครูแนะนำวิธีปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

- ล้างจานหลุมพลาสติกทุกครั้งที่เปลี่ยนสารละลายในการตรวจสอบ

- ใช้หลอดหยดที่สะอาดในการดูดสารทุกครั้ง

- สารละลายอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดใช้จำนวน 2-3 หยด

- วิธีการสกัดสีของดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง ทำได้โดยเด็ดดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง แล้วหั่นหรือบด เติมน้ำร้อนลงไปจนท่วม รอจนน้ำเป็นสีน้ำเงิน (ดอกอัญชัน) หรือสีม่วง (กะหล่ำปลีสีม่วง) แล้วนำน้ำที่ได้ใส่ขวดแก้วขนาดเล็กแล้วนำไปทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารที่สกัดได้จากดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมจากใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย โดยครูคอยควบคุมดูแลแนะนำการทดลองของนักเรียน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อนำไปสู่ผลการอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย ซึ่งครูใช้คำถามต่อไปนี้

- สีของอินดิเคเตอร์ก่อนและหลังทำกิจกรรมมีสีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- สารแต่ละชนิดทำให้อินดิเคเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงสีลักษณะใดบ้าง
- ผลจากทำกิจกรรมสามารถแบ่งสารละลายออกเป็นกี่กลุ่ม ลักษณะใด
- ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์บอกค่า pH เท่าใดบ้าง สำหรับสารแต่ละชนิด (ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (ทั้งที่อยู่ในรูปสารละลายและที่เป็นกระดาษชุบสารละลาย) ใช้ระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ในลักษณะเป็นค่า pH ของสารละลาย ตั้งแต่ 1-14 ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงความเป็นกรด-เบส ดังนี้ สารละลายที่มีค่า pH 7 จะมีสมบัติเป็นกลาง สารละลายที่มีค่า pH น้อยกว่า 7 จะมีสมบัติเป็นกรด สารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 จะมีสมบัติเป็นเบส)
- ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (1. อินดิเคเตอร์สามารถบอกค่า pH ของสารได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อค่า pH เปลี่ยนแปลง บรอมไทมอลบลู เมทิลเรด เมทิลอออเรนจ์ สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน จะบอกได้เป็นแค่ช่วงค่า pH ของสารเท่านั้น แต่ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์สามารถบอกค่า pH ได้ละเอียดมากกว่า 2. สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรดและเบสของสารตัวอย่างแต่ละชนิด จะให้สีของสารละลายในกรดและเบสต่างกัน สามารถใช้สีของสารละลายที่หยดอินดิเคเตอร์บอกความเป็นกรดและเบสได้ แต่ให้ตรวจสอบหรือหาข้อมูลก่อนว่าอินดิเคเตอร์ในกรด เบส และกลางนั้นเป็นสีใด 3. ความเป็นกรดและเบสของสาร เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดจึงใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารเป็นกรด เบส และกลางได้ 3. มีสารบางชนิดที่เปลี่ยนสีได้เมื่อทดสอบกับสารละลายที่มีความเป็นกรดและเบส เรียกสารนี้ว่าอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส และสารละลายสีที่สกัดจากพืชสามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารได้ แต่ให้ตรวจสอบก่อนว่าในสารละลายสีที่สกัดจากพืชในกรด เบส กลางเป็นสีใด ซึ่งสีของอินดิเคเตอร์จากพืชในสารละลายกรด เบส กลางควรแตกต่างกันอย่างชัดเจนจึงนำมาใช้เป็นอินดิเคเตอร์)

3. ครูเชื่อมโยงความรู้จากการอภิปรายมาตอบคำถามในหนังสือเรียน ดังนี้

- สารชนิดใดมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง (จากการตรวจสอบสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดคือ น้ำส้มสายชู กรดไฮโดรคลอริก สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบสคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายผงฟู และสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางคือ สารละลายน้ำตาลทราย)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สารละลายใดที่สามารถใช้ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้ (สารละลายที่ใช้ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสคือ สารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์และสารละลายสีจากดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง)

- สารมีสีสกัดจากพืชทดสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (สารละลายมีสีสกัดจากพืช (ดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง) สามารถตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้ เพราะให้สีของสารละลายในกรด เบส และกลางแตกต่างกันแต่การเลือกใช้สารละลายมีสีจากพืชต้องตรวจสอบก่อนว่า ในสารละลายกรด เบส กลางจะให้สีสารละลายต่างกันหรือไม่ เพราะถ้าให้สีไม่แตกต่างกันหรือไม่ชัดเจน จะไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส และก่อนใช้ต้องตรวจสอบก่อนว่าอินดิเคเตอร์จากพืชสีในกรด เบสและกลางมีสีอะไร)

- มีส่วนของพืชชนิดใดอีกบ้างที่สามารถนำมาสกัดสีใช้ทดสอบความเป็นกรด เป็นเบสของสารละลายได้ (ส่วนของพืชชนิดอื่นที่สามารถนำมาสกัดสีใช้ทดสอบความเป็นกรด เป็นเบสของสารละลายได้คือ หัวบีทรูท ขมิ้น เปลือกมังคุด ดาวเรือง กระเจี๊ยบ เป็นต้น)

- เปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดในสารละลายกรด สารละลายเบสและสารละลายที่เป็นกลางต่างกันอย่างไร (การเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์ในสารละลายกรดและเบสจะให้สีแตกต่างกัน แต่สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางส่วนใหญ่จะไม่เปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ หรือถ้าเปลี่ยนอาจจะเปลี่ยนเล็กน้อย เช่นกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์มีสีเหลือง ทดสอบด้วยสารละลายน้ำตาลทรายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนหรือเหลืองอมเขียว)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) (20 นาที)

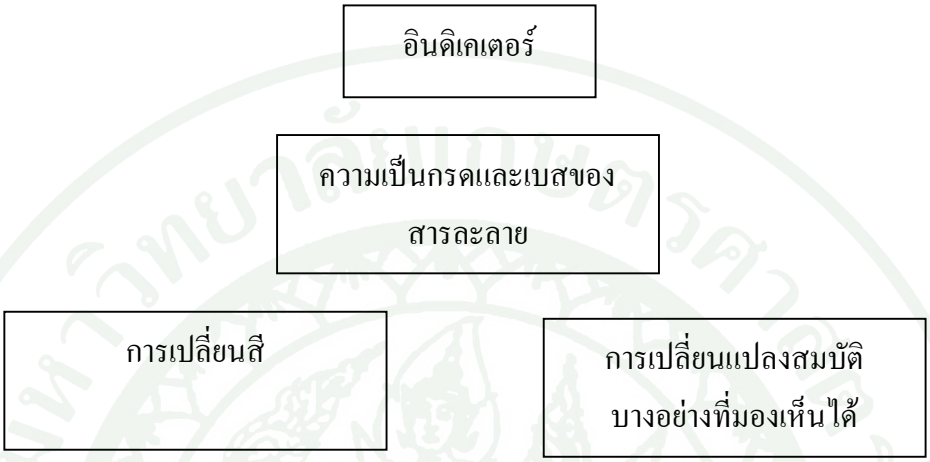
1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงคำที่แสดงมโนมติจากใบความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายดังนี้

1.1 ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากจากใบความรู้เรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย ได้แก่คำว่า อินดิเคเตอร์ ความเป็นกรดและเบสของสารละลาย การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางอย่างที่มองเห็นได้ ถ้านักเรียนระบุไม่ครบหรือไม่ชัดเจนครูใช้คำถามที่นำไปสู่มโนมติที่สำคัญเหล่านั้น และให้นักเรียนเขียนมโนมติที่สำคัญใส่ในแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมขนาด 5 cm x 10 cm

1.2 ให้นักเรียนในกลุ่มจัดเรียงลำดับมโนมติ และจัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กันโดยการเคลื่อนย้ายแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 5 โดยครูใช้คำถามดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- นักเรียนคิดว่ามโนมติใดมีความหมายครอบคลุมมากที่สุดและรองลงไปคือมโนมติใด (อินดิเคเตอร์เป็นคำมโนมติที่ครอบคลุมมากที่สุด รองลงไปคือความเป็นกรดและเบสของสารละลาย)



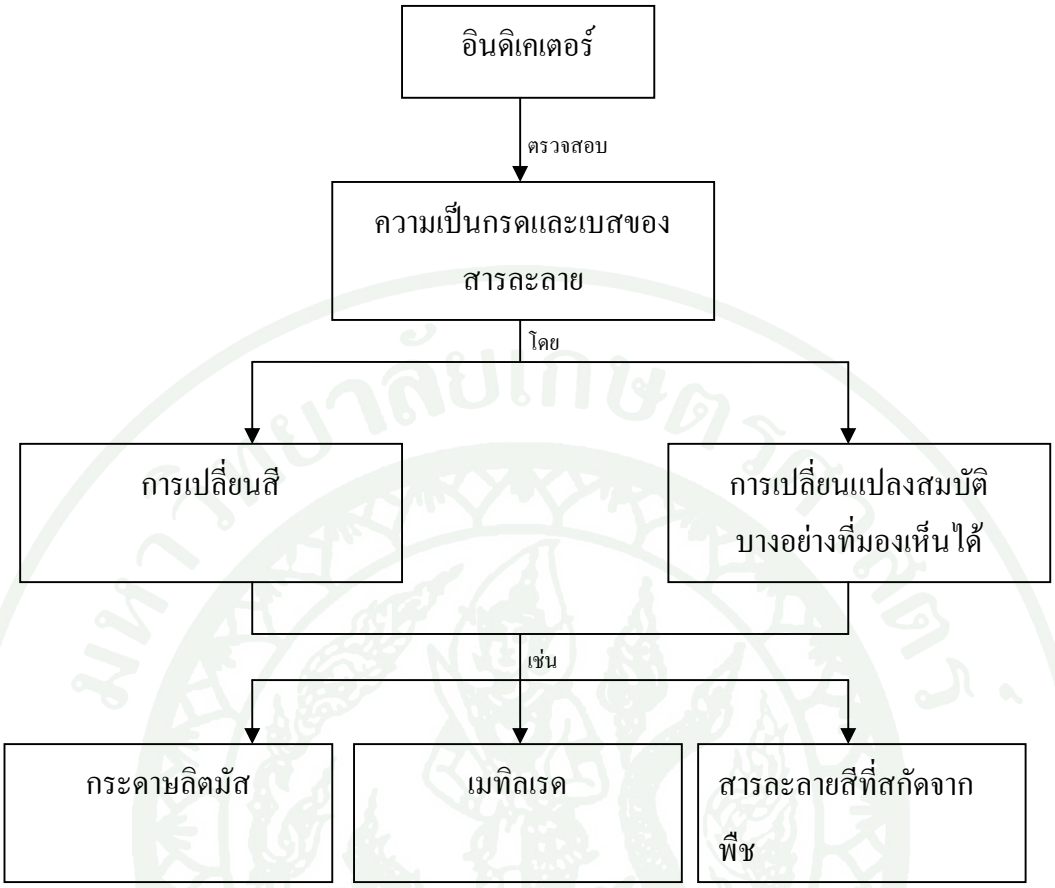
ภาพผนวกที่ 5 การจัดเรียงลำดับมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

1.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนมติเข้าด้วยกัน

1.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ ด้วยเส้นเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงมีความเฉพาะ แล้วจึงเขียนลงในสมุดบันทึก

