



หนังสือเรียน

รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑

จัดทำโดย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

พิมพ์ครั้งที่ ๕

ISBN 978-616-576-363-9

จำนวน ๘๐,๐๐๐ เล่ม พ.ศ. ๒๕๖๖

จัดจำหน่ายโดย

องค์การค้าของ สกสค. พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว

๒๒๔๙ ถนนลาดพร้าว วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

❖ มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



ประกาศสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
เรื่อง อนุญาตให้ใช้สื่อการเรียนรู้ในสถานศึกษา

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้ในสถานศึกษาได้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๗

ว่าที่ร้อยตรี

(ธนู วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาหลักสูตร วิธีการเรียนรู้ การประเมินผล การจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด และสื่อการเรียนรู้ทุกประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ นี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จัดทำขึ้นตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ เพื่อให้สถานศึกษาพิจารณาเทียบเคียงกับหลักสูตรสถานศึกษา และพิจารณาเลือกใช้หนังสือนี้ประกอบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาของตนได้ตามความเหมาะสม

กระทรวงศึกษาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบุคคลและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดทำไว้ ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยตรี



(ธนุ วงษ์จินดา)

เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำชี้แจง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ โดยมีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติ ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้อันซับซ้อน การใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ซึ่งในปีการศึกษา ๒๕๖๑ เป็นต้นไป โรงเรียนจะต้องใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) สสวท. จึงได้จัดทำหนังสือเรียนที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรเพื่อให้โรงเรียนได้ใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เล่ม ๖ มีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยกระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีเนื้อหาที่จำเป็นที่ต้องเรียนประกอบด้วยเรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุณิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ รวมทั้งกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถคิดค้นและออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ในการจัดทำหนังสือเรียนเล่มนี้ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิชาการอิสระ คณาจารย์ทั้งหลาย รวมทั้งครูผู้สอน นักวิชาการ จากสถาบันและสถานศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สสวท. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี เล่ม ๖ นี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่จะช่วยให้การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล หากมีข้อเสนอแนะใดที่จะทำให้หนังสือเรียนเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โปรดแจ้ง สสวท. ทราบด้วย จะขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ธีระเดช เจียรสุขสกุล)

ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ

ข้อแนะนำทั่วไปในการใช้หนังสือเรียน

หนังสือเรียนเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการศึกษาเนื้อหาที่สำคัญและเกิดทักษะที่จำเป็นที่สอดคล้องกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ รวมทั้งยังมีสื่อที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์รายการสื่อได้จาก QR code หรือ URL ที่อยู่ประจำแต่ละบท การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนใช้หนังสือเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสัญลักษณ์หรือข้อความตามหัวข้อต่าง ๆ ที่ปรากฏในหนังสือเรียน มีดังนี้

 คำถามสำคัญ คำถามประจำบทที่นักเรียนต้องอาศัยความรู้ทั้งหมดในบทเรียนในการตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนควรตอบได้หลังจากได้เรียนรู้ในบทนั้นแล้ว	 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้หรือทักษะหลังจากผ่านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนควรศึกษาทำความเข้าใจก่อนเริ่มเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ
 ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ชุดคำถามที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนควรตอบคำถามให้ถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องควรทบทวนเนื้อหา นั้นก่อนเริ่มการเรียนรู้เรื่องใหม่ในแต่ละบท	 ตรวจสอบความเข้าใจ คำถามระหว่างเรียนที่ช่วยประเมินการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้ตรวจสอบว่า ตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วหรือยัง
 กิจกรรม การปฏิบัติที่ช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาหรือฝึกฝนให้เกิดทักษะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โดยอาจเป็นการทดลองการสืบค้นข้อมูล หรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งนักเรียนควรลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	 สื่อ AR (Augmented Reality) สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยี AR ผู้เรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน "AR วิทย์ ม.ปลาย"
 สรุปเนื้อหาภายในบทเรียน การสรุปเนื้อหาสำคัญภายในบทเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด	

สารบัญ

14



เคมีกับการแก้ปัญหา

ภาคผนวก

บทที่ 14 เคมีกับการแก้ปัญหา	1
14.1 บทนำ	5
14.2 การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา	8
14.3 การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา	18
14.4 การนำเสนอผลงาน	29
14.5 การเข้าร่วมประชุมวิชาการ	41

สิทธิบัตรफल	50
ชื่อธาตุ	61
บรรณานุกรม	64
ที่มาของรูป	65
คณะกรรมการจัดทำหนังสือเรียน	66

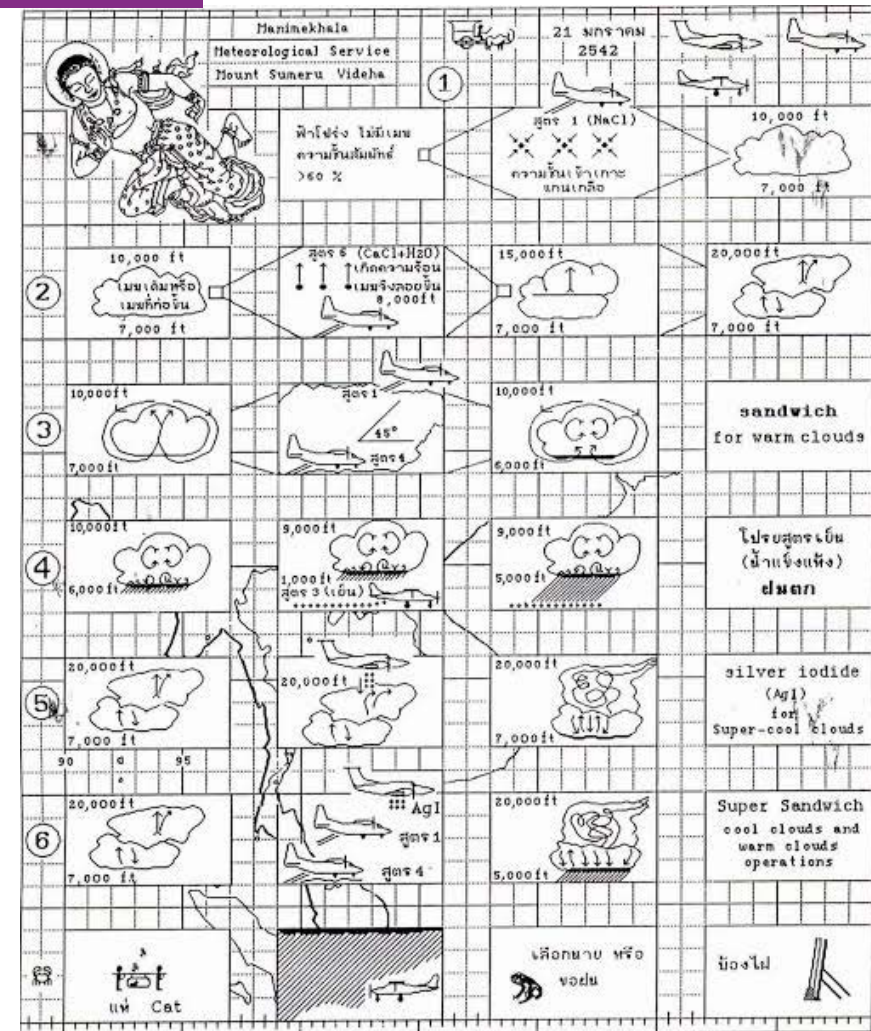
บทที่



ipst.me/10770

14

| เคมีกับการแก้ปัญหา



พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร
ทรงประดิษฐ์ภาพ "ตำราฝนหลวง" พระราชทานแก่นักวิชาการฝนหลวง
ให้ถือเป็นแนวปฏิบัติในการแก้ปัญหาภัยแล้ง และได้รับสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เมื่อ พ.ศ. 2545



คำถามสำคัญ

1. ความรู้ทางเคมีนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรือ การพัฒนานวัตกรรมได้อย่างไร
2. การบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร
3. การนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานให้ถูกต้องและน่าสนใจทำได้อย่างไร
4. การเข้าร่วมประชุมวิชาการมีความสำคัญและมีข้อควรปฏิบัติอย่างไร



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่กำหนด
2. ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับศาสตร์อื่น แก้ปัญหาสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
4. จัดทำรายงานการแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้
5. นำเสนอผลงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
6. เข้าร่วมประชุมวิชาการในฐานะผู้ฟังหรือผู้นำเสนอผลงาน
7. จัดทำรายงานสรุปการประชุมวิชาการ



ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

1. ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง
 - 1.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีการใช้การทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
 - 1.2 ผลการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐาน
 - 1.3 การเขียนสมมติฐานควรระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้ชัดเจน
 - 1.4 นิยามเชิงปฏิบัติการช่วยในการกำหนดวิธีและขอบเขตของการทดลอง
 - 1.5 การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ไม่มีผลต่อค่าของตัวแปรตาม
2. พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

เมื่อผสมสารละลาย A กับสารละลาย B จะมีฟองแก๊สเกิดขึ้น ในการศึกษาอัตราการเกิดแก๊สของปฏิกิริยาดังกล่าว นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลองดังนี้

1. ใส่สารละลาย A 0.5 mol/L ปริมาตร 5 mL ลงในหลอดทดลองที่ 1 และสารละลาย B 0.5 mol/L ปริมาตร 5 mL ลงในหลอดทดลองที่ 2
2. เทสารละลายในหลอดทดลองที่ 1 ลงในหลอดทดลองที่ 2 ที่อุณหภูมิห้อง และวัดอัตราการเกิดแก๊ส
3. ทำซ้ำข้อ 1-2 แต่ก่อนผสมให้นำหลอดทดลองทั้งสองหลอดแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C ประมาณ 2 นาที
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่แช่หลอดทดลองทั้งสองหลอดในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 °C แทนน้ำร้อน

ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ พร้อมกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตาม โดยกรอกข้อมูลในกรอบที่กำหนดให้

สมมติฐาน

ตัวแปร

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่.....

นิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรตาม

14.1 บทนำ

ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเคมี สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรมได้ เช่น การใช้ความรู้วิชาเคมี ในโครงการ “ฝนหลวง” ซึ่งก่อกำเนิดจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ที่ทรงห่วงใยต่อความเดือดร้อนของประชาชนอันเนื่องมาจากสภาวะแห้งแล้ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากความผันแปรและความคลาดเคลื่อนของธรรมชาติ เช่น ฤดูฝนเริ่มต้นล่าช้าเกินไปหรือหมดเร็วกว่าปกติ ฝนทิ้งช่วงระยะยาวในระหว่างฤดูฝน ซึ่งสภาวะแห้งแล้งดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะรุนแรงขึ้น นอกจากนี้การตัดไม้ทำลายป่ายังเป็นสาเหตุให้สภาพแวดล้อมของธรรมชาติเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้สภาพอากาศจากพื้นดินถึงระดับฐานเมฆไม่เอื้ออำนวยต่อการรวมตัวของเมฆ และยากต่อการเหนี่ยวนำให้ฝนตกลงสู่พื้นดิน ทำให้ฝนไม่ตกหรือตกแต่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าปกติ แต่ทรงเชื่อมั่นว่า “การตัดแปรอากาศเพื่อให้เกิดฝน” น่าจะเป็นมาตรการหนึ่งที่จะป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว และทรงพระราชทาน “ตำราฝนหลวง” เพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการแก้ปัญหาดังกล่าว

การทำฝนหลวง สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ที่เข้าใจได้ง่ายดังนี้

ขั้นก่อกลั่น เป็นการตัดแปรสภาพอากาศเพื่อเร่งหรือเสริมการเกิดหรือการก่อรวมตัวของเมฆ ดังขั้นตอนที่ 1 ในตำราฝนหลวง โดยใช้เครื่องบินโปรยผงโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ระดับความสูง 7,000 ฟุต และอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 60 เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์เป็นสารที่มีสมบัติดูดซับความชื้น จึงเป็นแกนเหนี่ยวนำให้ความชื้นหรือไอน้ำรอบ ๆ มารวมกันเป็นก้อนเมฆ ดังรูป 14.1 ก้อนเมฆที่ได้นี้มีอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาเซลเซียสจึงเรียกว่า เมฆอุ่น



รูป 14.1 แผนภาพการดำเนินการในขั้นก่อกลั่น

ชั้นเลี้ยงให้อ้วน เป็นการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อเร่งหรือเสริมการเจริญของเมฆให้มีขนาดใหญ่และหนาแน่นมากขึ้น ดังขั้นตอนที่ 2 ในตำราฝนหลวง โดยเมื่อเมฆอุ่นก่อตัวจนมียอดสูงถึง 10,000 ฟุต เครื่องบินอีกลำหนึ่งจะบินเข้าไปในกลุ่มเมฆที่ระดับสูงกว่าฐานเมฆ 1,000 ฟุต เพื่อโปรยผงแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ซึ่งเมื่อละลายน้ำแล้วจะคายความร้อน ส่งผลให้อนุหุมิในก้อนเมฆสูงขึ้น ละอองน้ำเกิดการระเหยเป็นไอน้ำลอยสูงขึ้น ทำให้เกิดลมพาอากาศและความชื้นจากระอบข้างเพิ่มเข้ามา เมื่อไอน้ำลอยตัวขึ้นไปกระทบกับอากาศเย็นที่ระดับสูงจะควบแน่นกลับเป็นละอองน้ำ กระบวนการระเหยและควบแน่นนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นกระบวนการลูกโซ่ทำให้อนุหุมิขยายตัวใหญ่ขึ้นจนยอดเมฆอาจสูงถึงระดับ 18,000 ฟุต ขึ้นไป ดังรูป 14.2 เมฆบริเวณนี้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส จึงเรียกว่า เมฆเย็น



รูป 14.2 แผนภาพการดำเนินการในชั้นเลี้ยงให้อ้วน

ชั้นโจมตี เป็นการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อเร่งให้เมฆที่รวมตัวหนาแน่นแล้วตกเป็นฝนลงสู่พื้นที่เป้าหมาย รายละเอียดดังนี้

การโจมตีเมฆอุ่นแบบแซนวิช (sandwich) ดังขั้นตอนที่ 3 ในตำราฝนหลวง โดยจะใช้เครื่องบิน 2 ลำ ลำแรกบินที่ระดับความสูง 9,000–10,000 ฟุต (ไหล่เมฆ–ยอดเมฆ) ส่วนเครื่องบินลำที่ 2 บินที่ระดับความสูง 7,000 ฟุต (ฐานเมฆ) ทำมุมเอียงกัน 45 องศา เครื่องบินลำแรกโปรยผงโซเดียมคลอไรด์ เพื่อเป็นแกนเหนียวนำไอน้ำรอบ ๆ ก้อนเมฆให้มารวมกันมากขึ้น ส่วนลำที่ 2 โปรยผงยูเรีย (urea) เพื่อลดอุณหภูมิของฐานเมฆ เนื่องจากยูเรียเมื่อละลายในน้ำจะดูดความร้อน ทำให้ละอองน้ำจำนวนมากในก้อนเมฆเกิดการรวมกันและฐานเมฆลดต่ำลง จนเมฆใกล้ตกเป็นฝนหรือตกเป็นฝนในที่สุด ดังรูป 14.3 (ก)

หากกลุ่มเมฆฝนนี้ยังไม่ตกมาเป็นฝนหรือยังไม่เคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่เป้าหมาย ให้เสริมการโจมตี ดังขั้นตอนที่ 4 ในตำราฝนหลวง โดยใช้เครื่องบินโปรยน้ำแข็งแห้ง (dry ice หรือคาร์บอนไดออกไซด์แข็ง) ซึ่งมีอุณหภูมิ -78 องศาเซลเซียส ที่ระดับต่ำกว่าฐานเมฆ 1,000 ฟุต เพื่อชักนำให้ฐานเมฆเคลื่อนตัวต่ำลง และเคลื่อนตัวเข้าสู่พื้นที่เป้าหมาย ดังรูป 14.3 (ข)



(ก)



(ข)

รูป 14.3 แผนภาพการโจมตีเมฆอุ่นแบบแซนวิช

กรณีที่เมฆสามารถพัฒนายอดได้สูงขึ้นถึงระดับเมฆเย็น สามารถทำให้เกิดฝนปริมาณมากขึ้น โดยการโจมตีเมฆเย็นได้ ดังนี้

