

บทที่ 4

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและอนุพันธ์

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งจะมีเนื้อหาที่คล้ายกันคืออนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาประเภทเดียวกัน จึงขอกล่าวอยู่ในบทเดียวกันซึ่งเป็นสาระที่อยู่ในหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และเพิ่มเติมเคมี เล่ม 5 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2549), เคมี เล่ม 2 (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2540) และหลักเคมีทั่วไปเล่ม 2 (กฤษฎา ชุดิมา, 2551)

สารประกอบอินทรีย์ หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ มีทั้งที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต (ตามธรรมชาติ) และสิ่งที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ยกเว้นสาร 6 ชนิด ต่อไปนี้ ซึ่งจะเรียกว่าเป็นสารประกอบอนินทรีย์ แม้จะมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบก็ตาม

1. ออกไซด์ของคาร์บอน
2. เกลือคาร์บอเนตและไฮโดรเจนคาร์บอเนต
3. เกลือคาร์ไบด์
4. เกลือไซยาไนด์
5. สารประกอบของคาร์บอนบางชนิดเช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์
6. สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเพียงธาตุเดียว เช่น เพชร

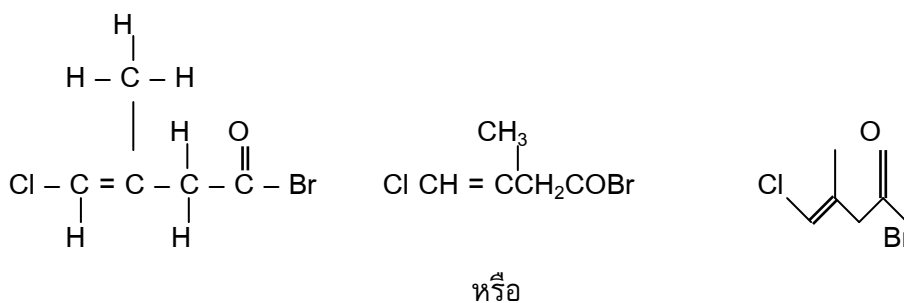
เคมีอินทรีย์ หมายถึง สาขาวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ ชนิด สมบัติ การสังเคราะห์ และปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์

เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์ เป็นสารที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ จึงขอกล่าวถึงลักษณะของธาตุคาร์บอน ซึ่งใช้สัญลักษณ์คาร์บอน เป็นธาตุหมู่ 4A หรือ หมู่ 14 ในตารางธาตุ มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 สามารถเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้ 4 พันธะ และมีวาเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของธาตุคาร์บอน สามารถเกิดพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนด้วยกันเอง และ กับอะตอมของธาตุอื่น โดยพันธะที่เกิดขึ้นทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม จึงทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมาก

ตัวอย่างเช่น โพรพีน เขียนสูตรโมเลกุลได้ดังนี้ C_3H_6 และเขียนสูตรโครงสร้างลิวอิสทั้งแบบจุด และแบบเส้น ได้ดังนี้



การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์นอกจากจะเขียนแทนด้วยสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แล้วยังสามารถเขียนแทนด้วยสูตรโครงสร้างแบบย่อได้ด้วย การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ จะเขียนเฉพาะพันธะคู่ หรือพันธะสามระหว่างอะตอมของคาร์บอน ส่วนอะตอมของธาตุอื่นที่สร้างพันธะกับอะตอมของคาร์บอนจะเขียนไว้ข้างคาร์บอนโดยไม่ต้องแสดงพันธะ และเขียนตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมกำกับไว้ ถ้ามีกลุ่มอะตอมนั้นมากกว่า 1 หมู่ ให้เขียนกลุ่มอะตอมนั้นไว้ในวงเล็บ และใส่ตัวเลขระบุจำนวนกลุ่มอะตอมไว้ ซึ่งสามารถเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อได้ทั้งแบบใช้เส้น และมุม ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้จะแสดงการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลในลักษณะ 2 มิติ แม้ในความจริงอะตอมของธาตุคาร์บอนจะเรียงตัวในลักษณะ 3 มิติ โดยมีการกำหนดทิศทางของพันธะรอบอะตอมของคาร์บอน ให้ห่างกันมากที่สุดก็ตาม ดังตัวอย่างต่อไปนี้