1.5 ครูนำอภิปรายสรุปด้วยผังมโนมติโดยคัดเลือกแผนผังมโนมติที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อเสนอแนะให้มีความตรงตามเนื้อหา และใช้ผังมโนมติดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 6 ที่ครูเตรียมมาสรุปบทเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 6 ผังมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงวิธีการปรับค่า pH ของสารละลายว่าถ้าต้องการให้สารละลายมีค่า pH มากขึ้นสามารถทำได้โดยการเติมเบส และถ้าต้องการให้สารละลายมีค่า pH น้อยลงสามารถทำได้โดยการเติมกรด

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) (20 นาที)

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น
   - เรารู้ความเป็นกรดหรือเบสของสารได้ด้วยวิธีใดเมื่อใช้อินดิเคเตอร์
   - ถ้าเมทิลเรดเปลี่ยนสีเป็นสีแดง แสดงว่าสารละลายของนักเรียนมีช่วงค่า pH เท่าใด
   - ถ้าฟีนอล์ฟทาลีนเปลี่ยนสีเป็นชมพูเข้ม แสดงว่าสารละลายของนักเรียนมีช่วงค่า pH เท่าใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ถ้าเติมสารละลายเมทิลเรดลงในน้ำอัดลมที่ใส ไม่มีสี มี pH = 3 จะได้สารละลายสีอะไร และถ้าเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นฟีนอล์ฟทาลีน จะได้สารละลายสีอะไร (ถ้าเติมสารละลายเมทิลเรดลงในน้ำอัดลมที่ใสไม่มีสี มี pH = 3 จะได้สารละลายสีแดง (จากเดิมมีสีแดงชมพู) และถ้าเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์เป็นฟีนอล์ฟทาลีนจะได้สารละลายใสไม่มีสี)

- ถ้าต้องการทดสอบสารละลาย X โดยการเติมฟีนอล์ฟทาลีน พบว่ามีสีชมพู สารละลาย X มี pH เท่าใด (การใช้อินดิเคเตอร์ จะบอกได้เป็นช่วง pH ที่เปลี่ยนสี ดังนั้นสารละลาย X เปลี่ยนเป็นสีชมพูในฟีนอล์ฟทาลีน เพราะฉะนั้นสารละลาย X จึงมีค่า pH มากกว่า 10)

2. ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาเขียนผังมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายในแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5

3. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5 ตามเวลาที่กำหนด

4. ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายส่งในสัปดาห์ถัดไป

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพผังมโนมติเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายกรดและสารละลายเบส
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีตามใบกิจกรรมที่ 3
3. ใบกิจกรรมที่ 3
4. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	หลักฐาน	วิธีการวัดและประเมิน
1. ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสชนิดต่างๆ และสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิดได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 3	ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 3)
2. อธิบายเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดและสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบสได้ (K)	1. ใบกิจกรรมที่ 3 2. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน 3. บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	1. ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 3, บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน) 2. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)	แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5	ครูตรวจแบบฝึกการเขียนผังมโนมติของนักเรียน
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการสอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวสุริสา ไวแสน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

เราสามารถตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้ด้วยอินดิเคเตอร์ ซึ่งเป็นสารที่ใช้บอกสมบัติบางอย่างของสาร โดยการเปลี่ยนสีหรือการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางอย่างที่มองเห็นได้ สารที่นำมาใช้ในการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายต่างๆ เรียกว่า "อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส (acid-base indicator)"

อินดิเคเตอร์ เป็นสารที่ชี้บ่งสมบัติบางอย่างในปฏิกิริยาเคมีโดยการเปลี่ยนสีหรือสมบัติบางอย่างที่มองเห็นได้ เช่น ในกรณีของปฏิกิริยากรด-เบสนั้น อินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนเป็นสีหนึ่งในกรดและเป็นอีกสีหนึ่งในเบส หรือบางชนิดเปลี่ยนเป็นสีต่าง ๆ ตามช่วง pH ของสารละลาย ซึ่ง pH ของสารละลาย เป็นตัวเลขแสดงความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ค่า pH จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนที่มีอยู่ในสารละลายนั้น ๆ โดยสารละลายที่มี pH เท่ากับ 7 จะเป็นกลาง เช่น น้ำบริสุทธิ์ ถ้าต่ำกว่า 7 เป็นกรด และถ้าสูงกว่า 7 จะเป็นเบส ค่า pH ยิ่งต่ำก็จะยิ่งมีความเป็นกรดมากขึ้น ในขณะเดียวกันเมื่อค่า pH ยิ่งสูงขึ้นก็จะมีความเป็นเบสมากขึ้น

อินดิเคเตอร์ส่วนใหญ่เป็นสารละลายที่มีน้ำหรือเอทานอลเป็นตัวทำละลาย โดยปกติใช้ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 0.1 และใช้เพียง 2-3 หยด ก็จะเห็นสีได้ชัดเจน สีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนไปตามค่า pH ของสารละลาย อินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะเปลี่ยนสีที่ pH ต่าง ๆ กัน ช่วง pH

ตารางผนวกที่ 1 ช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์บางชนิด

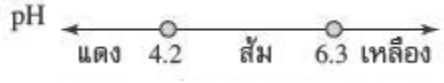
อินดิเคเตอร์	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่เปลี่ยน
เมทิลออเรนจ์	3.1-4.4	แดง-เหลือง
เมทิลเรด	4.2-6.3	แดง-เหลือง
ลิตมัส	5.0-8.0	แดง-น้ำเงิน
บรอมไทมอลบลู	6.0-7.6	เหลือง-น้ำเงิน
ฟีนอลเรด	6.8-8.4	เหลือง-แดง
ฟีนอล์ฟทาลีน	8.3-10.0	ไม่มีสี-ชมพูเข้ม

การแปลความหมาย เช่น

- เมทิลเรด ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 4.2-6.3 สีที่เปลี่ยน คือ แดง-เหลือง หมายถึง ถ้าสารละลายมี pH ต่ำกว่า 4.2 จะมีสีแดง ถ้าสารละลายมี pH ช่วง 4.2-6.3 จะมีสีส้ม (สีผสมของสีแดงกับสีเหลือง) ถ้าสารละลายมี pH มากกว่า 6.3 จะมีสีเหลือง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป



$pH < 4.2$ $4.2 \leq pH \leq 6.3$ $pH > 6.3$

- ฟีนอล์ฟทาลีน ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี คือ 8.3- 10.0 สีที่เปลี่ยน คือ ไม่มีสี-ชมพู หมายถึง ถ้าสารละลายมี pH ต่ำกว่า 8.3 จะไม่มีสี ถ้าสารละลายมี pH อยู่ในช่วง 8.3-10.0 จะมีสีชมพูอ่อน (ไม่มีสีผสมกับสีชมพู) ถ้าสารละลายมี pH มากกว่า 10.0 จะมีสีชมพูเข้ม

$pH < 8.3$ $8.3 \leq pH \leq 10.0$ $pH > 10.0$

ค่า pH (potential of hydrogen ion) คือ การระบุระดับความเป็นกรด-เบสของสารละลายจะใช้ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมอิออน ซึ่งเกิดจากไฮโดรเจนที่แตกตัวออกมาจากกรดรวมตัวกับสารละลายที่เป็นกรดจะมีความเข้มข้นของไฮโดรเนียมอิออนมากกว่าสารละลายที่เป็นเบส ดังนี้

- สารละลายที่มี pH ต่ำกว่า 7 มีสมบัติเป็นกรด
- สารละลายที่มี pH เท่ากับ 7 มีสมบัติเป็นกลาง
- สารละลายที่มี pH มากกว่า 7 มีสมบัติเป็นเบส

ในการที่จะให้นิยามของกรด-เบส และในการจำแนกสารต่าง ๆ ว่าเป็นกรดหรือเป็นเบสนั้น ได้มีนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาและตั้งทฤษฎีกรด-เบส ขึ้นหลายทฤษฎี ในที่นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส ซึ่งให้นิยามกรดและเบสไว้ว่า

กรดเป็นสารประกอบไฮโดรเจน เมื่อละลายอยู่ในน้ำจะแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน

เช่น $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

เบสเป็นไฮดรอกไซด์ของโลหะหรืออนุมูลที่มีค่าเทียบเท่าโลหะ ซึ่งเมื่อละลายอยู่ในน้ำจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน

เช่น $NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อินดิเคเตอร์แต่ละชนิดจะมีการตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายแตกต่างกัน อินดิเคเตอร์ที่นิยมใช้กันมากมี 2 ชนิด คือ กระดาษลิตมัสและยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

1. กระดาษลิตมัสเป็นอินดิเคเตอร์ที่เรารู้จักกันดี กระดาษลิตมัสมี 2 สี ได้แก่ กระดาษลิตมัสสีแดงและกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน

ภาพผนวกที่ 7 กระดาษลิตมัส

เมื่อใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบสารละลายจะสามารถจำแนกสารได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินไปเป็นสีแดง
- สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงไปเป็นสีน้ำเงิน
- สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง จะไม่ทำปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง กระดาษลิตมัสจึงไม่เปลี่ยนสี

2. ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (universal indicator) เป็นอินดิเคเตอร์ที่สามารถตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้ทุกช่วง โดยจะเกิดสีทุกช่วง ค่าของ pH ตั้งแต่ 0-14 โดยยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เตรียมได้ โดยนำอินดิเคเตอร์หลายชนิด เช่น เมทิลเรด เมทิลเยลโลไทมอลบลู บรอมไทมอลบลู เป็นต้น มาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยมีทั้งในรูปสารละลายและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

ภาพผนวกที่ 8 กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 9 แสดงการเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

นอกจากอินดิเคเตอร์ดังกล่าวแล้วเรายังสามารถใช้สารละลายสีที่สกัดจากพืชซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช สามารถใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงช่วงการเปลี่ยนสีของสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิด

ชนิดของพืช	ช่วง pH ที่เปลี่ยนสี	สีที่มีการเปลี่ยนแปลง
อัญชัน	1-3	แดง-ม่วง
กุหลาบ	3-4	ชมพู-ไม่มีสี
กระเจี๊ยบ	6-7	แดง- เขียว
ชงโค	6-7	ชมพู-เขียว
บานไม่รู้โรย	8-9	แดง-ม่วง
ดาวเรือง	9-10	ไม่มีสี-เหลือง
ผกากรอง	10-11	ไม่มีสี-เหลือง

การใช้อินดิเคเตอร์ในการทดสอบหาค่า pH ของสารละลายนั้นจะทราบค่า pH โดยประมาณเท่านั้น ถ้าต้องการทราบค่า pH ที่แท้จริงจะต้องใช้เครื่องมือวัด pH ที่เรียกว่า "พีเอชมิเตอร์ (pH meter)" ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดค่า pH ของสารละลายโดยบอกค่า pH เป็นตัวเลขที่หน้าจอ จึงได้ค่าที่ละเอียดกว่าและยังสามารถแสดงค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่เกิดปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 10 พีเอชมิเตอร์

ในชีวิตประจำวันของเราใช้สารต่าง ๆ เป็นจำนวนมากโดยสารเหล่านี้มี pH ดังนี้

ตารางผนวกที่ 3 pH ของสารรอบตัวและสารละลายในร่างกายมนุษย์

สาร	pH
น้ำมะนาว	2.8-3.4
น้ำส้มสายชู	2.5-3.5
น้ำอัดลม	3.0-4.0
น้ำส้ม	3.0-4.0
มะเขือเทศ	3.8-4.0
น้ำกาแฟ	4.8-5.2
น้ำฝน	5.5-6.0
นมสด	6.5-7.0
ไข่แดง	7.8-8.2
น้ำทะเล	7.8-8.2
น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร	1.6-2.5
น้ำปัสสาวะ	5.5-7.0
น้ำลาย	6.2-7.4
เลือด	7.35-7.45
น้ำดี	7.8-8.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ ……..

