

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

เคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี หน่วยวัดปริมาณและการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย ปริมาณสัมพันธ์พื้นฐาน ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรม และจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
6. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
7. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี
8. บอก และอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความระมัดระวังในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
9. เลือก และใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ และวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
10. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง
11. ระบุหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ของสาร และเปลี่ยนหน่วยวัดให้เป็นหน่วยในระบบเอสไอด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย
12. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร
13. อธิบาย และคำนวณปริมาณโมลปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
14. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
15. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
16. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
17. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
18. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

รวมทั้งหมด 18 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ เจียมจิต กุลมาลา
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.คณิตา ตั้งคนานุรักษ์ ดร.ธีระชาติ ลิ้มประเสริฐ ดร.ลัดดา ผลวัฒน์
บรรณาธิการ	รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคนานุรักษ์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ เจียมจิต กุลมลา
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.คณิตา ตั้งคณาภิรักษ์ ดร.วีระชาติ ลีประเสริฐ ดร.ลัดดา ผลวัฒน์
บรรณาธิการ	รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณาภิรักษ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2--กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น, 2562.
200 หน้า.

1. เคมี--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา). I. เจียมจิต
กุลมลา, ผู้แต่งร่วม. II. ชื่อเรื่อง.

540.7
ISBN 978-616-345-169-9

พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวน 25,000 เล่ม
สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563
สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งธนาณัติสั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว
ในนาม บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว
แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028
www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท ไชเบอร์พริ้นท์กรุ๊ป จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการ
ทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐาน
การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์
ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้
ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการกระบวนการเรียนรู้
ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ
สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือ
สร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามารถ
ทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่าง
ถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านกาวัดและประเมินผล
ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระ
การเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์ชาติ
20 ปี

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้นหนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้
ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้เนื้อหาและตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอ
แนวคิดสำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็ความรู้ ความคิดที่เป็นแกนสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียน
รู้ที่ดีผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการ
สอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่ง queเพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้ คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้ จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหา บางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้สโมรติโฟนสแกน QR Code หรือเปิด ในเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาขั้นพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิด ดูส่วนเสริมของบทเรียนในหนังสือเรียนแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียน สำหรับให้ผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้น การเรียน หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วน หนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศ ที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของ การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอดดูเคชั่น จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 ได้พัฒนา และปรับปรุงเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและ ประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียน การสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิดการวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้ แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและ นำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 5 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ะบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามนำเข้าสู่เรียน แนวคิดหลักของหน่วยการเรียนรู้ แนวคิดสำคัญของ แต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ บทสรุปเนื้อหา และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้เรียบเรียงขอน้อมรับ คำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

ศรีลักษณ์ ผลวัณณะ
เจียมจิต กุลมาลา

สารบัญ

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี 1-45

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี 2

1. ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี 3
 2. แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี 10
 3. เทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการเคมี 12
 4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานการทดลอง 22
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 36

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 หน่วยวัดปริมาณและการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย 37

1. หน่วยวัดปริมาณและระบบเอสไอ 38
 2. แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย 41
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 45

ตอนที่ 2 ปริมาณสัมพันธ์ 46-188

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ปริมาณสัมพันธ์พื้นฐาน 47

1. มวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร 48
 2. โมล 57
 3. มวลของสารในปฏิกิริยาเคมี 71
 4. การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี 78
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 95

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลาย 97

1. ความเข้มข้นหน่วยร้อยละ 99
 2. ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน 104
 3. โมลาริตี 106
 4. โมลลิตี 109
 5. เศษส่วนโมล 112
 6. การเตรียมสารละลาย 125
 7. จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย 137
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 151

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี 154

1. ความหมายของสมการเคมี 155
 2. การดุลสมการเคมี 158
 3. การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี 160
 4. สารกำหนดปริมาณ 166
 5. การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีของแก๊ส 172
 6. ผลได้ร้อยละ 181
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 187

บรรณานุกรม 189

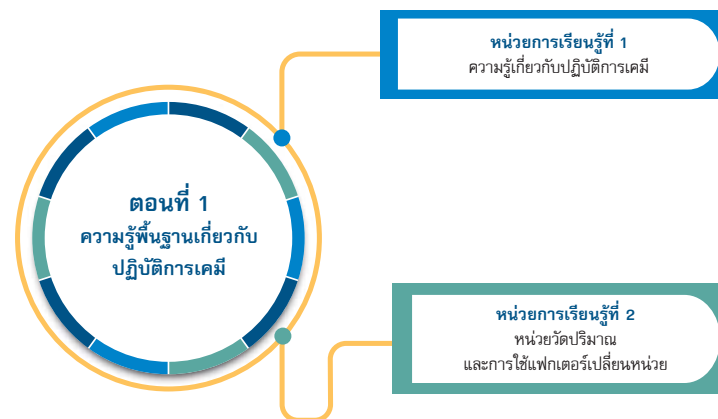
ดัชนี 190



ตอนที่ 1

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี

การเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมีเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากการเรียนรู้วิชาเคมี เน้นกิจกรรมการทดลอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรู้จักองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการ เทคนิคการใช้อุปกรณ์และสารเคมี ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการ สารเคมีที่เป็นอันตราย และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี เทคนิคบางประการที่นักเรียนควรทราบ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลอง และการเขียนรายงานการทดลอง รวมทั้งการใช้หน่วยวัดปริมาณที่เป็นสากล คือ หน่วยเอสไอ และการเปลี่ยนหน่วยวัดปริมาณโดยใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย มุ่งองค์ประกอบ 2 หน่วยการเรียนรู้



ความรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี

การทำปฏิบัติการเคมีมีประโยชน์อย่างไร และผู้ที่จะทำปฏิบัติการเคมีต้องมีความรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง



แนวคิดหลัก



ความรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการเคมีเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากการเรียนวิชาเคมีมีความรู้ด้านทฤษฎีและด้านการปฏิบัติหรือการทดลอง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา และเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี ข้อควรปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี เทคนิคการใช้อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนการทดลอง รวมทั้งการเขียนรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้

1. ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี



แนวคิดสำคัญ

ห้องปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษา นอกจากจะใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีแล้วยังมีส่วนที่เป็นบริเวณเก็บอุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือ หรือภาชนะสำหรับใส่สารเคมีที่ใช้แล้ว



รูปที่ 1.1 ห้องปฏิบัติการเคมี

การศึกษาเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดเก็บและการรักษาอุปกรณ์ สารเคมี สารเคมีที่เป็นอันตราย และแนวทางปฏิบัติเมื่อได้รับอันตรายจากการทำปฏิบัติการเคมี ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี

- 1.1 การจัดเก็บและการรักษาอุปกรณ์
- 1.2 สารเคมี
- 1.3 แนวปฏิบัติเมื่อได้รับอันตรายจากการทำปฏิบัติการเคมี

2. แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี

ความรู้เกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี

4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานการทดลอง

- 4.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4.3 การเขียนรายงานการทดลอง

3. เทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการเคมี

- 3.1 การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐาน
- 3.2 เทคนิคบางประการที่ควรทราบ
- 3.3 การกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียจากการปฏิบัติการทดลอง



ผลการเรียนรู้

1. บอกและอธิบายข้อปฏิบัติเบื้องต้น และปฏิบัติตนที่แสดงถึงความระมัดระวังในการทำปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งของตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
2. เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการและวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. นำเสนอแผนการทดลอง ทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง

1.1 การจัดเก็บและการรักษาอุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับใช้ในการทำปฏิบัติการเคมีประกอบด้วยเครื่องแก้ว เครื่องโลหะ เครื่องไฟฟ้า และเครื่องมืออื่น ๆ ซึ่งจะจัดเก็บแยกกันเพื่อความสะดวกในการนำมาใช้งาน เราจึงจัดเก็บอุปกรณ์ตามประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการเคมี 3 ประเภท ดังนี้

1. อุปกรณ์สำหรับนักเรียน เป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองเป็นประจำ ได้แก่ หลอดทดลอง ปีกเกอร์ หลอดหยด กระบอกตวง แท่งแก้วคนสาร กระชากนาฬิกา กรวยกรอง ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลมและตะแกรงลวด ที่ตั้งหลอดทดลอง อุปกรณ์เหล่านี้มักจัดไว้ในตะกร้าพลาสติกตามจำนวนกลุ่มที่ทำการทดลอง



รูปที่ 1.2 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการทำปฏิบัติการเคมี

2. อุปกรณ์สำหรับ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดแทนอุปกรณ์สำหรับนักเรียนที่ชำรุด ซึ่งจัดแยกอุปกรณ์แต่ละชนิดในตู้เก็บอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถหยิบใช้ได้สะดวก

