

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนในหมู่ฟังก์ชัน สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนในหมู่ฟังก์ชัน การเกิดและประเภทของพอลิเมอร์ โครงสร้าง สมบัติ และผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ และการป้องกัน

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน
2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์
3. วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
4. เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ ตามระบบ IUPAC
5. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ
6. วิเคราะห์ และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน
7. ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
8. เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
9. ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน
10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม
11. ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์
12. วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
13. ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
14. อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์
15. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

รวมทั้งหมด 15 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ศรีลักษณ์ ผลวิริยะ
เจียมจิต กุลมาลา
ภพพน ประภา

ผู้ตรวจ

รศ. ดร.ศนิดา ตั้งคณานุรักษ์
ดร.ธีระชาติ สี่ประเสริฐ
ดร.ฉัตรดา ผลวิริยะ

บรรณาธิการ

รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

ผู้เรียบเรียง	ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ เจียมจิต กุลมาลา ภพอน ประภา รศ. ดร.คณิตา ตังคนานุรักษ์ ดร.ธีระชาติ สี่ประเสริฐ ดร.ลัดดา ผลวัฒน์
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.นิพนธ์ ตังคนานุรักษ์
บรรณาธิการ	รศ. ดร.นิพนธ์ ตังคนานุรักษ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.--กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2563.

300 หน้า.

1. เคมี--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา). I. เจียมจิต
กุลมาลา, ผู้แต่งร่วม. II. ภพอน ประภา, ผู้แต่งร่วม. III. ชื่อเรื่อง.

540.7

ISBN 978-616-345-183-5

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 15,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

IMAC EDUCATION

ส่งหนานัดสั่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทน์เกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท พี อาร์ คัลเลอร์พรีนท์ 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 ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้อ
ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ
สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือ
สร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามาร
ทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่าง
ถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

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

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้
ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิด
สำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็ความรู้ ความคิดที่เป็นแกนสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี
ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการ
สอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งที่เพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วยโดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้ส마트โฟนสแกน QR Code หรือเปิดเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาขั้นพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิดดูส่วนเสริมของบทเรียนในหนังสือเรียนแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ที่ได้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาและปรับปรุงเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้เรียบเรียงขอน้อมรับคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

ศรีลักษณ์ ผลวัธนะ
เจียมจิต กุลมาลา
ภพพน ประภา

สารบัญ

ตอนที่ 1 เคมีอินทรีย์ 1-219

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์	2
1. สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอินทรีย์	4
2. พันธะของคาร์บอน โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และไอโซเมอร์ซิม	9
3. การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์	15
4. ประเภทของสารประกอบอินทรีย์	20
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	27

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน	29
1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว	31
2. สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน	34
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	54

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	57
1. แอลเคน	60
2. ไฮโคแอลเคน	81
3. แอลคีน	88
4. ไฮโคแอลคีน	101
5. แอลไคน์	105
6. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	115
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	128

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สารประกอบอินทรีย์ที่มีออกซิเจนในหมู่ฟังก์ชัน	131
1. แอลกอฮอล์	133
2. กรดคาร์บอกซิลิก	151
3. เอสเทอร์	162
4. ฟีนอล	174
5. อีเทอร์	178
6. แอลดีไฮด์	183
7. คีโตน	188
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	198

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารประกอบอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนในหมู่ฟังก์ชัน	200
1. เอมีน	202
2. เอไมด์	209
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	219

ตอนที่ 2 พอลิเมอร์ 220-228

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การเกิดและประเภทของพอลิเมอร์	220
1. ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์	223
2. ประเภทของพอลิเมอร์	227
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	235

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โครงสร้าง สมบัติ และผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์	236
1. โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์	238
2. ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์	247
3. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	260
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	269

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 ประโยชน์และผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และการป้องกัน	270
1. ประโยชน์ของพอลิเมอร์	272
2. ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และการป้องกัน	280
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	288

บรรณานุกรม	289
------------	-----

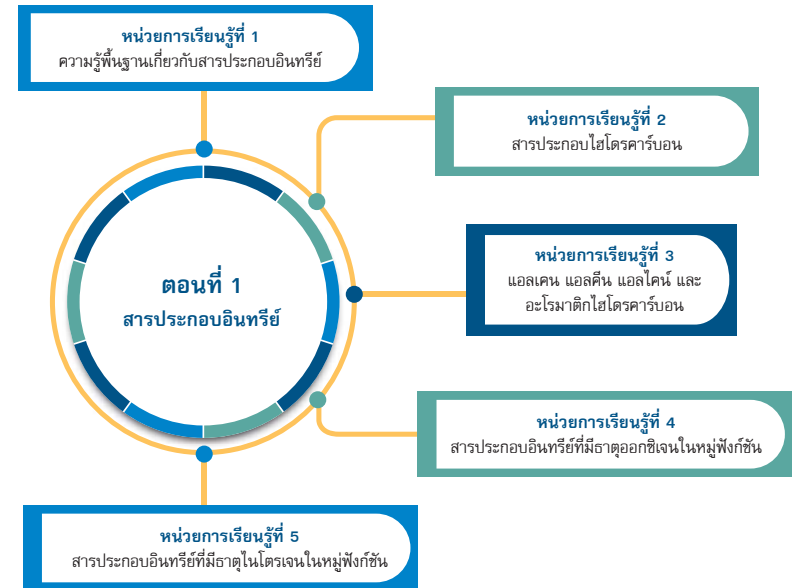
อภิธานศัพท์	290
-------------	-----



ตอนที่ 1

สารประกอบอินทรีย์

สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของธาตุคาร์บอน มีจำนวนมากหลายประเภท หากมีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งแบ่งออกเป็นแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันแสดงสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งแบ่งออกเป็นแอลกอฮอล์ กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน เอมีน และเอไมด์