สูตรโครงสร้างลิวอิส

สูตรโครงสร้างแบบย่อ

สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม

ในการเขียนสูตรโครงสร้างของสารโดยใช้เส้นและมุม มักใช้กับสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ หรือมีโครงสร้างเป็นวง เพราะจะทำให้เขียนได้สะดวกรวดเร็วกว่าสูตรโครงสร้างแบบอื่นๆ โดยการเขียนจะเขียนตามลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอมในโครงสร้าง 3 มิติ

สารประกอบอินทรีย์ เป็นสารประกอบที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากสารประกอบอื่นๆ โดยสามารถเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ไอโซเมอร์ซีมได้ ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารประกอบอินทรีย์มีจำนวนมาก

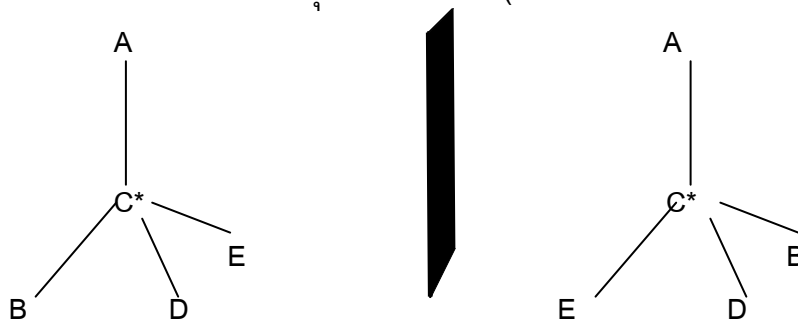
ไอโซเมอร์ซีม หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารประกอบอินทรีย์มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสมบัติแตกต่างกัน และเรียกสารประกอบแต่ละชนิดว่า ไอโซเมอร์ โดยจำนวนไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนอะตอมของคาร์บอน แบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. ไอโซเมอร์โครงสร้าง คือ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมในตำแหน่งที่ต่างกัน หรือมีสูตรโครงสร้างต่างกัน

2. ไอโซเมอร์เรขาคณิต คือ ไอโซเมอร์ที่มีสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างเหมือนกัน แต่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือหมู่อะตอมที่อยู่แต่ละด้านของพันธะคู่แตกต่างกัน แบ่งเป็น ไอโซเมอร์แบบซิส และไอโซเมอร์แบบทรานส์ (แบบซิส อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดตัวอยู่ในด้านเดียวกันในโครงสร้าง แบบทรานส์ อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดตัวอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกันในโครงสร้าง)

3. ออปติคัลไอโซเมอร์ เป็นไอโซเมอร์ที่โมเลกุลสองโมเลกุลมีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน แต่การจัดตัวของอะตอมหรือหมู่ของอะตอมในสามมิติแตกต่างกัน เพราะมีคอนฟิกูเรชัน (configuration) ต่างกัน ลักษณะจะคล้ายมือทั้ง 2 ข้างของคนเดียวกันที่สามารถประกบกันได้แต่ไม่สามารถซ้อนทับกันได้สนิท (superimpose) หรือเปรียบเทียบภาพในกระจกเงาที่เหมือนกันแต่ไม่สามารถซ้อนทับกันได้ ไม่ว่าจะหมุนโมเลกุลไปในทิศทางใด โมเลกุลทั้ง 2 นี้จัดว่าเป็น อีแนนชิโอเมอร์ (enantiomer) ซึ่งกันและกัน

หมายเหตุ ไครัลลิตี (chirality) เป็นสมบัติที่ภาพในกระจกของโมเลกุลไม่สามารถซ้อนทับกันได้สนิทกับโมเลกุลต้นแบบ (Cheir(ภาษากรีก) แปลว่า มือ) ข้อสังเกต โมเลกุลที่เป็นไครัล (chiral) จะไม่มีระนาบหรือจุดสมมาตรอยู่ภายในโมเลกุล ตัวอย่างเช่น คาร์บอนที่มีอะตอมหรือหมู่ของอะตอมทั้งสิ้นที่ต่างกันมาเกาะอยู่ เรียกว่า คาร์บอนชนิดอสมมาตร (asymmetrical carbon) เพราะจะไม่สามารถซ้อนทับโมเลกุลทั้ง 2 ได้สนิท (C^* หมายถึง ไครัลคาร์บอน)



สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้นเป็นองค์ประกอบ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติ และมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน จะมีสมบัติแตกต่างกัน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีชนิดของพันธะในโมเลกุลแตกต่างกัน สมบัติของสารก็จะแตกต่างกันเช่นกัน

ประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ถ้าใช้พันธะเป็นเกณฑ์จะสามารถแบ่งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ 3 ประเภท คือ แอลเคน แอลคีน และแอลไคน์

1. แอลเคน สูตรทั่วไป C_nH_{2n+2} (n คือจำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 1,2,3,...) จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว อะตอมของคาร์บอนจะยึดกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด มีทั้งโครงสร้างที่เป็นโซ่เปิด และโซ่ปิด(แบบวง) กรณีที่เป็นวงจะมีสูตรที่แตกต่างจากแอลเคนโซ่เปิด แต่จะคล้ายแอลคีน คือ C_nH_{2n} (n คือ จำนวนคาร์บอน เริ่มตั้งแต่ 3,4,...)