เมื่อนักเรียนทำอุปกรณ์ชำรุดหรือแตกหักต้องแจ้งให้ครูทราบและขออุปกรณ์สำรองมาทดแทน



3. อุปกรณ์พิเศษ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเฉพาะ เช่น เครื่องสเปกโทรสโคป เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ไมโครมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ เครื่องชั่ง เตาให้ความร้อน (ฮอทเพลท) ถ้วยกระเบื้อง ปิเปตต์ และบิวเรต



รูปที่ 1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเฉพาะ

1.2 สารเคมี

สารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีจะเก็บไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สารอนินทรีย์ (inorganic compound) ได้แก่ สารประกอบของธาตุแทรนซิชัน กรด เบส และธาตุชนิดต่าง ๆ เช่น ตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) อะลูมิเนียม (Al) คาร์บอน (C) กำมะถัน (S) ฟอสฟอรัส (P) และพลวง (Sb)

2. สารอินทรีย์ (organic compound) เช่น แอลกอฮอล์ แอซีโตน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ ไทลูอิน เบนซีน เอทิลแอลกอฮอล์ กรดอินทรีย์ แนฟทาซีน กลูโคส แป้ง น้ำตาลทราย และน้ำมันพืช

สารเคมีที่เป็นอันตราย

การใช้สารเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารเคมีที่เป็นอันตราย จึงควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารเคมีที่เป็นอันตรายดังนี้

1. สารเคมีที่เป็นอันตรายบนฉลากจะมีสัญลักษณ์ต่าง ๆ ปรากฏอยู่ ซึ่งจะมีความหมายแตกต่างกัน ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของสารที่เป็นอันตราย

2. สารที่เป็นกรดและสารระเหยง่ายควรเก็บในตู้ควันทันที่มีช่องระบายอากาศสู่ภายนอก
3. อันตรายจากสารเคมีที่ควรรู้จัก แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 อันตรายจากสารเคมี

สารเคมี	อันตราย
1. โลหะโซเดียม (Na) และโพแทสเซียม (K)*	เกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ จึงควรเก็บในภาชนะที่แห้งและปิดสนิท มีสมบัติกัดกร่อน สัมผัสผิวหนังทำให้ไหม้พอง สัมผัสดวงตาอาจทำให้ตาบอด และการสูดดมจะทำให้ระคายเคืองต่อทางเดินอาหารและระบบหายใจ
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)*	เป็นเบสแก่ มีสมบัติกัดกร่อนผิวหนังอย่างรุนแรง ทำให้ผิวหนังไหม้พอง สัมผัสดวงตาอาจทำให้ตาบอด และการสูดดมจะทำให้ระคายเคืองต่อทางเดินอาหารและระบบหายใจ
3. สารละลายแอมโมเนีย (NH ₃)**	เป็นของเหลวระเหยง่าย ไวไฟ มีกลิ่นฉุน ทำให้ผิวหนังระคายเคือง สูดดมจะแสบจมูก ไอของแอมโมเนียจะทำให้เยื่อตาอักเสบและระคายเคืองต่อระบบหายใจ
4. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)*	เป็นกรดแก่ มีสมบัติกัดกร่อนอย่างรุนแรง เป็นสารระเหยง่าย ไอของกรดเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ ทำให้หายใจไม่ออกหรือหายใจถี่ และอาจทำให้เสียชีวิต การสัมผัสทางผิวหนังอาจทำให้เกิดแผลไหม้ สัมผัสดวงตาทำให้เนื้อเยื่อของดวงตาถูกทำลาย

ตารางที่ 1.1 อันตรายจากสารเคมี (ต่อ)

สารเคมี	อันตราย
5. กรดแอซิกหรือกรดน้ำส้ม (CH ₃ COOH)*	มีสมบัติกัดกร่อน สัมผัสผิวหนังจะทำให้ผิวหนังไหม้พอง สัมผัสดวงตาทำให้เนื้อเยื่อของดวงตาถูกทำลาย ไอของกรดทำให้ระคายเคืองต่อระบบหายใจ ผิวหนัง และเยื่อตา
6. กรดไนตริกหรือกรดดินประสิว (HNO ₃)*	เป็นกรดแก่ มีสมบัติกัดกร่อนอย่างรุนแรง มีกลิ่นฉุน ไอของกรดระคายเคืองต่อระบบหายใจอย่างรุนแรง ทำให้แสบร้อนในจมูก คอ ไอ และหายใจถี่ สัมผัสผิวหนังจะทำให้เกิดแผลไหม้ สัมผัสดวงตาจะทำให้ตาบอด เมื่อกลืนกินจะทำให้เกิดแผลในทางเดินอาหาร อาเจียน คลื่นไส้ ท้องร่วง และอาจเสียชีวิต
7. กรดซัลฟิวริกหรือกรดกำมะถัน (H ₂ SO ₄)*	เป็นกรดแก่ มีสมบัติกัดกร่อนอย่างรุนแรง มีกลิ่นฉุน ไอของกรดจะระคายเคืองเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อของตา ปาก ระบบหายใจ อาจทำให้หายใจไม่ออก และเสียชีวิตได้ สัมผัสผิวหนังทำให้ผิวหนังไหม้พอง และสัมผัสดวงตาทำให้เนื้อเยื่อของดวงตาถูกทำลาย
8. เบนซีน (C ₆ H ₆)*	เป็นสารระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ ไวไฟ มีกลิ่นฉุน เป็นพิษต่อระบบหายใจ สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคืองและตาอักเสบ เป็นสารก่อมะเร็งในเม็ดเลือด
9. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl ₄)*	เป็นสารระเหยง่าย มีกลิ่นฉุน สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นพิษต่อไต ปอด ระบบประสาท ตับ และเยื่อเมือกปอด
10. เมทิลแอลกอฮอล์หรือเมทานอล (CH ₃ OH)*	มีกลิ่นฉุน สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคือง ถ้าได้รับในปริมาณมากอาจทำให้อวัยวะภายในถูกทำลายและเสียชีวิต
11. เอทิลแอลกอฮอล์หรือเอทานอล (C ₂ H ₅ OH)*	เป็นของเหลว ติดไฟได้ สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นพิษต่อเลือด ระบบสืบพันธุ์ ตับ ระบบหายใจส่วนบน ผิวหนัง และระบบประสาทส่วนกลาง ผสมอยู่ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ถ้าดื่มในปริมาณมากจะเกิดอาการมึนเมา การควบคุมการทรงตัวและการทำงานของกล้ามเนื้อ ขาลง ครองสติไม่ได้
12. แอซีโตน (CH ₃ COCH ₃)*	เป็นของเหลว ติดไฟได้ ระเหยง่าย มีกลิ่นฉุน สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคือง เป็นพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง และอาจเป็นพิษต่อไต ระบบสืบพันธุ์ ตับ และผิวหนัง
13. โทลูอีน (C ₆ H ₅ CH ₃)*	สัมผัสผิวหนังและดวงตาทำให้เกิดการระคายเคือง สูดดมไอจะเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน อาจเป็นพิษต่อเลือด ไต ระบบประสาท ตับ สมอง และระบบประสาทส่วนกลาง
14. กรดออกซาลิก [(COOH) ₂ หรือ C ₂ O ₄ H ₂]*	ระคายเคืองต่อระบบหายใจและดวงตา เป็นพิษต่อปอดและเยื่อเมือกปอด ถ้าสัมผัสเป็นเวลานานจะทำให้ปอดถูกทำลาย

ตารางที่ 1.1 อันตรายจากสารเคมี (ต่อ)

สารเคมี	อันตราย
15. คลอรีน (Cl_2)*	เป็นแก๊ส ระคายเคืองต่อระบบหายใจ ผิวหนัง และดวงตา สุดคมในปริมาณมาก จะทำให้ปอดถูกทำลายและเสียชีวิต และยังทำลายพืชและทำให้เกิดฝนที่ฉ่ำด้วยกรด
16. คลอโรฟอร์ม (CHCl_3)*	เป็นของเหลว ระเหยง่าย ระคายเคืองต่อผิวหนังและดวงตา สุดคมจะทำให้เวียนศีรษะ และอาจหมดสติได้ อาจเป็นพิษต่อไต ตับ และหัวใจ
17. ไดคลอโรมีเทนหรือเมทิลีนคลอไรด์ (CH_2Cl_2)*	เป็นของเหลวใส ระเหยง่าย มีกลิ่นหอม ใช้เป็นตัวทำละลายที่มีอันตรายน้อยกว่าคลอโรฟอร์ม เมื่อสัมผัสทำให้ระคายเคืองผิวหนังและทำให้ดวงตาอักเสบ เมื่อสูดดมเข้าสู่ร่างกายจะเกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สพิษ
18. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)*	มีสมบัติกัดกร่อนผิวหนังและดวงตา ทำให้ผิวหนังเกิดแผลไหม้ ดวงตาอักเสบ และการสูดดมทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงในระบบหายใจ
19. โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)*	มีสมบัติกัดกร่อนผิวหนังและดวงตา ถ้าสัมผัสเป็นเวลานานอาจทำให้ผิวหนังไหม้ ตาบอด และการสูดดมจะเป็นอันตรายต่อทางเดินอาหารและระบบหายใจ ถ้าได้รับสารมากเกินไปอาจทำให้ปอดถูกทำลาย หดสตีหรือเสียชีวิต
20. เฮกเซน (C_6H_{14})*	ระคายเคืองผิวหนังและดวงตา มีพิษต่อระบบหายใจและระบบประสาท ถ้าสูดดมจะเวียนศีรษะ และถ้าได้รับสารในปริมาณมากและเป็นเวลานาน จะเกิดการแขนขาอ่อนแรงอาจเป็นอัมพาต