หน่วยการเรียนรู้ที่

1



ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ สารประกอบอินทรีย์

สาระการเรียนรู้

1. สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์
2. พันธะของคาร์บอน โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และไอโซเมอร์ซีม
3. การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์
4. ประเภทของสารประกอบอินทรีย์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่พันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน
2. เขียนสูตรโครงสร้างลีส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์
3. วิเคราะห์โครงสร้างและระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ



สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของธาตุคาร์บอน ยกเว้นสารที่เป็นอัญรูปของธาตุคาร์บอน สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน กรดคาร์บอนิก เกลือคาร์บอนเนตและไฮโดรเจนคาร์บอนเนต เกลือออกซาเลต เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต เกลือไทโอไซยาเนต เกลือคาร์ไบด์ และสารประกอบอื่น ๆ ของคาร์บอนอีกบางชนิด ซึ่งสารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมากหลายประเภท เนื่องจากอะตอมของคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม และเกิดเป็นโครงสร้างทั้งแบบโซ่ตรง โซ่กิ่ง และแบบวง มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนตั้งแต่ 1 อะตอม จนถึงมากกว่า 1,000 อะตอม นอกจากนี้อะตอมของคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย สารประกอบของคาร์บอนจึงมีทั้งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันแสดงสมบัติเฉพาะตัวของสารประกอบแต่ละชนิด โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แสดงได้ด้วยสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ หรือสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม โดยสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์ และไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง

1. สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์



แนวคิดสำคัญ

สารประกอบอินทรีย์เป็นสารประกอบของธาตุคาร์บอน ส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต ยกเว้นสารที่เป็นอัญรูปของธาตุคาร์บอน สารประกอบออกไซด์ของคาร์บอน กรดคาร์บอนิก เกลือคาร์บอนเนตและไฮโดรเจนคาร์บอนเนต เกลือออกซาเลต เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต เกลือไทโอไซยาเนต เกลือคาร์ไบด์ และสารประกอบอื่น ๆ ของคาร์บอนอีกบางชนิด ส่วนสารประกอบอนินทรีย์เป็นสารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสารประกอบอนินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ จำนวนมาก



สารประกอบอินทรีย์ (organic compound)

หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีจำนวนมากมายนับล้านชนิด ยกเว้นสารต่อไปนี้

1. สารที่เป็นอัญรูปของธาตุคาร์บอน เช่น เพชร แกรไฟต์ และฟูลเลอรีน
2. ออกไซด์ของคาร์บอน เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

กรดฟอร์มิก (formic acid) หรือ กรดมด
เป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่โครงสร้างไม่ซับซ้อน มีสูตรโมเลกุล CH₂O₂ และเรียกตามระบบ IUPAC ว่า กรดเมทาโนอิก (methanoic acid) พบตามธรรมชาติในสัตว์จำพวกมดและผึ้ง ซึ่งมีไว้สำหรับป้องกันตัวจากศัตรู

3. กรดคาร์บอนิก (H₂CO₃)
4. เกลือคาร์บอนเนตและไฮโดรเจนคาร์บอนเนต เช่น โซเดียมคาร์บอนเนต (Na₂CO₃) และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอนเนต (NaHCO₃)
5. เกลือออกซาเลต เช่น โซเดียมออกซาเลต (Na₂C₂O₄)
6. เกลือไซยาไนด์ เช่น โพแทสเซียมไซยาไนด์ (KCN)
7. เกลือไซยาเนต เช่น แอมโมเนียมไซยาเนต (NH₄OCN)
8. เกลือไทโอไซยาเนต เช่น โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN)
9. เกลือคาร์ไบด์ เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC₂)
10. สารประกอบอื่น ๆ ของคาร์บอน เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS₂) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄)

สารประกอบอนินทรีย์ (inorganic compound) หมายถึง สารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสารประกอบอนินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) แคลเซียมคาร์บอนเนต (CaCO₃) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO₄) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO₄)

เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์

สารประกอบอินทรีย์	สารประกอบอนินทรีย์
1. ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นธาตุหลัก และมีธาตุอื่น ๆ เช่น H O N S Cl และ Br	1. ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ในตารางธาตุ
2. ส่วนใหญ่เป็นสารโคเวเลนต์	2. มีทั้งสารประกอบไอออนิกและสารโคเวเลนต์
3. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ ยกเว้นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นพอลิเมอร์บางชนิด	3. หากเป็นสารประกอบไอออนิกหรือสารโคเวเลนต์ โครงสร้างตาข่ายจะมีจุดหลอมเหลวสูง แต่หากเป็นสารโคเวเลนต์จะมีจุดหลอมเหลวต่ำ
4. เมื่อติดไฟจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือเขม่าสีดำของธาตุคาร์บอน	4. เมื่อติดไฟหรือเกิดปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนจะได้ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นที่ไม่ใช่เขม่าของธาตุคาร์บอน
5. มีทั้งละลายในน้ำได้และไม่ละลายในน้ำ	5. มีทั้งละลายในน้ำได้และไม่ละลายในน้ำ
6. เกิดปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ซิม (isomerism) คือ สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมากมหาศาล	6. ไม่เกิดปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ซิม