สมบัติของแอลเคน

1. ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว
2. มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
3. เกิดปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยธาตุแฮโลเจน (ปฏิกิริยาแฮโลจิเนชัน) ได้แก๊สที่มีสมบัติเป็นกรด ปฏิกิริยาการแทนที่ธาตุหมู่ 7 สามารถแทนที่ได้ทุกอะตอมของธาตุไฮโดรเจนในสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปฏิกิริยานี้สามารถเกิดได้โดยมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
4. เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ การเผาไหม้แอลเคนอย่างสมบูรณ์จะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งคายพลังงานความร้อนออกมาจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าการเผาไหม้นั้นเกิดอย่างไม่สมบูรณ์จะได้คาร์บอนมอนอกไซด์ น้ำ และเขม่า เป็นผลิตภัณฑ์ พลังงานความร้อนที่คายออกมาก็จะลดลงด้วย

5. จุดเดือดจุดหลอมเหลวจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนคาร์บอนอะตอม

การเรียกชื่อแอลเคนในระบบ IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) จะอ่านชื่อตามจำนวนคาร์บอนอะตอม (ที่นับเป็นภาษากรีก) และลงท้ายด้วยเสียง

-n (-ane) เช่น CH₄ อ่านว่า มีเทน แอลเคนที่มีโครงสร้างเป็นวงจะเรียก ไซโคลแอลเคน การอ่านชื่อใช้หลักเดียวกับแอลเคนแต่เติมคำว่า “ไซโคล” ไว้ข้างหน้า

การนับจำนวนในภาษากรีก

1 = มีท หรือ เมท (meth-)

2 = อีท หรือ เอท (eth-)

3 = โพรพ (prop-)

4 = บิวท (but-)

5 = เพนท (pent-)

6 = เฮกซ (hex-)

7 = เฮปท (hept-)

8 = ออกท (oct-)

9 = โนน (non-)

10 = เดกค (dec-)

หมู่แอลคิล คือ โมเลกุลของแอลเคนที่เสียไฮโดรเจนไป 1 อะตอม มีสูตรทั่วไป คือ C_nH_{2n + 1} (n คือ จำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 1,2,3,...) มีการอ่านชื่อคล้ายแอลเคนแต่ให้ลงท้ายเสียงเป็น อิล (-yl) เช่น CH₃- อ่านว่า เมทิล ในกรณีที่จะเขียนหมู่แอลคิลโดยไม่ระบุจำนวนคาร์บอนอะตอมจะใช้สัญลักษณ์ R

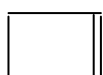
2. แอลคีน สูตรทั่วไป C_nH_{2n} (n คือ จำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 2,3,4,.....) จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่เป็นหมู่ฟังก์ชันโดยมีพันธะคู่อย่างน้อย 1 พันธะภายในโมเลกุล มีทั้งไซเปิดและไซปิด กรณีที่เป็นไซปิดจะมีสูตรคล้ายแอลคีน คือ C_nH_{2n - 2} (n คือ จำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 3,4,.....)

สมบัติของแอลคีน

แอลคีนมีสมบัติคล้ายแอลเคน แตกต่างกันที่ปฏิกิริยาการแทนที่ในโมเลกุลของแอลคีนจะไม่เกิดปฏิกิริยาการแทนที่ แต่จะเกิดปฏิกิริยาการเติมกับธาตุแฮโลเจน โดยไม่จำเป็นต้องมีตัวเร่งปฏิกิริยา นั่นคือสามารถเกิดปฏิกิริยาได้ทั้งที่มีด และที่สว่าง และสามารถพอกจางสีโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้ การเกิดปฏิกิริยาแอลคีนจะเกิดได้ไวกว่าแอลเคน