หมายเหตุ * นำมาจาก material safety data sheet (MSDS)

** นำมาจาก safety data sheet (SDS)

1.3 แนวปฏิบัติเมื่อได้รับอันตรายจากการทำปฏิบัติการเคมี

การป้องกันอันตรายหรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นขณะทำปฏิบัติการเคมีเป็นสิ่งสำคัญ แต่หากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นแล้วมีแนวทางในการปฏิบัติดังนี้

1. ห้องปฏิบัติกรควรมีสายสำหรับใส่ยาและอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น เช่น น้ำยาล้างตา ยาทาแผลสด เจลทาวีทวงไหม้พองหรือถูกน้ำร้อนลวก น้ำเกลือล้างแผล (เข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวล) สำลี ถุงมือแพทย์ คีมคีบ กรรไกร พลาสเตอร์ ผ้าพันแผล นอกจากนี้ควรมีเครื่องดับเพลิงหรือกระป๋องทรายดับเพลิง
2. วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อนักเรียนได้รับอันตรายจากการทำปฏิบัติการเคมี แสดงดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้น

อันตรายที่ได้รับ	วิธีปฐมพยาบาล
1. เศษแก้วบาด	- ถ้าถูกบาดเพียงเล็กน้อยให้นำเศษแก้วออกให้หมด ล้างบาดแผลด้วยน้ำเกลือเพื่อฆ่าเชื้อโรค ใส่ยาทาแผลสด และใช้ผ้าพันแผลเพื่อห้ามเลือด แล้วจึงปิดบาดแผล - ถ้าบาดแผลมีขนาดใหญ่ เลือดออกมาก ควรใช้ผ้าพันแผลกดตรงรอยบาดแผลให้แน่น หรือใช้ผ้ารัดระหว่างบาดแผลเพื่อห้ามเลือด แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที
2. ไฟลวกหรือถูกของร้อน	ล้างบาดแผลด้วยน้ำสะอาดอุณหภูมิปกติ ทาเจลสำหรับผิวไหม้พอง แล้วปิดบาดแผลด้วยผ้าพันแผล
3. เศษแก้วเข้าตา	ให้ผู้บาดเจ็บอยู่นิ่ง ๆ แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล
4. สัมผัสสารละลายกรดหรือเบส*	ล้างผิวหนังบริเวณที่สัมผัสสารละลายกรดหรือเบสด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก อาจใช้น้ำเย็นเพื่อบรรเทาอาการระคายเคืองของผิวหนัง เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที พร้อมกับถอดเสื้อผ้าหรือรองเท้าที่ปนเปื้อนสารเคมีออก และรับการรักษาพยาบาลทันที ถ้าผิวหนังได้รับอันตรายมากให้ล้างผิวหนังด้วยสบู่ฆ่าเชื้อและทาครีมป้องกันแบคทีเรีย แล้วรีบไปพบแพทย์ทันที
5. สารเคมีเข้าตา*	ถ้าใส่คอนแทคเลนส์ให้รีบถอดออก ล้างตาด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก อาจใช้น้ำเย็น เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที และรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที
6. สารพิษเข้าปาก*	ห้ามทำให้ผู้ป่วยอาเจียน เว้นแต่ได้รับการแนะนำจากบุคลากรทางการแพทย์ ถอดเสื้อผ้าที่รัดกุม เช่น กระดุมคอ เข็มขัด และรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที
7. สูดดมไอสารเคมี*	ควรป้องกันการสูดดมไอสารเคมีด้วยการใช้หน้ากากปิดจมูก แต่หากสูดดมไอสารเคมีควรรีบออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อหายใจอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ร่างกายโดยเร็ว ถ้าไม่หายใจให้ทำการช่วยหายใจ ถ้าหายใจลำบากให้ออกซิเจนและรีบไปพบแพทย์ทันที ข้อควรระวัง การช่วยหายใจแบบปากต่อปากไม่สามารถทำได้ หากสารพิษที่ได้รับเป็นสารพิษติดเชื้อหรือสารกัดกร่อน

หมายเหตุ * นำมาจาก material safety data sheet (MSDS)



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารละลายแอมโมเนียวางไว้ใกล้กับกรดไฮโดรคลอริกได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. เหตุใดจึงต้องเก็บสารเคมีบางชนิดในตู้ควันทันที่มีการระบายอากาศตลอดเวลา
3. จงบอกชื่อสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงเมื่อถูกผิวหนังแล้วทำให้ผิวหนังไหม้พองมา 5 ชนิด
4. สารเคมีชนิดใดที่เป็นสารไวไฟ ไม่ควรวางไว้ใกล้ตะเกียงแอลกอฮอล์ที่จุดไฟ
5. ชุดอุปกรณ์สำหรับนักเรียนในการทำปฏิกิริยาทั่วไปจะต้องมีโวลต์มิเตอร์และเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด
6. ถ้านักเรียนทำหลอดทดลองแตกจะต้องปฏิบัติอย่างไร
7. ถ้าสารประเภทกรดหรือเบสที่มีสมบัติกัดกร่อนรุนแรงเข้าปาก สังเกตเห็นรอยไหม้ที่ริมฝีปาก จะทำให้อาเจียนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และควรปฏิบัติอย่างไร
8. สารละลายน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 1 โดยมีมวลมีประโยชน์อย่างไร

2. แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี



แนวคิดสำคัญ

การทำปฏิบัติการเคมีเพื่อความปลอดภัยควรศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ สารเคมีที่เป็นอันตรายและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น การตรวจสอบอุปกรณ์ในการทดลอง การล้างและจัดเก็บอุปกรณ์ การทำความสะอาดการศึกษาขั้นตอนในการทดลองให้เข้าใจ และปฏิบัติตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ

แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้การทดลองมีประสิทธิภาพ ได้ผลตามเป้าหมาย และเกิดความปลอดภัยมีดังนี้



รูปที่ 1.6 ขณะปฏิบัติการสมาชิกในกลุ่มต้องมีหน้าที่และร่วมมือกันในการทดลอง



รูปที่ 1.5 ก่อนปฏิบัติการต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการทดลองให้เข้าใจเป็นอย่างดี

2. ขณะปฏิบัติการ หากทำการทดลองเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มต้องมีหน้าที่และร่วมมือกันในการทดลอง ไม่ทำการทดลองนอกเหนือจากที่ครูกำหนด ไม่เล่นหรือรับประทานอาหารและน้ำดื่มขณะทำการทดลอง และใช้สารเคมีตามจำนวนที่กำหนดเท่านั้น จัดวางอุปกรณ์การทดลองให้มีพื้นที่เหมาะสมในการทดลองและปลอดภัย ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนด และหากมีอุบัติเหตุขณะทำการทดลองให้ช่วยกันระงับเหตุเบื้องต้นและแจ้งให้ครูทราบทันที

3. หลังปฏิบัติการ ต้องล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ให้แห้ง แล้วจัดเก็บลงในตะกร้า ทั้งสารเคมีที่เกิดจากการทดลองลงในภาชนะที่จัดไว้ ทำความสะอาดบริเวณที่ทำการทดลอง จัดเก็บตะกร้าชุดอุปกรณ์ของนักเรียนในบริเวณที่จัดไว้ให้ และล้างมือให้สะอาด



รูปที่ 1.7 หลังปฏิบัติการต้องล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้

3. เทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการเคมี



แนวคิดสำคัญ

การทำปฏิบัติการเคมีต้องทำความเข้าใจเทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดปริมาตร การให้ความร้อน การใช้เครื่องชั่ง อุปกรณ์การกรองและการต้มกลั่น การใช้เทอร์มอมิเตอร์ และการถ่ายเทสารเคมี

”



รูปที่ 1.8 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการเคมี

ให้นักเรียนศึกษาเทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการดังนี้

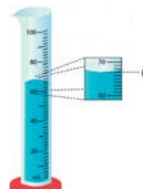
3.1 การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐาน

อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการมีวิธีการใช้ แสดงดังตารางที่ 1.3