1.1 ความสำคัญของสารประกอบอินทรีย์

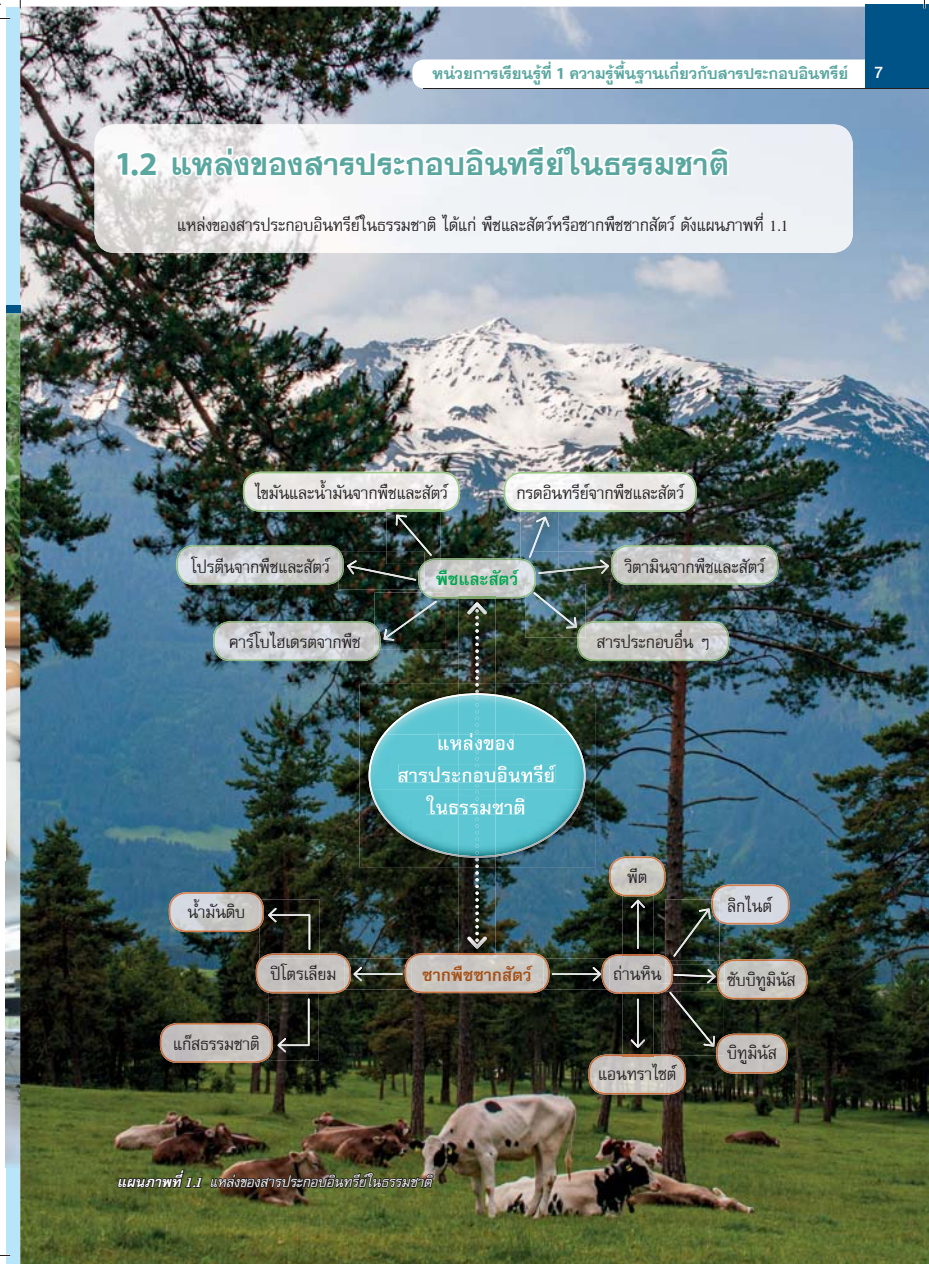
สารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมากและถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้โดยตรงหรือผลิตสารสังเคราะห์ต่าง ๆ ที่จำเป็นหรือช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน ศึกษาตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากสารประกอบอินทรีย์ ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ความสำคัญของสารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวัน

1.2 แหล่งของสารประกอบอินทรีย์ในธรรมชาติ

แหล่งของสารประกอบอินทรีย์ในธรรมชาติ ได้แก่ พืชและสัตว์หรือซากพืชซากสัตว์ ดังแผนภาพที่ 1.1



แผนภาพที่ 1.1 แหล่งของสารประกอบอินทรีย์ในธรรมชาติ



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- สารใดต่อไปนี้ เป็นสารประกอบอินทรีย์

$C_2Cl_2F_4$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	CH_2O	MgC_2
$KHCO_3$	$NaOCN$	C_2H_6O	$HCOOH$
CO	CCl_4	CH_3NH_2	

- สาร X เป็นของแข็งสีขาว หากต้องการทดสอบสาร X ว่า เป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ จะทดสอบได้อย่างไร เพราะเหตุใด
- นำสาร X และสาร Y มาให้ความร้อนนาน 5 นาที เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้



สาร X



สาร Y

- สาร X และสาร Y เป็นสารประกอบอินทรีย์หรือสารประกอบอนินทรีย์ เพราะเหตุใด
- สาร A มีจุดหลอมเหลว 810 องศาเซลเซียส ละลายน้ำในได้ดีและสารละลายนำไฟฟ้าได้ สาร A เป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ เพราะเหตุใด
 - รถยนต์ปล่อยเขม่าสีดำออกมาจากไอเสีย เชื้อเพลิงของรถยนต์คันนี้เป็นสารประกอบอินทรีย์หรือไม่ เพราะเหตุใด