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสชนิดต่างๆ และสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิด
2. อธิบายเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบส
3. อธิบายการใช้สารสีที่สกัดจากพืชเป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส
4. บอกความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส และยกตัวอย่าง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. น้ำส้มสายชู 5 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายน้ำตาลทราย 5 cm^3/กลุ่ม
3. สารละลายผงฟู 5 cm^3/กลุ่ม
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 cm^3/กลุ่ม
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 cm^3/กลุ่ม
6. สารละลายบรอมไทมอลบลูในเอทานอล 5 cm^3/กลุ่ม
7. สารละลายเมทิลออเรนจ์ 5 cm^3/กลุ่ม
8. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 5 cm^3/กลุ่ม
9. สารละลายสีที่สกัดจากพืช 5 cm^3/กลุ่ม
10. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
11. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
12. บิกเกอร์ขนาด 100 cm^3 1 ใบ
13. หลอดหยด
14. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
15. แท่งแก้วคนสาร
16. ถาดหลุมพลาสติก

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. ล้างจานหลุมพลาสติกทุกครั้งที่เปลี่ยนสารละลายในการตรวจสอบ
2. ใช้หลอดหยดที่สะอาดในการดูดสารทุกครั้ง
3. สารละลายอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดใช้จำนวน 2-3 หยด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิธีการสกัดสีของดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง ทำได้โดยเด็ดดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง แล้วหั่นหรือบด เติมน้ำร้อนลงไปจนท่วม รอจนน้ำเป็นสีน้ำเงิน (ดอกอัญชัน) หรือสีม่วง (กะหล่ำปลีสีม่วง) แล้วนำน้ำที่ได้ใส่ขวดแก้วขนาดเล็กแล้วนำไปทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารที่สกัดได้จากดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง

วิธีการทดลอง

1. สกัดสีของดอกอัญชันและกะหล่ำปลีสีม่วง โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
2. ใส่น้ำส้มสายชูลงในถาดหลุมพลาสติก 5 หลุมหลุมละ 5 หยด ทดสอบความเป็นกรดและเบสด้วยกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ บันทึกผล
3. เติมสารละลายบรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ สารละลายสีสกัดจากดอกอัญชันและสารละลายสีที่สกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง ลงในหลุมที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 แต่เปลี่ยนจากน้ำส้มสายชูเป็นกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายผงฟูและสารละลายน้ำตาลตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง	**ผลที่สังเกตได้เมื่อเติมอินดิเคเตอร์/สารละลายสีสกัดจากพืช**						
	กระดาษลิตมัส	**บรอมไทมอลบลู**	**ฟีนอล์ฟทาลีน**	**เมทิลออเรนจ์**	**กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์**	**ดอกอัญชัน**	**กะหล่ำปลีสีม่วง**
น้ำส้มสายชู							
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก							
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์							
สารละลายผงฟู							
สารละลายน้ำตาล							

สรุปผลการทดลอง

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินผังมโนมติ

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5

คะแนนมโนมติทั้งหมด 15 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน โดยผังมโนมติจะต้องจำเพาะกับหมายเลข

มโนมติที่ 4-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้

เกณฑ์การประเมิน

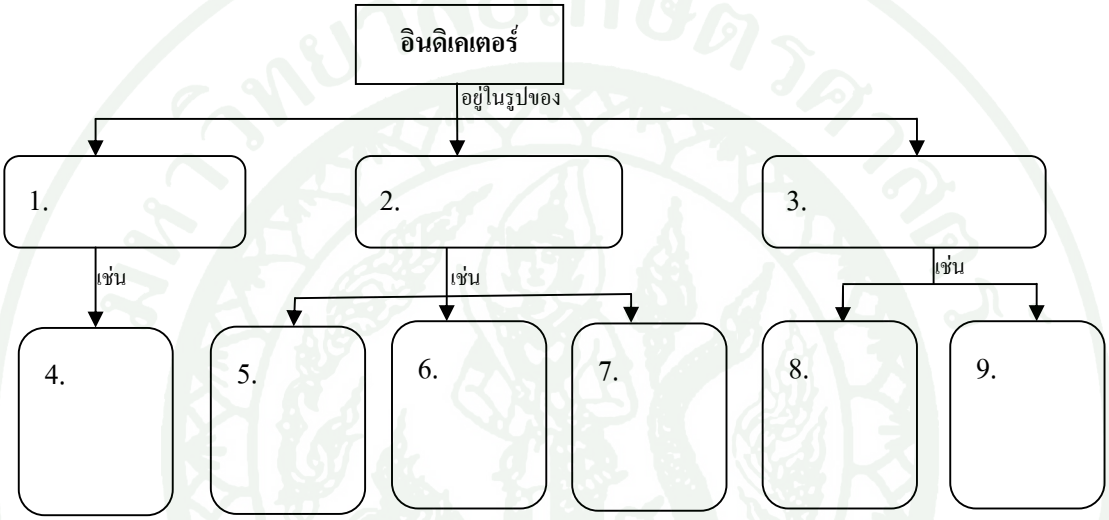
ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70-79 ขึ้นไป	ระดับ ดี
ร้อยละ 60-69	ระดับ พอใช้
ต่ำกว่าร้อยละ 60	ระดับ ควรปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 15 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน , มโนมติที่ 4-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ ……..

ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบสชนิดต่างๆ และสารละลายสีที่สกัดจากพืชบางชนิด
2. อธิบายเปรียบเทียบสีของอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดในสารละลายกรดและสารละลายเบส
3. อธิบายการใช้สารสีที่สกัดจากพืชเป็นอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส
4. บอกความหมายของอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส และยกตัวอย่าง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. น้ำส้มสายชู 5 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายน้ำตาลทราย 5 cm^3/กลุ่ม
3. สารละลายผงฟู 5 cm^3/กลุ่ม
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 5 cm^3/กลุ่ม
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 cm^3/กลุ่ม
6. สารละลายบรอมไทมอลบลูในเอทานอล 5 cm^3/กลุ่ม
7. สารละลายเมทิลออเรนจ์ 5 cm^3/กลุ่ม
8. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 5 cm^3/กลุ่ม
9. สารละลายสีที่สกัดจากพืช 5 cm^3/กลุ่ม
10. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
11. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
12. บิกเกอร์ขนาด 100 cm^3 1 ใบ
13. หลอดหยด
14. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3
15. แท่งแก้วคนสาร
16. ถาดหลุมพลาสติก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. ล้างจานหลุมพลาสติกทุกครั้งที่เปลี่ยนสารละลายในการตรวจสอบ
2. ใช้หลอดหยดที่สะอาดในการดูดสารทุกครั้ง
3. สารละลายอินดิเคเตอร์แต่ละชนิดใช้จำนวน 2-3 หยด
4. วิธีการสกัดสีของดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง ทำได้โดยเด็ดดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง แล้วหั่นหรือบด เติมน้ำร้อนลงไปจนท่วม รอจนน้ำเป็นสีน้ำเงิน (ดอกอัญชัน) หรือสีม่วง (กะหล่ำปลีสีม่วง) แล้วนำน้ำที่ได้ใส่ขวดแก้วขนาดเล็กแล้วนำไปทดสอบความเป็นกรด-เบส โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารที่สกัดได้จากดอกอัญชันหรือกะหล่ำปลีสีม่วง

วิธีการทดลอง

1. สกัดสีของดอกอัญชันและกะหล่ำปลีสีม่วง โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
2. ใส่น้ำส้มสายชูลงในถาดหลุมพลาสติก 5 หลุมหลุมละ 5 หยด ทดสอบความเป็นกรดและเบสด้วยกระดาษลิตมัสและกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ บันทึกผล
3. เติมสารละลายบรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ สารละลายสีสกัดจากดอกอัญชันและสารละลายสีที่สกัดจากกะหล่ำปลีสีม่วง ลงในหลุมที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 และ 3 แต่เปลี่ยนจากน้ำส้มสายชูเป็นกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายผงฟูและสารละลายน้ำตาลตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่าง	ผลที่สังเกตได้เมื่อเติมอินดิเคเตอร์/สารละลายสีสกัดจากพืช						
	กระดาษลิตมัส	บรอมไทมอลบลู	ฟีนอล์ฟทาลีน	เมทิลออเรนจ์	กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	ดอกอัญชัน	กะหล่ำปลีสีม่วง
น้ำส้มสายชู	สีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง	สีเหลืองเข้ม	ไม่มีสี	สีส้ม	สีส้มเหลือง	สีส้ม	สีส้ม
กรดไฮโดรคลอริก	สีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง	สีเหลืองเข้ม	ไม่มีสี	สีแดง	สีแดง	สีแดง	สีแดง
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	สีแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	สีน้ำเงิน	สีชมพูเข้ม	สีเหลือง	สีม่วง	สีม่วง	สีม่วง
สารละลายผงฟู	สีแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	สีเขียว	สีชมพูเข้ม	สีเหลือง	สีฟ้าเขียว	สีฟ้าเขียว	สีฟ้าเขียว
สารละลายน้ำตาล	ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสองสี	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี	สีเขียวอ่อน	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่เปลี่ยนสี

สรุปผลการทดลอง

กระดาษลิตมัส บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สารละลายสีสกัดจากดอกอัญชัน และกะหล่ำปลีสีม่วง ที่ใช้ทดสอบความเป็นกรดเบสของสารตัวอย่างแต่ละชนิด จะให้สีของสารละลายในกรดและเบสต่างกัน สามารถใช้สีของสารละลายที่หยดอินดิเคเตอร์บอกความเป็นกรดและเบสได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเป็นกรดและเบสของสาร เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดจึงใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มสารเป็นกรด เบส และกลางได้

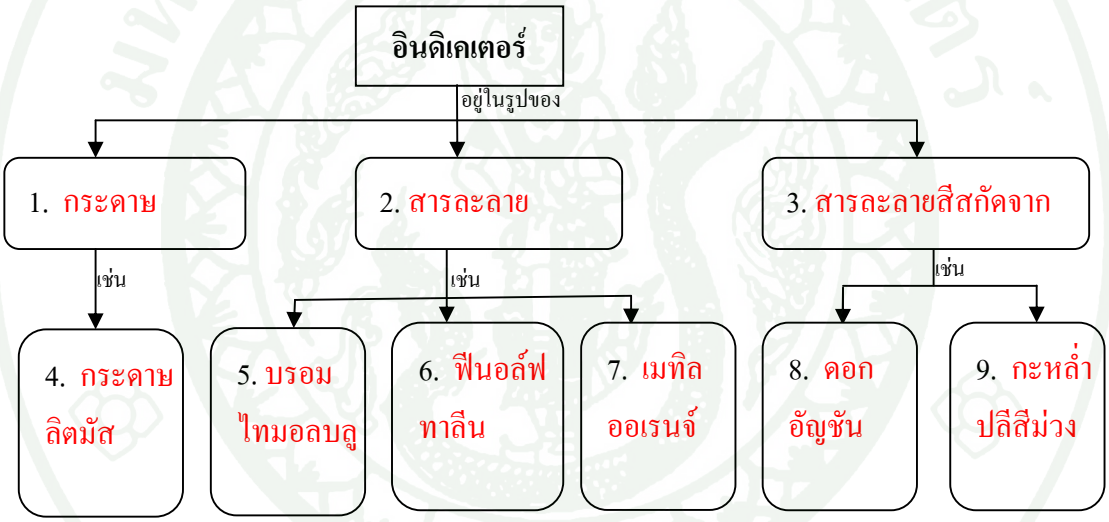
อินดิเคเตอร์ที่นำมาทดสอบสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อทดสอบกับสารละลายที่มีความเป็นกรดและเบส เรียกสารนี้ว่าอินดิเคเตอร์สำหรับกรดและเบส และสารละลายสีที่สกัดจากพืชสามารถใช้เป็นอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่อง อินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 15 คะแนน

