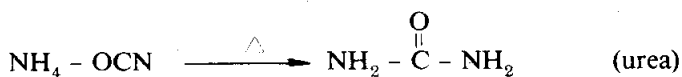


13

สารอินทรีย์

ในสมัยโบราณมนุษย์ได้สารต่าง ๆ จากพืชและสัตว์ ยุคก่อนประวัติศาสตร์ มนุษย์ได้รู้จักวิธีทำน้ำตาลไม้และเปลี่ยนให้เป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่นทำน้ำองุ่นให้เป็นเหล้าไวน์ ชาวอียิปต์ทำเบียร์จากข้าวบาเลย์ สีต่าง ๆ เอามาจากพืช เช่น ดันคราม หรือสีที่ได้จากรากของต้นแมดเดอร์ ในศตวรรษที่ 16 ได้มีการสกัดเอาสารประกอบบางตัวจากพืช

ประมาณกลางศตวรรษที่ 18 ได้สกัดสารประกอบจากพืชและสัตว์เป็นจำนวนมาก ในตอนนั้นนักเคมีได้พยายามจะแบ่งว่าสารใดได้มาจากสิ่งมีชีวิตและสารใดเป็นสารอินทรีย์สมัยนั้น พวกกันคิดว่าสารอินทรีย์ต้องมาจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น เพราะเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตคงจะมีพลังชีวิต "vital force" ส่วนสิ่งไม่มีชีวิตไม่มีพลังชีวิต ไม่มีสารอินทรีย์ ต่อมาเมื่อ ค.ศ. 1828 เฟรดเดอริก ไวลเลอร์ (Fredrick Wohler) ได้นำเอาแอมโมเนียมไซยาเนต (ammonium cyanate, NH_4OCN) ละลายในน้ำให้ความร้อนเพื่อระเหยเอาน้ำออก ปรากฏว่าเขาได้สารชนิดหนึ่งคือ ยูเรีย (urea) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เคมีที่อยู่ในยูริน (urine) ฉะนั้นยูเรียได้จากการสลายของแอมโมเนียมไซยาเนต

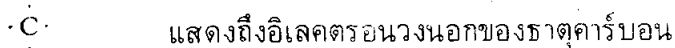


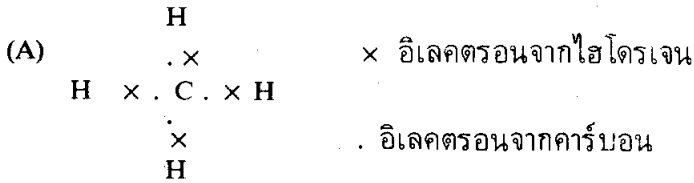
ไวเลอร์ได้บังเกิดความสงสัยมากว่าเป็นยูเรียหรือไม่ เขาได้ทำการทดลองหลาย ๆ ครั้งปรากฏได้ผลเช่นเดิม ในที่สุดเขาสรุพบว่าไม่ควรเชื่อเรื่องพลังชีวิต ตั้งแต่นั้นจึงเข้าใจกันว่า สารอินทรีย์มนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้ ต่อมาได้มีการสังเคราะห์สารอินทรีย์เป็นพัน ๆ ชนิด ซึ่งรวมทั้งยาและสีในต้นศตวรรษที่ 19

วันและเวลาผ่านไป ในสมัยศตวรรษที่ 20 นักวิทยาศาสตร์ก็ได้ประจักษ์ว่าคาร์บอนเป็นธาตุที่มีอยู่ในสารเคมีอินทรีย์ ส่วนสารอนินทรีย์เกี่ยวข้องกับเรื่องโลหะ อโลหะและธาตุ ดังนั้นปัจจุบันนี้จึงสรุปว่า ความรู้เคมีอินทรีย์คือเคมีของธาตุคาร์บอน (Chemistry of carbon)

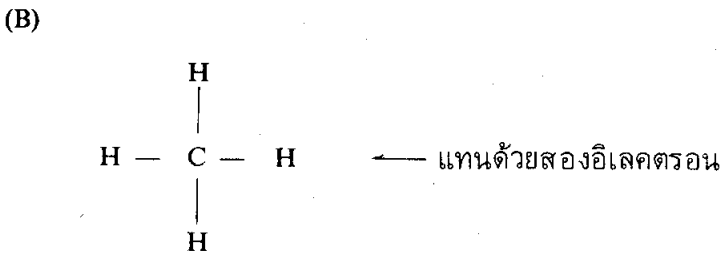
13-1 พันธะในสารประกอบคาร์บอน (Bonding in Carbon Compounds)

อะตอมของธาตุคาร์บอนมีอิเล็กตรอนวงนอก 4 อิเล็กตรอน จึงต้องการอีก 4 อิเล็กตรอน มาจับอยู่ด้วยกันเพื่อครบแปด ฉะนั้นคาร์บอนจึงต้องใช้อิเล็กตรอนร่วมกับอะตอมของธาตุอื่น หรือเรียกว่าคาร์บอนจับกับธาตุอื่นเป็นแบบพันธะโควาเลนต์ ซึ่งเขียนได้ดังนี้





หรือ



ทั้ง (A) และ (B) คือสูตรของมีเทน (Methane)