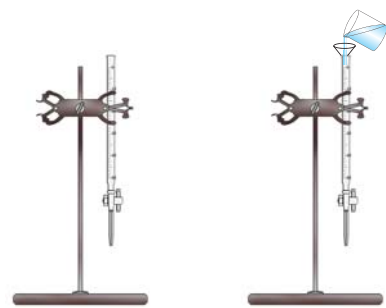
ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
1. หลอดหยด  รูปที่ 1.9 หลอดหยด	- ใช้หลอดหยดที่สะอาดดูดสารให้ได้ปริมาณที่ต้องการ โดยไม่เป่าลูกยางแรงเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปในจุกยาง จะทำให้เกิดการปนเปื้อน - ใช้บีกเกอร์รองหลอดหยด ห้ามหยดหลอดหยดขึ้น - ค่อย ๆ บีบจุกยางให้อากาศไหลออกจากหลอดหยดที่หยด โดยไม่ให้ปลายหลอดหยดแตะขอบภาชนะ และไม่ให้อากาศปากภาชนะมากเกินไป - หลังใช้ต้องล้างให้สะอาดทั้งหลอดแก้วและจุกยาง

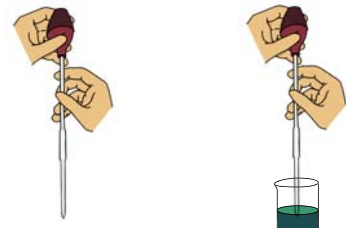
ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
2. กระบอกตวง  รูปที่ 1.10 กระบอกตวง	- ใช้วัดปริมาตรของของเหลวที่ไม่ต้องการความละเอียดมาก มีขนาดตั้งแต่ 5 ถึง 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร - กระบอกตวงขนาดเล็กจะวัดปริมาตรได้ละเอียดกว่ากระบอกตวงขนาดใหญ่ - การอ่านปริมาตรให้ส่วนโค้งสูงสุดของของเหลวตรงกับขีดปริมาตรและอยู่ในระดับสายตา  รูปที่ 1.11 การอ่านปริมาตรของเหลวในกระบอกตวง - เมื่อใช้แล้วควรล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บในตู้เก็บอุปกรณ์
3. บีกเกอร์และขวดรูปชมพู่  รูปที่ 1.12 บีกเกอร์  รูปที่ 1.13 ขวดรูปชมพู่	- บีกเกอร์และขวดรูปชมพู่ใช้สำหรับใส่ของเหลว สามารถใช้ต้มของเหลวได้ แต่ไม่ใช้ในการระเหยแห้ง - มีขีดบอกปริมาตรที่ด้านข้างของบีกเกอร์หรือขวดรูปชมพู่ - มีหลายขนาด ใช้วัดปริมาตรของของเหลวโดยประมาณ โดยเลือกขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้อัตราคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด - เมื่อใช้แล้วล้างให้สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วเก็บในตู้เก็บอุปกรณ์

ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
4. ขวดวัดปริมาตร  รูปที่ 1.14 ขวดวัดปริมาตร	- ใช้สำหรับเตรียมสารละลายที่มีปริมาตรตามที่ระบุไว้ที่ขวดวัดปริมาตร โดยที่ใช้ส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 5 ถึง 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร - การอ่านปริมาตร ให้ส่วนโค้งล่างของสารละลายอยู่ในระดับสายตา  รูปที่ 1.15 การอ่านปริมาตรของเหลวในขวดวัดปริมาตร - เมื่อเตรียมสารละลายเสร็จแล้วควรถ่ายใส่ภาชนะอื่นที่มีจุจกปิด แล้วล้างขวดวัดปริมาตรและจุกปิดให้สะอาด วางคว่ำไว้ให้แห้งแล้วจึงปิดจุกเก็บในตู้เก็บอุปกรณ์
5. บิวเรต  รูปที่ 1.16 บิวเรต	- ใช้ในการทดลองไทเทรตสารละลายกรดและเบส เพื่อหาปริมาตรที่สารละลายทำปฏิกิริยาพอดีกัน - วิธีการใช้บิวเรต  ต้องยึดบิวเรตกับขาตั้งให้มั่นคง การบรรจุของเหลวต้องรินผ่านกรวยกรองให้ถึงขีดปริมาตรสูงสุดที่อยู่ด้านบน

ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
5. บิวเรต (ต่อ)  การปล่อยของเหลวให้ใช้มือซ้ายคร่อมและอ้อมไปด้านหลัง และใช้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางช่วยในการหมุนก๊อกให้ของเหลวไหลที่ละหยดอย่างสม่ำเสมอ - เมื่อใช้เสร็จ ให้ล้างให้สะอาดทันที แล้วจับยึดกับขาตั้ง โดยให้ด้านที่ใช้กรอกสารละลายคว่ำลงด้านล่าง ถอดก๊อกออก เช็ดให้แห้ง รอให้บิวเรตแห้งจึงสวมก๊อกเข้าที่เดิมแล้วเก็บในตู้เก็บอุปกรณ์	
6. ปิเปตต์  รูปที่ 1.17 ปิเปตต์	- เป็นอุปกรณ์ใช้วัดปริมาตรของของเหลวอย่างละเอียด มี 2 แบบ คือ ปิเปตต์แบบที่มีกระเปาะตรงกลาง ใช้วัดปริมาตรเพียงค่าเดียว และปิเปตต์แบบที่มีขีดแบ่งปริมาตรอย่างละเอียด ไม่มีกระเปาะ ใช้วัดปริมาตรได้หลายค่า ซึ่งต้องเลือกขนาดปิเปตต์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน - วิธีการใช้ปิเปตต์  1. ปีนอากาศออกจากลูกยางให้หมด แล้วนำไปสวมที่ปลายบนของบิวเรต 2. จุ่มปลายล่างของปิเปตต์ลงในของเหลว โดยปลายปิเปตต์อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวตลอดการดูด

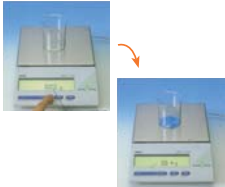
ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
6. ปิเปตต์ (ต่อ)	  3. ค่อยๆ คลายมือที่บีบลูกยางออกให้ของเหลวถูกดูดขึ้นไปในปิเปตต์จนเลยขีดปริมาตรประมาณ 1 เซนติเมตร 4. ดึงลูกยางออก ใช้นิ้วชี้ปิดปลายบนของปิเปตต์ให้แน่นโดยทันที จับก้านปิเปตต์ด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วกลาง   5. ยกปิเปตต์ขึ้นให้พ้นของเหลว ใช้กระดาษทิชชูซับหยดของเหลวที่เกาะอยู่ด้านนอกปิเปตต์ให้แห้ง 6. จับปิเปตต์ให้ตั้งฉาก แล้วค่อยๆ ผ่อนนิ้วชี้เพื่อให้ของเหลวที่เกินขีดปริมาตรไหลออกจนกระทั่งส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของของเหลวตรงกับขีดบอกปริมาตรพอดี  7. ปล่อยของเหลวในปิเปตต์ลงในภาชนะที่เตรียมไว้ โดยยกนิ้วชี้ขึ้นให้ของเหลวไหลลงจนหมด แล้วแตะปลายปิเปตต์กับด้านข้างของภาชนะ รอประมาณ 30 วินาที เพื่อให้ของเหลวหยดสุดท้ายไหลลงสู่ภาชนะ - เมื่อใช้แล้ว ต้องล้างให้สะอาด โดยใช้ลูกยางช่วยในการล้าง วางไว้ให้แห้งแล้วจึงเก็บในตู้เก็บอุปกรณ์

ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
7. ถ้วยกระเบื้อง	 รูปที่ 1.18 ถ้วยกระเบื้อง - ใช้สำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการเหยแห้ง
8. กระจานาฬิกา	 รูปที่ 1.19 กระจานาฬิกา - ใช้ใส่สารตัวอย่าง หรือวางกระดาษลิตมัสเมื่อทดสอบความเป็นกรด-เบส - ห้ามนำไปให้ความร้อน
9. แท่งแก้วคนสาร	 รูปที่ 1.20 แท่งแก้วคนสาร - ใช้ในการคนของเหลว ไม่ควรให้กระทบกับภาชนะที่ใส่ของเหลว - ถ้าคนสารในหลอดทดลองขนาดกลางหรือเล็กให้จับแท่งแก้วตรงบริเวณที่แบนแล้วจุ่มแท่งแก้วขึ้น-ลง
10. เทอร์มอมิเตอร์	 รูปที่ 1.21 เทอร์มอมิเตอร์ - ใช้วัดอุณหภูมิของสาร - จับเทอร์มอมิเตอร์ที่ตำแหน่งต่ำจากปลายด้านบนของเทอร์มอมิเตอร์ประมาณ 3 เซนติเมตร โดยให้กระเปาะเทอร์มอมิเตอร์จุ่มในของเหลว หรือสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดอุณหภูมิ ไม่ให้สัมผัสด้านข้างหรือก้นภาชนะ - การอ่านเทอร์มอมิเตอร์ให้ดูตัวเลขระดับอุณหภูมิอยู่ในระดับสายตา - ถ้าต้องการเสียบเทอร์มอมิเตอร์เข้าในจุกยางต้องใช้วาสลีนทาที่เทอร์มอมิเตอร์ แล้วใช้ผ้าจับเทอร์มอมิเตอร์ใส่ลงในจุกยาง ค่อยๆ หมุนเทอร์มอมิเตอร์

ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
11. เครื่องชั่ง	
11.1 เครื่องชั่ง 2 จาน	- ใช้กระดาษรองวางบนจานที่จะวางตุ้มน้ำหนัก และวางกระดาษรองหรือภาชนะที่ใส่สารที่จานอีกข้างหนึ่งแล้วปรับให้สมดุล - วางตุ้มน้ำหนักที่ต้องการลงบนจานที่มีกระดาษรอง แล้วใส่สารลงในกระดาษรองหรือภาชนะบนจานอีกข้างจนกระทั่งเข็มชี้ที่สมดุล
	
รูปที่ 1.22 การใช้เครื่องชั่ง 2 จาน	
11.2 เครื่องชั่งเซนโgram (cent-o-gram)	- ปรับตุ้มน้ำหนักให้อยู่ที่ขีดศูนย์ (0) ทุกตุ้ม - ชั่งภาชนะใส่สารโดยวางภาชนะบนจาน - ปรับเข็มให้อยู่ในตำแหน่งสมดุล - ปรับเพิ่มตุ้มน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักสารที่ต้องการ - ใส่สารที่จะชั่งลงในภาชนะจนกระทั่งเข็มชี้ที่ตำแหน่งสมดุล (ขีดตรงกลาง)
	
รูปที่ 1.23 เครื่องชั่งเซนโgram	
11.3 เครื่องชั่งดิจิทัล	- ใช้หลักการเดียวกับเครื่องชั่งจานเดียว แต่การปรับเครื่องชั่งให้สมดุลต้องให้ตัวเลขอยู่ที่ศูนย์ (0.00)
	
รูปที่ 1.24 การใช้เครื่องชั่งดิจิทัล	ข้อควรระวัง ห้ามชั่งสารที่มีมวลเกินที่เครื่องชั่งจะทำการชั่งได้

ตารางที่ 1.3 วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

อุปกรณ์และเครื่องมือ	วิธีการใช้
12. กรวยแยก	- เป็นเครื่องแก้วใช้สำหรับแยกของเหลว 2 ชนิด ที่ไม่ละลายและแยกกัน โดยค่อย ๆ หมุนก้นให้ของเหลวชั้นล่างหยดออกจากกรวยแยกจนหมด แล้วจึงปิดก๊อก
	
รูปที่ 1.25 กรวยแยก	
13. หลอดทดลอง	- หลอดทดลองมี 3 ขนาด หลอดทดลองขนาดใหญ่บรรจุสารได้ประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หลอดทดลองขนาดกลางบรรจุสารได้ประมาณ 23 ลูกบาศก์เซนติเมตร และหลอดทดลองขนาดเล็กบรรจุสารได้ประมาณ 7.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร - ถ้าใช้ที่จับหลอดทดลองจับหลอดทดลอง ที่จับหลอดทดลองควรอยู่ในตำแหน่งต่ำจากปากหลอดทดลองประมาณ $\frac{1}{3}$ ของความยาวหลอดทดลอง - ต้องเลือกใช้ขนาดหลอดทดลองให้เหมาะสมกับปริมาตรของสาร
	
รูปที่ 1.26 หลอดทดลอง	

3.2 เทคนิคบางประการที่ควรทราบ

การทำปฏิบัติการเคมีเป็นทักษะที่ต้องได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจึงจะมีความชำนาญ ศึกษาเทคนิคการทำปฏิบัติการบางประการที่จะช่วยให้การทำปฏิบัติการเคมีมีความถูกต้องและปลอดภัยดังนี้



รูปที่ 1.27 การให้ความร้อนแก่สารในหลอดทดลอง

1. การให้ความร้อนแก่สารในหลอดทดลอง

- หันปากหลอดทดลองไปทางด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของ
- ใช้ที่จับหลอดทดลองจับหลอดทดลองในตำแหน่งต่ำกว่าปากหลอดทดลองประมาณ $\frac{1}{3}$ ของความยาวหลอดทดลอง
- ใช้เปลวไฟขนาดกลาง ไม่ให้ไฟแรงเกินไปเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน

2. การดมกลิ่นสารในหลอดทดลอง

การสูดดมไอสารในหลอดทดลอง เพื่อความปลอดภัยให้ถือหลอดทดลองต่ำกว่าปลายจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มือโบกไอสารเข้าหาจมูกเพื่อให้ได้กลิ่นของสาร



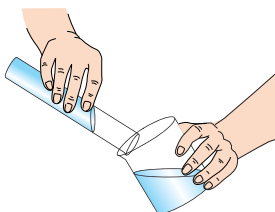
รูปที่ 1.28 การดมกลิ่นสารในหลอดทดลอง



รูปที่ 1.29 การถ่ายเทของเหลวจากบีกเกอร์

3. การถ่ายเทของเหลวจากบีกเกอร์

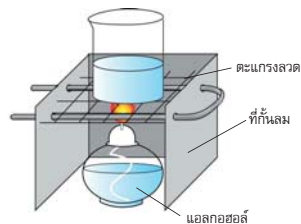
รินของเหลวจากบีกเกอร์ผ่านแท่งแก้วลงในภาชนะอีกใบหนึ่ง หรือใช้แท่งแก้วสัมผัสบริเวณด้านที่มีปลายปากบีกเกอร์ยื่นออกมา แล้วใช้นิ้วกดแท่งแก้วให้แน่นค่อย ๆ รินของเหลวลงในภาชนะที่รองรับ



รูปที่ 1.30 การถ่ายเทของเหลวจากกระบอกตวงลงในบีกเกอร์

4. การถ่ายเทของเหลวจากกระบอกตวงลงในบีกเกอร์

ใช้มือจับบีกเกอร์เอียงเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างจับกระบอกตวง ค่อย ๆ รินของเหลวลงในบีกเกอร์



รูปที่ 1.31 การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์กับที่กั้นลม

5. การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์กับที่กั้นลม

- ใช้เข็มคีบไม้ตะเกียงออกมาให้มีความยาวประมาณ 0.7 เซนติเมตร ห้ามใช้มือจับไม้ตะเกียงเนื่องจากอาจสัมผัสกับแอลกอฮอล์
- เติมน้ำมันแอลกอฮอล์ประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงของตะเกียง
- ห้ามนำตะเกียงที่ติดไฟแล้วไปต่อไฟกับตะเกียงอีกอัน
- ใช้ที่กั้นลมวางให้ขาของขาตั้งที่ลมพัดมา
- เมื่อไม่ใช้ไฟต้องปิดตะเกียงโดยใช้นิ้วครอบ
- เลือกใช้ขนาดของเปลวไฟให้เหมาะสมกับการทดลอง โดยการปรับความยาวของไม้ตะเกียง
- ห้ามนำตะเกียงที่ติดไฟแล้วเข้าใกล้สารระเหยง่ายหรือสารติดไฟง่าย

3.3 การกำจัดการเคมีที่เป็นของเสียจากการปฏิบัติ

การทดลอง

การกำจัดการเคมีที่เป็นของเสียจากการปฏิบัติ การทดลอง มีหลักการดังนี้

1. ในห้องทดลองต้องมีอ่างดินเคลือบสำหรับใส่ของเสียที่เกิดจากการทดลองที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลวแยกกัน
2. ของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการที่มีอันตรายมากต้องส่งไปกำจัดโดยผู้เชี่ยวชาญ
3. ของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการที่มีอันตรายไม่มาก แต่อาจก่อให้เกิดการกัดกร่อน เช่น สารประเภทกรด-เบส หรือสารที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีหลักการดังนี้



รูปที่ 1.32 ของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการที่มีอันตรายมากต้องส่งไปกำจัดโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.1 สารละลายกรดต้องทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายเบส เช่น สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) แคลเซียมไฮดรอกไซด์หรือปูนขาว $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ส่วนสารละลายเบสต้องทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายกรด เช่น สารละลายแอซิกหรือกรดน้ำส้มสายชู (CH_3COOH) แล้วนำไปเทลงในท่อน้ำทิ้ง ถ้ามีตะกอนให้กรองน้ำทิ้ง แล้วส่งตะกอนกำจัด

3.2 กรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่ายหรือไวไฟ ให้ใช้ซีลียูดูดซับ หรือผสมกับทราย หรือทำให้อยู่ในรูปของตะกอนแคลเซียม แล้วส่งหน่วยงานภายนอกกำจัด



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.2

งตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าต้องการตวงของเหลวปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตรโดยประมาณ ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใด และมีวิธีการใช้อย่างไร
2. ถ้าต้องการระเหยน้ำทะเลเพื่อให้ได้เกลือแกงควรใช้อุปกรณ์ใด เพราะเหตุใด
3. สิ่งสำคัญที่สุดก่อนการซึ่งสารคืออะไร
4. อุปกรณ์ใดใช้ตวงสารที่มีปริมาตร 2.4 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ปริมาตรที่ถูกต้องมากที่สุด
5. เครื่องแก้วทุกชนิดหลังใช้เสร็จแล้วควรทำอย่างไร
6. ถ้าต้องการบรรจุของเหลวปริมาตร 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรเลือกใช้หลอดทดลองขนาดใดเพราะเหตุใด

4. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการเขียนรายงานการทดลอง



แนวคิดสำคัญ

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบ มี 5 ขั้นตอน คือ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะที่ต้องฝึกฝนให้ชำนาญ จะช่วยให้การปฏิบัติการไม่ผิดพลาดและเป็นไปตามเป้าหมาย เมื่อทำการทดลองเสร็จต้องเขียนรายงานแสดงขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลอง การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองตามรูปแบบการเขียนรายงานการทดลอง



4.1 วิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (method and process of science) อาจจะแยกเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (method of science) กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (process of science) แต่อย่างไรก็ตาม ความหมายของวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ

● **ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (setting problem)**

เกิดจากการสังเกตแล้วเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบ จึงรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นได้ หรือปัญหาที่พบมากำหนดปัญหาที่ต้องการศึกษา

- **ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน (hypothesis)** เป็นการคิดและคาดคะเนหาคำตอบของปัญหา อย่างมีเหตุผลและสามารถนำไปออกแบบการหาคำตอบหรือการทดลองได้
- **ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูล (gathering data)** สามารถทำได้ 2 กรณี คือ
 - กรณีที่ 1** เป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หลายๆ แหล่งแล้วรวบรวมข้อมูลมาใช้
 - กรณีที่ 2** เป็นการออกแบบการทดลองโดยมีการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม รวมทั้งอุปกรณ์และขั้นตอนในการทดลอง แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้จากาการทดลองโดยต้องทำการทดลองซ้ำหลายครั้งเพื่อยืนยันผลการทดลอง
- **ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (data analysis)** นำข้อมูลที่ได้อาจจัดกระทำข้อมูลในรูปตารางบันทึกผลการทดลองที่มีตัวแปรต้น ตัวแปรตาม แล้ววิเคราะห์ตามตัวแปรที่กำหนด พร้อมทั้งหาเหตุผลและผลที่สัมพันธ์กัน อาจนำไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร

ตัวแปรต้น หรือ ตัวแปรอิสระ หมายถึง ตัวแปรที่ต้องการศึกษา ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลที่ต้องการศึกษา (ตัวแปรตาม) **ตัวแปรตาม** หมายถึง ตัวแปรหรือผลที่เกิดขึ้นหรือแปรผันไปตามตัวแปรต้น **ตัวแปรควบคุม** หมายถึง ตัวแปรที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามหรือผลการทดลองได้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทราบว่ามีตัวแปรใดที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวแปรตาม และหาวิธีควบคุมอิทธิพลที่เกิดจากตัวแปรเหล่านี้

- **ขั้นที่ 5 สรุป (conclusion)** เป็นขั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามมาตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งจะมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งแสดงเหตุผล ศึกษาวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้จากการทำกิจกรรมที่ 1.1



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 การหนีไฟใหม่ในอาคารต้องวิ่งก้มต่ำ
ปัญหา

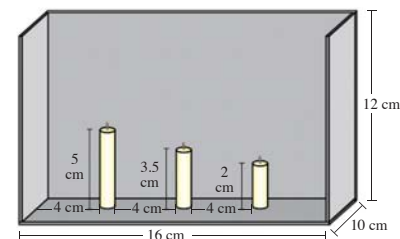
สมมติฐาน

อุปกรณ์ต่อกลุ่ม

1. กล่องพลาสติกใสมีฝาปิดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 16 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร
2. เทียนไขขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์และไม้ขีดไฟ
4. มีดสำหรับตัดเทียนไขหรือคัตเตอร์
5. คีมสำหรับจับเทียนไข
6. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. รูป

วิธีปฏิบัติ

1. ตัดเทียนไขให้มีความสูง 2, 3.5 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ แล้วใช้มีดหรือคัตเตอร์ตัดเนื้อเทียนด้านหนึ่งโดยให้มีไส้เทียนสำหรับจุดไฟยาวเท่ากัน
2. ใช้คีมจับเทียนไขด้านที่มีไส้เทียน แล้วนำด้านที่ไม่มีไส้เทียนไปลงไฟ แล้วติดลงไปใกล้กล่องพลาสติกห่างกันช่วงละ 4 เซนติเมตร ดังรูป



3. จุดเทียนให้มีเปลวไฟ แล้วนำไปจุดที่เทียนไขให้ติดทั้ง 3 แท่ง ปิดฝากล่องพลาสติกทันที สังเกตการเปลี่ยนแปลงบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองซ้ำตามข้อ 3 อีก 1 ครั้ง

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลง
จุดเทียนไขในกล่องพลาสติกที่มีเทียนไข 3 แท่ง ติดห่างกัน 4 เซนติเมตร	ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน

คำถามท้ายกิจกรรม

- เทียนไขติดไฟได้เพราะเหตุใด
- ถ้าเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ในกล่องพลาสติกดับเป็นเพราะเหตุใด
- เทียนไข 3 แท่งในกล่องพลาสติกดับพร้อมกันหรือไม่ อย่างไร
- ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนี้มีอะไรบ้าง
 - ตัวแปรควบคุมคืออะไร
 - ตัวแปรที่ศึกษาหรือตัวแปรต้นคืออะไร
 - ตัวแปรตามคืออะไร
- อากาศที่อยู่เหนือเทียนไขแต่ละแท่งมีปริมาณเท่ากันหรือไม่ อย่างไร และเพราะเหตุใด
- ความสูงของเทียนไขกับการดับของเทียนไขในกล่องพลาสติกมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพราะเหตุใด
- จากผลการทดลอง นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับปริมาณแก๊สออกซิเจนเหนือแท่งเทียนไข ความสูงของเทียนไข และระยะเวลาการลุกไหม้ของเทียนไขในกล่องพลาสติกได้อย่างไร
- การนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้อธิบายหลักการหนีไฟไหม้ในอาคารได้อย่างไร

จากการทำกิจกรรมที่ 1.1 ทำให้ทราบเกี่ยวกับขั้นตอนของการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา : เหตุใดการหนีไฟไหม้ในอาคารจึงต้องวิ่งก้มต่ำ
- ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน : ขณะเกิดไฟไหม้ในอาคาร อากาศที่ระดับต่ำจะมีแก๊สออกซิเจนสำหรับหายใจมากกว่าอากาศด้านบน ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบว่า อากาศระดับต่ำมีแก๊สออกซิเจนมากกว่าด้านบน
- ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูล : โดยการออกแบบการทดลองจากความรู้เรื่องแก๊สออกซิเจนช่วยให้ไฟติด จึงออกแบบให้กล่องพลาสติกใสแทนอาคารและศึกษาการลุกไหม้ของเทียนไขที่มีขนาดเท่ากันแต่ความสูงต่างกัน แล้วนำไปใส่ไว้ในกล่องพลาสติกใสเมื่อจุดไฟ ปิดฝากล่อง สังเกตการดับของเทียนไขจะพบว่า เทียนไขแท่งสั้นจะดับช้าที่สุด แสดงว่า มีแก๊สออกซิเจนเหนือแท่งเทียนไขมากที่สุด
- ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล : โดยการบันทึกผลการทดลองแล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม และมีการควบคุมตัวแปรที่จะไปมีผลต่อการทดลอง
- ซึ่งตัวแปรต้น คือ ความสูงของเทียนไข ตัวแปรตาม คือ การดับของเทียนไข ตัวแปรควบคุม คือ ขนาดของเทียนไขและอากาศในกล่องพลาสติก
- ขั้นที่ 5 สรุป : โดยสรุปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยแสดงเหตุผลประกอบเพื่อตอบปัญหาที่กำหนดขึ้น อาจรวมถึงการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) เป็นทักษะที่สำคัญในการใช้ศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในขั้นตอนการศึกษาหาความรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดให้มี 13 ทักษะ ดังนี้

ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกต (observation) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่าง คือ หู ตา จมูก ลิ้น และผิวหนัง สังเกตสิ่งต่างๆ อย่างมีสมาธิ ซึ่งอาจใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างก็ได้ การบันทึกผลการสังเกตต้องบันทึกโดยไมลงความเห็นหรือข้อสรุปของผู้สังเกต

การสังเกตสมบัติบางประการต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ช่วยในการสังเกต เช่น

สิ่งที่สังเกต	เครื่องมือ / อุปกรณ์ที่ใช้
1. ส่วนประกอบต่างๆ ที่มีขนาดเล็ก	แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์
2. ระดับความร้อน	เทอร์มอมิเตอร์วัดระดับอุณหภูมิ
3. ความเป็นกรด-เบสของสาร	อินดิเคเตอร์ เช่น กระดาษลิตมัส สารละลายยูนิเวอร์แซล
4. การนำไฟฟ้าของสาร	เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า
5. จุดหลอมเหลวและจุดเดือด	เทอร์มอมิเตอร์
6. ความหนาแน่น $\left[d = \frac{m}{V} \right]$	เครื่องชั่งกับอุปกรณ์วัดปริมาตรของสาร

ทักษะการวัด

ทักษะการวัด (measurement) สามารถเลือกอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระยะทาง อุณหภูมิ ปริมาตร มวล ความสูงได้อย่างเหมาะสม ดังตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการตรวจของเหลวปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะเลือกใช้อุปกรณ์ใดจึงจะเหมาะสมและสะดวกที่สุด เพราะเหตุใด