การโจมตีเมฆเย็น ดังขั้นตอนที่ 5 ในตำราฝนหลวง ใช้เครื่องบิน บินที่ระดับความสูงประมาณ 21,500 ฟุต เพื่อยิงพลุซึ่งบรรจุซิลเวอร์ไอโอไดด์ (AgI) ลงบนยอดเมฆ ซึ่งที่ระดับความสูงนี้มีอุณหภูมิ -8 ถึง -12 องศาเซลเซียส และถ้ามีกระแสลมพาอากาศในก้อนเมฆไหลขึ้นมากกว่า 1,000 ฟุตต่อนาที รวมทั้งมีปริมาณน้ำเย็นจัดไม่ต่ำกว่า 1 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเหมาะสมต่อการทำให้เกิดเป็นไอน้ำเย็นยิ่งยวด (super cooled vapor) ซึ่งไอน้ำเย็นยิ่งยวดนี้จะเกาะรอบแกนซิลเวอร์ไอโอไดด์ ได้เป็นผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่พอที่จะหล่นลงมารวมตัวกับไอน้ำและละอองน้ำในเมฆอุ่น กลายเป็นฝนตกลงมาสู่พื้นดิน ดังรูป 14.5



รูป 14.4 พลุซิลเวอร์ไอโอไดด์



รูป 14.5 แผนภาพการโจมตีเมเยอร์

การโจมตีก้อนเมฆแบบซูเปอร์แซนวิช (super sandwich) ดังขั้นตอนที่ 6 ในตำราฝนหลวง ซึ่งใช้เครื่องบิน 3 ลำ โดยให้เครื่องบิน 2 ลำ โจมตีเมฆก้อนแบบแซนวิช และในขณะเดียวกันเครื่องบินอีก 1 ลำ โจมตีเมฆเย็น เพื่อทำให้ฝนตกหนักและต่อเนื่อง ดังรูป 14.6



รูป 14.6 แผนภาพการโจมตีก้อนเมฆแบบซูเปอร์แซนวิช

14.2 การใช้ความรู้ทางเคมีในการแก้ปัญหา

นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) ในการแสวงหาคำตอบของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ รวมทั้งยังใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนและกระบวนการทำงานที่เป็นระบบซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ คือ การสังเกตและการตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล และการสรุปผล ดังรูป 14.7



รูป 14.7 แผนภาพขั้นตอนในวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในการตั้งคำถามหรือโจทย์วิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การตั้งคำถามจะทำได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อมีข้อมูลมากขึ้น เช่น เมื่อพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงสังเกตเห็นว่าในพื้นที่แห้งแล้งที่ฝนไม่ตกทั้งที่มีเมฆกระจายอยู่บนท้องฟ้า แต่เมฆเหล่านี้ไม่รวมตัวกันให้ใหญ่พอจนเป็นเมฆฝนได้ จึงอาจนำมาสู่คำถามที่ว่า “ทำอย่างไรให้เมฆรวมตัวกันแล้วเกิดเป็นฝนได้” จากคำถามข้างต้นจะเห็นว่า มีตัวแปรต้นหลายตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการรวมตัวของเมฆที่ทำให้เกิดฝนได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีคำถามและสมมติฐานย่อยเพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปรในการทดลอง ดังตัวอย่างในตาราง 14.1

ตาราง 14.1 ตัวอย่างคำถามและสมมติฐานจากกรณีการทำฝนหลวง

คำถาม	สมมติฐาน
1) ระดับความชื้นในอากาศมีผลต่อการรวมตัวของเมฆหรือไม่ อย่างไร	ระดับความชื้นในอากาศมีผลต่อการรวมตัวของเมฆ
2) สารชนิดใดที่ช่วยให้เมฆรวมตัวกันได้	สารที่มีสมบัติดูดซับความชื้น เช่น โซเดียมคลอไรด์ มีผลทำให้เมฆรวมตัวกัน
3) ปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมต่อการรวมตัวของเมฆเป็นเท่าใด	โซเดียมคลอไรด์ปริมาณมากขึ้นทำให้เมฆรวมตัวกันได้ดีขึ้น
4) ระดับความสูงที่เหมาะสมในการโปรยโซเดียมคลอไรด์ควรเป็นเท่าใด	การโปรยโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความสูงบริเวณฐานเมฆจะทำให้เมฆรวมตัวกันได้ดี
5) ความเร็วลมมีผลต่อการรวมตัวของเมฆหรือไม่ อย่างไร	ความเร็วลมมีผลต่อการรวมตัวของเมฆ

ตัวอย่างคำถามย่อยข้างต้น เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาฝนแล้ง โดยการตั้งคำถามจะนำมาสู่คำตอบเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยคำถามที่ดีควรถูกชี้ให้เห็นถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังตัวอย่างคำถามในตาราง 14.1 ซึ่งมีการระบุถึงระดับความชื้นของอากาศ ชนิดและปริมาณของสาร ระดับความสูงของการโปรยสาร ความเร็วลม ซึ่งเป็นตัวแปรต้นที่ผู้ทำการทดลองสามารถปรับเปลี่ยนหรือเลือกได้ และมีตัวแปรตามร่วมกันคือการรวมตัวของเมฆ นอกจากนี้การตั้งคำถามอาจคำนึงถึงเงื่อนไขที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา เช่น จากคำถามที่ 2) อาจเพิ่มเงื่อนไขในคำถามได้ว่า “สารชนิดใดที่ช่วยให้เมฆรวมตัวกันได้ โดยมีราคาถูกและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม”

ในแต่ละคำถามมีสมมติฐานที่คาดคะเนถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่จะใช้ตอบคำถามหลักคือ “ทำอย่างไรให้เมฆรวมตัวกันแล้วเกิดเป็นฝนได้” ซึ่งคำถามและสมมติฐานย่อยเหล่านี้ช่วยกำหนดขอบเขตของการทดลองที่จะใช้ตอบคำถามหรือพิสูจน์สมมติฐานได้ง่ายและชัดเจนขึ้น และข้อมูลที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการตอบคำถามหลัก

การตั้งสมมติฐานที่ดีต้องอาศัยความรู้และการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ชัดเจนเพียงพอที่จะออกแบบวิธีการพิสูจน์สมมติฐานได้ นักเรียนสามารถศึกษาการระบุปัญหา การตั้งคำถามและสมมติฐาน รวมทั้งการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน จากตัวอย่างการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ตัวอย่าง



ปาฟ่องไก่ที่ขายในร้านหน้าปากซอยมีความกรอบมาก แต่มีกลิ่นฉุนของแอมโมเนียขณะรับประทาน เมื่อสอบถามกับทางร้านถึงส่วนประกอบและวิธีทำปาฟ่องไก่ เจ้าของร้านได้ให้ข้อมูลดังนี้

ส่วนประกอบ

เบกิ้งโซดา เกลือ น้ำตาลทราย น้ำ ผงฟู ยีสต์แห้ง เบกกิ้งโซดา

แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต น้ำมันถั่วเหลือง

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งสาลีปริมาณ 1 kg แล้วพักไว้
2. ชั่งผงฟู 4 g ยีสต์แห้ง 0.8 g เกลือ 20 g น้ำตาลทราย 8 g เบกกิ้งโซดา 1 g และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 30 g เทส่วนผสมทั้งหมดลงในน้ำ 800 mL คนจนสารละลายหมด
3. ชั่งน้ำมันถั่วเหลือง 50 g เติมน้ำมันในส่วนผสมในข้อ 2 คนให้น้ำมันกระจายตัว จากนั้นเติมลงบนแป้งที่ร่อนเตรียมไว้ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
4. หมักส่วนผสมไว้อย่างน้อย 4 ชั่วโมง ในภาชนะที่ปิดมิดชิด
5. นำส่วนผสมในข้อ 4 เทลงบนถาดที่โรยแป้งสาลีไว้แล้ว จากนั้นใช้ลูกกลิ้ง กลิ้งบนแป้งจนได้แผ่นแป้งมีความหนาประมาณ 0.5 cm แล้วตัดแป้งเป็นชิ้น ๆ ขนาดประมาณ 1 นิ้ว x 2 นิ้ว จากนั้นใช้น้ำและตราชั่งกึ่งกลางของชิ้นแป้งแล้วนำแป้ง 2 ชิ้นมาประกบกัน
6. ทอดแป้งในกระทะโดยใช้ไฟน้ำมันถั่วเหลืองที่อุณหภูมิประมาณ 190–200 °C เป็นเวลา 2 นาที แล้วนำชิ้นมาสะเด็ดน้ำมันในตะแกรง

จากสถานการณ์ดังกล่าว สามารถระบุปัญหาและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ทางเคมีได้ดังนี้