2. พันธะของคาร์บอน โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และไอโซเมอร์ซิม



แนวคิดสำคัญ

สารประกอบอินทรีย์มีโครงสร้างหลากหลายและแบ่งได้หลายประเภท เนื่องจากธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม นอกจากนี้ยังสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับธาตุอื่น ๆ ได้อีกด้วย โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์มีทั้งโซ่ตรงและโซ่กิ่งหรือที่เรียกว่าโซ่เปิด และแบบวงหรือที่เรียกว่า โซ่ปิด มีจำนวนอะตอมคาร์บอนตั้งแต่ 1 อะตอม จนถึงมากกว่า 1,000 อะตอมใน 1 โมเลกุล นอกจากนี้สารประกอบอินทรีย์ยังเกิดปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ซิมหรือสารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติแตกต่างกัน

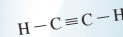
สารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมากนับเป็นล้าน ๆ ชนิด เนื่องจากการเกิดพันธะของคาร์บอน โครงสร้างของโมเลกุล และเกิดปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ซิม ดังนี้

2.1 การเกิดพันธะของคาร์บอน

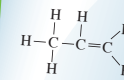
คาร์บอนเป็นธาตุในหมู่ IVA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 จึงสามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกับอะตอมอื่น ๆ อีก 4 อิเล็กตรอน เกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ ทำให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เสถียรตามกฎออกเตต และสามารถเกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม จึงเกิดเป็นสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด ดังตัวอย่าง



มีเทน (CH_4)



อีไธนหรืออะเซทิลีน (C_2H_2)

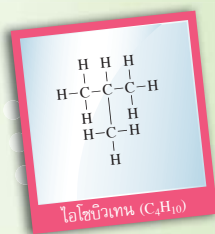
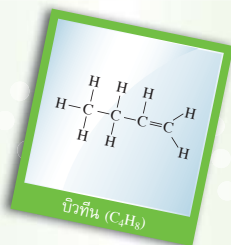
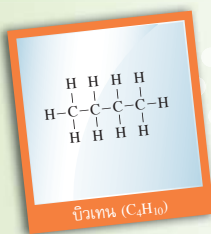


โพรเพน (C_3H_6)

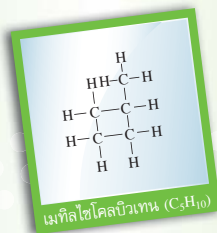
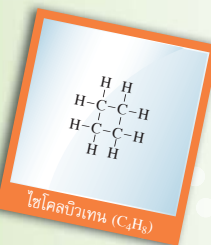
2.2 โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

อะตอมของคาร์บอนสามารถเกิดพันธะระหว่างกันได้เป็นโครงสร้างหลายรูปแบบ ทั้งโครงสร้างแบบโซ่ตรง และโซ่กิ่งรวมเรียกว่า โซ่เปิด กับโครงสร้างแบบวงที่เรียกว่า โซ่ปิด

โครงสร้างแบบโซ่เปิด (open chain) มีทั้งโครงสร้างแบบที่อะตอมของคาร์บอนเกิดพันธะต่อกันเป็นโซ่ยาว เรียกว่า **โซ่ตรง (straight chain)** และแบบที่อะตอมของคาร์บอนเกิดพันธะต่อกันเป็นโซ่ยาวที่มีกิ่ง เรียกว่า **โซ่กิ่ง (branched chain)**



โครงสร้างแบบโซ่ปิด (close chain) อะตอมของคาร์บอนเกิดพันธะต่อกันเป็นวง เรียกว่า **แบบวง (cyclic)** ซึ่งอาจมีกิ่งหรือไม่มีกิ่ง

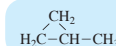
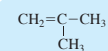
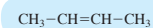
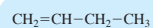


2.3 ไอโซเมอริซึม

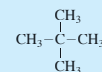
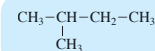
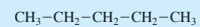
ปรากฏการณ์ที่สารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติต่างกัน เรียกว่า **ไอโซเมอริซึม (isomerism)** และเรียกสารแต่ละชนิดว่า **ไอโซเมอร์ (isomer)** ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า **ไอโซเมอร์โครงสร้าง (structural isomer)** ศึกษาได้ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุล C_4H_8 , C_3H_{12} และ C_2H_4O มีไอโซเมอร์ ตามลำดับ

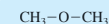
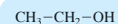
C_4H_8 เกิดไอโซเมอร์ได้ 5 ไอโซเมอร์ เขียนสูตรโครงสร้างได้ดังนี้



C_3H_{12} เกิดไอโซเมอร์ได้ 3 ไอโซเมอร์ เขียนสูตรโครงสร้างได้ดังนี้

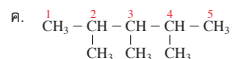
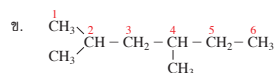
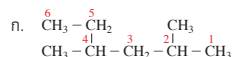