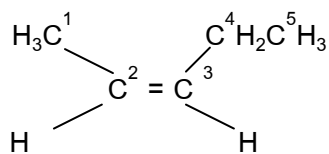
การอ่านชื่อแอลคีนใช้หลักเดียวกับแอลเคน แต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น อีน (-ene) และสามารถแสดงตำแหน่งของพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนได้ โดยกำหนดให้พันธะคู่มีตัวเลขน้อยที่สุดและเขียนไว้ด้านหน้าชื่อของแอลคีน การเกิดไอโซเมอร์นอกจากจะเกิดไอโซเมอร์แบบโครงสร้างแล้วยังมีไอโซเมอร์เรขาคณิตด้วย แอลคีนที่เป็นวงหรือไซปิดเรียกว่า ไซโคลแอลคีน การอ่านชื่อจะเติม “ไซโคล” ไว้หน้าชื่อของแอลคีน

ตัวอย่างแอลคีนที่เป็นวง

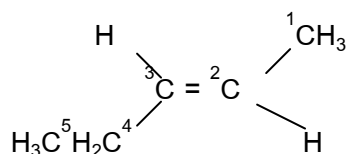


ส่วนที่เป็นวงแหวนอาจอยู่ตำแหน่งอื่นนอกเหนือจากนี้ก็ได้

ตัวอย่างไฮโซเมอร์เรขาคณิต เช่น C_5H_{10}



ซิส - 2 - เพนทีน



ทรานส์ - 2 - เพนทีน

3. แอลไคน์ สูตรทั่วไป C_nH_{2n-2} (n คือ จำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 2,3,4,...) จัดเป็น สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว มีพันธะสามเป็นหมู่ฟังก์ชัน โดยมีพันธะสามอย่างน้อย 1 พันธะภายในโมเลกุล มีทั้งโซ่เปิดและโซ่ปิด กรณีที่เป็นโซ่ปิดจะมีสูตรโมเลกุลเป็น C_nH_{2n-4} (n คือ จำนวนคาร์บอนเริ่มตั้งแต่ 3,4,...)

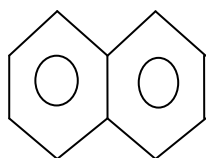
สมบัติของแอลไคน์

แอลไคน์ มีสมบัติคล้ายแอลคีนเพราะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัวทั้งคู่ จึงเกิดปฏิกิริยาการเติม และฟอกจางสีโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้ โดยถ้าแอลไคน์มีพันธะสามอยู่ตำแหน่งที่ 1 จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดอินทรีย์ แต่ถ้ามีพันธะสามอยู่ตำแหน่งอื่นจะได้สารประกอบคีโตน

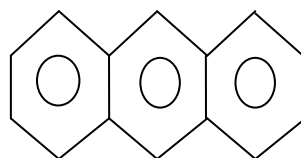
การอ่านชื่อแอลไคน์ใช้หลักเดียวกับแอลคีน แต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ไ-น์ (-yne) กรณีที่เป็นวง หรือโซ่ปิดจะเติมคำว่า ไโซโคล ข้างหน้าชื่อแอลไคน์นั้นๆ และวงที่เล็กที่สุดของโซโคลแอลไคน์จะมีคาร์บอนอะตอม 7 อะตอม ทั้งนี้เพราะโซโคลแอลไคน์ที่มีคาร์บอนอะตอมน้อยๆจะจัดเรียงตัวให้เป็นเส้นตรง (เพราะมีพันธะสาม) ได้ยาก จึงทำให้โมเลกุลไม่เสถียร

4. อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วยวงเบนซีน หรือมีสมบัติคล้ายเบนซีน

โดยวงเบนซีนสามารถมีได้มากกว่า 1 วง เช่น แนฟทาลีน หรือ แอนทราซีน ดังนี้

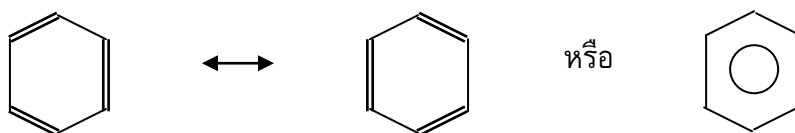


แนฟทาลีน



แอนทราซีน

วงเบนซีนเป็นไฮโดรคาร์บอนไซโคลิที่ประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม คาร์บอนทุกๆ อะตอมอยู่ในระนาบเดียวกัน และต่อกับไฮโดรเจน 1 อะตอมเหมือนกันหมด เพราะอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปมาภายในวงเบนซีน เรียกโครงสร้างแบบนี้ว่า โครงสร้างเรโซแนนซ์ ดังนี้



