

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เคมีอินทรีย์

ชุดที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



นายสมิตร อันทามา

โรงเรียนปะคำพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

คำนำ

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดทำให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ (5 E) ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีขั้นตอน เป็นการจัดการเรียนแบบกิจกรรมกลุ่ม จึงมีความจำเป็นต้องจัดทำคู่มือในการใช้ชุดกิจกรรมวิชา เคมี 5 รหัส ว33204 สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ โดยมีชุดกิจกรรมดังนี้

1. พันธะของคาร์บอน
2. ไอโซเมอร์
3. หมู่ฟังก์ชัน
4. สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน
5. แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์
6. แอลดีไฮด์ คีโตน
7. กรดอินทรีย์
8. เอสเทอร์
9. เอมีน เอไมด์
10. สารอินทรีย์ในชีวิตประจำวัน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชา เคมี 5 ว32204 ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน ใบความรู้ เอกสารแนะนำ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน ผู้จัดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน นักเรียนและผู้สนใจ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ให้ข้อคิด ให้คำแนะนำจนสำเร็จอย่างดียิ่ง

สุมิตร อันทามา



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรม (สำหรับครู)	1
คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรม (สำหรับนักเรียน)	2
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน	3
มาตรฐานการเรียนรู้	3
มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	3
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	3
จุดประสงค์การเรียนรู้	4
สาระการเรียนรู้	4
แบบทดสอบก่อนเรียน	5
ชั้นสร้างความสนใจ	
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องเคมีอินทรีย์	8
ชั้นสำรวจและค้นหา	
ใบความรู้ที่ 1 เรื่องสารประกอบอินทรีย์	10
บัตรกิจกรรมที่ 2 การทดลองเรื่องพันธะของคาร์บอน	13
จุดประสงค์การทดลอง	13
อุปกรณ์การทดลอง	13
อภิปรายก่อนการทดลอง	14
วิธีการทดลอง	14
ตารางบันทึกการทดลอง	16
ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป	
อภิปรายสรุปผลการทดลอง	17
ชั้นขยายความรู้	
แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1	18
ชั้นประเมินผล	
แผนภาพเวนน	19
แผนผังสรุปความคิดรวบยอด	20

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
คำนำ	
แบบทดสอบหลังเรียน	21
ใบความรู้ที่ 2 พันธะของคาร์บอน	24
เอกสารเสริมทักษะที่ 1 การทำระบบก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และขยะอินทรีย์	29
เฉลยแนวคำตอบ	30
บรรณานุกรม	34

คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ชุดที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน
(สำหรับครู)

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยครูผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้

1. จัดเตรียมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.2 แบบทดสอบก่อนเรียน
 - 1.3 บัตรคำสั่งที่ 1
 - 1.4 บัตรกิจกรรมที่ 1
 - 1.5 ใบความรู้ที่ 1
 - 1.6 กิจกรรมที่ 1 การทดลองเรื่อง การเกิดพันธะของคาร์บอน
 - 1.7 แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1
 - 1.8 เฉลยแบบฝึกหัด
 - 1.9 ใบความรู้ที่ 2
 - 1.10 กิจกรรมเสริมทักษะที่ 1 ศึกษาประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์
(ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น : กิจกรรมนอกเวลาเรียน)
2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องพันธะของคาร์บอน เวลา 2 ชั่วโมง
3. จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง ให้เพียงพอต่อจำนวนของนักเรียน
4. จัดชั้นเรียนให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. แนะนำและกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้ กล้าแสดงออก มีความสามัคคี และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ จัดกิจกรรมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ



คำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ชุดที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน
(สำหรับนักเรียน)

การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และความตั้งใจเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ โดยขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียนให้ละเอียดก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม
 - 1.1 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.2 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
 - 1.3 ศึกษาบัตรคำสั่งที่ 1
 - 1.4 บัตรกิจกรรมที่ 1
 - 1.5 ศึกษาใบความรู้ที่ 1
 - 1.6 กิจกรรมที่ 1 การทดลองเรื่อง การจัดเรียงตัวของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์
 - 1.7 แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1
 - 1.8 เฉลยแบบฝึกหัด
 - 1.9 ศึกษาใบความรู้ที่ 2
 - 1.10 กิจกรรมเสริมทักษะที่ 1 ศึกษาประโยชน์ของสารประกอบอินทรีย์
(ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น)
2. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมแล้วให้นำอุปกรณ์ไปทำความสะอาดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย
3. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ครบถ้วนแล้วให้ตรวจสอบคำตอบจากใบเฉลยกิจกรรม
4. เมื่อนักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมจบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนพร้อมทั้งตรวจคำตอบโดยดูจากเฉลย



ชุดกิจกรรมที่ 1

เรื่อง พันธะของคาร์บอน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6

วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและโมเลกุลของสาร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้
2. สืบค้นข้อมูล อธิบายการเกิดพันธะระหว่างคาร์บอน เขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม



จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์
2. อธิบายเหตุการณ์เกิดสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้
3. อธิบายการเกิดพันธะระหว่างคาร์บอนกับธาตุอื่น และคาร์บอนกับคาร์บอน
4. เขียนสูตรเคมี เช่น สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม

ด้านทักษะกระบวนการ

1. กระบวนการกลุ่ม
2. วางแผนการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
3. นำเสนอข้อสรุปและเขียนรายงานผลการทดลอง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. เข้าเรียน ปฏิบัติกิจกรรม มีวินัย มีความซื่อสัตย์ และส่งงานตรงเวลา
2. ร่วมมือในการเรียน แสวงหาความรู้ ตอบคำถาม ยอมรับความคิดเห็นผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. รักษาความสะอาดของผลงาน ห้องเรียนและสถานที่ปฏิบัติกิจกรรม

สาระการเรียนรู้

สารอินทรีย์ คือสารประกอบที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและสังเคราะห์ขึ้นประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก

ธาตุคาร์บอนเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ 4 A มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมด 4 อิเล็กตรอนจึงสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์กับคาร์บอนด้วยตัวเองและกับอะตอมของธาตุอื่น ซึ่งคาร์บอนเกิดพันธะกับคาร์บอนด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม จึงทำให้มีสารอินทรีย์จำนวนมาก

สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์แสดงให้เห็นว่าแต่ละอะตอมสร้างพันธะกับอะตอมใดบ้างและสามารถเขียนได้หลายแบบ เช่น โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างแบบย่อ และโครงสร้างแบบใช้เส้นและมุม ซึ่งเป็นการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุล 2 มิติ การจัดเรียงโมเลกุลของคาร์บอนเป็นแบบ 3 มิติจะถูกกำหนดโดยทิศทางของอะตอมรอบคาร์บอนเกิดเป็นรูปร่างโมเลกุล ทรงสี่หน้า

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดที่ 1

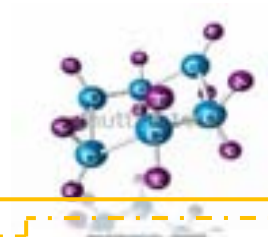
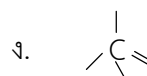
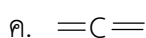
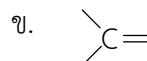
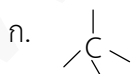
เรื่อง พันธะของคาร์บอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

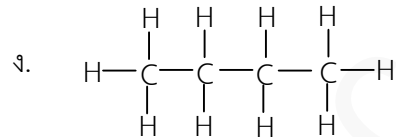
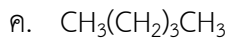
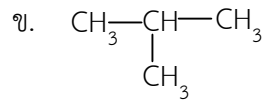
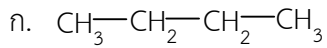
1. อธิบายความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์
2. อธิบายเหตุการณ์เกิดสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้
3. อธิบายการเกิดพันธะระหว่างคาร์บอนกับธาตุอื่น และคาร์บอนกับคาร์บอน
4. เขียนสูตรเคมี เช่น สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

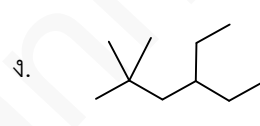
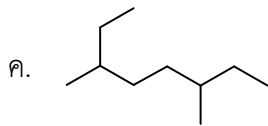
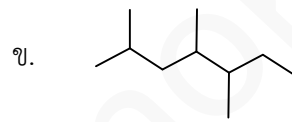
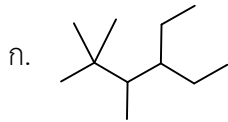
1. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ได้ถูกต้อง
 - ก. สารประกอบที่คาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก
 - ข. สารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้นมีคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบ
 - ค. สารประกอบที่มีคาร์บอน เป็นองค์ประกอบหลักเกิดจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต
 - ง. สารประกอบที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและสังเคราะห์ขึ้น มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
2. สารประกอบในข้อใดจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์
 - ก. หินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต)
 - ข. น้ำสมสายชู (กรดแอสซิติค)
 - ค. เพชร และ แกรไฟต์
 - ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
3. ข้อใดแสดงการเกิดพันธะของคาร์บอนไม่ถูกต้อง



4. ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างของบิวเทน (C_4H_{10}) **ไม่ถูกต้อง**



5. ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมของ $(CH_3)_3CCH_2CH(CH_2CH_3)_2$ **ได้ถูกต้อง**



6. พันธะระหว่างคาร์บอนในโมเลกุล C_2H_4 เป็นพันธะชนิดใด

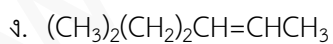
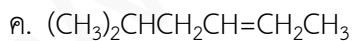
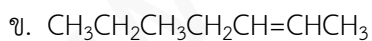
ก. พันธะคู่

ข. พันธะสาม

ค. พันธะเดี่ยว

ง. พันธะคู่และพันธะเดี่ยว

7. ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อได้ถูกต้อง



บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เคมีอินทรีย์

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณารูปลักษณ์ของสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ



ไส้ดินสอ



น้ำหอม



ต่างทึบทิม



น้ำมันรำข้าว



หินปูน



เกลือแกง



แก๊สหุงต้ม



แคลเซียมคาร์ไบด์ (ถ่านแก๊ส)



น้ำตาลทราย



ฟอร์มัลลีน



น้ำมันสายชู



ยูเรีย



- จากรูปภาพนักเรียนคิดว่าสารใดบ้างที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

- นักเรียนคิดว่ามีสารใดบ้างที่พบในชีวิตประจำวันที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ให้ยกตัวอย่างประกอบ ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้กระบวนการระดมพลังสมอง (Brainstorming) พร้อมทั้งศึกษาใบความรู้ที่ 1 เพื่อทำกิจกรรมในขั้นตอนถัดไป

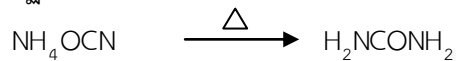


2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

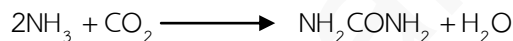
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สารประกอบอินทรีย์

อินทรีย์ มาจากคำว่า Organic หมายถึงร่างกาย หรือ สิ่งมีชีวิต ดังนั้นเรื่องราวของสารอินทรีย์ เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

ฟรีดริค วูห์เลอร์ นักเคมีชาวเยอรมัน ได้สังเคราะห์สารอินทรีย์โดยการเผาแอมโมเนียมไซยาเนตซึ่งเป็นสารประกอบอนินทรีย์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



นอกจากนี้ยังเตรียมได้จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับก๊าซแอมโมเนีย ดังสมการ



ปัจจุบันนักเคมีได้สังเคราะห์สารอินทรีย์ได้อย่างมากมาย และยังก่อให้เกิดอุตสาหกรรมทางด้านเคมี

ธาตุคาร์บอนเป็นธาตุโลหะ ซึ่งสามารถอยู่โดยอิสระในรูปของธาตุ หรือรวมตัวกับธาตุอื่นเกิดเป็นสารประกอบได้ คาร์บอนที่พบในธรรมชาติจะมีอยู่ทั้งในรูปอิสระและรูปสารประกอบคาร์บอนในรูปอิสระที่เป็นธาตุจะพบใน 3 รูป คือ เพชร แกรไฟต์ และถ่าน ซึ่งจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ทำให้สมบัติต่างกันได้ เราเรียกว่าเกิดรูป หรือ อัญรูป (Allotrope) คาร์บอนในรูปสารประกอบ ได้แก่ สารอินทรีย์(Organic substance) และสารอนินทรีย์ (Inorganic substance)