จากสูตรของมีเทนจะเห็นว่าอะตอมคาร์บอนมี 4 พันธะ และมีค่าออกซิเดชันนัมเบอร์เท่ากับ -4 พันธะปกติเขียนแทนด้วยเส้นตรงสั้น ๆ ต่อจากอะตอมดังนี้ $-\overset{|}{\text{C}}-$ หรือ $-\overset{|}{\text{C}}=$ หรือ $-\text{C}\equiv$ หรือ $\text{C}\equiv$ จะเห็นได้ว่าคาร์บอนทุกตัวจะมี 4 พันธะ

สำหรับออกซิเจนมีค่า oxidation -2 ฉะนั้นต้องมีสองพันธะอาจเขียนได้ดังนี้ $-\text{O}-$ หรือ $\text{O}=\text{O}$

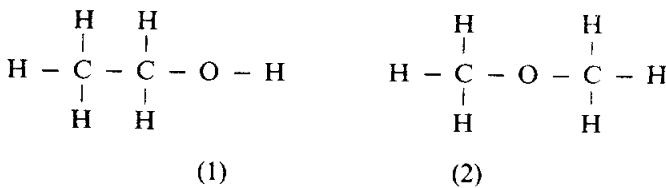
ไฮโดรเจนมีค่าออกซิเจนนัมเบอร์เป็น +1 มีได้เพียง 1 bonds เขียนได้ดังนี้ $\text{H}-$

ธาตุฮาโลเจนทุกตัวมีค่าออกซิเดชันนัมเบอร์ -1 จะมีค่าหนึ่งพันธะ

$\text{F}-, \text{Cl}-, \text{Br}-, \text{I}-$

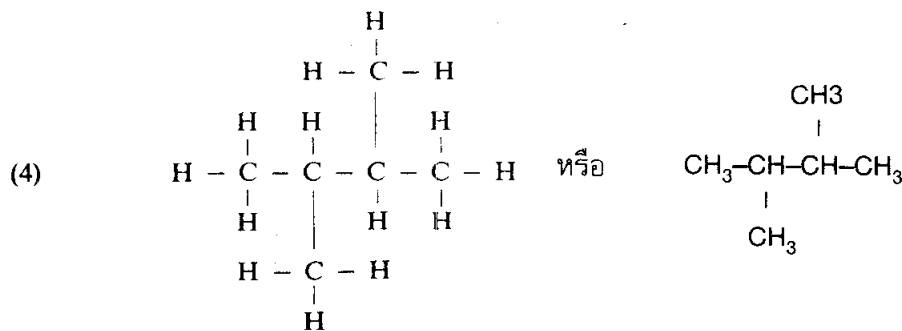
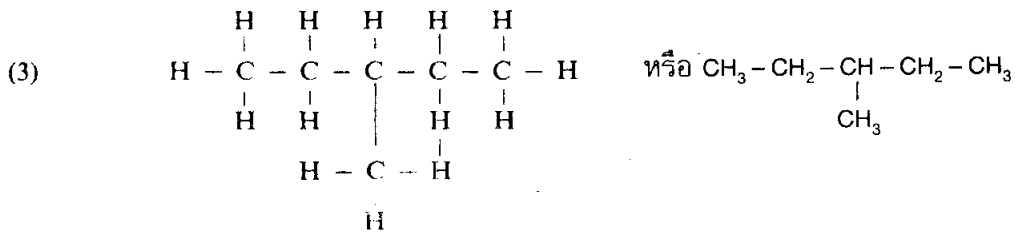
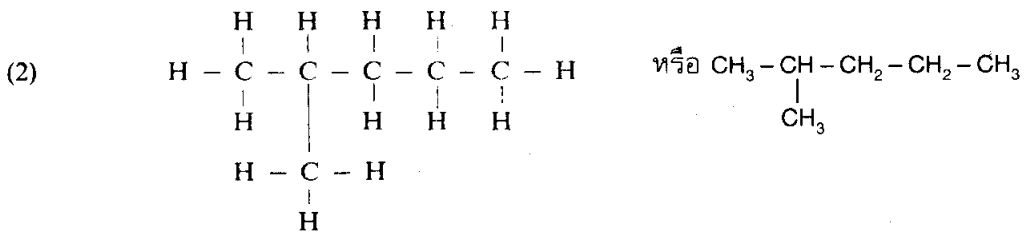
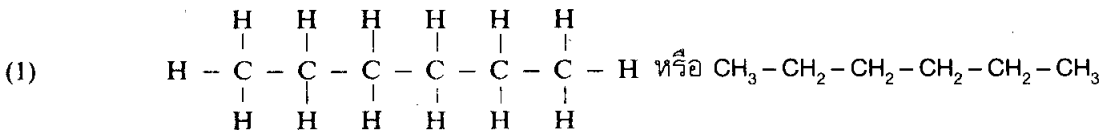
13-2 สูตรโครงสร้างและไอโซเมอร์ (Structural Formulas and Isomer)