C_2H_4O เกิดไอโซเมอร์ได้ 2 ไอโซเมอร์ เขียนสูตรโครงสร้างได้ดังนี้



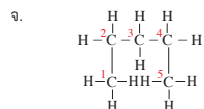
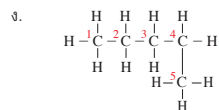
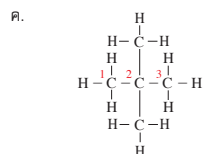
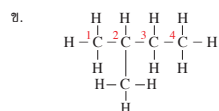
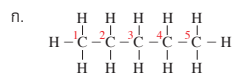
จากตัวอย่าง สรุปหลักการพิจารณาว่าสารเป็นไอโซเมอร์กัน คือ **สารต้องมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน** หากมีสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างเหมือนกันจะแสดงว่าเป็นสารเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 2 สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้าง ก ข และ ค ต่อไปนี้ เป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่



จากโจทย์พบว่า สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้าง ก ข และ ค มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ C_5H_{12} โดยสาร ข มีสูตรโครงสร้างเหมือนกับสาร ก (มี $-\text{CH}_3$ เกาะที่ตำแหน่ง 2 และ 4 ของโซ่ยาวเหมือนกัน) จึงเป็นสารเดียวกัน ส่วนสาร ค มีสูตรโครงสร้างต่างจากสาร ก และ ข จึงเป็นไอโซเมอร์ของสาร ก และ ข

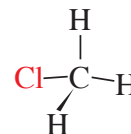
ตัวอย่างที่ 3 สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้าง ก ข ค ง และ จ ต่อไปนี้ เป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่



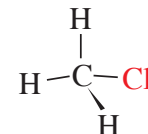
จากโจทย์พบว่า สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้าง ก ข ค ง และ จ มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ C_5H_{12} โดยสาร ง และ จ มีสูตรโครงสร้างเหมือนกับสาร ก เนื่องจากมีจำนวนอะตอมคาร์บอนของโซ่ยาว 5 อะตอม (แต่โมเลกุลอาจโค้งงอได้) จึงเป็นสารเดียวกัน ส่วนสาร ข และ ค มีสูตรโครงสร้างต่างจากสาร ก ง และ จ จึงเป็นไอโซเมอร์ของสาร ก ง และ จ

ข้อสังเกต

1. สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเป็น CH_3Cl เมื่อเขียนสูตรโครงสร้างแบบ ก และ ข อาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นไอโซเมอร์กัน แต่ความเป็นจริงแล้วเป็นสารเดียวกัน ซึ่งจะเห็นว่าอะตอมของคาร์บอนเกิดพันธะกับอะตอมของไฮโดรเจน 3 อะตอม อะตอมของคลอรีน 1 อะตอม และเกิดพันธะเดียวกันหมด



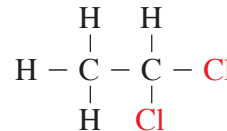
ก.



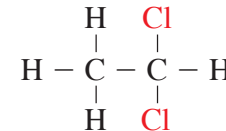
ข.

เป็นสารชนิดเดียวกัน

2. สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ เมื่อเขียนสูตรโครงสร้างแบบ ก และ ข ซึ่งคาร์บอนอะตอมหนึ่งเกิดพันธะกับอะตอมของคลอรีนในตำแหน่งต่างกัน พบว่าโครงสร้างแบบ ก และ ข เป็นสารเดียวกัน เนื่องจากพันธะเดี่ยวระหว่างอะตอมของคาร์บอนหมุนได้โดยรอบ ทำให้สามารถเขียนตำแหน่งของอะตอมของคลอรีนไว้ตำแหน่งใดของอะตอมของคาร์บอนก็ได้



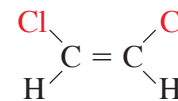
ก.



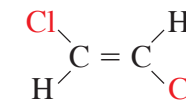
ข.

เป็นสารชนิดเดียวกัน

3. สารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลเป็น $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ เมื่อเขียนสูตรโครงสร้างแบบ ก และ ข ซึ่งอะตอมของคาร์บอนเกิดพันธะคู่ระหว่างกัน และคาร์บอนอะตอมหนึ่งเกิดพันธะกับอะตอมของคลอรีนในตำแหน่งต่างกัน พบว่าโครงสร้างแบบ ก และ ข เป็นไอโซเมอร์กัน เนื่องจากพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนหมุนไม่ได้ ทำให้เกิดเป็นไอโซเมอร์แบบ ซิส (cis) คือ อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดอยู่ด้านเดียวกัน และไอโซเมอร์แบบ ทรานส์ (trans) คือ อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกัน



ก. ไอโซเมอร์แบบ ซิส



ข. ไอโซเมอร์แบบ ทรานส์

ตารางที่ 1.2 สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างลิวอิสของสารบางชนิด

ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างลิวอิส	
เอทานอล (ethanol)	C_2H_6O	$\begin{array}{c} H & H \\ & & \\ H : C & : C : \ddot{O} : H \\ & & \\ H & H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H - C & - C - \ddot{O} - H \\ & \\ H & H \end{array}$
กรดแอสติก (acetic acid)	$C_2H_4O_2$	$\begin{array}{c} H & O : \\ & \\ H : C & : C : \ddot{O} : H \\ & \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & O \\ & \\ H - C & - C - \ddot{O} - H \\ \\ H \end{array}$
อะเซทีลีน (acetylene)	C_2H_2	$H : C \vdots \vdots C : H$	$H - C \equiv C - H$