ปัญหา: ปาท่องโก๋มีกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย

คำถาม: ทำอย่างไรให้ปาท่องโก๋ไม่มีกลิ่นฉุนของแอมโมเนียและยังคงความกรอบ

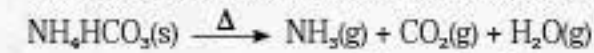
การสืบค้นข้อมูล และการตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลส่วนประกอบของปาท่องโก๋ นักเรียนอาจใช้ความรู้ทางเคมีคาดการณ์ได้ว่า กลิ่นแอมโมเนีย (NH_3) ในปาท่องโก๋ น่าจะมาจากแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (NH_4HCO_3) เมื่อสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมพบว่า แอมโมเนียมไบคาร์บอเนตเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการสลายตัวให้แก๊สแอมโมเนีย ซึ่งนอกจากแก๊สแอมโมเนียแล้ว ยังเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำอีกด้วย โดยแก๊สที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นส่วนที่ช่วยให้ปาท่องโก๋กรอบเช่นเดียวกับยีสต์ เบกกิ้งโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ผงฟู (ของผสมของ NaHCO_3 และกรด ตัวอย่างกรดเช่น โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต ($\text{K}_2\text{H}_2\text{O}_6$))

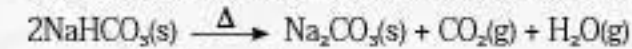
ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น

ข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี:

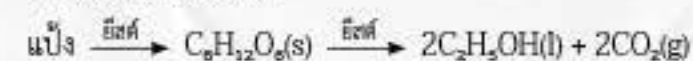
การสลายตัวของแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตเมื่อได้รับความร้อน



การสลายตัวของโซเดียมไบคาร์บอเนตเมื่อได้รับความร้อน



การหมักแป้งด้วยยีสต์



ปฏิกิริยากรด-เบสในผงฟู



ข้อมูลเกี่ยวกับความกรอบ: ขณะทอดปาท่องโก๋จะมีแก๊สเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวและหลุดออกจากเนื้อแป้งพร้อมกับพาความชื้นที่อยู่ในเนื้อแป้งออกไปด้วย ทำให้แป้งมีผิวที่แข็งและกรอบขึ้น

จากปฏิกิริยาเคมีที่สืบค้นได้จะเห็นว่า มีเพียงแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตที่ให้แก๊สแอมโมเนีย ซึ่งเป็นสาเหตุของกลิ่นฉุน อย่างไรก็ตาม แอมโมเนียมไบคาร์บอเนตให้ทั้งแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สแอมโมเนียที่ช่วยทำให้ปาท่องโก๋กรอบได้มากกว่าส่วนผสมอื่นที่ให้เพียงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถนำไปสู่การตั้งคำถามและสมมติฐานย่อยที่ชัดเจนเพียงพอสำหรับการออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานได้ ดังตัวอย่าง

คำถาม	สมมติฐาน
1) ปริมาณแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตเท่าใดปาท่องโก๋จึงจะไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ	การลดปริมาณแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตทำให้ปาท่องโก๋ไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ
2) ถ้าใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตแทนแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตต้องใช้ปริมาณเท่าใด	การใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณที่ทำให้เกิดแก๊สเท่ากับเมื่อใช้แอมโมเนียมไบคาร์บอเนตจะทำให้ปาท่องโก๋ไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ

การตรวจสอบสมมติฐาน

การออกแบบวิธีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานของแต่ละคำถาม สามารถทำได้ดังนี้

คำถาม 1)

ตั้งคำถาม

ปริมาณแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตเท่าใดปาท่องโก๋จึงจะไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ

ตั้งสมมติฐาน

การลดปริมาณแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตทำให้ปาท่องโก๋ไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ

กำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น ปริมาณแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต

ตัวแปรตาม กลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ปริมาณของส่วนประกอบอื่น ๆ

วิธีผสมส่วนประกอบ

ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการทอด

ผู้ทดสอบกลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋

ตรวจสอบสมมติฐาน

1. ทำปาท่องโก๋ตามสูตรของร้านค้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ
2. ทำปาท่องโก๋ตามสูตรของร้านค้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ลดปริมาณของ NH_4HCO_3 เป็นครึ่งหนึ่งและหนึ่งในสี่
3. เปรียบเทียบกลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋ที่ได้ในข้อ 2 กับปาท่องโก๋ในข้อ 1

คำถาม 2)

ตั้งคำถาม

ถ้าใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตแทนแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตต้องใช้ปริมาณเท่าใด

ตั้งสมมติฐาน

การใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตปริมาณที่ทำให้เกิดแก๊สเท่ากับเมื่อใช้แอมโมเนียมไบคาร์บอเนตจะทำให้ปาท่องโก๋ไม่มีกลิ่นและยังคงความกรอบ

กำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต

ตัวแปรตาม กลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ปริมาณของส่วนประกอบอื่น ๆ

วิธีผสมส่วนประกอบ

ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด

อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการทอด

ผู้ทดสอบกลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋

ตรวจสอบสมมติฐาน

1. ทำปาท่องโก๋ตามสูตรของร้านค้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ
2. ทำปาท่องโก๋ตามสูตรของร้านค้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แต่ใช้ NaHCO_3 แทน NH_4HCO_3 โดยใช้จำนวน 96 g ซึ่งได้ปริมาณแก๊สเท่ากับสูตรเดิม และอาจทดสอบเพิ่มโดยการลดปริมาณของ NaHCO_3 ที่ใช้แทน NH_4HCO_3
3. เปรียบเทียบกลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋ที่ได้ในข้อ 2 กับปาท่องโก๋ในข้อ 1



ตรวจสอบความเข้าใจ

หากต้องการทราบว่า อุณหภูมิของน้ำมันและระยะเวลาที่ใช้ในการทอดมีผลต่อกลิ่นและความกรอบของปาท่องโก๋หรือไม่ สามารถตั้งคำถามย่อย สมมติฐาน ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างไร

หลังจากที่ได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานของคำถามย่อยแต่ละคำถามแล้ว จะสามารถเสนออัตราส่วนปริมาณของแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตต่อส่วนประกอบอื่นในปาท่องโก๋ที่เหมาะสมหรือปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่จะใช้แทนแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตได้ รวมทั้งอาจเสนออุณหภูมิของน้ำมันและระยะเวลาที่ใช้ในการทอดปาท่องโก๋ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหากลิ่นของปาท่องโก๋โดยยังคงความกรอบได้

นักเรียนสามารถฝึกการระบุปัญหาและออกแบบแนวทางแก้ปัญหา ได้จากกิจกรรมต่อไปนี้



กิจกรรม 14.1 การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางเคมี

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. ตั้งคำถาม สมมติฐาน และกำหนดตัวแปรจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้ทางเคมี
3. ออกแบบวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
4. นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

วิธีทำกิจกรรม

1. พิจารณาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ช่องโหว่โอโซน

ชั้นโอโซนในบรรยากาศช่วยดูดซับรังสี UVB ไม่ให้ผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลก แต่ผลจากการใช้สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbons, CFCs) ทำให้ชั้นโอโซนในบรรยากาศบางลงจนบางบริเวณเกิดเป็นช่องโหว่โอโซน (ozone hole) เช่น ขั้วโลกใต้ ดังรูป

การลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศส่งผลให้รังสี UVB ผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลกมากขึ้น ซึ่งรังสี UVB เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนัง ดังนั้นการป้องกันตนเองจากรังสีดังกล่าวจึงช่วยลดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังได้

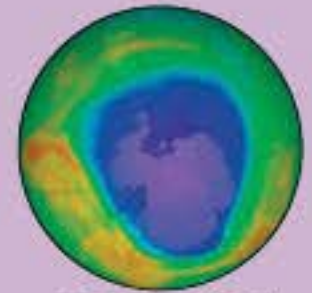
สาร CFCs ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมทำโฟม ใช้เป็นสารผลักดันในกระป๋องสเปรย์ ใช้เป็นสารทำความเย็น ดังนั้นจึงได้มีข้อตกลงระหว่างประเทศเพื่อควบคุมการใช้สาร CFCs ซึ่งเรียกว่า พิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2530 ส่งผลให้ปัญหาช่องโหว่โอโซนลดลง อย่างไรก็ตามการทำให้ปริมาณของโอโซนในชั้นบรรยากาศกลับมาเหมือนเดิมต้องใช้ระยะเวลานาน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องยังคงเฝ้าติดตามสถานการณ์อยู่ตลอดเวลา