หมู่แอริล ใช้สัญลักษณ์ Ar. หมายถึง โมเลกุลของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่เสียอะตอมของไฮโดรเจนตั้งแต่ 1 อะตอมขึ้นไป

สมบัติของอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมีสมบัติคล้ายแอลเคน แต่จะไม่เกิดปฏิกิริยาการเติมกับธาตุแฮโลเจนทั้งในที่มืดและที่สว่าง รวมทั้งไม่ฟอกจางสีโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต แต่ถ้ามีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมจะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ ทั้งนี้เพราะวงแหวนเบนซีนมีความเสถียรในตัวเองมาก

อนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เสียไฮโดรเจนไป 1 อะตอม หรือมากกว่านี้สามารถมีอะตอมของธาตุอื่นเข้ามาแทนที่ ทำให้มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิมได้ เราเรียกสารเหล่านี้ว่าเป็นอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ในส่วนของอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เมื่อมีหมู่ฟังก์ชันมาแทนที่จะเป็นสารประกอบที่มีแตกต่างกันหลากหลายชนิด สมบัติก็จะต่างกันตามแต่ชนิดของหมู่ฟังก์ชันแต่ก็ยังจัดเป็นสารอินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีของสารเหล่านี้แม้จะแตกต่างกันแต่ก็มีลักษณะร่วมที่คล้ายกันทำให้จำแนกตามลักษณะของตัวทำปฏิกิริยาและกระบวนการแตกพันธะได้ดังต่อไปนี้

ชนิดของตัวทำปฏิกิริยาที่เข้าทำปฏิกิริยาในสารอินทรีย์ที่สามารถมี 3 พวก ดังนี้

1. นิวคลีโอไฟล์ แบบนี้จะมีคู่อิเล็กตรอนและจะให้อิเล็กตรอนแก่จุดที่รับได้เพื่อนำไปสร้างพันธะ สารที่เกิดปฏิกิริยาแบบนี้มักเป็นพวกเบส ตามทฤษฎีกรดเบสของลิวอิส เช่น OH^- , CN^- เป็นต้น

2. อิเล็กโทรไฟล์ แบบนี้จะเป็นพวกที่ขาดคู่อิเล็กตรอนจึงต้องรับอิเล็กตรอนเพื่อนำไปสร้างพันธะ สารที่เกิดปฏิกิริยาแบบนี้มักเป็นพวกกรด ตามทฤษฎีกรดเบสของลิวอิส เช่น H_3O^+ , AlCl_3 เป็นต้น

3. อนุมูลอิสระ แบบนี้จะมีอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว เช่น $\text{CH}_3 \cdot$ (หรือ CH_3^-), $\text{Cl} \cdot$ (หรือ Cl^-) พวกนี้มีความไวต่อปฏิกิริยามาก

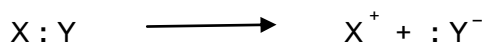
หมายเหตุ โดยปกติพวกนิวคลีโอไฟล์จะเกิดปฏิกิริยากับพวกอิเล็กโทรไฟล์

กระบวนการการแตกตัวของพันธะที่พบในสารอินทรีย์มี 2 วิธี ดังนี้

1. การแตกตัวแบบฮอโมลิติก แบบนี้คู่อิเล็กตรอนจะไปอยู่กับอะตอมแต่ละอะตอมเท่ากัน ดังนี้



2. การแตกตัวแบบเฮเทอโรลิติก แบบนี้คู่อิเล็กตรอนจะแตกตัวออกไปอยู่กับอะตอมใดอะตอมหนึ่งเท่านั้น ตัวที่ได้รับคู่อิเล็กตรอนจะแสดงประจุลบให้เห็น ตัวที่รับอิเล็กตรอนจะแสดงประจุบวกให้เห็นดังนี้

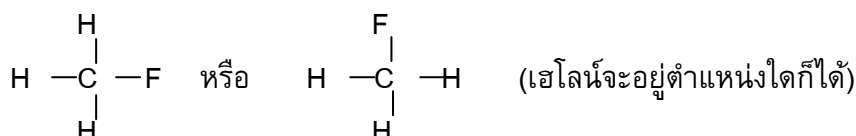


หมู่ฟังก์ชัน หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ โดยสมบัติและการเกิดปฏิกิริยาของสารจะเป็นไปตามหมู่ฟังก์ชันที่เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน จึงจัดเป็นสารประกอบต่างชนิดกัน จึงมีสมบัติแตกต่างกันด้วย