3.2 สูตรโครงสร้างแบบย่อ

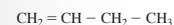
สูตรโครงสร้างแบบย่อ (condensed structural formula) เป็นการเขียนสูตรโครงสร้างโดยแสดงเฉพาะพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่างอะตอมของคาร์บอน ส่วนอะตอมของธาตุอื่นที่สร้างพันธะกับอะตอมของคาร์บอน ให้เขียนสัญลักษณ์โดยไม่ต้องแสดงพันธะ แล้วเขียนตัวเลขแสดงจำนวนกำกับไว้ หากมีกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันมากกว่า 1 กลุ่ม ให้เขียนไว้ในวงเล็บ แล้วระบุจำนวนกลุ่มอะตอมกำกับไว้เช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างลิวอิส และสูตรโครงสร้างแบบย่อของสารบางชนิด

สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ
C_3H_{12}	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	$(CH_3)_2CHCH_2CH_3$
C_6H_{14}	$\begin{array}{c} CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	$(CH_3CH_2)_2CHCH_3$
$C_3H_{14}N_2$	$\begin{array}{c} NH_2 \\ \\ CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH \\ \\ NH_2 \end{array}$	$CH_3(CH_2)_3CH(NH_2)_2$

3.3 สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม

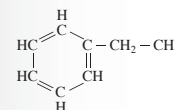
สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม (bond-line structural formula) เป็นการเขียนสูตรโครงสร้างตามลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอมใน 3 มิติ โดยไม่ต้องเขียนแสดงอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่ติดกับคาร์บอน ในการเขียนจะใช้เส้นตรงแทนพันธะระหว่างคาร์บอน หากมีจำนวนคาร์บอนต่อกันมากกว่า 2 อะตอม ให้ใช้เส้นต่อกันแบบซิกแซก แทนไฮโซของคาร์บอน ที่ปลายเส้นตรงและที่แต่ละมุมของไฮโซแทนอะตอมของคาร์บอนที่ต่ออยู่กับไฮโดรเจนในจำนวนที่ทำให้อะตอมของคาร์บอนมีเลขฮิลเลียดครบครบ 8 หากโมเลกุลมีกลุ่มอะตอมแยกออกมาจากไฮโซของคาร์บอน ให้ลากเส้นต่อออกมาจากมุมของไฮโซและให้จุดติดของเส้นแทนอะตอมของคาร์บอน และหากภายในไฮโซของคาร์บอนมีอะตอมของธาตุอื่น ให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุนั้นที่มุมของไฮโซด้วย ดังตัวอย่าง



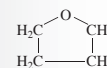
เขียนเป็น



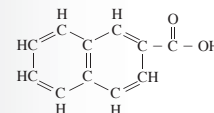
เขียนเป็น



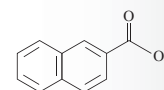
เขียนเป็น



เขียนเป็น



เขียนเป็น



ศึกษาการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด ดังตัวอย่างในตารางที่ 1.4

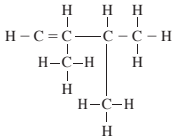
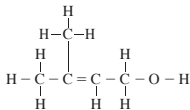
ตารางที่ 1.4 สูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ ของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

สูตรโครงสร้างลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	
$\begin{array}{c} & \text{H} & & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H}-\text{C}-\text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ & \text{H} & & \end{array}$	$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$	
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$	
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ หรือ $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{O}$	
$\begin{array}{c} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}-\text{CHCH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$	
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2\text{NHCH}_3 \\ \\ \text{HC}=\text{C}-\text{CH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

สูตรโครงสร้างลิวอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม
1. 	ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน	
2.	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	
3.		
4. 		
5.		

4. ประเภทของสารประกอบอินทรีย์



แนวคิดสำคัญ

การแบ่งประเภทของสารประกอบอินทรีย์ นอกจากจะแบ่งตามชนิดของหมู่ฟังก์ชันแล้ว อาจแบ่งเป็นกลุ่มตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันไฮโดรเจนและคาร์บอน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่เปิด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แอลเคนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะเดี่ยว แอลคีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ และแอลไคน์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะสาม

อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่ปิด อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่ปิด และมีวงเบนซีนเป็นโครงสร้างหลัก

สารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันจะมีหมู่ฟังก์ชันแสดงสมบัติเฉพาะตัว เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน เอมีน เอไมด์

สารประกอบอินทรีย์บางชนิดในโครงสร้างของโมเลกุลจะมีกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุล เรียกว่า **หมู่ฟังก์ชัน (functional group)** สมบัติต่าง ๆ ของสารประกอบอินทรีย์จะขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบของสารนั้น เช่น การเกิดปฏิกิริยาเคมี ความสามารถในการละลาย จุดเดือด จุดหลอมเหลว จึงมักใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์

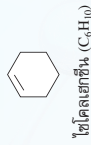
การแบ่งประเภทของสารประกอบอินทรีย์ นอกจากจะแบ่งตามชนิดของหมู่ฟังก์ชันแล้ว อาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีเฉพาะธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอนกับสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน ดังแผนภาพที่ 1.2

สารประกอบอินทรีย์

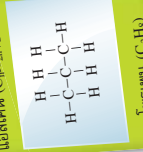
สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbon)

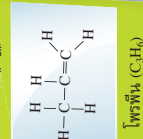
หมายถึง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ภายในโมเลกุลมีอะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นสายโซ่ เรียกว่า **โซ่เปิด** ซึ่งอาจเป็นไฮโดรเจนหรือไฮโดรเจนและพันธะระหว่างคาร์บอนอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม หรือมีพันธะมากกว่า 1 ชนิด



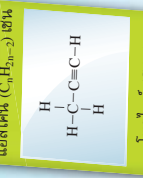
แอลเคน (C_nH_{2n+2}) เช่น



แอลคีน (C_nH_{2n}) เช่น

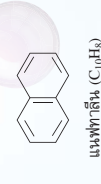


แอลไคน์ (C_nH_{2n-2}) เช่น



อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon)