สารประกอบของคาร์บอนส่วนหนึ่งเป็นสารอนินทรีย์ เช่น

1. ออกไซด์ของคาร์บอน เช่น CO , CO_2
2. เกลือคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) เช่น CaCO_3 (หินปูน), KCO_3
3. เกลือคาร์ไบด์ เช่น CaC_2
4. ไฮโดรเจนคาร์บอเนต (HCO_3^-) เช่น NaHCO_3 (ผงฟู)
5. เกลือไซยาไนด์ (CN^-) เช่น KCN
6. เกลือไซยาเนต เช่น NH_4CNO



7. เกลือโทไอโซยาเนต (SCN^-) เช่น NH_4SCN
8. สารประกอบของคาร์บอนบางชนิด เช่น CS_2 CCl_4 COCl_2 (คาร์บอนิลคลอไรด์)
9. สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเพียงชนิดเดียว เช่น เพชร แกรไฟต์ ฟูลเลอร์ีน (C_{60})

ข้อแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์และสารอนินทรีย์

สมบัติ	สารอินทรีย์	สารอนินทรีย์
1. สถานะของสาร	มีทั้งสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	มีสถานะของแข็งที่อุณหภูมิห้อง
2. ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ	ส่วนใหญ่เป็นธาตุ C และ H ธาตุอื่น ๆ เช่น O N S P Cl	ประกอบไปด้วยธาตุทุกชนิด
3. จุดเดือดจุดหลอมเหลว	จุดเดือดจุดหลอมเหลวน้อยกว่า	จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงกว่า
4. การละลายน้ำ	ละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในตัวทำละลายไม่มีขั้ว	ละลายน้ำได้ดี
5. ชนิดของพันธะ	พันธะโคเวเลนต์	พันธะไอออนิก
6. การนำไฟฟ้าของสารละลาย	ไม่นำไฟฟ้าหรือนำได้น้อย	นำไฟฟ้าได้ดี
7. การเผาไหม้	ติดไฟง่าย อาจมีเขม่า	ติดไฟยาก ต้องใช้อุณหภูมิสูง
8. กลิ่น	มีกลิ่นเฉพาะตัว	ไม่มีกลิ่น
9. อัตราการเกิดปฏิกิริยา	เกิดปฏิกิริยาช้า	เกิดปฏิกิริยาเร็ว
10. ตัวเร่งปฏิกิริยา	ส่วนมากใช้	ส่วนมากไม่ต้องใช้



จากรูปภาพของสารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ให้นักเรียนระบุปัญหา เพราะเหตุใดสารอินทรีย์ที่ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบจึงมีหลายชนิด เช่น “ธาตุคาร์บอนมีการเกิดพันธะอย่างไร”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกปัญหาที่นักเรียนต้องการศึกษามากที่สุดเพียงปัญหาเดียว

.....



ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับปัญหาที่เราต้องการศึกษา

.....

.....

.....

.....



บัตรกิจกรรมที่ 2
การทดลองเรื่อง การเกิดพันธะของคาร์บอน

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.

จุดประสงค์การทดลอง

1. ต้อแบบจำลองแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่าง ๆ
2. ศึกษาการเกิดพันธะของคาร์บอนกับคาร์บอนและคาร์บอนกับไฮโดรเจนได้
3. เขียนโครงสร้างลิวอิสและโครงสร้างแบบต่างๆ ได้

อุปกรณ์และสารเคมี

รายการ	จำนวน(ต่อกลุ่ม)
สารเคมี	
-	-
อุปกรณ์	
1. อะตอมคาร์บอน	2 อะตอม
2. ก้านพลาสติก	8 ท่อ
3. อะตอมไฮโดรเจน	6 อะตอม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. คาร์บอนมีเลขอะตอม 6 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด
.....
2. ธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ตามกฎออกเตตได้กี่พันธะ
.....

วิธีการทดลอง

1. ใช้แบบจำลองอะตอมที่เป็นแบบโครงสร้างโมเลกุลโดยให้ลูกบอลสีดำแทนอะตอมของคาร์บอน ลูกบอลสีขาวแทนไฮโดรเจน และใช้ก้านพลาสติกหรือหลอดกาแฟแทนพันธะ



ภาพที่ 1 แสดงลูกบอลแทนอะตอมของธาตุคาร์บอน(C) ธาตุไฮโดรเจน(H) และก้านพลาสติก

ที่มา : สุमितร์ อันทามา โรงเรียนปะคำพิทยาคม 12 พย 2554



2. นำอะตอมของคาร์บอนจำนวน 2 อะตอมมาต่อกันด้วยก้านพลาสติกให้เป็นสายยาวและเกิดพันธะเดี่ยว แล้วต่อกับอะตอมของไฮโดรเจนให้ครบทุกพันธะ บันทึกผลโดยวาดภาพเป็นโครงสามมิติและเขียนโครงสร้างแบบลิวิอิส



ภาพที่ 2 แสดงการต่อพันธะเดี่ยว

ที่มา : สุमितร อันทามา โรงเรียนปะคำพิทยาคม 12 พย 2554

3. ทำเช่นเดียวกันกับข้อที่ 2 โดยเปลี่ยนให้คาร์บอนอะตอมเกิดพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง บันทึกผลโดยวาดภาพเป็นโครงสามมิติและเขียนโครงสร้างแบบลิวิอิส



ภาพที่ 3 แสดงการต่อพันธะคู่

ที่มา : สุमितร อันทามา โรงเรียนปะคำพิทยาคม 12 พย 2554



4. ทำเช่นเดียวกันกับข้อที่ 2 โดยเปลี่ยนให้คาร์บอนอะตอมเกิดพันธะสาม 1 ตำแหน่ง บันทึกผลโดยวาดภาพเป็นโครงสามมิติและเขียนโครงสร้างแบบลิวิอิส



ภาพที่ 4 แสดงการต่อพันธะสาม

ที่มา : สุमितร อันทามา โรงเรียนปะคำพิทยาคม 12 พย 2554

ตารางบันทึกผลการทดลอง

จำนวนคาร์บอนอะตอม	สูตรโครงสร้างสามมิติ	สูตรโครงสร้างแบบลิวิอิส
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะเดี่ยว		
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะคู่		
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะสาม		