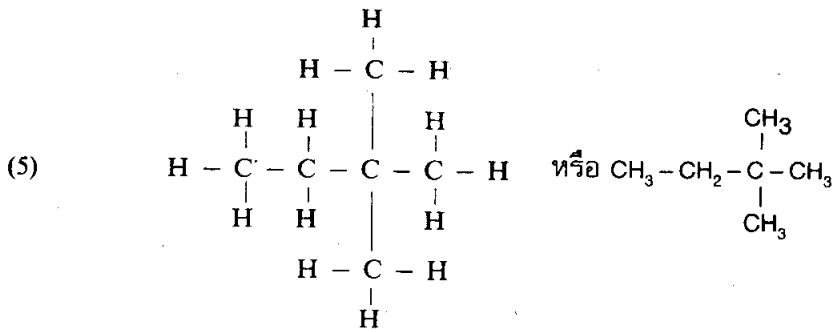
จะเห็นว่าสารเคมีอินทรีย์มักจะเขียนและยึดถือสูตรโครงสร้างมากกว่าที่จะเขียนสูตรโมเลกุล ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น อธิบายได้ว่าสารเคมีอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุล เช่นทำให้ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ เข้าใจว่าเป็นสารประกอบได้ หลาย ๆ อย่าง เช่น



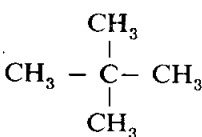
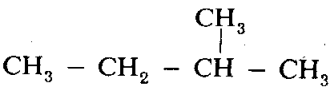
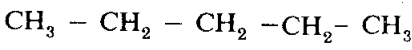
ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจว่าสารนี้คือสารประกอบอะไร ต้องเขียนสูตรโครงสร้างเพื่อยืนยัน จากสูตรโครงสร้างจะเห็นได้ว่าสารประกอบ (1) และ (2) จะมีสมบัติแตกต่างกันออกไป สารประกอบ (1) เป็นแอลกอฮอล์ สารประกอบ (2) ประเภทอีเธอร์ นี่เป็นสาเหตุที่ทำให้นักเคมี จะต้องทราบสูตรโครงสร้างของสารเพื่อจะได้ชี้ให้ชัดเจนว่าเป็นสารชนิดใดแน่ ส่วนสูตรโมเลกุลจะไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นสารชนิดใด

ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ หมายถึงสารประกอบที่มีสูตรโมเลกุลอย่างเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่สูตรโครงสร้าง เช่น สารประกอบ C_8H_{14} เขียนได้หลายแบบหรือหลายไอโซเมอร์





หรือสารประกอบของ C_5H_{12} เขียนได้ 3 ไอโซเมอร์



สารเคมีอินทรีย์ มีความสำคัญในวิชาเคมีเนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตทั้งหลายทั้งพืชและสัตว์ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน ฮอร์โมนส์ เอ็นไซม์ ยาทั้งหลาย นับว่าเป็นสารอินทรีย์ทั้งสิ้น ขนสัตว์ ไหม ฝ้าย ลินิน และเส้นใยสังเคราะห์เช่น ไนลอน เรยอน และแฉครอน เป็นสารอินทรีย์ น้ำหอม สี สบู่ ผงซักฟอก ก๊าซโซลีน เหล่านี้ก็เป็นสารอินทรีย์เช่นกัน

เปรียบเทียบสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ มีข้อแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน เช่น

1. สารอินทรีย์ทั้งหลายติดไฟได้ สารอนินทรีย์ไม่ติดไฟ
2. สารอินทรีย์ทำปฏิกิริยาได้ช้ากว่าสารอนินทรีย์มาก ทั้งนี้เพราะสารอินทรีย์เป็นนอนอิเล็กโตรไลต์
3. สารอินทรีย์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวต่ำ แต่สารอนินทรีย์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวสูง
4. สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ

5. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์รวมกันโดยใช้โมเลกุลแต่สารอินทรีย์รวมกันโดยใช้ไอออน
6. สารอินทรีย์โดยปกติประกอบด้วยหลาย ๆ อะตอม สารประกอบอินทรีย์มีเพียง 2-3 อะตอม
7. สารประกอบอินทรีย์มีโครงสร้างซับซ้อน แต่สารอินทรีย์มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ

13-3 หมู่ฟังก์ชันนัล (Functional Group)

สารเคมีอินทรีย์ได้มีหมู่ของธาตุที่ทำหน้าที่เพื่อแสดงถึงคุณสมบัติของธาตุนั้น ๆ ทำให้สามารถจัดสารประกอบอินทรีย์ตามคุณสมบัติ หมู่ธาตุที่ทำหน้าที่บ่งชี้คุณสมบัติ เรียกว่า หมู่ฟังก์ชันนัล (functional group) เช่นโมเลกุลของสารอินทรีย์ใดมีหมู่ $-OH$ ก็จัดไว้ในจำพวก แอลกอฮอล์ซึ่งก็จะแสดงคุณสมบัติหน้าที่นั้น ๆ หมู่ฟังก์ชันนัลมีหลายแบบดังนี้

1. ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนซึ่งมีอยู่ 4 แบบ คือ

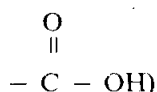
- สารประกอบแบบอัลเคนส์ (alkanes) ซึ่งมีพันธะเดี่ยว (single bond, $-$)
- สารประกอบอัลคีนส์ (alkenes) ซึ่งมีพันธะคู่ (double bond, $=$)
- สารประกอบอัลไคนส์ ซึ่งมีพันธะสาม (triple bond, \equiv) อยู่ในโมเลกุล
- สารประกอบอะโรมาติกซึ่งมีวงแหวนที่มีคาร์บอนหกอะตอมหรือที่เรียกว่า