มโนมติที่ 1-3 ให้มโนมติละ 3 คะแนน , มโนมติที่ 4-9 ให้มโนมติละ 1 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สารละลายกรดและเบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส เวลา 100 นาที

---

1. สาระการเรียนรู้

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (ว 3.1 ม.1/3)

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดสอบสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์ได้ (P)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรดและเบสและวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้ามได้ (K)
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)

5. แนวคิดหลัก

การเติมสารละลายเบสลงในสารละลายกรดทำให้สารละลายมีความเป็นกรดน้อยลง ส่วนการเติมสารละลายกรดลงในสารละลายเบสก็ทำให้สารละลายมีความเป็นเบสน้อยลงได้เช่นกัน การเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้าม จะทำให้ความเป็นกรด-เบสของสารลายเปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อเติม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลาย ค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้น (ความเป็นกรดลดลง) และเมื่อเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงไปสารละลายเบส ค่า pH ของสารละลายจะลดลง (ความเป็นเบสลดลง)

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม โดยใช้ภาพผนวกที่ 6 ผังมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยเชื่อมโยงเพื่อหาความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบความเป็นกรดและเบสซึ่งครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดดังนี้

- ค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายกรดโฮโดรคลอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ ผงฟู น้ำเชื่อม มีค่า pH เหมือนกันหรือต่างกัน ต่างกันอย่างไร (ต่างกัน สารละลายที่มี pH เท่ากับ 7 (น้ำเชื่อม) จะมีสมบัติเป็นกลาง สารละลายที่มี pH น้อยกว่า 7 (กรดไฮโดรคลอริก) จะมีสมบัติเป็นกรด ส่วนสารละลายที่มีค่า pH มากกว่า 7 (โซเดียมไฮดรอกไซด์ ผงฟู) จะมีสมบัติเป็นเบส ดังภาพ 4.4 ในหนังสือเรียน)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อเกี่ยวกับช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ เช่น กระดาษลิตมัส บรอมไทมอลบลู ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลออเรนจ์ โดยเชื่อมโยงจากการทดลองที่ผ่านมา (กิจกรรม 4.3) และอ้างอิงจากตาราง 4.2 ในหนังสือเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมจึงจะบอกค่า pH ของสารละลายได้ ตัวอย่างเช่น เมทิลออเรนจ์ ใช้ตรวจสอบสารละลายได้เป็นสีแดง แสดงว่าค่า pH ของสารละลายนี้มีค่าน้อยกว่า 3.2 ถ้าสารละลายเป็นสีเหลือง แสดงว่าค่า pH มากกว่า 4.4 และถ้าสารละลายเป็นสีส้ม ค่า pH จะมีค่าระหว่าง 3.2 – 4.4 และเมทิลออเรนจ์มีช่วงการเปลี่ยนสีระหว่างค่า pH 3.2 – 4.4 สีที่เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง การบอกค่า pH ของสารละลายโดยใช้กระดาษหรือสารละลายยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สามารถบอกค่า pH ของสารละลายได้ตั้งแต่ 0 – 14 จากการเทียบสี ดังภาพ 4.5 ในหนังสือเรียน หรืออาจใช้ pH มิเตอร์บอกค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายได้เช่นเดียวกัน ดังภาพ 4.6 ในหนังสือเรียน

4. ครูเชื่อมโยงความรู้จากการทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายและให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับค่า pH ของสารละลายกรดและเบส โดยครูใช้คำถามดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เติมสารละลายเมทิลเรดลงในน้ำอัดลมที่ใสไม่มีสี มี pH เท่ากับ 3 จะได้สารละลายสีอะไร และถ้าเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นฟีนอล์ฟทาลีนจะได้สารละลายสีอะไร (สารละลายเป็นสีแดง และถ้าเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นฟีนอล์ฟทาลีนจะได้สารละลายไม่มีสี)

- ในกรณีตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลายด้วยเมทิลออเรนจ์ พบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีส้ม สารละลายมีค่า pH อยู่ในช่วงใดและมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส (สารละลายมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.8 -8.4 มีสมบัติตามค่า pH อาจจะเป็นได้ทั้งกรด กลางและเบส)

- จากภาพ 4.7 ในหนังสือเรียนสารใดมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง (สารที่มีค่าเป็นกรดมีค่า pH น้อยกว่า 7 เช่นกรดในแบตเตอรี่รถยนต์ น้ำมะนาว ฝนกรด สารที่มีสมบัติเป็นกลางมีค่า pH เท่ากับ 7 เช่น น้ำบริสุทธิ์ และสารที่มีสมบัติเป็นเบสมีค่า pH มากกว่า 7 เช่น น้ำยาซักผ้า น้ำยาเช็ดกระจก)

5. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่เป็นกรดและเบสในชีวิตประจำวันว่ามีอะไรบ้าง ซึ่งสารรอบตัวเหล่านั้นสามารถตรวจสอบ และวัดค่า pH ได้ และยังมีข้อมูลที่บ่งชี้ความเป็นกรด เบส ดังตัวอย่างในภาพ 4.8 ในหนังสือเรียน หลังจากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละคนลองทบทวนการใช้สารละลายในชีวิตประจำวันดูว่า มีประสบการณ์ใช้สารละลายใดปนกันบ้าง ถ้าเป็นสารละลายกรดรวมกับสารละลายเบสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรหรือไม่ ศึกษาได้จากกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) (30 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน โดยคละระหว่างนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสและหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยครูใช้คำถามดังนี้

- กิจกรรมนี้ให้นักเรียนสังเกตอะไรเป็นสำคัญ (สังเกตสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เมื่อแตะสารละลายผสมระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์)

- หลักการของการทดลองครั้งนี้เป็นอย่างไร

- เพราะเหตุใดจึงต้องเขย่าหลอดทดลอง (ต้องการให้สารละลายทำปฏิกิริยาเร็วขึ้น)

4. ครูนำสรุปเนื้อหาสาระจากใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสและแนะนำวิธีปฏิบัติกิจกรรมดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 ทบทวนการตรวจวัดค่า pH ของสารละลาย โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

4.2 ตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย ให้ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายในหลอดทดลอง แล้วนำมาแตะที่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ซึ่งวางอยู่บนกระจกนาฬิกา

4.3 แท่งแก้วคนสารที่ใช้แตะสารละลายแล้ว ต้องล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปใช้แตะสารละลายใหม่

4.4 หยดสารให้ถูกวิธี อย่าให้มีฟองอากาศ หลอดหยดควรตั้งตรง และแต่ละหยดให้มีขนาดเท่า ๆ กัน

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส โดยครูคอยควบคุมดูแลแนะนำการทดลองของนักเรียน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อนำไปสู่ผลการอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทำกิจกรรมที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส ซึ่งครูใช้คำถามต่อไปนี้

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีสมบัติอย่างไร ถ้าใช้สมบัติความเป็นกรด-เบสเป็นเกณฑ์ (สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีค่า pH เท่ากับ 1 สารมีสมบัติเป็นกรด สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่า pH เท่ากับ13 สารมีสมบัติเป็นเบส)

- การปรับค่า pH ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกทำได้อย่างไร (การปรับค่า pH ของสารละลายโดยเติมเบส ค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้น)

- เพราะเหตุใดเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มลงไปเรื่อย ๆ สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์จึงเปลี่ยนไป (เพราะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำให้ค่า pH เปลี่ยนไปทำให้สีของยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เปลี่ยน)

- ขณะที่สารละลายผสมมีสมบัติเป็นกลาง ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์พอดีกัน สารละลายจึงมีสมบัติเป็นกลาง)

- ในการทดลองถ้าเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร (ผลการทดลองค่า pH ของสารละลายควรลดลงเรื่อย ๆ จน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์พอดีกัน ค่า pH จะเท่ากับ 7 แต่ถ้าเพิ่มสารละลายกรดไฮโดรคลอริกต่อไปอีก ค่า pH ของสารละลายก็จะน้อยกว่า 7)

- นักเรียนจะนำความรู้เรื่องการปรับสภาพความเป็นกรดและเบสของสารด้วยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้ามไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง (นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เช่น การแก้ความเป็นกรดของดินโดยใช้ปูนขาวซึ่งมีสมบัติเป็นเบสผสมในดินตามความเหมาะสมของพืชที่จะใช้ปลูก)

- ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร (เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในกรดไฮโดรคลอริก 20 หยดซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากัน วัดค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนหยดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 20 หยดเท่ากัน ค่า pH ของสารละลายผสมจะเป็น 7)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) (20 นาที)

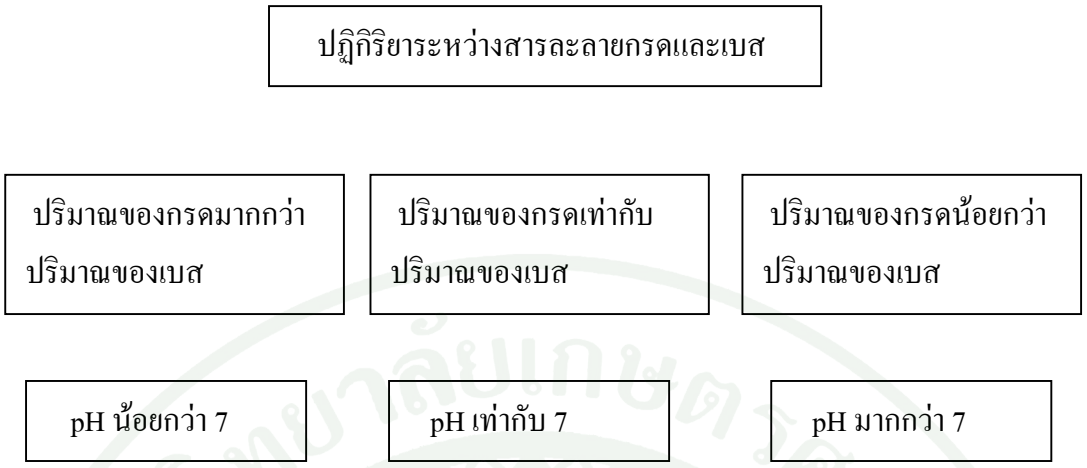
1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงคำที่แสดงมโนมติจากใบความรู้เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสดังนี้

1.1 ให้นักเรียนระบุมโนมติที่สำคัญจากใบความรู้เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสได้แก่คำว่า ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส ปริมาณของกรดมากกว่าปริมาณของเบส ปริมาณของกรดเท่ากับปริมาณของเบส ปริมาณของกรดน้อยกว่าปริมาณของเบส ถ้านักเรียนระบุไม่ครบหรือไม่ชัดเจนครูใช้คำถามที่นำไปสู่มโนมติที่สำคัญเหล่านั้น และให้นักเรียนเขียนมโนมติที่สำคัญใส่ในแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยมขนาด 5 cm x 10 cm