จากผลการทดลองนักเรียนอธิบายการเกิดพันธะของคาร์บอนกับคาร์บอน และคาร์บอนกับไฮโดรเจนได้อย่างไร

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

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

คำชี้แจง ให้นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลอง เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ร่วมกันตอบคำถามและอภิปรายสรุปผลการทดลอง

1. เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

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

2. เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะคู่ต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

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

3. เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะสามต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

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

4. จากการทดลองสรุปผลการได้ว่าอย่างไร

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

4. ขยายความรู้ (Elaboration)

แบบฝึกหัดเสริมทักษะที่ 1

คำชี้แจง

ให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ที่ 2 เรื่อง พันธะของคาร์บอน แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงเขียนสูตรของสารประกอบโครงสร้างแบบย่อกับแบบใช้เส้นและมุมของสารประกอบอินทรีย์ต่อไปนี้

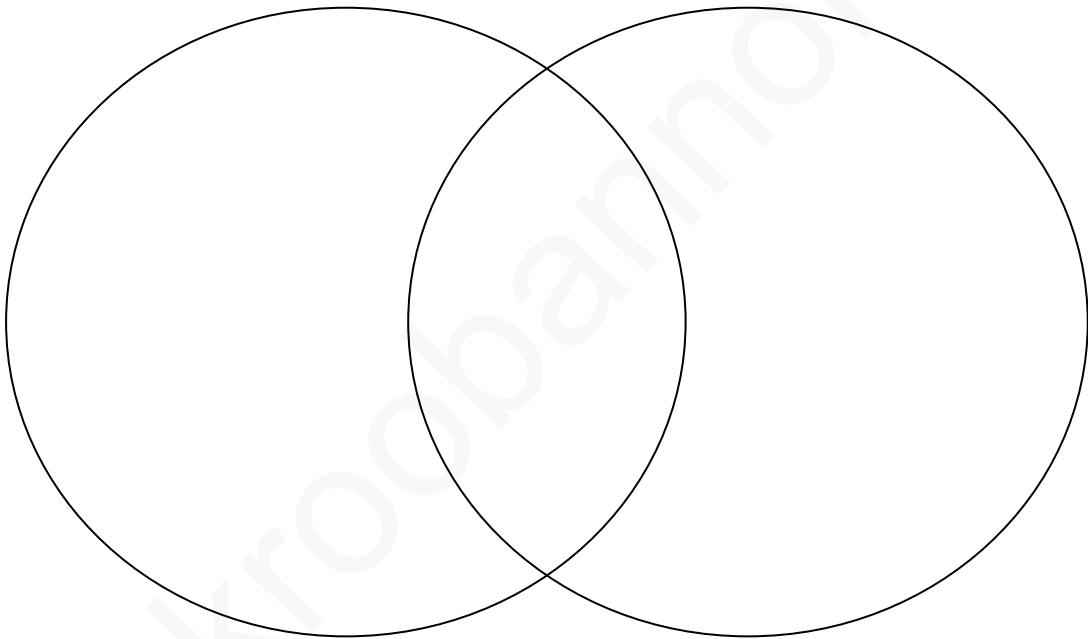
สูตรโครงสร้างลิวิอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	สูตรโครงสร้างแบบใช้เส้นและมุม
$ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H}-\text{C}-\text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & & & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} & \equiv & \text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ & & \text{H}-\text{C}-\text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & & & \end{array} $		
$ \begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & & & \text{H} & \text{H} & & \end{array} $		
$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ & & \text{C} & & \text{C} & & \\ & & / \quad \backslash & & / \quad \backslash & & \\ \text{H} & & \text{C} & & \text{C} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & \text{H} & & \end{array} $		

5. ชั้นประเมิน (Evaluation)

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดตอบปัญหาจากเรื่องที่ได้ศึกษา

1. นักเรียนเขียนแผนภาพเวนนเพื่อแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์



- ให้นักเรียนแผนผังความคิดจากเรื่องที่ได้ศึกษา

พันธะของคาร์บอน



แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง พันธะของคาร์บอน

จุดประสงค์การเรียนรู้

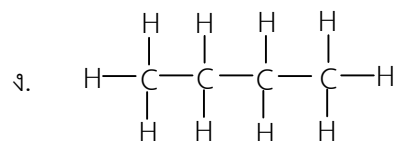
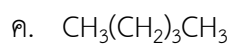
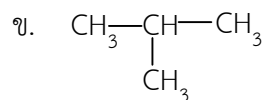
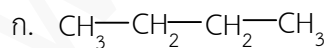
1. อธิบายความแตกต่างของสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์
2. อธิบายเหตุการณ์เกิดสารประกอบอินทรีย์จำนวนมากได้
3. อธิบายการเกิดพันธะระหว่างคาร์บอนกับธาตุอื่น และคาร์บอนกับคาร์บอน
4. เขียนสูตรเคมี เช่น สูตรโมเลกุล สูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย **X** ลงในกระดาษคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. สารประกอบในข้อใดจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์
 - ก. หินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต)
 - ข. น้ำสมสายชู (กรดแอซติก)
 - ค. เพชร และ แกรไฟต์
 - ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

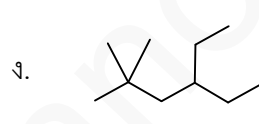
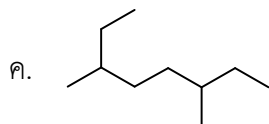
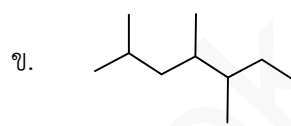
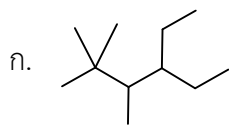
2. สูตรเคมีของสารใดเป็นสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิด
 - ก. CO_2 CH_3COOH $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - ข. HCN CH_3OH CH_4
 - ค. NaHCO_3 CaCO_3 C_4H_{10}
 - ง. CH_3COOH CH_3OH C_4H_{10}

3. ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างของบิวเทน (C_4H_{10}) **ไม่ถูกต้อง**

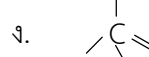
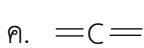
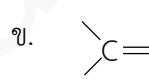
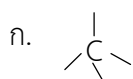


4. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ได้ถูกต้อง
- ก. สารประกอบที่คาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก
 - ข. สารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้นมีคาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบ
 - ค. สารประกอบที่มีคาร์บอน เป็นองค์ประกอบหลักเกิดจากสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต
 - ง. สารประกอบที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและสังเคราะห์ขึ้น มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

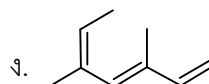
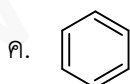
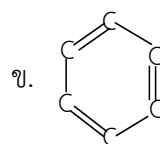
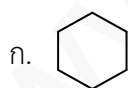
5. ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมของ $(CH_3)_3CCH_2CH(CH_2CH_3)_2$ ได้ถูกต้อง

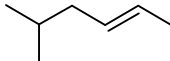


6. ข้อใดแสดงการเกิดพันธะของคาร์บอนไม่ถูกต้อง



7. ข้อใดต่อไปนี้เขียนโครงสร้างแบบเส้นและมุมของ  ได้ถูกต้อง



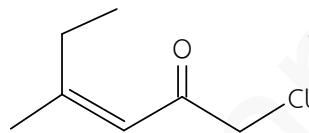
8.  ข้อใดเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อได้ถูกต้อง

- ก. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$
- ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$
- ค. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2\text{CH}_3$
- ง. $(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CHCH}_3$

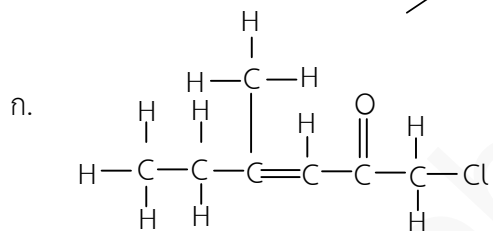
9. พันธะระหว่างคาร์บอนในโมเลกุล C_2H_4 เป็นพันธะชนิดใด

- ก. พันธะคู่
- ข. พันธะสาม
- ค. พันธะเดี่ยว
- ง. พันธะคู่และพันธะเดี่ยว

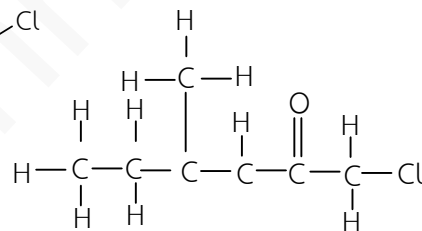
10. ข้อใดเขียนโครงสร้างแบบลิวอิสของ



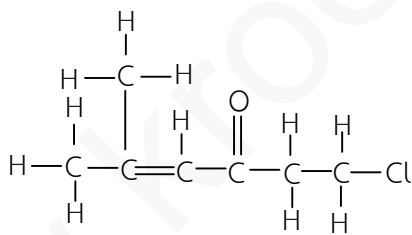
ได้อย่างถูกต้อง



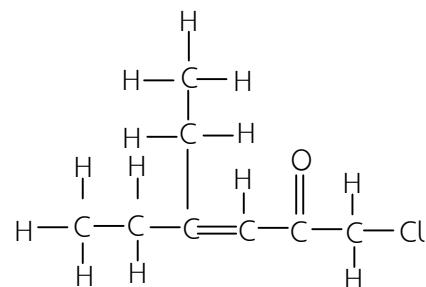
ข.



ค.

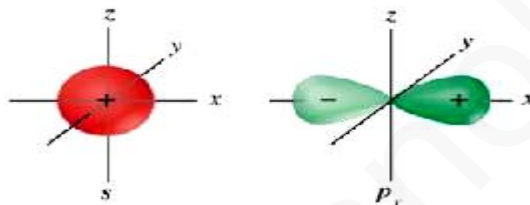


ง.



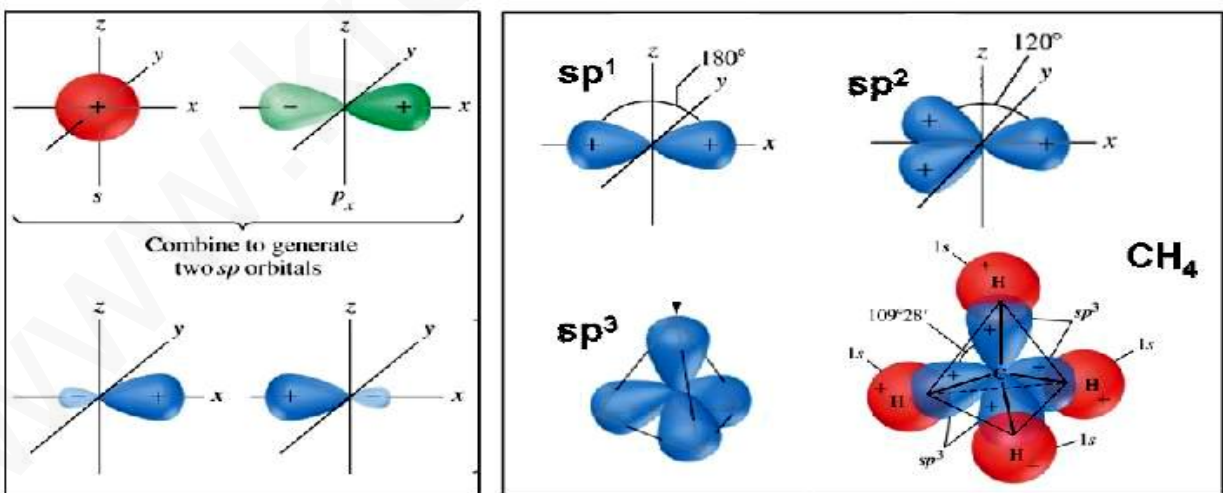
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง พันธะของคาร์บอน

คาร์บอนเป็นธาตุที่อยู่ในหมู่ 4 A มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมด 4 ตัวจึงสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้ทั้งหมด 4 พันธะ โดย C สามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกันได้ตั้งแต่ 1 คู่ 2 คู่ หรือ 3 คู่ จากอิเล็กตรอนทั้ง 4 ของคาร์บอนที่จะสามารถเกิดพันธะกับอะตอมอื่น ๆ ได้ อยู่ใน s ออร์บิทัล(orbitals) (1 ออร์บิทัล) และ p ออร์บิทัล (3 ออร์บิทัล) ซึ่งมีรูปร่างเป็นทรงกลม(sphere) และดัมเบลล์(dumb bells)