ในตำราบางเล่มจะจัดสารประกอบ แอลคิลเฮไลด์ เป็น อนุพันธ์สารประกอบไฮโดรคาร์บอนด้วย ในกรณีนี้หมู่ฟังก์ชันจะเป็นดังนี้

-X หมู่ฟังก์ชันคือ เฮไลด์ สูตรทั่วไปคือ R - X

ตัวอย่างเช่น แอลคิลเฮไลด์ CH_3F , CH_3Cl , CH_3Br , CH_3I



ตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ และหมู่ฟังก์ชัน

สารประกอบอินทรีย์	ชื่อหมู่ฟังก์ชัน	หมู่ฟังก์ชัน
แอลคีน	พันธะคู่	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$
แอลไคน์	พันธะสาม	$-\text{C} \equiv \text{C}-$
แอลกอฮอล์หรือฟีนอล	หมู่ไฮดรอกซิล	$\text{R}-\text{OH}$ หรือ $\text{Ar}-\text{OH}$
อีเทอร์	หมู่แอลคอกซี	$\text{R}-\text{O}-\text{R}$
กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก	หมู่คาร์บอกซิล	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$
เอสเทอร์	หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$
แอลดีไฮด์	หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
คีโตน	หมู่คาร์บอนิล	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R} \end{array}$
เอมีน	หมู่อะมิโน	$\text{R}-\text{NH}_2$
เอไมด์	หมู่เอไมด์	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$

จากหมู่ฟังก์ชันข้างต้นสามารถแบ่งอนุพันธ์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น แอลกอฮอล์, ฟีนอล, อีเทอร์, กรดอินทรีย์, เอสเทอร์, แอลดีไฮด์ และคีโตน
2. สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น เอมีน
3. สารประกอบอินทรีย์ที่มีทั้งธาตุออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น เอไมด์

แอลกอฮอล์ ฟีนอล และอีเทอร์

แอลกอฮอล์ และฟีนอล มีหมู่ฟังก์ชันเป็นหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งมีสูตรทั่วไปเป็น $R - OH$ โดย R จะมีทั้งโซ่ตรง และวงแหวน

อีเทอร์ มีหมู่ฟังก์ชันเป็นหมู่แอลคอกซี สูตรทั่วไปคือ $R - O - R$ โดย R ทั้ง 2 ข้างจะมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน หรือไม่ก็ได้ และจะเป็นโซ่เปิดหรือเป็นวงก็ได้ แอลกอฮอล์ ฟีนอล และอีเทอร์เป็นไอโซเมอร์โครงสร้างซึ่งกันและกัน

สมบัติของแอลกอฮอล์

1. ละลายน้ำได้ แต่ถ้า R มีจำนวนคาร์บอนมากขึ้นหรือเป็นวงการละลายน้ำจะลดลง
2. มีสมบัติเป็นกลาง
3. จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นและเมื่อเทียบแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากับแอลเคน แอลกอฮอล์จะมีจุดเดือดสูงกว่าแอลเคน เพราะแอลกอฮอล์เป็นโมเลกุลมีขั้ว และสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของแอลกอฮอล์ได้
4. ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม จะได้แก๊สไฮโดรเจน
5. ทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอกซิลิกได้ เอสเทอร์ กับ น้ำ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า เอสเทอร์ฟิเคชัน

การอ่านชื่อแอลกอฮอล์ คล้ายแอลเคน แต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานอล (-anol) ฟีนอล มีชื่อเต็มว่ากรดคาร์บอลิก (Carbolic acid) เพราะฟีนอลที่มีความเข้มข้นสูงๆจะมีสมบัติกัดกร่อนทำให้ผิวหนังระคายเคือง และทำให้เกิดอาการไหม้ได้

สมบัติของอีเทอร์

อีเทอร์เป็นสารที่ติดไฟง่าย นิยมใช้เป็นตัวทำละลายสารในห้องปฏิบัติการ และในโรงงานอุตสาหกรรม อีเทอร์เป็นสารที่เกิดปฏิกิริยากับสารชนิดอื่นได้ยาก และแยกออกได้

ง่ายเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา ทั้งนี้เพราะอีเทอร์มีจุดเดือดต่ำ

แอลดีไฮด์ และคีโตน

แอลดีไฮด์ มีสูตรทั่วไป $R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - H$ โดย R จะเป็นได้ทั้งไฮโดรเจนและคาร์บอนอะตอม
โซ่เปิดและวงแหวน