วงแหวนเบนซีน (benzene ring, \bigcirc) ในโมเลกุล

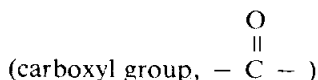
2. แอลกอฮอล์ (alcohols) สารประกอบประเภทนี้มีหมู่ $-OH$

3. อีเทอร์ (ethers) สารประกอบประเภทนี้มีออกซิเจนเชื่อมกับหมู่สารอินทรีย์ต่าง ๆ สองหมู่ เช่น $(-O-)$

4. กรด (acids) สารประกอบประเภทนี้จะมีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group,



5. อัลดีไฮด์และคีโตน (aldehydes and ketones) สารประกอบนี้จะมีหมู่คาร์บอนิล



6. อามีน (amines) สารประกอบประเภทนี้จะมีไนโตรเจนเป็นแบบ $-N-$

13-4 ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons)

เป็นสารประกอบซึ่งมีคาร์บอนและไฮโดรเจนเท่านั้น สำหรับไฮโดรคาร์บอนที่มีบอนด์เดี่ยวเรียกว่า ไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว (saturated hydrocarbons) ส่วนไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในโมเลกุลมีบอนด์คู่หรือบอนด์สาม จัดว่าเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbons)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวเรียกว่าเป็นพวกอัลเคนส์ (alkanes)

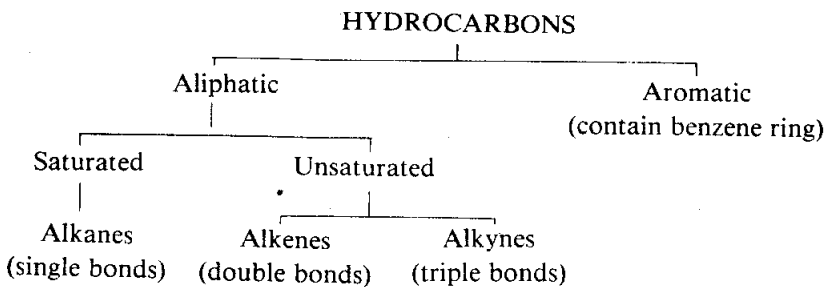
สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวมีบอนด์คู่เรียกว่าเป็นพวกอัลคีนส์ (alkenes) ส่วนพวกที่ไม่อิ่มตัวแต่มีบอนด์สาม (triple bonds) เรียกว่าเป็นพวกอัลไคนส์ (alkynes)

สารประกอบที่มีวงแหวนเบนซีน (benzene ring) จัดเป็นสารประกอบพวกอะโรมาติก ส่วนพวกอัลเคนส์ อัลคีนส์และอัลไคนส์ จัดว่าเป็นสารประกอบอะลิฟาติก (aliphatic compounds) พิจารณาจากตาราง 13-1

13-5 สารประกอบอัลเคน (Alkanes compounds)

สารอินทรีย์ประเภทนี้ในโมเลกุลมีบอนด์เดี่ยวจัดอยู่ในจำพวกสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว มีสูตรทั่ว ๆ ไป C_nH_{2n+2} และจัดว่าเป็นพวกที่ไม่ว่องไว (unreactive) ในการทำปฏิกิริยานัก การเรียกชื่อสารประกอบประเภทนี้ได้เรียกตามเกณฑ์ของ International Union of Pure and Applied Chemistry หรือที่เรียกว่า IUPAC (ดูตาราง 13-2 ซึ่งยกตัวอย่างชื่อของสารประกอบอัลเคน ในสปีช่อแรก และให้สังเกตมักจะลงท้ายด้วย -ane เสมอ

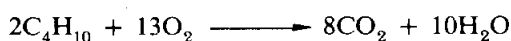
ตาราง 13-1 การจำแนกไฮโดรคาร์บอน (Classifications of hydro carbons)



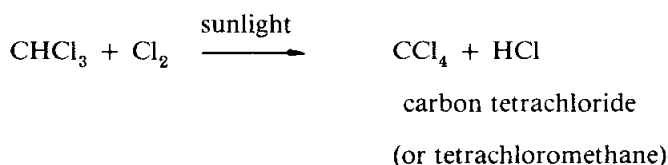
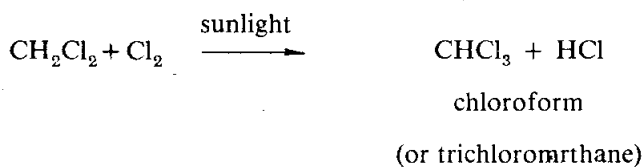
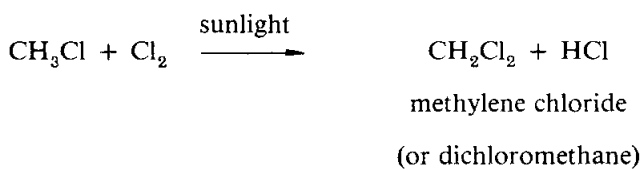
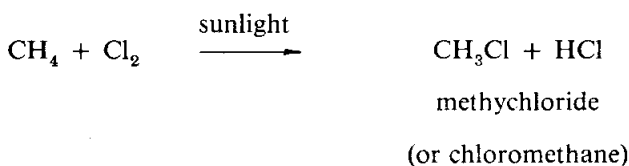
ตาราง 13-2 สารประกอบอัลเคนสิบชื่อแรก (Names of first ten alkanes)