ถ้าต้องการตรวจของเหลวปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรใช้กระบอกตวงขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพราะตวงเพียง 1 ครั้ง ทำให้มีโอกาสคลาดเคลื่อนน้อย

- กระบอกตวงขนาด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องตวงถึง 2 ครั้ง ทำให้มีโอกาสคลาดเคลื่อนมาก
- กระบอกตวงขนาด 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีสเกลที่มีความละเอียดน้อยกว่ากระบอกตวงขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงทำให้มีโอกาสคลาดเคลื่อนได้มาก
- บีกเกอร์มีสเกลที่ละเอียดน้อยกว่ากระบอกตวง ทำให้มีโอกาสคลาดเคลื่อนมาก
- ขวดปริมาตรจะใช้เตรียมสารละลายหรือสารที่มีปริมาตรตรงกับระบุไว้ข้างขวดเท่านั้น

ทักษะการจำแนกประเภท

ทักษะการจำแนกประเภท (classification) คือ การใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งในการจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ โดยสิ่งที่มีสมบัติหรือลักษณะเหมือนกันจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน เช่น ดาวพุธและดาวศุกร์จัดเป็นดาวเคราะห์ชั้นใน หรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น วาฬ หมู และวัวอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ทักษะการคำนวณ

ทักษะการคำนวณ (using numbers) หมายถึง การนำตัวเลขที่กำหนดให้มาคิดคำนวณหาคำตอบโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย เช่น การหาความสูงเฉลี่ยของนักเรียนในห้องได้จากการนำความสูงของนักเรียนทุกคนมาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนของนักเรียนในห้อง

$$\text{ความสูงเฉลี่ยของนักเรียนในห้อง} = \frac{\text{ผลรวมความสูงของนักเรียนในห้อง}}{\text{จำนวนของนักเรียนในห้อง}}$$

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส (space-space relationships) และสเปกกับเวลา (space-time relationships) แบ่งออกเป็น

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุครองพื้นที่ ซึ่งวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ดังตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างที่ 2 ถ้านำแตงโมทรงกลมกับแตงโมทรงเหลี่ยมขนาดเท่ากันไปใส่ในกล่องที่มีขนาดเท่ากัน แตงโมชนิดใดจะบรรจุได้จำนวนผลมากกว่า



แตงโมทรงเหลี่ยมจะบรรจุได้จำนวนผลมากกว่าแตงโมทรงกลม เพราะแตงโมทรงเหลี่ยมครองที่ว่างของพื้นที่ (สเปส) น้อยกว่าแตงโมทรงกลม จึงทำให้เหลือที่ว่างของพื้นที่ (สเปส) ของกล่องมาก

ตอบ

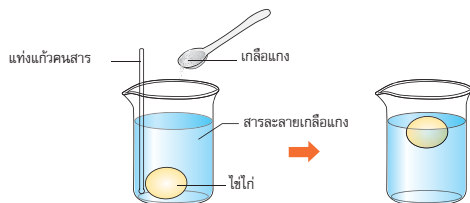
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา เช่น การเดินทางถนนให้ปลอดภัยต้องคิดว่าต้องใช้เวลาเท่าไรในการข้ามถนนจึงจะปลอดภัย



รูปที่ 1.33 การเดินทางถนนที่ใช้ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา

ทักษะในการตั้งสมมติฐาน

ทักษะในการตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) หมายถึง การคิดหาหรือคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน เช่น ถ้าเดิมเกลือแกงลงไปเรื่อย ๆ ในสารละลายเกลือแกงที่มีโซ่ไคโอมอยู่กันภาษาจะ ทำให้โซ่ไคโอมอยู่กันภาษาลอยขึ้นมาได้ เนื่องจากความหนาแน่นของสารละลายที่เพิ่มขึ้น



ทักษะในการพยากรณ์

ทักษะในการพยากรณ์ (prediction) หมายถึง การทำนายหรือคาดคะเนคำตอบหรือผลที่จะเกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์และทำนาย ดังตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3 พิจารณาตารางข้อมูลแสดงจุดเดือดของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่กำหนดให้ แล้วทำนายค่าของจุดเดือด x และ y

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	จำนวนอะตอมของธาตุคาร์บอน (C)	จุดเดือด (°C)
มีเทน (CH_4)	1	-161.1
อีเทน (C_2H_6)	2	-88.5
โพรเพน (C_3H_8)	3	x
บิวเทน (C_4H_{10})	4	-0.5
เพนเทน (C_5H_{12})	5	36.1
เฮกเซน (C_6H_{14})	6	y

x น่าจะมีค่ามากกว่า -88.5 องศาเซลเซียส ประมาณครึ่งหนึ่ง คือ ประมาณ -40 ถึง -44 องศาเซลเซียส ซึ่งที่ถูกต้อง คือ -42 องศาเซลเซียส

y น่าจะมีค่ามากกว่า 36.1 องศาเซลเซียส ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส คือ ประมาณ 60-71 องศาเซลเซียส ซึ่งที่ถูกต้อง คือ 69 องศาเซลเซียส

- การทำนายค่า x เป็นการทำนายในขอบเขตของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบจุดเดือดของมีเทนและอีเทน
- การทำนายค่า y เป็นการทำนายนอกขอบเขตของข้อมูล โดยสังเกตและเปรียบเทียบข้อมูลก่อนค่า y
- การทำนายค่า x และ y จะไม่ถูกต้องเท่ากับค่าจริง แต่ใกล้เคียงมากที่สุดซึ่งถือว่าเป็นการทำนายที่สมเหตุสมผล

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้ออกการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย เช่น สังเกตพบว่าน้ำหนักก็เปลี่ยนแปลงไปและมีฟองเล็กน้อย การลงความเห็น คือ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปและมีฟองเล็กน้อยจะเกิดการบูดและมีรสเปรี้ยว

ทักษะในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะในการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบที่สามารถทดสอบ สังเกต หรือวัดได้ เช่น สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง ถ้ากำหนดนิยามว่า สารละลายกรด คือ สารละลายที่มีไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) จะไม่นิยามเชิงปฏิบัติการ เพราะสังเกตไม่ได้

ทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร



การทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรเรียกว่า fair test

ทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดสิ่งที่ต้องการศึกษา ผลการศึกษา และสิ่งที่ต้องควบคุมไม่ให้มีผลต่อผลการศึกษา มีดังนี้

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรที่ศึกษา คือ สาเหตุหรือสิ่งที่จะมีผลต่อการเกิดผลเช่นนั้น

ตัวแปรตาม คือ ผลที่เกิดจากตัวแปรต้น

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่ต้องมีผลต่อผลการทดลอง ผลการสังเกต หรือการวัดนอกเหนือไปจากตัวแปรต้น ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่

ทักษะในการออกแบบการทดลอง

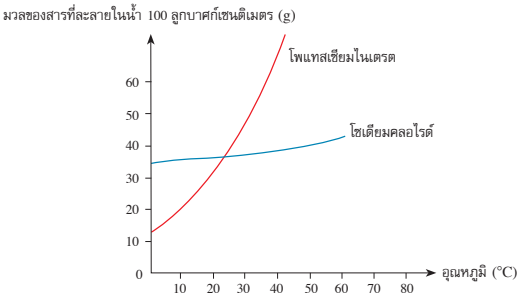
ทักษะในการออกแบบการทดลอง (experimental design) หมายถึง การวางแผนการทดลอง วิธีการทดลอง การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และการกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง หรือผลการสังเกต

การตั้งสมมติฐานเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การออกแบบการทดลองที่ดี

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จาก การสังเกต การวัด การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลอื่นมาบันทึก โดยจัดกระทำใหม่ให้อยู่ในรูปที่แสดงตัวแปรต้นและตัวแปรตาม เช่น ตารางข้อมูล แผนภูมิ กราฟ สมการที่จะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ที่ชัดเจน และสามารถสรุปผลได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างที่ 4

ตัวอย่างที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลของสารที่ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิต่างๆ ต่อไปนี้



แสดงว่า ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส โซเดียมคลอไรด์ละลายได้ดีกว่าโพแทสเซียมไนเตรด แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส โพแทสเซียมไนเตรดจะละลายได้ดีกว่าโซเดียมคลอไรด์

ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม แล้วสรุปพร้อมทั้งแสดงเหตุผลหรือยกตัวอย่างประกอบ ดังตัวอย่างที่ 5

ตัวอย่างที่ 5

ตารางบันทึกข้อมูลการศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อการละลายของสาร

สาร	ปริมาณที่ละลายได้เป็นกรัมในน้ำ 100 cm ³ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ		
	0°C	40°C	60°C
โพแทสเซียมไนเตรด	12.1	73	112
โซเดียมคลอไรด์	34.2	36	38

ตารางบันทึกข้อมูลการศึกษาอุณหภูมิที่มีผลต่อการละลายของสาร (ต่อ)