1.2 ให้นักเรียนในกลุ่มจัดเรียงลำดับมโนมติ และจัดกลุ่มมโนมติที่มีความสัมพันธ์กันโดยการเคลื่อนย้ายแผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม ดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 11 โดยครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าผังมโนมติใดมีความหมายครอบคลุมมากที่สุดและรองลงไปคือมโนมติใด (ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสเป็นคำมโนมติที่ครอบคลุมมากที่สุด รองลงไปคือ ปริมาณของกรดมากกว่าปริมาณของเบส ปริมาณของกรดเท่ากับปริมาณของเบสและปริมาณของกรดน้อยกว่าปริมาณของเบส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

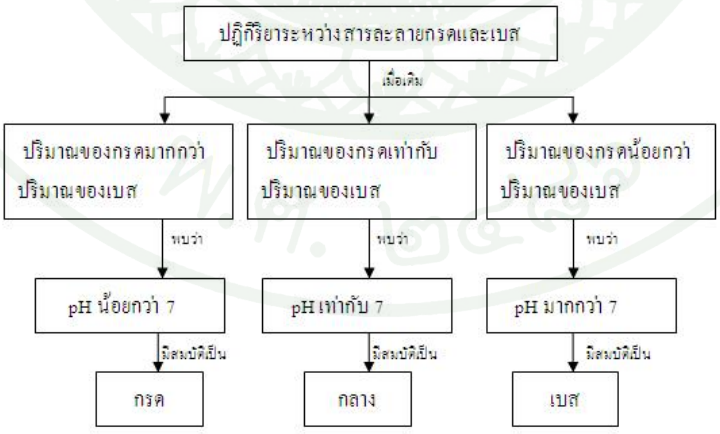


ภาพผนวกที่ 11 การจัดเรียงลำดับมโนมติเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

1.3 ให้นักเรียนช่วยกันหาคำมาเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนมติเข้าด้วยกัน

1.4 ให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนมติต่าง ๆ ด้วยเส้นเชื่อม โดยคำนึงถึงลำดับขั้นของมโนมติที่มีความหมายกว้างครอบคลุมมาก ไปจนถึงมีความเฉพาะ แล้วจึงเขียนลงในสมุดบันทึก

1.5 ครูนำอภิปรายสรุปด้วยผังมโนมติโดยคัดเลือกแผนผังมโนมติที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อเสนอแนะให้มีความตรงตามเนื้อหา และใช้ผังมโนมติดังแสดงเป็นตัวอย่างในภาพผนวกที่ 12 ครูเตรียมมาสรุปบทเรียน



ภาพผนวกที่ 12 ผังมโนมติเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ความกว้างของช่วง pH มีความสัมพันธ์กับชนิดของสาร น้ำปัสสาวะมีช่วงกว้างของ pH ตั้งแต่ 5.5-7.0 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอาหารหรือยาที่กินเข้าไป เช่น ถ้ากินอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ได้แก่ ผลไม้ แกงส้ม ต้มยำ หรือยาแก้ปวดพวกแอสไพริน วิตามินซี ก็จะทำให้ปัสสาวะมี pH เป็นกรดได้ (pH ประมาณ 5.5) แต่ถ้ากินอาหารที่เป็นเบส เช่น ไข่แดง ผักกระถิน สะตอ ซึ่งมีสารพวกแอลคาลอยด์หรือยาต่าง ๆ ที่มีสารพวกเอมีนก็จะทำให้ปัสสาวะเป็นเบสได้ (pH อาจมากกว่า 7) ส่วนสารละลายที่มีช่วงค่า pH แคบที่สุด คือเลือดเนื่องจากร่างกายมีระบบควบคุมไม่ให้ค่า pH ของเลือดเปลี่ยนแปลงมากนัก เพื่อให้การทำงานของเอนไซม์และระบบต่าง ๆ ในร่างกายเป็นไปโดยปกติ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) (20 นาที)

1. ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีค่า pH เท่ากับ 1 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่า pH เท่ากับ 13 และเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 20 หยด วัดค่า pH ของสารละลายจะเป็นอย่างไร (pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนหยดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 20 หยดเท่ากัน ค่า pH ของสารละลายผสมจะเป็น 7)

- เหตุใดจึงใช้ปูนขาวแก้ความเป็นกรดของดินที่เพาะปลูกได้ (ปูนขาวเป็นสารที่มีความเป็นเบสหรือด่างสูง เมื่อใส่สารที่เป็นเบสลงไปในดินที่เป็นกรด จะทำให้ดินมีความเป็นกรดต่ำลง)

2. ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้มาเขียนผังมโนมติเรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสในแบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6

3. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6 ตามเวลาที่กำหนด

4. ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสส่งในสัปดาห์ถัดไป

สื่อและอุปกรณ์

1. ภาพผังมโนมติเรื่องอินดิเคเตอร์ตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย
2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีตามใบกิจกรรมที่ 4
3. ใบกิจกรรมที่ 4
4. แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน	หลักฐาน	วิธีการวัดและประเมิน
1. ทดสอบสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์ได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 4	ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 4)
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรดและเบสและวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้ามได้ (K)	1. ใบกิจกรรมที่ 4 2. บันทึกหลังการเรียนรู้ของผู้เรียน 3. บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	1. ครูตรวจผลการทำกิจกรรมของนักเรียน (ใบกิจกรรมที่ 4, บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน) 2. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
3. ทำแบบฝึกการเขียนผังมโนมติได้ (P)	แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6	ครูตรวจแบบฝึกการเขียนผังมโนมติของนักเรียน
4. มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่เสียสละและมีน้ำใจต่อเพื่อน (A)	บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย	ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกหลังการสอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะที่ควรเพิ่มเติมหรือปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวสุริสา ไวแสน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

เมื่อเติมสารละลายเบสลงในสารละลายกรดจะพบว่ามีค่า pH สูงขึ้น แสดงว่าเบสทำให้สารละลายมีความเป็นกรดน้อยลง ถ้าความเข้มข้นของกรดเท่ากับเบสพบว่า ปริมาณของกรดเท่ากับปริมาณของเบส สารละลายมีสมบัติเป็นกลาง แต่ถ้าเติมปริมาณเบสให้มากกว่ากรด สารละลายก็จะมีสมบัติเป็นเบสเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันหากเติมสารละลายกรดลงในสารละลายเบสก็จะทำให้สารละลายมีความเป็นเบสน้อยลงเช่นกัน

ค่า pH ของสารละลายมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน ดังนี้

โมเลกุลของน้ำสามารถเกิดการแตกตัวได้ดังสมการ

$$\underset{\text{น้ำ}}{H\text{-}OH} + \underset{\text{น้ำ}}{H\text{-}OH} \rightleftharpoons \underset{\text{ไฮโดรเนียมไอออน}}{H_3O^+} + \underset{\text{ไฮดรอกไซด์ไอออน}}{OH^-}$$

ที่ภาวะสมดุล

$K_W = [H_3O^+][OH^-]$

K_W = ค่าคงที่สมดุลของน้ำที่อุณหภูมิ 25 ^oC จะมีค่า = 10^{-14} mol/dm^3

และน้ำบริสุทธิ์จะมี $[H_3O^+] = [OH^-]$

นั่นคือ $[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{10^{-14}}$ mol/dm^3

ดังนั้น $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ mol/dm^3

การเขียนแสดงความเข้มข้นของสารละลายที่มีค่าน้อย ๆ เป็นตัวเลขยกกำลังติดลบย่อมไม่สะดวก และอาจผิดพลาดได้ง่าย จึงกำหนดการเขียนแสดงความเข้มข้นใหม่เป็นตัวเลขที่เรียกว่า ค่า pH โดยนิยามว่า

$$pH = -\log[H_3O^+] \quad \text{----------} \quad (1)$$

จากน้ำบริสุทธิ์ซึ่งมี $[H_3O^+] = 10^{-7}$ mol/dm^3 แทนค่าในสมการที่ (1)

$$pH = -\log 10^{-7}$$
$$= 7$$

นั่นคือ น้ำบริสุทธิ์จะมีค่า pH = 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในทำนองเดียวกัน

$$pOH = -\log [OH^-]$$

น้ำบริสุทธิ์มี $[OH^-] = 10^{-7}$ mol/dm^3

ดังนั้น $pOH = -\log 10^{-7}$

$= 7$

นั่นคือ $pH = pOH = 7$ } น้ำบริสุทธิ์

และ $pH + pOH = 14$ }

สารละลายกรดที่แตกตัวให้ H_3O^+ ได้ 100 % เรียกว่า สารละลายกรดแก่ เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดไฮโดรโบรมิก กรดไฮโดรไอออดิก กรดเปอร์คลอริก กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก เป็นต้น ส่วนสารละลายกรดที่แตกตัวให้ H_3O^+ ได้บางส่วน เรียกว่า สารละลายกรดอ่อน เช่น กรดซิตริก กรดคาร์บอนิก เป็นต้น ส่วนสารละลายเบสที่แตกตัวให้ OH^- ได้ 100 % เรียกว่า สารละลายเบสแก่ ส่วนสารละลายเบสที่แตกตัวให้ OH^- ได้บางส่วนเรียกว่า สารละลายเบสอ่อน

สารละลายกรดแก่และสารละลายเบสแก่ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน จะได้สารละลายที่มี pH เท่ากับ 7 ส่วนสารละลายที่ได้จากกรดแก่ทำปฏิกิริยากับเบสอ่อน จะได้สารละลายที่มี pH น้อยกว่า 7 และในทางตรงกันข้ามจะได้สารละลายที่มี pH มากกว่า 7

ของเหลวในสิ่งมีชีวิตที่มีสมบัติเป็นเบสมากที่สุด คือ น้ำดี มีค่า pH มากที่สุด คือ 7.8 - 8.6 ถ้าจะจัดกลุ่มสารละลายในร่างกายโดยใช้ pH เป็นเกณฑ์ อาจจัดได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มี pH ต่ำกว่า 7 กลุ่มที่มี pH เท่ากับหรือใกล้เคียง 7 และกลุ่มที่มี pH มากกว่า 7

ความกว้างของช่วง pH มีความสัมพันธ์กับชนิดของสาร น้ำปัสสาวะมีช่วงกว้างของ pH ตั้งแต่ 5.5 - 7.0 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากอาหารหรือยาที่กินเข้าไป เช่น ถ้ากินอาหารที่มีสภาพเป็นกรด ได้แก่ ผลไม้ แกงส้ม ต้มยำ หรือยาแก้ปวดพวกแอสไพริน วิตามินซี ก็จะทำให้กระเพาะปัสสาวะมี pH เป็นกรดได้ (pH ประมาณ 5.5) แต่ถ้ากินอาหารที่เป็นเบส เช่น ไข่แดง ผักกระถิน สะตอ ซึ่งสารพวกแอลคาลอยด์ หรือยาต่าง ๆ ที่มีสารพวกเอมีน ก็จะทำให้ปัสสาวะเป็นเบสได้ (pH ประมาณ 7) ส่วนสารละลายที่มีช่วงค่า pH แคบที่สุด คือเลือด เนื่องจากร่างกายมีระบบควบคุมไม่ให้ค่า pH ของเลือดเปลี่ยนแปลงมากนัก เพื่อให้การทำงานของเอนไซม์และระบบต่าง ๆ ในร่างกายเป็นไปโดยปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การนำความรู้เรื่องการปรับสภาพความเป็นกรดและเบสของสารไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น

- การแก้ปัญหาความเป็นกรดของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกถ้าดินเป็นกรดไม่มากนัก แก้ไขได้โดยเติมปุ๋ยคอก ถ้าดินเป็นกรดมาก (pH ต่ำ) แก้ไขโดยเติมปูนขาวจะช่วยให้ pH สูงขึ้นเหมาะแก่การปลูกพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ ……..

ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดสอบและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์
2. อธิบายวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้าม

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 cm^3/กลุ่ม
3. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก
5. บิกเกอร์ขนาด 50 cm^3 2 ใบ/กลุ่ม
6. หลอดหยด
7. แท่งแก้วคนสาร
8. กระจกนาฬิกา
9. ที่ตั้งหลอดทดลอง

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย ให้ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายในหลอดทดลอง แล้วนำมาแตะที่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ซึ่งวางอยู่บนกระจกนาฬิกา
2. แท่งแก้วคนสารที่ใช้แตะสารละลายแล้ว ต้องล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปใช้แตะสารละลายใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. หยดสารให้ถูกวิธี อย่าให้มีฟองอากาศ หลอดหยดควรตั้งตรง และแต่ละหยดให้มีขนาดเท่า ๆ กัน

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) เจือจาง 20 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก ตรวจสอบ pH ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ บันทึกผล

2. ตรวจสอบ pH ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) เจือจาง บันทึกผลเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 หยด ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในข้อ 1 เขย่าหลอด ตรวจสอบ pH ของสารละลาย บันทึกผล

3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปอีกครั้งละ 5 หยด จนครบ 25 หยด ตรวจสอบ pH ทุกครั้งที่เติม บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่างและค่า pH		จำนวนหยดของสารละลาย		ค่า pH ของสารละลายผสม
สาร	ค่า pH	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	สารลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	
กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	1	20	5	.....
		20	10	.....
		20	15	.....
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	13	20	20	.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินผังมโนมติ

เกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6

คะแนนมโนมติทั้งหมด 12 คะแนน
มโนมติที่ 1-2 ให้มโนมติละ 3 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้
มโนมติที่ 3-4 ให้มโนมติละ 1 คะแนน โดยผังมโนมติกลุ่มเดียวกันสามารถสลับที่กันได้
มโนมติที่ 5-6 ให้มโนมติละ 2 คะแนน โดยผังมโนมติจะต้องจำเพาะกับหมายเลข

เกณฑ์การประเมิน

ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70-79 ขึ้นไป	ระดับ ดี
ร้อยละ 60-69	ระดับ พอใช้
ต่ำกว่าร้อยละ 60	ระดับ ควรปรับปรุง

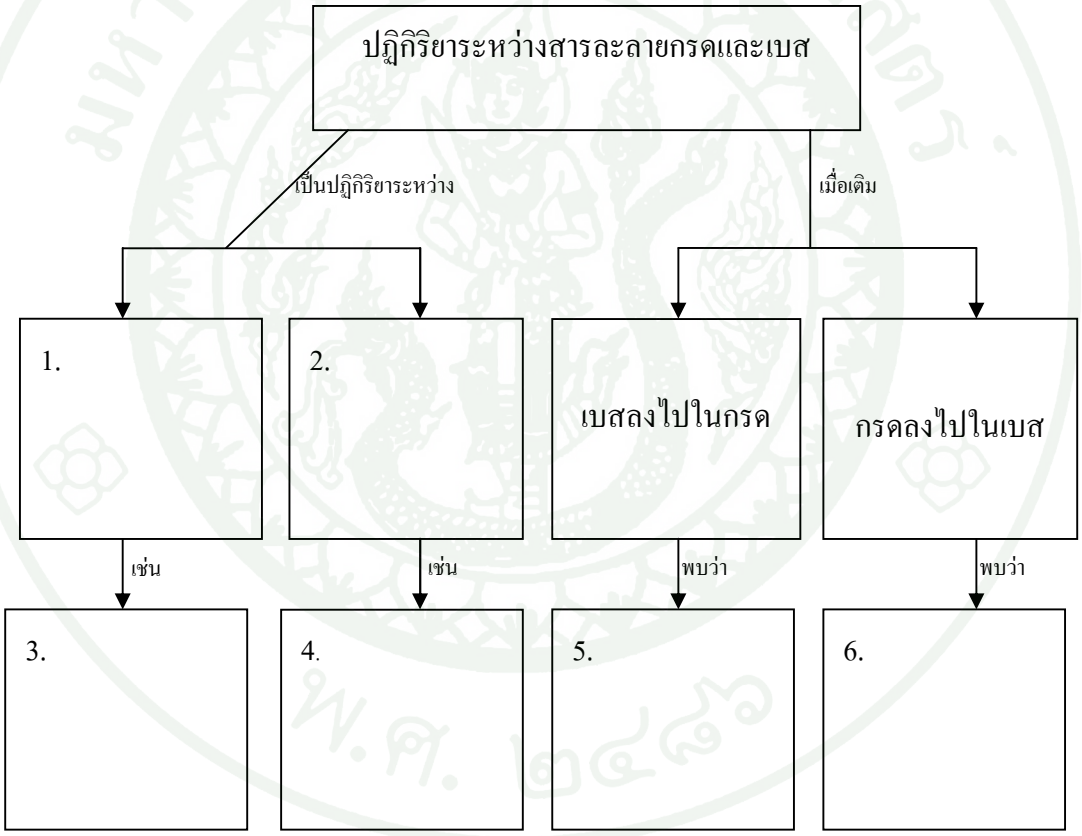
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น.....เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส จากคำต่อไปนี้

สารละลายกรด	สารละลายเบส	pH สูงขึ้น
pH น้อยลง	กรดไฮโดรคลอริก	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 12 คะแนน

มโนมติที่ 1-2 ให้มโนมติละ 3 คะแนน ,มโนมติที่ 3-4 ให้มโนมติละ 1 คะแนน , มโนมติที่ 5-6 ให้มโนมติละ 2 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่ …….

ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำการทดลอง พร้อมเติมคำในช่องว่างให้สมบูรณ์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดสอบและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH กับสมบัติความเป็นกรด เบส ของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์
2. อธิบายวิธีการปรับค่าความเป็นกรดและเบสของสารละลายโดยการเติมสารที่มีสมบัติตรงกันข้าม

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 cm^3/กลุ่ม
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 cm^3/กลุ่ม
3. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
4. หลอดทดลองขนาดเล็ก
5. บิกเกอร์ขนาด 50 cm^3 2 ใบ/กลุ่ม
6. หลอดหยด
7. แท่งแก้วคนสาร
8. กระจกนาฬิกา
9. ที่ตั้งหลอดทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะก่อนการทดลอง

1. ตรวจสอบค่า pH ของสารละลาย ให้ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายในหลอดทดลอง แล้วนำมาแตะที่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ซึ่งวางอยู่บนกระจกนาฬิกา

2. แท่งแก้วคนสารที่ใช้แตะสารละลายแล้ว ต้องล้างให้สะอาดและเช็ดให้แห้งก่อนนำไปใช้แตะสารละลายใหม่

3. หยดสารให้ถูกวิธี อย่าให้มีฟองอากาศ หลอดหยดควรตั้งตรง และแต่ละหยดให้มีขนาดเท่า ๆ กัน

วิธีการทดลอง

1. เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) เจือจาง 20 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก ตรวจสอบ pH ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ บันทึกผล

2. ตรวจสอบ pH ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) เจือจาง บันทึกผลเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 หยด ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกในข้อ 1 เขย่าหลอด ตรวจสอบ pH ของสารละลาย บันทึกผล

3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปอีกครั้งละ 5 หยด จนครบ 25 หยด ตรวจสอบ pH ทุกครั้งที่เติม บันทึกผล

ตารางบันทึกผลการทดลอง

สารละลายตัวอย่างและค่า pH		จำนวนหยดของสารละลาย		ค่า pH ของสารละลายผสม
สาร	ค่า pH	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	สารลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)	1	20	5	3
		20	10	4
		20	15	6
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	13	20	20	7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลอง

กรดไฮโดรคลอริกมีค่า pH เท่ากับ 1 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่า pH เท่ากับ 13 และเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในกรดไฮโดรคลอริก 20 หยดวัดค่า pH ของสารละลายจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนหยดของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น20 หยดเท่ากันค่า pH ของสารละลายผสมจะเป็น 7

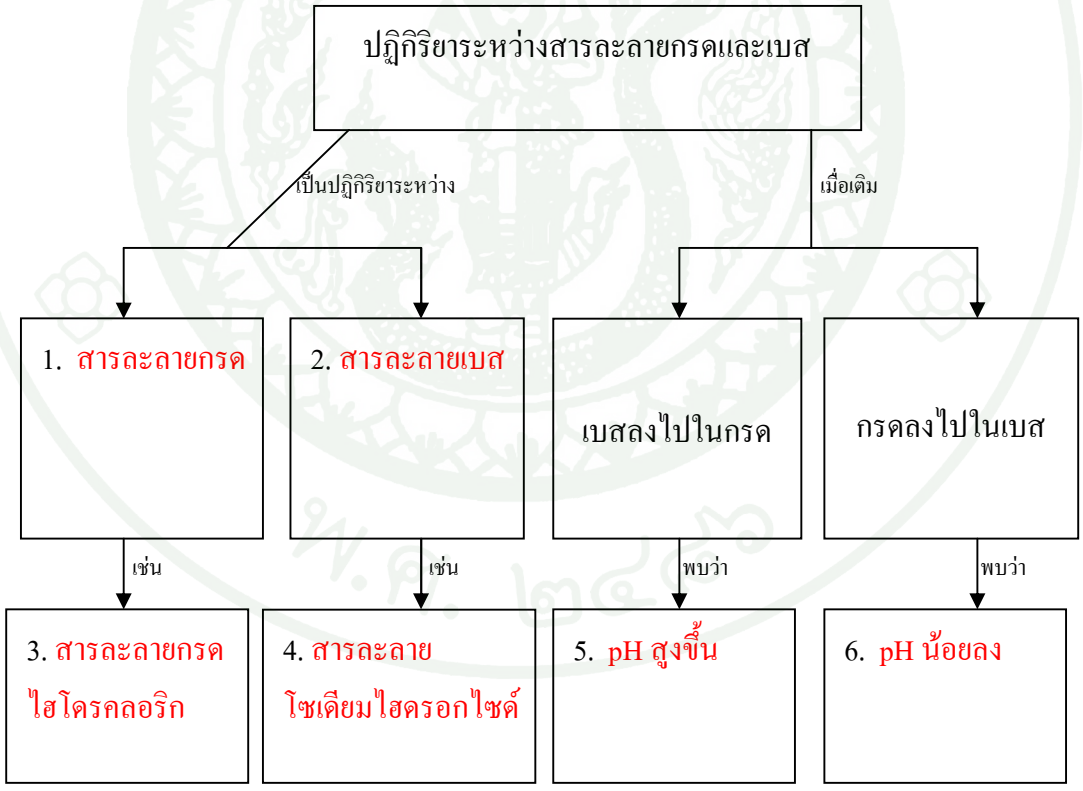
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

แบบฝึกการเขียนผังมโนมติที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างตามหมายเลขที่กำหนดในผังมโนมติ เรื่องปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบส จากคำต่อไปนี้