สมบัติของแอลดีไฮด์

1. แอลดีไฮด์ ที่มีมวลโมเลกุลน้อยจะละลายน้ำได้ดี และเกิดพันธะไฮโดรเจน
กับโมเลกุลของน้ำได้ แต่การละลายน้ำจะลดลง เมื่อมวลโมเลกุลมากขึ้น

2. จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนคาร์บอนอะตอม

การอ่านชื่อแอลดีไฮด์ คล้ายแอลเคนแต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานาล (-anal)

คีโตน มีสูตรทั่วไป $R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - R$ โดย R ทั้ง 2 ข้างจะเหมือนกัน หรือต่างกันก็ได้และจะ
เป็นโซ่เปิดหรือวงแหวนก็ได้

สมบัติของคีโตน

1. การละลายน้ำจะลดลงเมื่อจำนวน C เพิ่มขึ้น

2. จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน C อะตอม

การอ่านชื่อคีโตนคล้ายแอลเคน แต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานอน (-anone) คีโตนและ
แอลดีไฮด์ เป็นไอโซเมอร์โครงสร้างซึ่งกันและกัน

กรดคาร์บอกซิลิก

กรดคาร์บอกซิลิก มีสูตรทั่วไปเป็น $R - \overset{\text{O}}{\parallel} C - OH$ โดย R เป็นไฮโดรเจนหรือคาร์บอน
อะตอมโซ่เปิด หรือวงแหวนก็ได้

สมบัติของกรดคาร์บอกซิลิก

1. ละลายน้ำได้ สามารถเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง จัดเป็น
กรดอ่อน แต่การละลายน้ำจะลดลงเมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น

2. ทำปฏิกิริยากับโลหะโซเดียม ได้แก๊สไฮโดรเจน

3. ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ได้แก๊ส

คาร์บอนไดออกไซด์

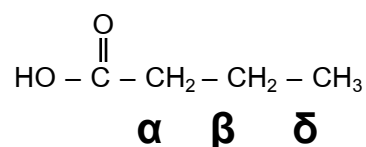
4. จุดเดือดสูงขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกได้

5. ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้เอสเทอร์ กับน้ำ

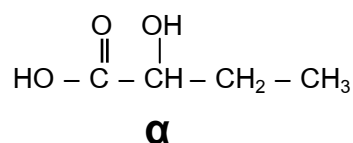
การอ่านชื่อกรดคาร์บอกซิลิก คล้ายแอลเคนแต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานอิก (-anoic acid)

หมายเหตุ 1. กรดคาร์บอกซิลิกมีชื่อสามัญ แตกต่างกันไปตามชื่อของสิ่งมีชีวิต หรือสิ่งของที่พบกรดนั้น เช่น กรดฟอร์มิก (formic ภาษาละตินแปลว่า มด) กรดแอซีติก (acetum ภาษาละตินแปลว่า เปรี้ยว)

2. ชื่อสามัญของกรดคาร์บอกซิลิก สามารถใช้อักษรกรีก เช่น แอลฟา (α), บีต้า (β) และ แกมมา (δ) มาระบุตำแหน่งของคาร์บอนที่ต่อกับหมู่คาร์บอกซิลิกตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับได้ เช่น



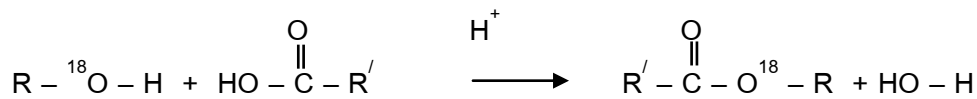
3. กรดแอลฟาไฮดรอกซี หมายถึง กรดคาร์บอกซิลิกที่มีหมู่ไฮดรอกซิลต่อกับคาร์บอนที่ตำแหน่ง 1 หรือตำแหน่งแอลฟา เช่น



เอสเทอร์

เอสเทอร์ มีสูตรทั่วไป $\text{R}' - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OR}$ โดย R' เป็นหมู่แอลคิลที่มาจากกรดคาร์บอกซิลิก และ R เป็นหมู่แอลคิลที่มาจากแอลกอฮอล์ ปฏิกิริยาการเตรียมเอสเทอร์เรียกว่า ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ซึ่งจะเกิดได้โดยมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