หมายถึง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างแบบ โซ่ปิดและมีวงแหวนเบนซีนเป็นโครงสร้างหลัก พันธะระหว่างคาร์บอนมีความยาวพันธะอยู่ระหว่างพันธะเดี่ยวกับพันธะคู่ มีค่าเท่ากับ 139 พิโกเมตร เช่น



สารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน

แอลกอฮอล์ ($-OH$) เช่น เมทานอล (CH_3-OH)

อีเทอร์ ($-O-$) เช่น เมทอกซีเบนซีน ($CH_3-O-C_6H_5$)

กรดคาร์บอกซิลิก ($-COOH$) เช่น กรดเมทาไนค ($H-C(=O)-OH$)

เอสเทอร์ ($-COO-$) เช่น เมทิลเมทาโนเอต ($H-C(=O)-O-CH_3$)

แอลดีไฮด์ ($-CHO$) เช่น เมทาล $H-C(=O)-H$

คีโตน ($-C(=O)-$) เช่น โพรพานอน ($CH_3-C(=O)-CH_3$)

เอมีน ($-NH_2$) เช่น เมทิลเอมีน (CH_3-NH_2)

เอไมด์ ($-CONH_2$) เช่น เมทาไมด์ ($H-C(=O)-NH_2$)

แผนภาพที่ 1.2 ประเภทของสารประกอบอินทรีย์ตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

ศึกษาประเภทของสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันบางชนิดและชื่อหมู่ฟังก์ชัน ดังตัวอย่างในตารางที่ 1.5

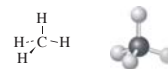
ตารางที่ 1.5 ประเภทของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันและชื่อหมู่ฟังก์ชัน

ประเภทของสารประกอบ	หมู่ฟังก์ชัน	ชื่อหมู่ฟังก์ชัน
แอลกอฮอล์ (alcohol)	$-OH$	ไฮดรอกซิล (hydroxyl)
อีเทอร์ (ether)	$-O-R$ หรือ $-O-$	แอลคอกซี (alkoxy) หรือ ออกซี (oxy)
กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$	คาร์บอกซิล (carboxyl)
เอสเทอร์ (ester)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O-R \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$	แอลคอกซีคาร์บอนิล (alkoxy carbonyl) หรือ ออกซีคาร์บอนิล (oxy carbonyl)
แอลดีไฮด์ (aldehyde)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$	คาร์บอกซาลดีไฮด์ (carboxaldehyde)
คีโตน (ketone)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	คาร์บอนิล (carbonyl)
เอมีน (amine)	$-NH_2$	อะมีน (amino)
เอไมด์ (amide)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-NH_2 \end{array}$	เอไมด์ (amide)



ตัวอย่างโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

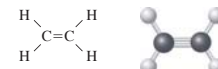
ตัวอย่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอน



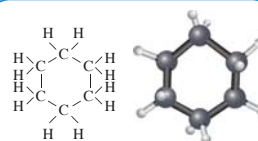
มีเทน (CH_4) เป็นแอลเคน



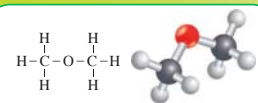
อีเทน (C_2H_6) เป็นแอลเคน



อีทีน (C_2H_2) เป็นแอลคีน

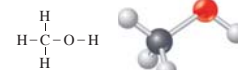


ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{12}) เป็นไซโคลแอลเคน

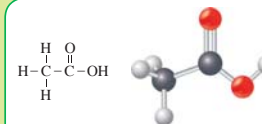


ไดเมทิลอีเทอร์ (CH_3OCH_3) เป็นอีเทอร์

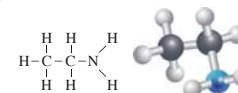
ตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน



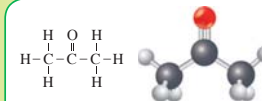
เมทานอล (CH_3OH) เป็นแอลกอฮอล์



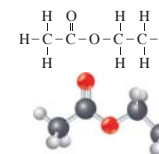
กรดแอซิก (CH_3COOH) เป็นกรดคาร์บอกซิลิก



เอทิลามีน ($C_2H_5NH_2$) เป็นเอมีน



แอซีโตน (CH_3COCH_3) เป็นคีโตน



เอทิลแอซิดเตต ($CH_3COOC_2H_5$) เป็นเอสเทอร์



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.4

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่อไปนี้เป็นอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน หรือ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

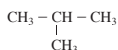
1.1



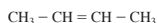
1.2



1.3



1.4



1.5



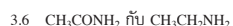
1.6



2. ระบุชื่อของหมู่ฟังก์ชันและประเภทของสารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้



3. สารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้เป็นสารประเภทเดียวกันหรือไม่ อย่างไร



สรุปเรื่องความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์

Knowledge



สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

- สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต ยกเว้นสารที่เป็นอัญรูปของคาร์บอน ออกไซด์ของคาร์บอน กรดคาร์บอนิก เกลือคาร์บอนเนตและไฮโดรเจนคาร์บอนเนต เกลือออกซาเลต เกลือไซยาไนด์ เกลือไซยาเนต เกลือไทโอไซยาเนต เกลือคาร์โบต และสารประกอบอื่น ๆ ของคาร์บอน เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์และคาร์บอนเตตระคลอไรด์
- สารประกอบอนินทรีย์ หมายถึง สารประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ โดยประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ จำนวนมาก เช่น ไฮโดรเจนคลอไรด์ แคลเซียมคาร์บอนเนต
- สารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมากและถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งอาจนำมาใช้โดยตรงหรือผลิตสารสังเคราะห์ต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ปุ๋ย เชื้อเพลิง ใช้ผลิตเส้นใยสังเคราะห์ ยารักษาโรค ตัวทำละลาย พลาสติก และยาง
- แหล่งของสารประกอบอินทรีย์ในธรรมชาติ ได้แก่ พืชและสัตว์ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและน้ำมัน กรดอินทรีย์ วิตามิน สารประกอบอื่น ๆ หรือซากพืชซากสัตว์ เช่น ปิโตรเลียมและถ่านหิน