สารละลายกรด	สารละลายเบส	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก
pH น้อยลง	pH สูงขึ้น	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนนมโนมติทั้งหมด 12 คะแนน

มโนมติที่ 1-2 ให้มโนมติละ 3 คะแนน ,มโนมติที่ 3-4 ให้มโนมติละ 2 คะแนน ,

มโนมติที่ 3-4 ให้มโนมติละ 1 คะแนน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบวัดข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1.00
7	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00
10	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00
12	1	1	1	1.00
13	1	1	1	1.00
14	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00
16	1	1	1	1.00
17	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00
19	1	1	1	1.00
20	1	1	1	1.00
21	1	1	1	1.00
22	1	1	1	1.00
23	1	1	1	1.00
24	1	1	1	1.00
25	1	1	1	1.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

แบบวัดข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	**2**	**3**	
26	1	1	1	1.00
27	1	1	1	1.00
28	1	1	1	1.00
29	1	1	1	1.00
30	1	1	1	1.00

ตารางผนวกที่ 5 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดวิเคราะห์

แบบวัดข้อที่	p	r
1	0.46	0.41
2	0.78	0.75
3	0.53	0.79
4	0.59	0.73
5	0.62	0.61
6	0.34	0.65
7	0.46	0.41
8	0.46	0.48
9	0.36	0.47
10	0.42	0.42
11	0.57	0.59
12	0.40	0.46
13	0.56	0.51
14	0.55	0.69
15	0.54	0.55
16	0.46	0.55
17	0.54	0.41
18	0.44	0.46
19	0.57	0.59
20	0.57	0.67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

แบบวัดการคิดวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดการคิดวิเคราะห์

คำชี้แจง

1. แบบวัดการคิดวิเคราะห์นี้ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะคือ วิเคราะห์ความสำคัญ (ข้อที่ 1-7,19) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (ข้อที่ 8-13, 20) และวิเคราะห์หลักการ (ข้อที่ 14-18)

2. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาสอบ 40 นาที

3. คำถามทั้งหมดจะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบที่มีตัวเลือก 5 ตัว คือ ก ข ค ง และ จ

4. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

5. แต่ละข้อจะต้องขีดตอบเพียง<u>คำตอบเดียว</u>เท่านั้น ถ้าข้อใดขีดตอบมากกว่า 1 คำตอบจะให้ศูนย์ (0) ทันที และกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ก็ให้กากบาททับรอยคำตอบเดิมให้ชัดก่อนแล้วจึงขีดตอบใหม่ดังตัวอย่างการเปลี่ยนจาก ข มาเป็น ง ดังนี้

0)	ก	ข	ค	ง	จ
	☐	☒	☐	☒	☐

6. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

.....

คำชี้แจง ข้อความข้างล่างนี้เป็นเรื่องเดียวกัน แต่ได้แบ่งไว้เป็นตอน ๆ จากข้อ (1) – (6) เพื่อสะดวกแก่การตอบ ให้นักเรียนอ่านข้อความข้างล่างติดต่อกันโดยใช้ข้อความนี้ตอบคำถามข้อ 1- 7

" นำสารละลายใส่ถ้วยทดลองแล้วหยดลิตมัสลงไป 1-2 หยด (1) จะเห็นว่าของเหลวนั้นเป็นสีน้ำเงินตามคุณสมบัติของด่าง (2) จากนั้นค่อย ๆ หยดกรดเจือจางลงไป พร้อมกับใช้แท่งแก้วกวนเรื่อย ๆ (3) จะเห็นว่าสีน้ำเงินค่อย ๆ จางลงทุกที เนื่องจากความเป็นด่างลดลง (4) พอสีเริ่มจะเปลี่ยนเป็นสีแดงอมน้ำเงินก็หยุดเติมกรด แล้วเอาถ้วยแก้วไปตั้งไฟจนน้ำแห้ง ก็จะได้ผงติดอยู่ในถ้วย เรียกว่า เกลือของกรดนั้น (5) ซึ่งแสดงว่าสารประกอบเกลือเกิดจากกรดทำปฏิกิริยากับด่าง (6) แต่เกลือบางชนิดอาจทำโดยนำโลหะมาผสมกับกรดก็ได้ "

1. ใจความในตอนที่ (1) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?

ก. อธิบายหลักวิชา

ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ

ค. การตรวจสอบ

ง. ผลสรุป

จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ใจความในตอนที่ (2) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?
   ก. อธิบายหลักวิชา
   ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ
   ค. การตรวจสอบ
   ง. ผลสรุป
   จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง
3. ใจความในตอนที่ (3) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?
   ก. อธิบายหลักวิชา
   ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ
   ค. การตรวจสอบ
   ง. ผลสรุป
   จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง
4. ใจความในตอนที่ (4) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?
   ก. อธิบายหลักวิชา
   ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ
   ค. การตรวจสอบ
   ง. ผลสรุป
   จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง
5. ใจความในตอนที่ (5) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?
   ก. อธิบายหลักวิชา
   ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ
   ค. การตรวจสอบ
   ง. ผลสรุป
   จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง
6. ใจความในตอนที่ (6) เป็นคำกล่าวลักษณะใด ?
   ก. อธิบายหลักวิชา
   ข. ขั้นตอนของการปฏิบัติ
   ค. การตรวจสอบ
   ง. ผลสรุป
   จ. ข้อยกเว้นหรือข้อแย้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ตอนใดที่บ่งว่ากรดทำปฏิกิริยากับด่าง ?
   ก. ตอนที่ 1
   ข. ตอนที่ 2
   ค. ตอนที่ 3
   ง. ตอนที่ 5
   จ. ตอนที่ 6
8. คำกล่าวใด สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน ?
   ก. ฆ่าสัตว์จะตกนรก
   ข. คนดีต้องถือศีลห้า
   ค. สิ่งที่เกิดย่อมมีสาเหตุ
   ง. ทำบุญจะได้ขึ้นสวรรค์
   จ. ความเป็นทุกข์เป็นผลกรรมจากชาติก่อน
9. สาเหตุใด ที่ทำให้สัตว์บางชนิดสูญพันธุ์ไปจากโลก ?
   ก. เพราะไม่รู้จักป้องกันตนเอง
   ข. เพราะถูกมนุษย์ล่ามากเกินไป
   ค. เพราะโรคระบาดทำลายสัตว์นั้น
   ง. เพราะถูกสัตว์ใหญ่จับกินเป็นอาหาร
   จ. เพราะไม่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม
10. ข้อใดสัมพันธ์กันมากกว่าข้ออื่น ๆ ?
   ก. วิตามินเคกับโรคนิ่ว
   ข. วิตามินซีกับโรคตาฟาง
   ค. วิตามินบีกับโรคเหน็บชา
   ง. วิตามินเอกับโรคคอพอก
   จ. วิตามินดีกับโรคโลหิตจาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำชี้แจง ในคำถามแต่ละข้อจาก 11 – 12 จะมีใจความอยู่สองตอน ให้พิจารณาเฉพาะ ตอนหลัง แล้ววงอักษรตัวใดตัวหนึ่งตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังนี้

ก. ถ้าตอนหลังเป็นเหตุของตอนแรก
ข. ถ้าตอนหลังเป็นผลของตอนแรก
ค. ถ้าตอนหลังเป็นตัวอย่างสนับสนุนตอนแรก
ง. ถ้าตอนหลังเป็นตัวอย่างขัดแย้งกับตอนแรก
จ. ทั้งสองตอนไม่สัมพันธ์กันเลย

11. ความร้อนทำให้ปริมาตรขยายจึงทำให้สายไฟฟ้าตึงขึ้นในตอนกลางวัน
12. ความร้อนเป็นพลังงานเกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุล

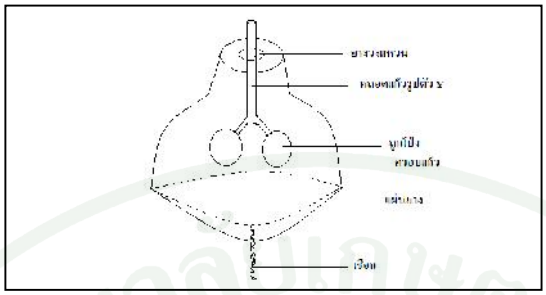
คำชี้แจง ให้ใช้ตัวเลือก ก-จ ข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 13

ก. ข้อความเป็นจริงโดยการทดลอง
ข. ข้อความเป็นเท็จโดยการทดลอง
ค. ข้อความเป็นจริงโดยคำจำกัดความหรือนิยาม
ง. ข้อความเป็นความจริงโดยทฤษฎีหรือสมมติฐาน
จ. ข้อความไม่เข้าลักษณะข้อใดเลย

13. การที่น้ำไม่หกเมื่อใช้กระดาษแข็งปิดปากแก้วไว้ ไม่ว่าจะเอียงหรือคว่ำด้วย สรุปได้ว่าอากาศมีแรงดันทุกทิศทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาการทดลองนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14-15 ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์



การทดลองนี้แสดงถึงการทำงานของปอดในเรื่องอากาศเข้าและออกจากปอดได้อย่างไร เมื่อดึงเชือกปรากฏว่าลูกโป่งในครอบแก้วจะพองออกและเมื่อปล่อยเชือกลูกโป่งจะแฟบ

14. การทดลองนี้ อาจไม่ได้ผล ถ้ามีสิ่งใดบกพร่อง ?
    ก. ดึงเชือกแรงเกินไป
    ข. หลอดแก้วบางเกินไป
    ค. ครอบแก้วมีขนาดเล็ก
    ง. แผ่นยางที่ผูกเชือกมีรูรั่ว
    จ. ลูกโป่งมีความยืดหยุ่นน้อย
15. “เมื่อดึงเชือกปรากฏว่าลูกโป่งในครอบแก้วจะพองออก” เป็นเพราะหลักการใด ?
    ก. ปริมาตรเพิ่ม-ความดันจะลดลง
    ข. ปริมาตรลด-ความดันจะลดลง
    ค. ปริมาตรลด-ความดันจะเพิ่มขึ้น
    ง. ปริมาตรเพิ่ม-ความดันจะเพิ่มขึ้น
    จ. ปริมาตรลด-ความดันกับอุณหภูมิจะลดลง
16. การแยกของผสมด้วยวิธีกรองขึ้นอยู่กับอะไร ?
    ก. ความข้นใสของสารผสม
    ข. ปริมาณการละลายของระหว่างของแข็งกับของเหลว
    ค. ความเข้มข้นระหว่างของแข็งกับของเหลวคู่นั้น
    ง. ขนาดอนุภาคของของแข็งกับรูกระดาษกรอง
    จ. การดูดซึมระหว่างของเหลวกับกระดาษกรอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

17. การที่ช่างทำขนมทองหยิบ ทดลองว่า น้ำเชื่อมที่ละลายน้ำนี้ จะหวานข้นตามต้องการแล้วหรือไม่ โดยหยดไข่ลงไป แล้วดูว่าไข่จมหรือลอยนั้น เพราะช่างขนมถือหลักอะไร ?
    ก. เปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำเชื่อมและไข่
    ข. เปรียบเทียบขนาดของน้ำเชื่อมและไข่
    ค. เปรียบเทียบปริมาตรของน้ำเชื่อมและไข่
    ง. เปรียบเทียบความหนาแน่นของน้ำเชื่อมและไข่
    จ. เปรียบเทียบสมบัติของไข่ไก่และไข่เป็ด