สถานการณ์ 1

นักเรียนเป็นพนักงานในโรงงานทำโฟมฉนวนความร้อนแห่งหนึ่งที่ได้รับมอบหมายให้ปรับปรุงการผลิตโฟมฉนวนความร้อนโดยใช้แก๊สชนิดอื่นแทน CFCs

สถานการณ์ 2

นักเรียนเป็นนักเคมีในบริษัทผลิตเครื่องสำอางแห่งหนึ่งที่ได้รับมอบหมายให้ผลิตครีมกันแดดที่สามารถป้องกันรังสี UVB ได้



ช่องโหว่โอโซนที่ขั้วโลกใต้ เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2557 ที่มา: NASA

2. เลือกสถานการณ์ที่สนใจ แล้วระบุปัญหาและตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทางเคมี
3. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แล้วตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปร
4. ออกแบบวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน
5. นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

14.3 การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ได้ความรู้พื้นฐานสำหรับการพัฒนาต่อยอดเป็นความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและพัฒนานวัตกรรมที่ทำให้คุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้น ทั้งนี้ กระบวนการแก้ปัญหาและการสร้างนวัตกรรมในสถานการณ์จริงอาจมีการใช้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (engineering design process) ซึ่งมีขั้นตอนดังจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้



กิจกรรม 14.2 สายไฟแบ่งโดว์

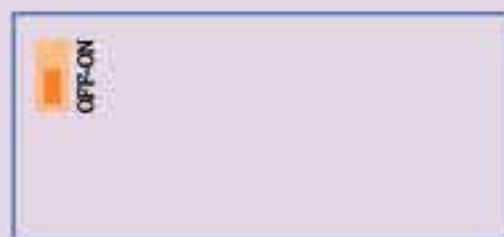
จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. สร้างสายไฟแบ่งโดว์เพื่อให้หลอด LED สว่าง ตามเงื่อนไขที่กำหนด
2. นำเสนอขั้นตอนการสร้างสายไฟแบ่งโดว์

วัสดุและอุปกรณ์

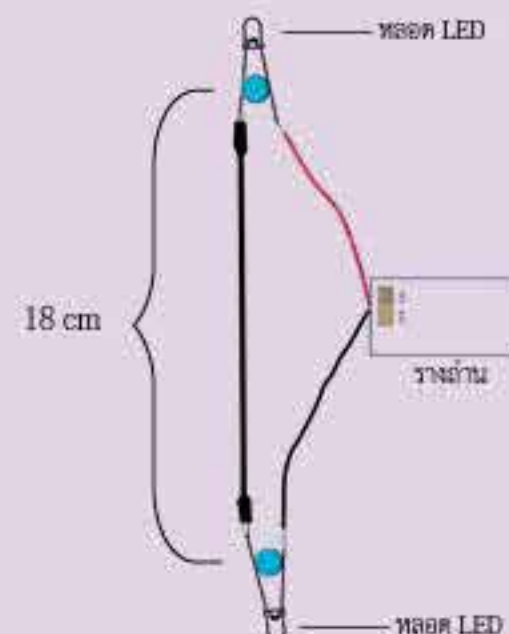
1. แบ่งโดว์
2. แก้วน้ำ
3. น้ำตาลทราย
4. เบกกิ้งโซดา
5. น้ำกลั่น
6. หลอด LED
7. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้
8. ถ่านไฟฉาย 1.5V 2 ก้อน ในรางถ่าน
9. ภาชนะสำหรับผสม
10. ฝังด้าแห่งของหลอด LED และรางถ่าน

ผังตำแหน่งของหลอด LED และรางถ่าน



วิธีทำกิจกรรม

1. ทดสอบการต่อวงจรไฟฟ้า โดยต่อสายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้กับหลอด LED ซึ่งต่อกับรางถ่าน ดังรูป ตามผังที่กำหนด สังเกตความสว่างของหลอด LED และบันทึกผล



2. ต่อวงจรไฟฟ้าตามข้อ 1 แต่เปลี่ยนสายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้เป็นแปรงไถร์ สังเกตความสว่างของหลอด LED และบันทึกผล
3. ออกแบบวิธีการเติมสารเคมีลงในแปรงไถร์และการต่อวงจรเพื่อทำให้หลอด LED ทั้ง 2 หลอดสว่าง และทำการทดสอบตามเงื่อนไขดังนี้
 - เลือกใช้สารเคมีเพียง 1 ชนิด จากสารเคมีต่อไปนี้ เพื่อละลายในน้ำแล้วผสมลงในแปรงไถร์ทั้งก้อน
 1. เกลือแกง (NaCl)
 2. น้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
 3. เบกกิ้งโซดา ($NaHCO_3$)
 - วางตำแหน่งของหลอด LED และตำแหน่งรางถ่าน ตามผังที่กำหนดให้
 - กำหนดระยะเวลาดำเนินการภายใน 30 นาที
 - กลุ่มที่ใช้สารเคมีปริมาณน้อยที่สุด จะได้คะแนนมากที่สุด
4. บันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม "การบันทึกข้อมูลการดำเนินการ" ที่กำหนดให้
5. นำเสนอข้อมูลการดำเนินการ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนใช้ความรู้ทางเคมีเรื่องใดบ้างในการสร้างสายไฟแบ่งไดร์
2. นอกจากความรู้ทางเคมีแล้ว นักเรียนใช้ความรู้อื่นในการสร้างสายไฟแบ่งไดร์หรือไม่ อย่างไร
3. จากการบันทึกข้อมูลการดำเนินการ การสร้างสายไฟแบ่งไดร์มีขั้นตอนอย่างไร

การบันทึกข้อมูลการดำเนินการ
กิจกรรม 14.2

1. เปรียบเทียบความสว่างของหลอด LED เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าด้วยสายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้และแบ่งไดร์

2. ระบุปัญหาและเงื่อนไขในการแก้ปัญหา

3. ระบุสารเคมีที่เลือกใช้เติมลงในแป้งโดว์ พร้อมอธิบายเหตุผล

4. ออกแบบขั้นตอนการดำเนินการ

5. ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้และระบุผลการดำเนินการในครั้งแรก

6. ระบุวิธีการปรับปรุงแก้ไข หากไม่สามารถทำให้หลอด LED ทั้งสองหลอดสว่างในครั้งแรกของการดำเนินการ

7. สรุปวิธีการดำเนินการและเสนอแนะวิธีการดำเนินการที่ให้ผลดีขึ้น พร้อมวาดรูปการต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับทดสอบความสว่างของหลอด LED

รูปการต่อวงจร

จากกิจกรรมจะเห็นว่านักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหามาก่อน มีข้อกำหนดและเงื่อนไขอย่างไรบ้าง จากนั้นจะต้องรวบรวมความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา แล้วจึงดำเนินการสร้างชิ้นงาน ทดสอบ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้ดีขึ้น จากนั้นนำเสนอวิธีการและผลการสร้างชิ้นงาน ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้อยู่ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังสรุปในรูป 14.8



รูป 14.8 แผนภาพขั้นตอนในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

1. ระบุปัญหา

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ในระหว่างการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นตอนการดำเนินงานสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ เช่น หากชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหายังมีข้อบกพร่อง ทำงานหรือใช้งานไม่ได้ อาจต้องย้อนกลับไปรวบรวมข้อมูลและออกแบบวิธีการใหม่ นอกจากนี้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร่วมด้วย เช่น ในขั้นตอนการเลือกและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา อาจต้องใช้ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการสร้างแบบจำลอง ในขั้นตอนของการทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบอาจต้องใช้ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด



ตรวจสอบความเข้าใจ

วิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีส่วนของวัตถุประสงค์และขั้นตอนที่เหมือนและต่างกันอย่างไร

ทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมส่วนใหญ่ต้องใช้ความรู้ในหลาย ๆ ศาสตร์บูรณาการร่วมกัน จึงจะได้ความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หรือสร้างนวัตกรรมเพื่อสนองความต้องการได้

นักเรียนแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้ได้จากกิจกรรมต่อไปนี้



กิจกรรม 14.3 การแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้

จุดประสงค์ของกิจกรรม

เลือกสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นที่สนใจและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการบูรณาการความรู้ทางเคมีกับความรู้ในศาสตร์อื่น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