สาร	ปริมาณที่ละลายได้เป็นกรัมในน้ำ 100 cm ³ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ		
	0°C	40°C	60°C
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	0.335	0.0973	0.0576
แก๊สแอมโมเนีย	89.7	31.6	16.8

จากข้อมูลในตารางสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความสามารถในการละลายได้ดังนี้

1. สารบางชนิดเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะละลายในน้ำได้มากขึ้น เช่น โพแทสเซียมไนเตรด โซเดียมคลอไรด์
2. สารที่มีสถานะเป็นแก๊ส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายในน้ำได้น้อยลง
3. ความสามารถในการละลายน้ำของสารที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นสมบัติเฉพาะของสาร



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

จงพิจารณาว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะใด

1. ไข่ไก่ที่ลอยในน้ำได้แสดงว่าเป็นไข่ไก่ที่เน่าเสียแล้ว
2. ลูกพลสดกที่ใส่ของร้อนจะมีลักษณะใส ส่วนลูกพลสดกที่ใส่ของเย็นจะมีลักษณะขุ่น
3. เต้า จะแข็ง กึ่งก่า และจัดเป็นสัตว์เลื้อยคลาน
4. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไฟฟ้าได้หรือไม่ก็ได้
5. วัตถุที่มีผิวเป็นมันวาวและมีความเหนียวสามารถดึงให้ยืดออกเป็นเส้นหรือจับให้โค้งงอได้ แสดงว่าเป็นโลหะ
6. ถ้าต้องการตรวจสอบว่าของเหลวใสไม่มีสีเป็นน้ำบริสุทธิ์หรือไม่ ทำได้โดยนำไปให้ความร้อนแล้ววัดอุณหภูมิขณะเดือดเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส หรือไม่
7. การต้มน้ำปริมาตร 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ควรเลือกใช้บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงจะเหมาะสมกว่าการใช้บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. ถ้าต้องการตรวจสอบว่า เกลือแกงกับน้ำตาลสารใดจะละลายในน้ำได้ดีกว่า ต้องนำน้ำปริมาตรเท่ากัน อุณหภูมิเดียวกัน ใส่ในหลอดทดลองขนาดเดียวกัน แล้วหาปริมาณที่ละลายน้ำได้มากที่สุด สังเกตจากการที่สารไม่สามารถละลายเพิ่มได้อีก แล้วบันทึกปริมาณที่สารละลายได้

4.3 การเขียนรายงานการทดลอง

การเขียนรายงานการทดลองต้องมีข้อมูลที่บันทึกไว้ขณะทำการทดลองอย่างถูกต้องตามข้อเท็จจริงที่ได้ แล้วนำข้อมูลมาเขียนรายงานตามแบบรายงานการทดลองดังนี้

	วันที่ทำการทดลอง.....เดือน.....พ.ศ.....
ชื่อการทดลอง	
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	
.....	
สมมติฐานของการทดลอง	
.....	
ตัวแปรของการทดลอง (ถ้ามี)	
ตัวแปรต้น.....	
ตัวแปรตาม.....	
ตัวแปรควบคุม.....	
อุปกรณ์และสารเคมี	
.....	
วิธีการทดลอง	
.....	
รูปประกอบการทดลอง	
.....	
ตารางบันทึกผลการทดลอง	
.....	
การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	
.....	
ข้อเสนอแนะการนำความรู้ไปใช้	
.....	
	สมาชิกกลุ่ม
	

ถ้านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ แนวปฏิบัติเบื้องต้นในการทำปฏิบัติการเคมี เทคนิคการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ อันตรายจากสารเคมีและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมทั้งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง โดยมีการวางแผนการทดลองและแบ่งหน้าที่ในการทดลองให้เหมาะสม เก็บรวบรวมข้อมูลตามข้อเท็จจริงที่ได้มาเขียนรายงานการทดลอง จะเป็นการเรียนรู้การทำการปฏิบัติการเคมีที่สมบูรณ์





กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

“ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี”

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนจัดกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และตั้งชื่อกลุ่ม
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จากหัวข้อที่กำหนดให้
3. เลือกหัวข้อที่กำหนดให้ เพื่อทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เพียง 1 เรื่อง
4. การทำกิจกรรมต้องระดมสมองในการสืบค้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำมาบูรณาการสร้างผลงาน อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผล ในการโต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับการทำกิจกรรม
5. เตรียมความพร้อมที่จะนำเสนอผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

หัวข้อที่กำหนด

● ลูกดับเพลิงอย่างง่าย

หลักการ

1. จากความรู้เรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งตะเกียงแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทดลองอาจเกิดการรั่ว ทำให้เกิดเปลวไฟที่เป็นอันตรายได้ หรืออาจเกิดจากนักเรียนเผลอไปตตะเกียง ทำให้ตะเกียงล้มและการนำตะเกียงแอลกอฮอล์มาต่อกัน จึงควรมีลูกดับเพลิงอย่างง่าย ประจำทุกกลุ่ม และอาจทำใช้ที่บ้านได้
2. สารที่ใช้ดับเพลิงชนิดหนึ่ง คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพราะเป็นแก๊สที่หนักกว่าอากาศ เตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดแอซิดิก (CH_3COOH) กับผงโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) ถ้าออกแบบอุปกรณ์สารทั้ง 2 ชนิดที่ทำปฏิกิริยากัน แล้วทำให้ถุงแตก จะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดับไฟได้ และอาจใส่สารที่ทำให้เกิดโฟมซึ่งช่วยให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คลุมบริเวณที่เกิดการลุกไหม้ได้นาน
3. การออกแบบชิ้นงานให้สวยงาม เหมาะสม และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานให้มีคุณภาพและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

● แจกกันหรือเครื่องใช้สวยงามจากอุปกรณ์ชำรุดในห้องปฏิบัติการ

หลักการ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีทั้งเครื่องแก้ว โลหะ พลาสติก เมื่อชำรุดแล้วควรนำกลับมาใช้ใหม่ โดยสร้างสรรค์ผลงานจากอุปกรณ์ที่ชำรุด
2. ผลงานที่สร้างสรรค์สามารถนำไปใช้ประโยชน์หรืออาจจำหน่ายได้



สรุป

หลังจากศึกษาหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนเกิดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ/กระบวนการ (Process) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute) ดังนี้

K

- การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงควรศึกษาข้อปฏิบัติของการทำปฏิบัติการเคมี
- อุปกรณ์และเครื่องมือซึ่ง ดวง วัดแต่ละชนิดมีวิธีการใช้งานและการดูแลแตกต่างกัน
- การวัดปริมาณต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำต้องมีการเลือกและใช้อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการอย่างเหมาะสม
- การทำปฏิบัติการเคมีต้องมีการวางแผนการทดลอง การทำการทดลอง การบันทึกข้อมูล สรุปและวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูล และการเขียนรายงานการทดลองที่ถูกต้อง
- การทำปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์

P

- ปฏิบัติตนที่แสดงถึงความตระหนักในการทำปฏิบัติการเคมีเพื่อให้มีความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
- เลือกและใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการและวัดปริมาณต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- นำเสนอแผนการทดลอง ทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง

A

- มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้เพิ่มเติม
- มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จทันกำหนด
- มีความมุ่งมั่นในการทำกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลสำเร็จ
- มีความซื่อตรงต่อการรายงานผลการทำกิจกรรม



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. เหตุใดจึงจัดแอมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์พิเศษ
2. ถ้าข้างขวดใส่สารเคมีมีเครื่องหมายที่กำหนดให้จะหมายถึงอะไร

2.1



2.2



2.3



3. จงบอกชื่อสารเคมีที่เมื่อสัมผัสผิวหนังในปริมาณที่เข้มข้นแล้วจะก่อให้เกิดรอยไหม้หรือผิวหนังพอง
4. ถ้าสารละลายกรดหรือด่างควรปฏิบัติอย่างไร
5. ถ้าสารพิษที่เป็นสารกัดกร่อนเข้าปากจากการใช้ปิเปตดูดสารละลายควรปฏิบัติอย่างไร
6. การล้างหลอดหยดมีวิธีปฏิบัติอย่างไร
7. การอ่านมาตรส่วนการวัดปริมาตรของเหลวกับการอ่านอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ใช้หลักการเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
8. ปีกเกอร์ที่มีขีดบอกปริมาตรใช้วัดปริมาตรได้หรือไม่ อย่างไร
9. ขวดรูปชมพู่ใช้ระเหยสารละลายจนแห้งได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
10. ก้อยวัดความกว้างของหน้าตักได้ 0.75 เมตร ก้อยใช้หน่วยวัดเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร
11. การตั้งสมมติฐานในการทดลองมีประโยชน์อย่างไร
12. ถ้าต้องการทราบว่าน้ำตาลทรายกับเกลือนิดใดจะละลายน้ำได้มากกว่ากัน ตัวแปรควบคุมคืออะไร
13. สิ่งสำคัญที่ควรปฏิบัติในการทดลองคืออะไร จงบอกมาอย่างน้อย 3 ข้อ