พันธะของคาร์บอน โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ และไอโซเมอร์ซิม

- สารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมากนับล้านชนิด เนื่องจากการเกิดพันธะของคาร์บอน โครงสร้างของโมเลกุล และเกิดปรากฏการณ์ไอโซเมอร์ซิม
- คาร์บอนเป็นธาตุหมู่ IVA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 จึงสามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกับอะตอมอื่นเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ได้ทั้งแบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ทำให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด
- อะตอมของคาร์บอนสามารถเกิดพันธะระหว่างกันได้เป็นโครงสร้างหลายรูปแบบ ทั้งโครงสร้างแบบโซ่ตรง โซ่กึ่ง และแบบวงซึ่งอาจมีกิ่งหรือไม่กิ่ง
- ไอโซเมอร์ซิม คือ ปรากฏการณ์ที่สารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสมบัติต่างกัน และเรียกสารแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีสูตรโครงสร้างต่างกันเรียกว่า ไอโซเมอร์โครงสร้าง

การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

- สูตรโมเลกุลเป็นสูตรที่แสดงให้เห็นว่าในสารประกอบ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุชนิดใด อย่างละกี่อะตอม
- สูตรโครงสร้างเป็นสูตรที่แสดงให้เห็นว่าในสารประกอบ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุชนิดใด อย่างละกี่อะตอม และแต่ละอะตอมยึดเหนี่ยวกันอย่างไร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ สูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม
- สูตรโครงสร้างลิวอิส ใช้จุดหรือเส้นแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และใช้จุดแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมในโมเลกุล
- สูตรโครงสร้างแบบย่อ แสดงเฉพาะพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่างอะตอมของคาร์บอน ส่วนอะตอมของธาตุอื่นหรือกลุ่มอะตอมให้เขียนสัญลักษณ์หรือสูตรเคมีโดยไม่ต้องแสดงพันธะ แล้วเขียนตัวเลขแสดงจำนวนกำกับไว้
- สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ไม่ต้องเขียนแสดงอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่ต่อกับคาร์บอน และใช้เส้นตรงหรือเส้นต่อกันแบบซิกแซกเป็นสายโซ่แทนพันธะระหว่างคาร์บอน ที่ปลายเส้นตรงและที่แต่ละมุมของโซ่แทนอะตอมของคาร์บอน และหากมีกลุ่มอะตอมให้ลากเส้นต่อออกมาจากมุมของโซ่และให้จุดติดของเส้นแทนอะตอมของคาร์บอน

ประเภทของสารประกอบอินทรีย์

- หมู่ฟังก์ชัน หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุล จึงมักใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์
- สารประกอบอินทรีย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีเฉพาะธาตุไฮโดรเจนและคาร์บอนในโมเลกุล แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน และอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
- อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่เปิด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แอลเคนที่มีพันธะเดี่ยว แอลคีนที่มีพันธะคู่ และแอลไคน์ที่มีพันธะสาม
- อะลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่ปิด
- อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีโครงสร้างแบบโซ่ปิดและมีวงเบนซีนเป็นโครงสร้างหลัก
- สารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชัน เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน เอมีน และเอไมด์

Process

- สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน
- เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อ และสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมของสารประกอบอินทรีย์
- ระบุนิยามของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน
- เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

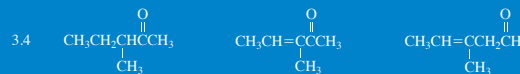
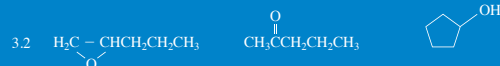
Attribute

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

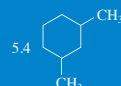
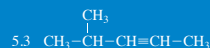
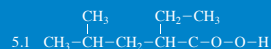


คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

- อธิบายความหมายของสารประกอบอินทรีย์ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง
- สมบัติใดที่แสดงว่าสารตัวอย่างเป็นสารประกอบอินทรีย์
- สารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้เป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ อย่างไร



- สารประกอบที่มีองค์ประกอบเป็นคาร์บอนร้อยละ 63.11 ไฮโดรเจนร้อยละ 11.92 และฟลูออรีนร้อยละ 24.97 มีที่ไอโซเมอร์
- สูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร



- เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสพร้อมทั้งระบุจำนวนพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามของสารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้



7. เขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมต่อไปนี้



8. เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมของสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างแบบย่อต่อไปนี้



9. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งมีสูตรเคมีเป็น C_7H_{12} เขียนสูตรโครงสร้างของ C_7H_{12} จากข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

	จำนวนพันธะคู่	จำนวนพันธะสาม	โครงสร้าง
9.1	2	0	ไซเคต
9.2	0	0	2 วง
9.3	0	1	ไซเคต

10. สารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้เป็สารประเภทเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