คำชี้แจง ให้อ่านข้อความข้างล่าง แล้วตอบคำถามข้อ 18 –20

"ถ้าใช้สบู่นี้ฟอกตัวราว 3 เดือน ผิวของท่านจะเกลี้ยงเกลาเหมือนดาราภาพยนตร์"

18. ข้อความข้างต้น (คำโฆษณานี้) ยึดหลักการใด ?
    ก. ดาราภาพยนตร์มีผิวเกลี้ยง
    ข. ดาราภาพยนตร์มีรูปทรงงาม
    ค. คนทั่วไปนิยมดาราภาพยนตร์
    ง. คนทั่วไปอยากเป็นดาราภาพยนตร์
    จ. ใครใช้นาน ๆ ก็ติดใจไปเอง
19. ควรวินิจฉัยข้อความนี้ว่าอะไร ?
    ก. สบู่นี้ใช้ได้ทน
    ข. สบู่นี้ใช้ฟอกตัวได้
    ค. ดาราภาพยนตร์ใช้สบู่นี้
    ง. สบู่นี้ช่วยให้ผิวเกลี้ยง
    จ. สบู่นี้มีตัวยาแก้ผิวหยาบ
20. ข้อความนี้ต้องการพาดพิงสิ่งใดกับสิ่งใดมากที่สุด ?
    ก. การใช้กับเวลา
    ข. สบู่กับดารา
    ค. ผิวกับดารา
    ง. ผู้อ่านกับดารา
    จ. ผิวกับเกลี้ยงเกลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 แสดงคะแนนการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน

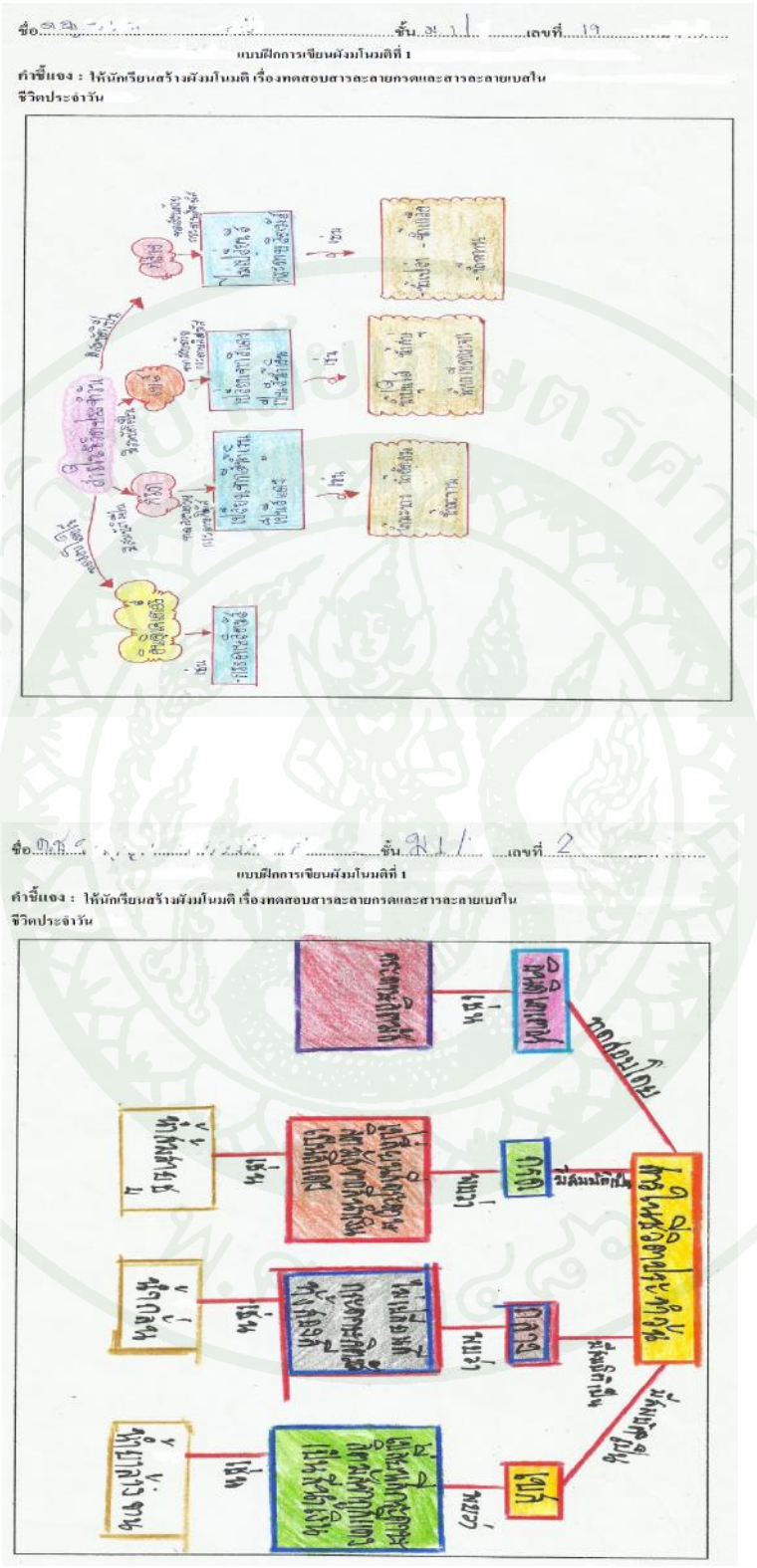
นักเรียน	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	7	14
2	8	15
3	6	13
4	5	13
5	5	14
6	6	15
7	5	15
8	4	12
9	7	15
10	8	15
11	7	15
12	11	16
13	6	13
14	4	13
15	14	18
16	6	15
17	7	13
18	8	14
19	7	16
20	7	13
21	7	12
22	7	14
23	8	17
24	5	13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

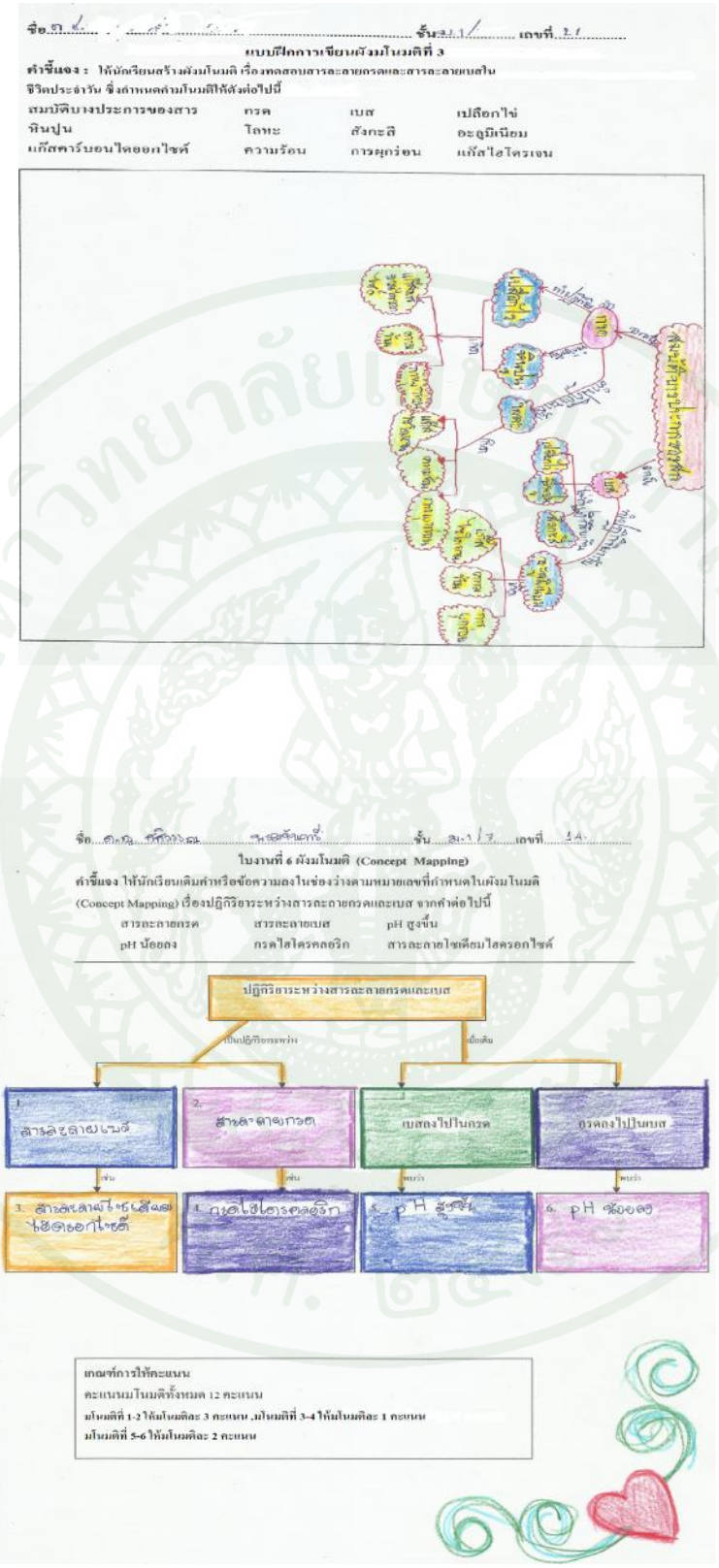
ตัวอย่างผลงานและบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 13 ตัวอย่างผลงานของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 13 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ ..... ชั้น ม.1/ เลขที่ 16

ครั้งที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานตามหัวข้อต่อไปนี้แล้วนำส่งครูผู้สอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ช่วย เพราะ ทดลองแล้วได้ลองคิดวิเคราะห์ และทำตาม ตามเล้าอาจารย์ครูได้ถามทีละขั้นตอน ครูได้ให้พวกเราวิเคราะห์ในชีวิตประจำวัน ทำให้รู้จักการคิดใน สิ่งต่างๆ ทำให้รู้

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ช่วย จะได้ลองไปช่วยในการเรียน การสอนต่อไป และ ฝึกทำผังมโนมติได้ดีขึ้น

3. นักเรียนคิดว่าต้องการให้ครูเพิ่มเติมอะไรในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนบ้าง

สามารถให้ ลงมือทำ และลองทำเอง

บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ ..... ชั้น ม.1/ เลขที่ 17

ครั้งที่ 1 เรื่อง ทดสอบสารละลายกรดและสารละลายเบสในชีวิตประจำวัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนรายงานตามหัวข้อต่อไปนี้แล้วนำส่งครูผู้สอน

1. คำถามที่ครูใช้ในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ได้ เพราะ ในการเรียนการสอนต้องใช้การวิเคราะห์อยู่ในหลายๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันเราต้องใช้การวิเคราะห์ในการเรียนเพื่อให้ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองได้ถูกต้อง

2. การใช้ผังมโนมติในการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์หรือไม่ อย่างไร

ได้ เพราะ ทำให้เข้าใจในการเรียนมากขึ้นในการทำมโนมติทำให้เราได้ และการได้ลงมือทำและร่วมกันแบ่งประเภทของสารได้ถูกต้อง

3. นักเรียนคิดว่าต้องการให้ครูเพิ่มเติมอะไรในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนบ้าง

อยากให้ครูได้เพิ่มเติมการทดลองให้มากกว่านี้ และเพิ่มการทดลองที่น่าสนใจ และให้ทำให้มากกว่านี้

ภาพผนวกที่ 14 ตัวอย่างบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุริสา ไวแสน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 22 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์