แต่ก่อนที่อิเล็กตรอนทั้ง 4 จะเกิดพันธะกับอะตอมใด ๆ จะต้องเกิดไฮบริดเซชันเสียก่อน การไฮบริดเซชันของคาร์บอนมีทั้งหมด 3 แบบ คือ

1. sp ออร์บิทัล (ใช้ s 1 ออร์บิทัล และ p 1 ออร์บิทัล เหลือ p อีก 2 ออร์บิทัล) จะมีรูปร่างเป็นเส้นตรง มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180°
2. sp² ออร์บิทัล (ใช้ s 1 ออร์บิทัล และ p 2 ออร์บิทัล เหลือ p อีก 1 ออร์บิทัล) จะมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมแบบราบ มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 120°
3. sp³ ออร์บิทัล (ใช้ s 1 ออร์บิทัล และ p 3 ออร์บิทัล) จะมีรูปร่างเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า มุมระหว่างพันธะเท่ากับ 109.5°



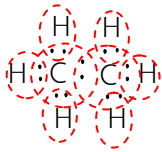
รูปร่างของ ไฮบริดออร์บิทัลจะมีผลต่อรูปร่างของสารประกอบที่เกิดขึ้น

การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

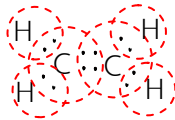
สูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์แสดงให้เห็นว่าแต่ละอะตอมสร้างพันธะกับอะตอมใดบ้าง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เขียนได้หลายแบบ ดังนี้

1. แบบ electron-dot structure หรือ Lewis's structure

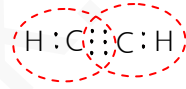
โดยเขียนจุด (dot) แทน valence electron ของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ เช่น



อีเทน(Ethane)



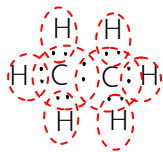
อีทีน(Ethene)



อีไทน(Ethyne)

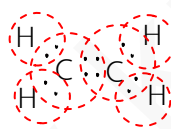
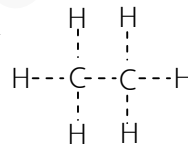
2. โครงสร้างลิวิส (dash)

แสดงพันธะด้วยเส้นตรงเชื่อมระหว่างอะตอม เส้นตรงแต่ละเส้นแทนอิเล็กตรอน 1 คู่ พันธะระหว่างอะตอมอาจเป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือ พันธะสาม เช่น



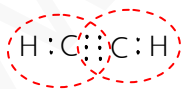
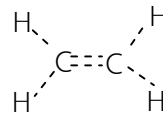
อีเทน(Ethane)

เขียนได้ดังนี้



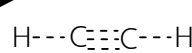
อีทีน(Ethene)

เขียนได้ดังนี้



อีไทน(Ethyne)

เขียนได้ดังนี้

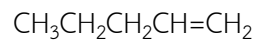
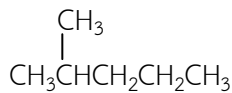


แสดงวิธีการการเขียนสูตรโครงสร้างของลิวิสแบบจุดไปเป็นแบบเส้น สำหรับพันธะเดี่ยวจะหมุนได้อย่างอิสระ

3. โครงสร้างย่อ (condensed)

ไม่เขียนเส้นแสดงพันธะส่วนใหญ่ แสดงสัญลักษณ์อะตอมเรียงต่อกัน อะตอมที่ต่ออยู่กับคาร์บอนจะเขียนติดกัน และอะตอมที่เกาะอยู่กับคาร์บอนให้ติดกันและเขียนไว้บรรทัดเดียวกัน โดยใส่หมู่ฟังก์ชันหรือหมู่แทนที่ไว้ในวงเล็บหลักการเขียนสูตรโครงสร้างมีดังนี้

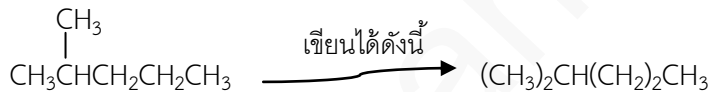
3.1 เขียน C ต่อเนื่องกันโดยไม่ต้องแสดงพันธะแบบเส้น(ยกเว้นพันธะคู่และพันธะสาม)



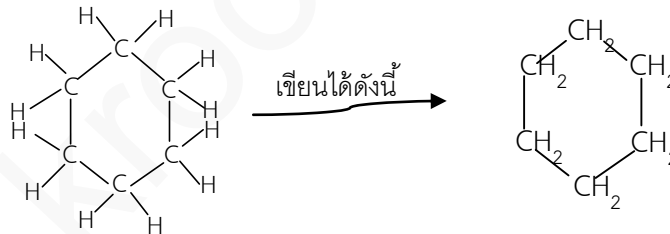
3.2 อะตอมของธาตุอื่นที่เกิดพันธะกับ C อะตอมใด ให้เขียนไว้ติดกับ C อะตอมนั้นโดยไม่แสดงพันธะ



3.2 ถ้าโครงสร้างมีลักษณะซ้ำ ๆ กัน ให้ใช้วงเล็บแทนการเขียนทั้งหมด

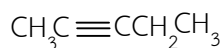


3.3 โครงสร้างแบบวง จะเขียนแสดงอะตอมของ C ในวง และ H ที่เกาะในวง และอะตอมของธาตุอื่น

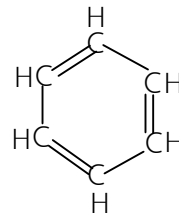


4. สูตรโครงสร้างแบบผสม หรือย่อบางส่วน (Partially Extended Structural Formula)

แสดงเฉพาะพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอน ส่วนพันธะระหว่างคาร์บอนกับธาตุอื่นอาจจะแสดงหรือเขียนติดกับคาร์บอนนั้นก็ได้ ตัวอย่าง



2-เพนไทรน์ (2-pentyne)