CH ₄	Methane	C ₂ H ₆	Ethane
C ₃ H ₈	Propane	C ₄ H ₁₀	Butane
C ₅ H ₁₂	Pentane	C ₆ H ₁₄	Hexane
C ₇ H ₁₆	Heptane	C ₈ H ₁₈	Octane
C ₉ H ₂₀	Nonane	C ₁₀ H ₂₂	Decane

สารประกอบอัลเคน ถ้านำมาเผาในออกซิเจน จะได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เช่นเผาิวเทนในบรรยากาศออกซิเจน

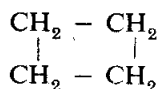


แต่ถ้านำสารประกอบอัลเคน ให้ทำปฏิกิริยากับคลอรีนหรือโบรมีนในที่ ๆ มีแสงแดด คลอรีนหรือโบรมีนจะแทนที่ได้ และปฏิกิริยาจะเกิดหลายขั้นตอนจนกระทั่งได้ CCl₄ (คาร์บอนเตตระคลอไรด์ Carbon tetrachloride) ปฏิกิริยาดังนี้



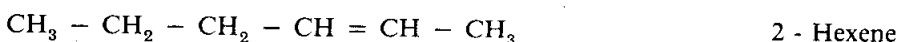
สารประกอบเมทิลคลอไรด์ (methyl chloride) ใช้เป็นสารล้างสี โคลโรฟอร์ม (chloroform) เป็นตัวรักษาสารทางชีวภาพ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ใช้เป็นน้ำยาซักผ้าแห้ง ๆ ที่สารนี้มีพิษ

ในกรณีที่สารประกอบอัลเคน มีสูตรโครงสร้างแบบวงแหวน เรียกไซโคล (cyclo) นำหน้า เช่น ไซโคลบิวเทน



13-6 สารประกอบอัลคีน (Alkenes compounds)

สารประกอบนี้เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ มีสูตรโดยทั่ว ๆ ไปคือ C_nH_{2n} ในการเรียกชื่อสารประกอบพวกนี้มักจะลงท้ายด้วย -ene และมีเลขบ่งชี้ตำแหน่งบอนด์คู่ไว้ข้างหน้า เช่น



ในกรณีที่ มีบอนด์คู่มากกว่าหนึ่งแห่งให้ใส่ตัวเลขตำแหน่งของที่อยู่ของบอนด์คู่และให้เติมคำ di, tri.. อยู่หน้า คำลงท้าย -ene เช่น



สารประกอบอัลคีนนี้จัดว่า่องไวในการทำปฏิกิริยามากกว่าพวกอัลเคน

13-7 สารประกอบอัลไคน (Alkynes compounds)

สารประกอบนี้เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะสาม มีสูตรทั่ว ๆ ไปคือ C_nH_{2n-2} สารตัวแรกของพวกนี้คือ $\text{CH} \equiv \text{CH}$ (acetylene) การเรียกชื่อสารนี้ลงท้ายด้วย -yne เช่น



13-8 อนุมูล (Radical)

เมื่ออะตอมของไฮโดรเจนถูกขจัดออกไปจากสารพวกไฮโดรคาร์บอนจะเกิดอนุมูลอินทรีย์ (organic radical) และมีชื่อเรียกโดยเปลี่ยนคำลงท้ายจาก -ane เป็น -yl เช่นจากมีเทน

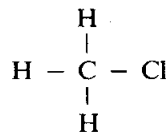
(methane) เป็นเมทิล (methyl) หรือจากอีเทน (ethane) เป็นเอทิล (ethyl) หรือจากโพรเพน (propane) เป็นโพรพิล (propyl) ดูตาราง 13-3

ตาราง 13-3 อนุมูลของพวกอัลเคน

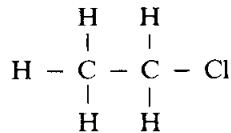
ชื่อของอนุมูล	สูตร
Methyl	$\text{CH}_3 -$
Ethyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$ หรือ $\text{C}_2\text{H}_5 -$
Propyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ หรือ $\text{C}_3\text{H}_7 -$
Butyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ หรือ C_4H_9
Pentyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ หรือ $\text{C}_5\text{H}_{11} -$
Hexyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ หรือ C_6H_{13}
Heptyl	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ หรือ C_7H_{15}

เช่นสารประกอบ $\text{CH}_3 - \text{Cl}$ หรือ methyl chloride

เขียนได้เป็น



สารประกอบ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$ หรือ ethyl chloride