หมายเหตุ ออกซิเจนอะตอมในส่วนของ $-\text{OR}$ เป็นออกซิเจนที่มาจากแอลกอฮอล์ ซึ่งมีการทดสอบโดยใช้ออกซิเจนไอโซโทปกัมมันตรังสี O_{18} ดังสมการ



สมบัติของเอสเทอร์

1. ละลายน้ำได้แต่การละลายน้ำจะลดลงถ้ามี C เพิ่มขึ้น
 2. มีกลิ่นเฉพาะตัว
 3. จุดเดือดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน C อะตอม แต่ภายในโมเลกุลไม่มีพันธะไฮโดรเจนจึงมีจุดเดือดต่ำกว่ากรดคาร์บอกซิลิกที่มี C อะตอมจำนวนเท่ากัน
 4. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ซึ่งเป็นย้อนกลับของปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันจะได้กรดคาร์บอกซิลิก และแอลกอฮอล์ โดยจะมีกรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
 5. ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส โดยมีเบส(เช่น NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ผลิตภัณฑ์เป็นแอลกอฮอล์ และสบู่ (เกลือโซเดียมของกรดคาร์บอกซิลิก)
- การอ่านชื่อเอสเทอร์ ให้อ่านชื่อหมู่แอลคิล หรือ แอริลที่มาจากแอลกอฮอล์ แล้วจึงอ่านชื่อกรดคาร์บอกซิลิก โดยเปลี่ยนท้ายเสียงจาก -อิก (-ic) เป็น -เอต (-ate) เช่น



เอสเทอร์และกรดคาร์บอกซิลิก เป็นไอโซเมอร์โครงสร้างซึ่งกันและกัน

เอมีน

เอมีน มีสูตรทั่วไปหลายสูตรดังนี้

$R - NH_2$ หรือ $R - \overset{\overset{H}{|}}{N} - R'$ หรือ $R - \overset{\overset{R''}{|}}{N} - R'$ โดย R เป็นหมู่แอลคิลหรือแอริล ที่จะเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ ในที่นี้จะขอกว่าถึงเอมีนที่มีหมู่ R เพียงหมู่เดียว

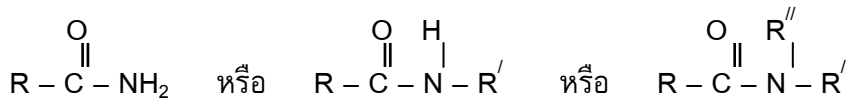
สมบัติของเอมีน

1. ละลายน้ำได้ แต่การละลายน้ำจะลดลง ถ้ามีคาร์บอนเพิ่มขึ้น
2. จุดเดือดจะสูงขึ้นตามจำนวนคาร์บอนอะตอม ภายในโมเลกุลสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้จุดเดือดจึงสูง

- มีสมบัติเป็นเบส
- เมื่อเอมีนทำปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์จะได้เกลือเอมีนเป็นผลิตภัณฑ์
การอ่านชื่อเอมีน คล้ายแอลเคน แต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานามีน (-anamine)

เอไมด์

เอไมด์ มีสูตรได้หลายสูตรดังนี้



โดย R เป็นหมู่แอลคิลหรือแอริลที่จะเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้ ในที่นี้ขอก้าวถึงเอไมด์ที่มีหมู่แอลคิล 1 หมู่ แทนที่ไฮโดรเจนอะตอมในหมู่เอไมด์

สมบัติของเอไมด์

- ละลายน้ำได้แต่ถ้าจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นการละลายน้ำจะลดลง
- สารละลายของเอไมด์ไม่แสดงสมบัติเป็นเบสจะมีสมบัติเป็นกลาง
- จุดเดือดจะสูงขึ้นถ้าคาร์บอนอะตอมเพิ่มขึ้น และมีพันธะไฮโดรเจน

ระหว่างโมเลกุลของเอไมด์

การอ่านชื่อเอไมด์ คล้ายแอลเคนแต่เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น -ทานาไมด์ (-anamide)

สรุป

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและอนุพันธ์จัดเป็นสารอินทรีย์ สารเหล่านี้มีปริมาณมาก เพราะสามารถเกิดไอโซเมอร์ได้หลายแบบมีปฏิกิริยาที่หลากหลาย และแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะของตนเอง

แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จงเขียนไอโซเมอร์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 4 อะตอม
- จงเขียนปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ข้างต้นมาชนิดละ 1 ปฏิกิริยา
- จงอ่านชื่อสารอินทรีย์ข้างต้นในระบบ IUPAC กรณีที่มีคาร์บอน 3 อะตอม