วิธีทำกิจกรรม

1. สำรวจสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียน ท้องถิ่น จังหวัด ประเทศ หรือระดับโลก พร้อมสืบค้นข้อมูลประกอบ
2. เลือกสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นที่สนใจจะแก้ไข แล้วตั้งคำถามหรือระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์หรือประเด็นดังกล่าว
3. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือประเด็นที่สนใจจะแก้ไข พร้อมข้อมูลสนับสนุนเพื่อให้เห็นความสำคัญของคำถามหรือปัญหาดังกล่าว พร้อมทั้งนำเสนอคำถามหรือปัญหาและเงื่อนไข
4. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะนำไปสู่แนวทางการตอบคำถามหรือการแก้ปัญหา
5. อภิปรายและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นภายในกลุ่ม
6. กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของงาน รวมทั้งสมมติฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) และออกแบบวิธีดำเนินการหลังจากที่ได้ข้อมูลเพียงพอแล้ว
7. นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ออกแบบไว้
8. ดำเนินการแก้ปัญหาตามที่ได้ออกแบบวิธีการไว้

14.4 การนำเสนอผลงาน

การนำเสนอผลงานเป็นการสื่อสารเพื่อสรุปให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงผลการดำเนินการที่ผู้นำเสนอได้ศึกษามา การนำเสนอสาระสำคัญของผลงานควรทำให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและใช้สื่อประกอบอย่างเหมาะสมและมีคุณภาพ โดยทั่วไปการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์อาจอยู่ในรูปของรายงาน โปสเตอร์ การบรรยาย บทความ หรือการแสดงชิ้นงาน ซึ่งการเข้าใจหลักการในการเตรียมการนำเสนอในแต่ละรูปแบบเป็นการส่งเสริมให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการเบื้องต้นในการเขียนรายงาน การเตรียมโปสเตอร์ และการเตรียมการบรรยาย

1. รายงาน

รายงานอาจประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนท้าย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนนำ

ปก ประกอบด้วยชื่อเรื่อง ผู้จัดทำ โรงเรียน ช่วงเวลาหรือปีที่จัดทำ

บทคัดย่อ แสดงภาพรวมของงานและเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้อ่านสนใจที่จะศึกษาเนื้อหา บทคัดย่อประกอบด้วยชื่อเรื่อง สรุปย่อความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน วิธีดำเนินการ และผลการดำเนินการ รวมทั้งอาจมีข้อเสนอแนะ ตัวอย่างดังรูป 14.9

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพของเปลือกผลไม้สำหรับใช้เป็นวัสดุกรองน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เหมืองแร่

ชื่อเรื่อง

ไอออนของโลหะบางชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำบริเวณเหมืองแร่มีความเป็นพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การกำจัดไอออนของโลหะดังกล่าวจะช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเปลือกผลไม้ที่นำมาใช้เป็นวัสดุกรองน้ำในการกำจัดไอออนของโลหะในน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำใกล้เหมืองแร่ ซึ่งมีสมมติฐานว่า เปลือกผลไม้ที่มีสารที่สามารถจับกับไอออนของโลหะจะช่วยลดความเข้มข้นของไอออนของโลหะในน้ำหลังการกรอง และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของไรแดง โดยดำเนินการสร้างที่กรองน้ำจากวัสดุกรองที่ประกอบด้วย ถ่าน ทราวย และเปลือกแห้งของผลไม้แต่ละชนิดจากส้ม กล้วย เงาะ และมังคุด โดยมีที่กรองน้ำที่ใช้วัสดุกรองเฉพาะถ่านและทราวยเป็นชุดควบคุม ทำการทดสอบประสิทธิภาพที่กรองน้ำทั้ง 5 ชุด กับน้ำตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งน้ำใกล้เหมืองแร่ 3 แหล่ง พบว่า ที่กรองน้ำที่มีส่วนผสมของเปลือกส้มมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยลดความเข้มข้นของไอออนของโลหะในน้ำได้มากกว่าชุดควบคุมคิดเป็นร้อยละ 15–20 และมีอัตราการรอดชีวิตของไรแดงร้อยละ 80 ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุม

ความสำคัญ
ของปัญหา

วัตถุประสงค์

สมมติฐาน

วิธี

ดำเนินการ

ผล

ดำเนินการ

รูป 14.9 ตัวอย่างบทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ แสดงข้อความขอบคุณบุคคล หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้การดำเนินการสำเร็จลุล่วง และแหล่งทุน (ถ้ามี)

สารบัญ ประกอบด้วยสารบัญเนื้อเรื่องซึ่งแสดงชื่อหัวข้อหลัก ๆ ของเนื้อหาและเลขหน้า และอาจมีสารบัญตารางหรือสารบัญภาพประกอบด้วย

2) ส่วนเนื้อหา โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นบท ซึ่งแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน (ถ้ามี) ขอบเขตของการดำเนินการ นิยามเชิงปฏิบัติการ โดยความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาควรระบุถึงปัญหาและผลกระทบ รวมทั้งข้อจำกัดของแนวทางการแก้ไขปัญหามีการศึกษาไว้ก่อนแล้ว หรือประเด็นที่ยังไม่ได้มีการศึกษา

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ให้ข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาซึ่งขยายความจากบทที่ 1 โดยมีข้อมูลและการอ้างอิงสนับสนุน พร้อมทั้งวิเคราะห์เปรียบเทียบผลงานวิจัยที่ผ่านมา และแสดงความเห็นของผู้จัดทำในการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ โดยผู้จัดทำควรเขียนเรียบเรียงด้วยข้อความของตนเอง ไม่ใช่คัดลอกจากแหล่งอ้างอิง ซึ่งอาจเขียนแบ่งเป็นหัวข้อตามความเหมาะสมของปริมาณและหมวดหมู่ของข้อมูลที่จะนำเสนอ

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ วิธีการทดลองหรือวิธีการแก้ปัญหา และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมด้วย ซึ่งผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจและดำเนินการตามได้

บทที่ 4 ผลการดำเนินการและการอภิปรายข้อมูล แสดงผลการทดลองหรือผลการแก้ปัญหาโดยอาจนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น ตาราง แผนภาพ กราฟ รวมทั้งวิเคราะห์และอภิปรายความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละชุดให้เห็นว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ สอดคล้องหรือแตกต่างกับทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างไร

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ เป็นการนำผลการดำเนินการทั้งหมดมาสรุปย่อเป็นประเด็นตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ หรือประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

3) ส่วนท้าย ประกอบด้วย

บรรณานุกรม แสดงรายการเอกสารที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลประกอบ เช่น หนังสือเรียน ตำรา บทความวิจัย เว็บไซต์ บรรณานุกรมมีรูปแบบการเขียนเฉพาะซึ่งอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงาน อย่างไรก็ตามการเขียนบรรณานุกรมต้องใช้รูปแบบเดียวกันตลอดทั้งเล่ม และเรียงลำดับตามตัวอักษร โดยเขียนแยกระหว่างบรรณานุกรมภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตัวอย่างการเขียนบรรณานุกรมของ สสวท. ดังแสดง

หนังสือเรียนและตำรา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Chang, R. (2010). *Chemistry*. 9th ed. New York: McGraw-Hill.

Ryan, L. & Norris, R. (2014). *Cambridge International AS and A Level Chemistry Coursebook*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

วารสาร

Saptarini, N.M. & Suryasaputra, D. & Nurmalia, H. (2015). *Application of Butterfly Pea (Clitoria ternatea Linn) extract as an indicator of acid-base titration*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(2), 275–280.

เว็บไซต์

คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. (2561). โรคหัวใจเกิน. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2561, จาก <https://med.mahidol.ac.th/ramamentel/generalknowledge/general/05012014-1359>.

The Chinese University of Hong Kong. (2015). *A Simulation for Teaching Dynamic Equilibrium*. Retrieved February 23, 2015, from <http://www3.fed.cuhk.edu.hk/chemistry/files/Simulation.pdf>.