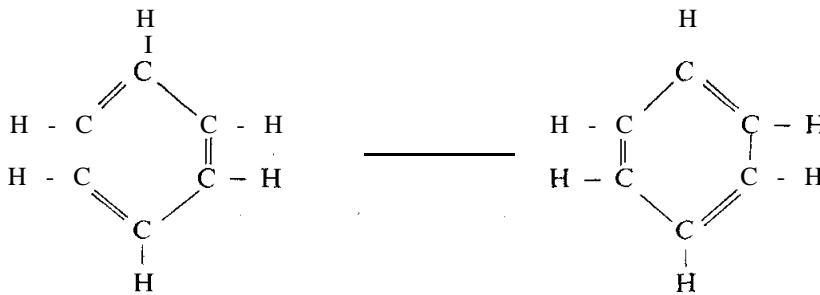
ในการเรียกชื่อสารประกอบให้พิจารณาจากสูตร ดังนี้ ถ้าสูตรเป็นการแตกกิ่งก้าน หรือที่เรียก branch chain มักจะเติมคำว่า iso ไว้ด้วยแต่ถ้าไม่มี branch chain ให้เติมคำว่า normal (n) เช่น



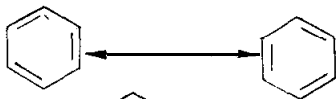
13-9 สารประกอบอะโรมาติก (Aromatic compound)

คำว่าอะโรมาติกเดิมหมายถึงสารประกอบที่มีกลิ่นหอมและคุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีคล้ายกัน แต่เมื่อศึกษาต่อไปพบว่าสารประกอบทั้งหลายที่จัดนับเข้าในสารประเภทนี้จะมีโครงสร้างแบบวงแหวน อย่างไรก็ตามมีสารประกอบหลายชนิดที่มีกลิ่นหอมและไม่มีวงแหวนแบบเบนซีน (benzene ring) ก็ได้ ขณะนี้ถือว่าเบนซีน C_6H_6 เป็นสารแบบอะโรมาติกและแพร่หลายมาก

เบนซีน (Benzene) C_6H_6 เป็นสารประกอบไม่อิ่มตัวและว่องไวมาก แต่อย่างไรก็ตามนับว่าเสถียรพอๆ มีสูตรโครงสร้างแบบ



หรือ

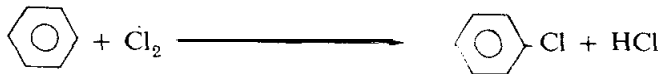


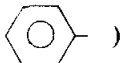
หรือ



เบนซีนเป็นของเหลวมีกลิ่นคล้ายก๊าซโซลีน ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์และอีเทอร์ เป็นพิษถ้ากินเข้าไป ถูกกับผิวหนังจะเป็นอันตราย ถ้าสูดไอของเบนซีนเข้าไปมากๆ จะมีผลต่อเซลล์เม็ดเลือดแดง

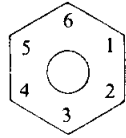
เบนซีนสามารถรวมกับคลอรีน โบรมีน ได้เป็นอนุพันธ์ฮาโลเจน

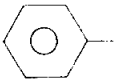


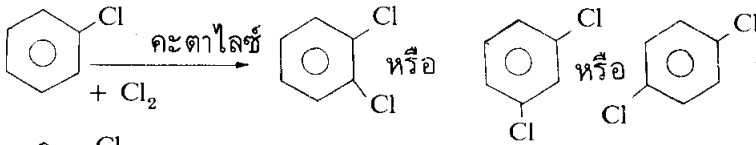
ในกรณีที่ไฮโดรเจนใน C_6H_6 ถูกขจัดให้หลุดไปเหลือ C_6H_5 - เรียกชื่อว่าหมู่ฟีนิล (phenyl group )

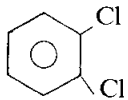
ในอนุพันธ์ของเบนซีนซึ่งมีธาตุอื่นเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจนในวงแหวนเบนซีน อาจมีได้หลายลักษณะเช่น การเรียกชื่อก็ต้องพิจารณาเรียกอาจจะโดยยึดตำแหน่งคาร์บอนได้ เช่น

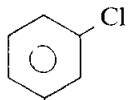
ตัวเลขที่กำกับที่มุมของวงแหวนเบนซีนคือตำแหน่งของที่อยู่คาร์บอน

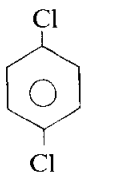


สำหรับ -Cl ถ้าให้ทำปฏิกิริยากับคลอรีนอีกจะได้เป็นสารประกอบ

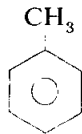


 เรียกว่า 1, 2 dichlorobenzene หรือ ortho di chlorobenzene

 เรียก 1, 3 di chlorobenzene หรือ meta chlorobenzene

 เรียก 1, 4 di chlorobenzene หรือ para di chlorobenzene

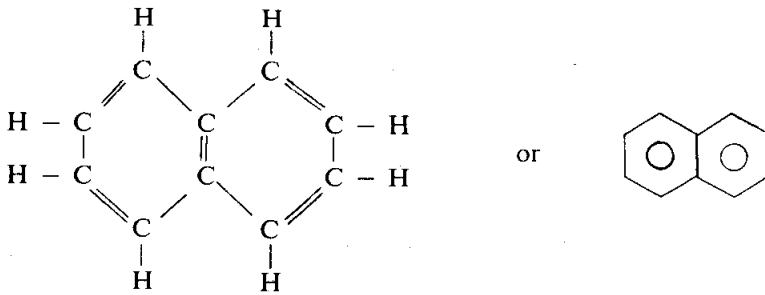
สารประกอบอะโรมาติกอื่น ๆ ที่แพร่หลายและมีประโยชน์มากอาทิเช่น ตูลูอิน (Toluene C₆H₅CH₃)