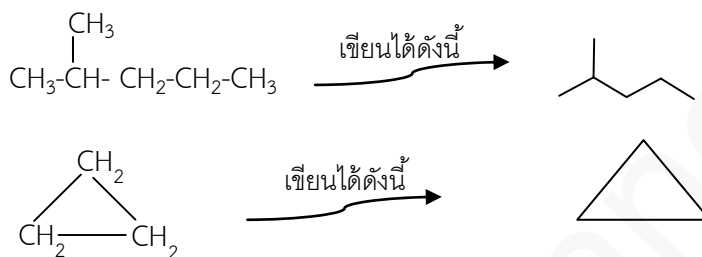
เบนซีน(Benzene)

5. โครงสร้างแบบใช้เส้นและมุม line-angle หรือ bond-line

ไม่แสดงสัญลักษณ์อะตอมคาร์บอน และไฮโดรเจน แต่แสดงสัญลักษณ์อะตอมชนิดอื่น ๆ รวมทั้งไฮโดรเจนที่ต่อพันธะกับอะตอมเหล่านั้น มุมหรือปลายเส้นแสดงพันธะคืออะตอมคาร์บอน (รวมทั้งจำนวนไฮโดรเจนที่สอดคล้องกัน)

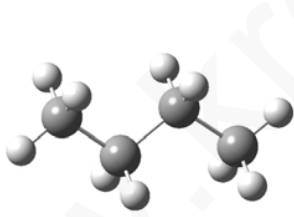
5.1 เขียนโดยใช้เส้นตรงแทนพันธะระหว่างคาร์บอน

5.2 ถ้ามีจำนวนคาร์บอนต่อกันมากกว่า 2 อะตอม ให้ใช้เส้นต่อกันแบบซิกแซกแทนสายโซ่ของคาร์บอน ที่ปลายเส้นตรงและแต่ละมุมของสายโซ่ แทนอะตอมของคาร์บอนต่ออยู่กับไฮโดรเจนในจำนวนที่ทำให้คาร์บอนมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8

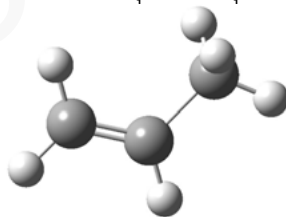


แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ

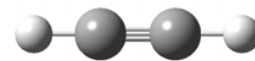
การเขียนสูตรโครงสร้างแบบต่างๆ ดังกล่าวมาเป็นการจัดเรียงตัวของอะตอมที่ประกอบกันเป็นโมเลกุลลักษณะ 2 มิติ แต่ความเป็นจริงอะตอมของธาตุในโมเลกุลมีการจัดเรียงตัวแบบ 3 มิติ



บิวเทน(butane)

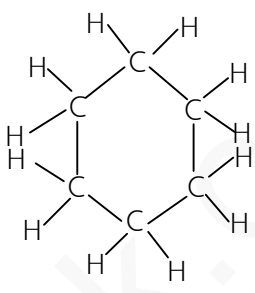
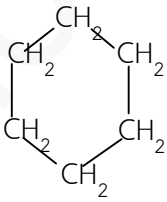
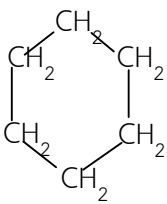
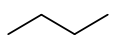
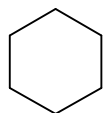
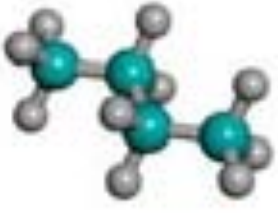



โพรพีน(Propene)



อีไธน์(Ethyne)

ตัวอย่างการเขียนโครงสร้างแบบต่าง ๆ ของสารประกอบอินทรีย์บางชนิด

สูตรโมเลกุล	C ₄ H ₁₀	C ₆ H ₁₂
สูตรโครงสร้างลิวอิส	$ \begin{array}{cccc} & \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} $	
สูตรโครงสร้างแบบย่อ	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₃	
สูตรโครงสร้างแบบผสม	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	
สูตรโครงสร้างแบบใช้เส้น และมุม		
แบบจำลองโมเลกุล 3 มิติ		

เอกสารเสริมทักษะที่ 1

การทำระบบก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และขยะอินทรีย์

ก๊าซชีวภาพ เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน (anaerobic process) โดยที่ก๊าซชีวภาพจะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ประมาณร้อยละ 50 - 80 นอกนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมีก๊าซ H_2S , N_2 , H_2 อีก เล็กน้อย ดังนั้นจึงสามารถ นำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ปัจจุบันสารอินทรีย์ที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วให้ก๊าซชีวภาพ คือ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแปรงมันสำปะหลัง โรงงานเปียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จากกระบวนการดังกล่าวมีค่า COD ลดลงมากกว่า 80 % และได้ ก๊าซชีวภาพ 0.3 – 0.5 ลบ.ม./กิโลกรัม COD ที่ถูกกำจัด ทั้งนี้ขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำเสียแต่ละประเภท ก๊าซมีเทนมีค่าความร้อน 39.4 เมกะจูล/ลบ.ม. สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเตาได้ 0.67 ลิตร ซึ่งเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 9.7 kWh



แนวคำตอบ

เฉลยแบบทดสอบ

ข้อที่	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

เฉลยคำตอบในกิจกรรม

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

จากรูปภาพนักเรียนคิดว่าสารใดบ้างที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

เฉลย : ไม้คีนสอ น้ำหอม น้ำมันรำข้าว หินปูน แคลเซียมคาร์ไบด์ น้ำตาลทราย ฟอर्मาลีน ยูเรีย น้ำสมสายชู

2. ชั้นสำรวจและค้นหา

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. คาร์บอนมีเลขอะตอม 6 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนอย่างไร และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด

เฉลย : 2, 4 มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4

2. ธาตุคาร์บอนสามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ตามกฎออกเตตได้กี่พันธะ

เฉลย : 4 พันธะ

ตัวอย่างผลการทดลอง

จำนวนคาร์บอนอะตอม	สูตรโครงสร้างสามมิติ	สูตรโครงสร้างแบบลิวิอิส
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะเดี่ยว		$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะคู่		$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
คาร์บอน 2 อะตอม พันธะสาม		$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

จากผลการทดลองนักเรียนอธิบายการเกิดพันธะของคาร์บอนกับคาร์บอน และคาร์บอนกับไฮโดรเจนได้อย่างไร