ภาคผนวก เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ไม่ได้นำเสนอในส่วนของเนื้อหา เช่น ข้อมูลการทดลอง ข้อมูลการพัฒนาแบบร่าง รายการสารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ อภิธานศัพท์ ซึ่งนิยมแยกเขียนเป็นเรื่อง ๆ ดังตัวอย่าง

ภาคผนวก ก	ข้อมูลแสดงแบบร่างสายไฟแบ่งโดว์
ภาคผนวก ข	อภิธานศัพท์



กิจกรรม 14.4 สืบค้นข้อมูลรูปแบบการเขียนบรรณานุกรม

จุดประสงค์ของกิจกรรม

นำเสนอรูปแบบการเขียนบรรณานุกรม

วิธีทำกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเขียนบรรณานุกรมที่เป็นสากลหรือที่นิยมใช้ทั่วไป
2. นำเสนอและอภิปรายร่วมกัน

2. การนำเสนอด้วยโปสเตอร์

การนำเสนอด้วยโปสเตอร์เป็นการนำเสนอผลงานในรูปแบบที่ใช้ภาพและข้อความเพื่อดึงความสนใจของผู้ชม ซึ่งการนำเสนอโปสเตอร์ในการประชุมวิชาการนิยมเปิดโอกาสให้ผู้ชมได้มีการซักถามด้วย รูปแบบของโปสเตอร์อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละเวทีการนำเสนอ การจัดทำและการนำเสนอโปสเตอร์ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) ศึกษารายละเอียดข้อกำหนดของแต่ละเวทีการนำเสนอ เช่น ขนาดโปสเตอร์ รูปแบบระยะเวลาในการนำเสนอ
- 2) แบ่งสัดส่วนเนื้อหาสาระให้ได้หัวข้อครบถ้วนและเหมาะสมกับพื้นที่ของโปสเตอร์ เช่น การนำเสนอผลงานวิจัย อาจประกอบด้วย ชื่อเรื่องงานวิจัย ชื่อผู้วิจัย หน่วยงานที่สังกัด บทคัดย่อ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ ผลการวิจัย สรุปผล และบรรณานุกรม
- 3) จัดเรียงเนื้อหาสาระให้มีลักษณะเป็นการเล่าเรื่องตามลำดับ เพื่อให้ผู้ชมโปสเตอร์สามารถติดตามอ่านได้ง่าย
- 4) ใช้ภาพ แผนภูมิ แผนภาพ หรือตาราง ที่สื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน และน่าสนใจ มีขนาดที่เหมาะสมไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป
- 5) ใช้ตัวอักษรที่เหมาะสมที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่าย ไม่ควรใช้รูปแบบของตัวอักษรมากเกินไปสองรูปแบบ และหลีกเลี่ยงการใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ภาษาอังกฤษทั้งหมด เพราะทำให้อ่านยาก
- 6) ใช้โทนสีของพื้นหลังที่เสริมให้ตัวอักษรและภาพเด่นชัด
- 7) ตรวจสอบการสะกดคำ การใช้เครื่องหมาย รวมทั้งการเว้นวรรคให้ถูกต้อง
- 8) เตรียมตัวในการพูดนำเสนอโปสเตอร์ โดยเตรียมคำอธิบายและตอบคำถาม รวมทั้งซักซ้อมการพูด
- 9) นำเสนอด้วยท่ายืนที่สุภาพและไม่บังโปสเตอร์ พูดให้กระชับและพูดเฉพาะประเด็นหลัก รวมทั้งสบตาและแสดงความสนใจผู้ฟังตลอดเวลาที่นำเสนอ



กิจกรรม 14.5 การจัดทำและนำเสนอข้อมูลในโปสเตอร์

จุดประสงค์ของกิจกรรม

จัดทำและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

วิธีทำกิจกรรม

1. พิจารณาข้อมูลทั้ง 3 ชุดต่อไปนี้ และจัดทำข้อมูลแต่ละชุดในรูปแบบที่สื่อความหมายได้ชัดเจนและน่าสนใจ

ชุดที่ 1 ข้อมูลการทดลองวัดความเข้มข้นของไอออนจากการแตกตัวของกรด

กรดไฮโดรคลอริกและกรดไฮโดรฟลูออริกความเข้มข้นเริ่มต้น 1.00 mol/L กรดไฮโดรคลอริกแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนและคลอไรด์ไอออนความเข้มข้นอย่างละ 1.00 mol/L ส่วนกรดไฮโดรฟลูออริกแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนและฟลูออไรด์ไอออนความเข้มข้นอย่างละ 0.04 mol/L

ชุดที่ 2 ข้อมูลการทดลองหาปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน จำนวน 0.002 โมล ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ณ ความดัน 1 บรรยากาศ

อุณหภูมิ (°C)	ปริมาตร (mL)
-100	30
-50	36
0	45
50	55
100	61

ชุดที่ 3 ข้อมูลวิธีการทดลองศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่อภาวะสมดุล

วิธีทดลอง

1. ใส่น้ำดอกอัญชันในหลอดทดลอง 3 หลอด หลอดละ 1.0 mL จากนั้นเติม HCl 0.02 mol/L หลอดละ 5 หยด
2. เติมน้ำกลั่นในหลอดทดลองในข้อ 1 ดังนี้
หลอดที่ 1 เติมน้ำกลั่น 5 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วบันทึกสี
หลอดที่ 2 เติม HCl 0.02 mol/L 5 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วบันทึกสี
หลอดที่ 3 เติม NaOH 0.02 mol/L 5 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วบันทึกสี
เปรียบเทียบสีของสารละลายหลอดที่ 2 และ 3 กับหลอดที่ 1
3. สังเกตสีของสารละลายทั้ง 3 หลอดอีกครั้ง เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที

2. นำเสนอข้อมูลที่จัดทำขึ้นและอภิปรายร่วมกัน

คำถามท้ายกิจกรรม

1. รูปแบบที่นำเสนอของนักเรียนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. รูปแบบใดที่เหมาะสม เพราะเหตุใด

3. การนำเสนอด้วยการบรรยาย

การนำเสนอด้วยการบรรยายเป็นการนำเสนอผลงานในรูปแบบที่ผู้นำเสนอใช้วาจาและสื่อประกอบในการถ่ายทอดข้อมูล หากนำเสนอได้ดีจะสามารถดึงดูดความสนใจและสร้างความจดจำได้ ซึ่งในการประชุมวิชาการจะมีการเปิดโอกาสให้มีการซักถามหลังการบรรยายด้วย เนื้อหาการบรรยายควรปรับให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ฟังและอยู่ในระยะเวลาที่กำหนด โดยมีข้อควรคำนึงดังต่อไปนี้

การจัดเตรียมเนื้อหาและสื่อประกอบ

1. ศึกษารายละเอียดและข้อกำหนดของแต่ละเวทีการนำเสนอ เช่น กลุ่มผู้ฟัง ระยะเวลาในการนำเสนอ
2. เตรียมข้อมูลและเนื้อหาซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วัตถุประสงค์ กระบวนการหรือวิธีดำเนินการ ผลการดำเนินการ การวิเคราะห์และการอภิปรายผล และการสรุปผล
3. เตรียมสไลด์โดยจัดสรรจำนวนสไลด์หรือเวลาที่นำเสนอให้เหมาะสมกับความสำคัญของแต่ละส่วนเนื้อหา เช่น ควรมีเนื้อหาในส่วนของการดำเนินการ การวิเคราะห์และการอภิปรายผล มากกว่าเนื้อหาในส่วนความเป็นมาและความสำคัญ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวัตถุประสงค์ นอกจากนั้นควรเตรียมสไลด์นำที่แสดงชื่อเรื่อง ผู้นำเสนอ รวมทั้งสไลด์ปิดที่กล่าวขอบคุณหรือกิตติกรรมประกาศด้วย
4. ควรนำเสนอความคิดหลักเพียงประเด็นเดียวในแต่ละสไลด์ ไม่ควรมีข้อความหรือภาพแน่นเกินไป และควรมีเลขระบุลำดับสไลด์
5. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ ตาราง หรือรูปภาพ ที่สื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน และน่าสนใจ มีขนาดที่เหมาะสมไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป ส่วนข้อความให้แสดงเฉพาะข้อความสำคัญ
6. ใช้ตัวอักษรที่เหมาะสมที่ผู้ฟังทุกคนสามารถมองเห็นได้ชัดเจนและอ่านได้ง่าย ไม่ควรใช้รูปแบบของตัวอักษรมากเกินไปสองรูปแบบสำหรับข้อความภาษาอังกฤษ หลีกเลี่ยงการใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด ควรใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะพยัญชนะแรกของคำ
7. ใช้โทนสีของพื้นหลังที่ช่วยให้ผู้ฟังมองเห็นตัวอักษรและภาพได้อย่างชัดเจนและสบายตา และไม่ใช้พื้นหลังหลายรูปแบบ
8. กำหนดจำนวนสไลด์ทั้งหมดให้เหมาะสมกับเวลา ไม่ควรมีมากเกินไป เช่น การนำเสนอ 10 นาที ควรมีสไลด์ประมาณ 10-15 สไลด์ เนื่องจากผู้ฟังส่วนใหญ่มีความสนใจและสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาในแต่ละสไลด์ในช่วงเวลาประมาณ 40-60 วินาที
9. หลีกเลี่ยงการใช้ภาพเคลื่อนไหวที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่อาจทำให้ผู้ฟังขาดความสนใจ หรือเสียสมาธิ แต่ควรใช้ภาพเคลื่อนไหวที่ส่งเสริมการนำเสนอให้เข้าใจง่ายขึ้น
10. ตรวจสอบการสะกดคำ การใช้เครื่องหมาย รวมทั้งการเว้นวรรคให้ถูกต้อง