มีสูตรโครงสร้าง เป็นของเหลวไม่มีสีกลิ่นคล้ายเบนซีน ไม่ละลาย
ในน้ำ ละลายในแอลกอฮอล์และอีเทอร์ สารนี้มีประโยชน์ในการเตรียมสีย้อมผ้าและวัตถุระเบิด

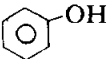
แนพทาลีน (Naphthalene C₁₀H₈)

เป็นสารประกอบซึ่งประกอบด้วยวงแหวนเบนซีนสองวง ซึ่งแต่ละติดกันตรงอะตอมคาร์บอนสองอะตอม มีสูตรโครงสร้างดังนี้



เนฟทาลินเป็นผลิตภัณฑ์ของแข็งสีขาวได้มาจากน้ำมันถ่านหิน ใช้ป้องกันแมลง นี่คือน้ำมันสารประกอบอัลฟาเนฟทอลและบีตาเนฟทอลจัดว่าเป็นสารการซีโนเจนิค (carcinogenic) เวลาจะใช้สารพวกนี้ต้องระมัดระวัง

13-10 แอลกอฮอล์และฟีนอล (Alcohols and Phenols)

หมู่ฟังก์ชันนอลของแอลกอฮอล์และฟีนอลคือ $-OH$ ฟีนอลจัดว่าเป็นอะโรมาติกแอลกอฮอล์ สูตรโดยทั่วไปสำหรับแอลกอฮอล์คือ $R - OH$ ถ้า R เป็นวงแหวนเบนซีนสารนั้นคือฟีนอล  ฟีนอลบริสุทธิ์เป็นผลิตภัณฑ์ของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลวต่ำประมาณ $41^{\circ}C$. ฟีนอลเป็นพิษถ้าเรากินเข้าไป แต่ถ้าถูกร่างกายภายนอกผิวหนังและพอง ถ้าบังเอิญฟีนอลหกรดผิวหนัง ต้องเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 50% หรือน้ำยาโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือล้างด้วยน้ำ

ฟีนอลใช้เป็นตัวฆ่าเชื้อโรคสำหรับเครื่องมือผ่าตัดและเครื่องใช้ เสื้อผ้าและผ้าปูที่นอนห้องน้ำ และอ่างล้างหน้า ล้างขาม ฟีนอลใช้ในอุตสาหกรรม ทำสีย้อมผ้าและพลาสติก

สารประกอบแอลกอฮอล์ที่สำคัญก็มีหลายตัว เช่น

เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl alcohol, CH_3OH)

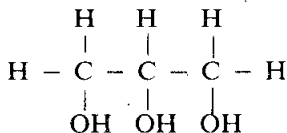
ใช้เป็นสารละลายในอุตสาหกรรมหลายชนิด แอลกอฮอล์ชนิดนี้ไม่เคยใช้เป็นยา ถ้ากินเข้าไปเพียงเล็กน้อยจะทำให้ตาบอดและเป็นอัมพาตและถ้ากินมากถึงตายได้

เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol, C_2H_5OH)

สารประกอบนี้มีคุณสมบัติที่สำคัญคือทำให้โปรตีนรวมตัวได้ เนื่องจากคุณสมบัตินี้จึงใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค เอทิลแอลกอฮอล์ใช้เป็นสารละลายในสารหลายชนิด แอลกอฮอล์ในสภาพน้ำยาเรียกทิงค์เจอร์ ทิงค์เจอร์ไอโอดีนประกอบด้วยไอโอดีนละลายในแอลกอฮอล์


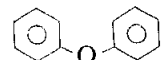
แอลกอฮอล์ชนิดนี้ใช้ปนในเครื่องตี ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเครื่องตีคิดเป็น "ปรูฟ (proof)" ถ้าเครื่องตีเขียนว่า "100 ปรูฟ" หมายความว่า มีแอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์บริสุทธิ์จะเสียภาษีแพง เพราะเอามาทำเป็นเครื่องตี ใช้ในทางอุตสาหกรรมได้โดยเติมสารบางตัวลงไป ทำให้แอลกอฮอล์นั้นไม่เหมาะที่จะใช้ตี แต่ยังใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรม

กลีเซอรอลหรือกลีเซอริน (glycerol or glycerin) กลีเซอรินจัดว่าเป็น tri hydric alcohol มี OH 3 หมู่ มีสูตรดังนี้