แนวคำตอบ : คาร์บอนสามารถเกิดพันธะกับคาร์บอนได้ดังนี้ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม
คาร์บอนเกิดพันธะกับไฮโดรเจนได้พันธะเดี่ยวเท่านั้น

3. ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป

- เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

เฉลย : ต้องใช้ไฮโดรเจน 6 อะตอม มีรูปร่างโมเลกุลเป็นทรงสี่หน้า

- เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะคู่ต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

เฉลย : ต้องใช้ไฮโดรเจน 4 อะตอม มีรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบบราบ


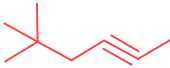

3. เมื่อต่อคาร์บอน 2 อะตอมต่อกันด้วยพันธะสามต้องต่อกับไฮโดรเจนอะตอมกี่อะตอมและมีรูปร่างโมเลกุลอย่างไร

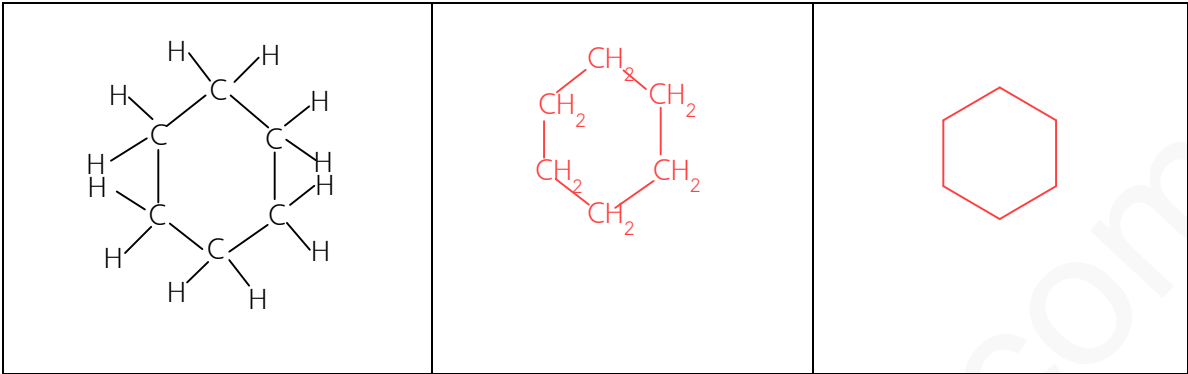
เฉลย : ต้องใช้ไฮโดรเจน 2 อะตอม มีรูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง

4. จากการทดลองสรุปผลการได้ว่าอย่างไร

จากการศึกษาพบว่า การเกิดพันธะระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนสามารถเกิดเดี่ยว โดยมีรูปร่างโมเลกุลเป็นทรงสี่หน้า เกิดพันธะคู่ มีรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ และเกิดพันธะสาม มีรูปร่างโมเลกุลเป็นเส้นตรง

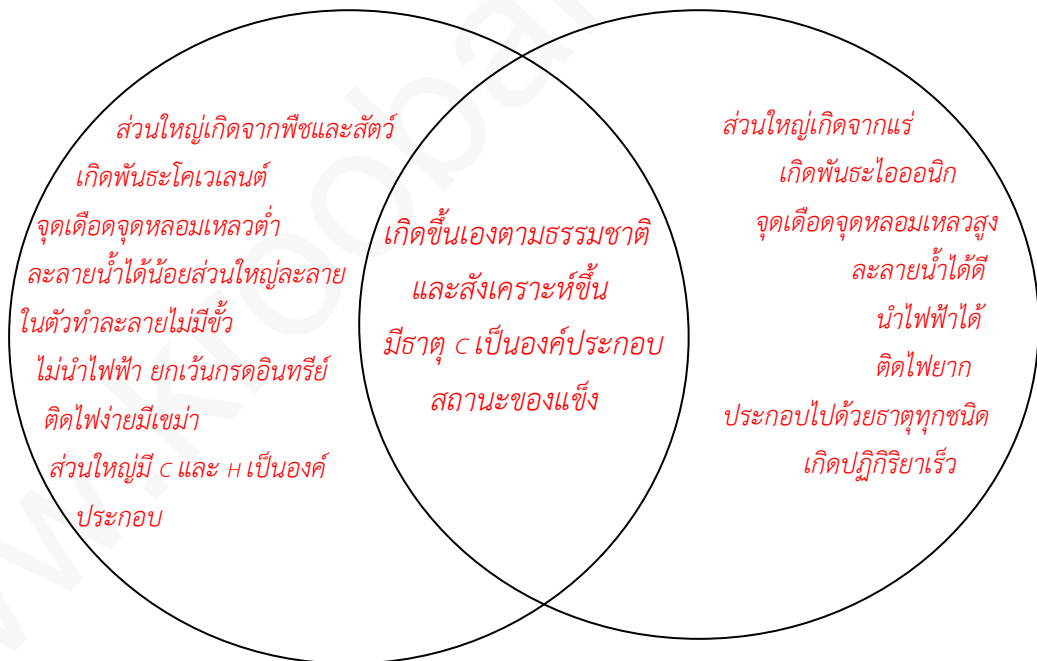
4. ขันขยายความรู้

สูตรโครงสร้างลิวิอิส	สูตรโครงสร้างแบบย่อ	สูตรโครงสร้างแบบใช้เส้น และมุม
$ \begin{array}{cccc} & \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} $	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	
$ \begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & \text{H} & - \text{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} & \equiv & \text{C} & \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ & & \text{H} & & & & \end{array} $	$(\text{CH}_3)_3\text{CCH} \equiv \text{CCH}_3$	
$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \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} & \end{array} $	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	



5. ชั้นประเมินผล

- นักเรียนเขียนแผนภาพเวนน์เพื่อแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์



บรรณานุกรม

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. (2554).คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี

เล่ม 5.พิมพ์ครั้งที่ 1 ; กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้

พื้นฐานและเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.(2554)

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. (2549).สรุปและตะลุยโจทย์เคมี ม. 6 เล่ม 5. กรุงเทพฯ : พ.ศ. พัฒนา

รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์, รศ.คณิตา ตั้งคณานุรักษ์, (2554).Compact เคมี ม. 6 เล่ม 5. กรุงเทพฯ : แม็ค.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร. (มปป).เคมี ม. 5 เล่ม 4 ว033. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชิ่ง.