ตัวอย่างสไลด์ที่ไม่เหมาะสมและที่ปรับปรุงให้เหมาะสม แสดงดังรูป 14.10

วิธีเตรียม NaCl 0.040 mol/L ปริมาตร 100 mL

1. ปั่นผง NaCl 0.40 กรัมลงในถ้วยชาม 100 mL แล้วล้างถ้วยชามด้วยน้ำสะอาดประมาณ 100 mL
2. เติมน้ำกลั่นลงในภาชนะที่ผสมจนระดับน้ำอยู่ที่ขอบถ้วยชาม
3. ปั่นทุกอย่างให้เข้ากัน แล้วนำของเหลวที่ได้มาใส่ขวดแก้ว
4. เทของเหลวที่ได้ใส่ขวดแก้ว แล้ว ปั่นทุกอย่างให้เข้ากัน

วิธีเตรียม NaCl 0.040 mol/L ปริมาตร 100 mL

ก) สไลด์ด้านขวาสรุปเป็นแผนภาพที่เห็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจนกว่าสไลด์ด้านซ้ายซึ่งเป็นข้อความบรรยาย



How to make PowerPoint Presentation

How to make PowerPoint Presentation

โดย อ.ดร.ดร.



การจัดทำ PowerPoint สำหรับนำเสนอ

How to make PowerPoint Presentation

โดย อ.ดร.ดร.

ข) สไลด์ด้านขวาเลือกสีตัวอักษรที่แตกต่างจากสีพื้นหลังทำให้มองเห็นตัวอักษรชัดเจนกว่าสไลด์ด้านซ้าย



การเตรียมสารประกอบอินทรีย์

วิธีเตรียมสารประกอบอินทรีย์... (Text is small and blurry, but appears to be a list of steps for preparing organic compounds.)



การเตรียมสารประกอบอินทรีย์

- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...
- การเตรียมสารประกอบอินทรีย์...

ค) สไลด์ด้านขวาแสดงเนื้อหาที่สำคัญทำให้ข้อความน้อยลง จึงใช้ตัวอักษรขนาดใหญ่ขึ้นได้และเห็นชัดเจนกว่าสไลด์ด้านซ้าย



ผลการทดลอง

กรด	ความเข้มข้น (mol/L)	อุณหภูมิ (°C)	pH
HNO_3	1.0	25	2.1
HCl	1.0	25	2.1
HCOOH	1.0	25	2.4
CH_3COOH	1.0	25	2.9
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	1.0	25	2.6



ผลการทดลอง

การวัดค่า pH ของสารละลายเข้มข้น 1.0 mol/L ที่ 25°C

กรด	pH
HNO_3	2.1
HCl	2.1
HCOOH	2.4
CH_3COOH	2.9
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	2.6

ง) สไลด์ด้านขวาแสดงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญซึ่งเป็นค่าของตัวแปรต้นและตัวแปรตามไว้ในตารางและแสดงข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ไว้นอกตาราง ทำให้ผู้ฟังพิจารณาข้อมูลได้ง่ายกว่าสไลด์ด้านซ้าย

รูป 14.10 ตัวอย่างสไลด์ที่ไม่เหมาะสมและเหมาะสม

การพูดนำเสนอ

1) ควรมีการซักซ้อมก่อนการนำเสนอจนมั่นใจว่าสามารถบรรยายเนื้อหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วนภายในระยะเวลาที่กำหนด

2) พูดออกเสียงให้ชัด ไม่ช้าหรือเร็วเกินไป เว้นวรรคตอนและจังหวะให้ฟังง่าย เพื่อให้ผู้ฟังสามารถรับข้อมูลที่ต้องการสื่อสารได้อย่างถูกต้อง ไม่ควรพูดโทนเสียงที่ราบเรียบแต่ควรเน้นเสียงหนักในส่วนที่เป็นสาระสำคัญหรือจุดสำคัญ เพื่อให้น่าสนใจ

3) สบตาผู้ฟังอย่างทั่วถึงระหว่างการนำเสนอ ไม่อ่านสไลด์หรือบทพูด

4) วางท่าทางด้วยบุคลิกที่แสดงความมั่นใจ เป็นมิตร มีการชี้สไลด์ด้วยอุปกรณ์ และอาจใช้ท่าทางประกอบการบรรยาย เช่น การบอกทิศทาง ขนาด รูปร่าง จำนวน

5) แต่งกายให้เรียบร้อยและเหมาะสมกับกาลเทศะ



กิจกรรม 14.6 การนำเสนอผลงานจากกิจกรรม 14.3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. จัดทำรายงาน
2. จัดทำสื่อประกอบการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานในรูปแบบโปสเตอร์ หรือสไลด์ประกอบการบรรยาย
3. นำเสนอผลงานในรูปแบบของโปสเตอร์หรือการบรรยาย

วิธีทำกิจกรรม

1. จัดทำรายงานของกิจกรรม 14.3 และส่งรายงาน
2. จัดทำโปสเตอร์หรือสไลด์ประกอบการบรรยายของกิจกรรม 14.3
3. นำเสนอผลงานในรูปแบบของโปสเตอร์หรือการบรรยาย และเปิดโอกาสให้มีการซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้

14.5 การเข้าร่วมประชุมวิชาการ

การสัมมนา การประชุมวิชาการ หรืองานนิทรรศการ เป็นเวทีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เผยแพร่ความรู้หรือนำเสนอผลงานที่ได้ทำมา ซึ่งจะให้นักเรียนได้รับคำแนะนำเพื่อนำมาพัฒนาผลงานของตนเอง รวมทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และแสดงความคิดเห็นต่อผลงานของบุคคลอื่นในเรื่องที่นักเรียนสนใจได้อีกด้วย



รูป 14.11 บรรยากาศการร่วมงานประชุมวิชาการ



กิจกรรม 14.7 สืบค้นข้อมูลงานประชุมวิชาการ

จุดประสงค์ของกิจกรรม

สืบค้นข้อมูลงานประชุมวิชาการทางเคมี วิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

วิธีทำกิจกรรม

1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับงานประชุมวิชาการทางเคมี วิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย อย่างน้อย 2 การประชุม โดยอาจสืบค้นข้อมูลในหัวข้อต่อไปนี้
 - 1) ชื่องานประชุม
 - 2) ชื่อหัวข้อหลัก (theme) (ถ้ามี)
 - 3) ช่วงเวลาที่จัดงาน (ควรอยู่ในช่วงปีที่แล้ว ปีปัจจุบัน และปีหน้า)
 - 4) สถานที่จัดงาน
 - 5) หน่วยงานหลักที่จัด
 - 6) รูปแบบของกิจกรรม (เช่น การประชุม การประกวด นิทรรศการ การอบรมเชิงปฏิบัติการ การบรรยายพิเศษ)
2. นำเสนอเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกัน

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

เคมี เล่ม ๖

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)

เวลา ๖๐ ชั่วโมง จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

ศึกษานำความรู้ทางเคมีไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหา ศึกษาการแก้ปัญหาสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น รวมทั้งคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ศึกษานำเสนองานหรือการแสดงผลงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการนำเสนอ รวมทั้งศึกษาการเข้าร่วมสัมมนา ประชุมวิชาการ หรือนิทรรศการแสดงผลงาน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุปเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑ ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. กำหนดปัญหา และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางเคมีจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ หรืออุตสาหกรรม
๒. แสดงหลักฐานถึงการบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ
๓. นำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
๔. แสดงหลักฐานการเข้าร่วมการสัมมนา การเข้าร่วมประชุมวิชาการ หรือการแสดงผลงานสิ่งประดิษฐ์ในงานนิทรรศการ

รวมทั้งหมด ๔ ผลการเรียนรู้