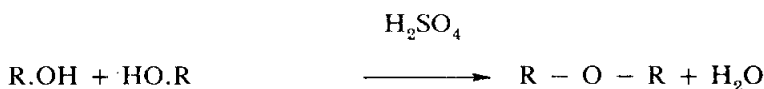


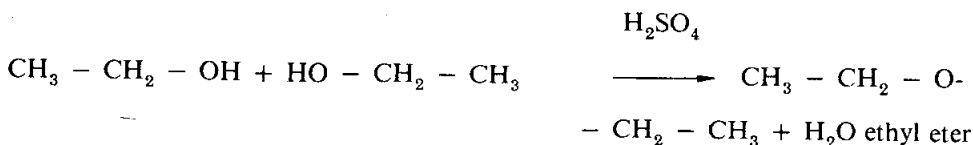
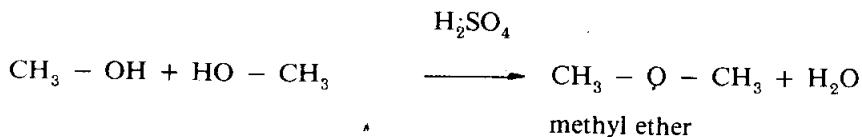
สารประกอบตัวนี้จัดว่ามีความสำคัญเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของไขมัน และใช้เป็นองค์ประกอบเครื่องสำอางค์ต่าง ๆ เมื่อนำเอากลีเซอรินมาผสมกับกรดอินทรีย์ เกิดในไตรกลีเซอรินเป็นวัตุระเบิด ในทางยาในไตรกลีเซอรินใช้เป็นยากระตุ้นหัวใจ

13-11 อีเทอร์ (Ethers)

สูตรโดยทั่ว ๆ ไปคือ $R - O - R$ สารประกอบพวกนี้อาจเป็นได้ทั้งสารประเภทอลิฟาติกหรืออะโรมาติก ถ้าเป็นอะโรมาติกจะมีสูตรเป็น $R - O - Ar$ หรือ $Ar - O - Ar$ (Ar คือหมู่เอริลเช่น  หรือ $C_6H_5 -$) ถ้าเป็นประเภทอะลิฟาติก (R หรือ R' เป็นหมู่อัลคิลทั้งหลาย ดูตาราง 13-3) ในกรณีที่มีหมู่อัลคิลหรือเอริลที่เข้ามาจับเหมือนกันทั้งสองหมู่จัดว่าอยู่ในพวกอีเทอร์แบบง่าย (simple ether) หรืออีเทอร์แบบเหมือนกันทั้งสองข้าง (symmetrical ether) เช่น $CH_3 - O - CH_3$ หรือ  แต่ถ้าหมู่ที่เข้ามาจับกันแตกต่างกัน เรียกอีเทอร์ผสม (mixed ether) หรืออีเทอร์แบบไม่เหมือนกันทั้งสองข้าง (unsymmetrical ether) เช่น $CH_3 - O - C_2H_5$ หรือ $C_2H_5 - O - C_6H_5$ อีเทอร์เป็นตัวทำละลาย (solvent) ที่ดีมีประโยชน์ในปฏิกิริยาเคมีเป็นจำนวนมาก เช่น เอทิลอีเทอร์

สารประกอบอีเทอร์เตรียมได้จากปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์กับกรดกำมะถัน ได้อีเทอร์และน้ำ เช่น





หมู่ - O - CH₃ เรียก methoxy และหมู่ - OCH₂ - CH₃ เรียก ethoxy ซึ่งเป็นการเรียกแบบระบบ IUPAC

สารประกอบอีเธอร์ที่สำคัญ เช่น

1. เมทิลอีเธอร์ (di-methyl ether CH₃ - O - CH₃) มีสถานะเป็นก๊าซ จุดเดือด -23.6° สมัยก่อนใช้เป็นสารที่ให้ความเย็นสำหรับตู้เย็น

2. เอทิลอีเธอร์ (diethyl ether C₂H₅ - O - C₂H₅) หรือที่รู้จักกันโดยทั่ว ๆ ไปว่าอีเธอร์ มีสถานะเป็นของเหลว ไม่มีสี จุดเดือด 34.5° ซ ละลายในน้ำได้บ้าง ติดไฟง่าย มีประโยชน์ใช้เป็นตัวทำละลายที่ดีและใช้เป็นยาสลบ (anesthetic) ในการผ่าตัด แต่ปัจจุบันนี้มักไม่ค่อยใช้มากนักในการผ่าตัดทั่ว ๆ ไป เว้นแต่จะใช้ในงานห้องปฏิบัติการมักจะใช้ในตรัสออกไซด์ (N₂O) แทน

เอทิลอีเธอร์ ถ้าทิ้งไว้ในอากาศจะเกิด อีเธอร์เพอรออกไซด์ (C₂H₅)₂O · O₂ ซึ่งระเบิดได้ง่าย ดังนั้นเพื่อป้องกันการระเบิดมักใส่สารประกอบคิวบรอลลงไป

3. ไอโซโพรพิลอีเธอร์ (Isopropyl ether, CH₃ - CH - O - CH - CH₃) มี

สถานะเป็นของเหลวไม่มีสี จุดเดือด 96° ซ ใช้เป็นตัวทำละลาย ใช้ใส่ลงไปในน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อป้องกันการน็อก (knock) ในเครื่องยนต์ หรือกล่าวได้ว่าเพื่อเพิ่มค่าออกเทนัมเบอร์ (octane number)

13-12 กรดอินทรีย์ (Organic acid)

กรดอินทรีย์เรียกทั่ว ๆ ไปว่ากรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic acid) กรดนี้มีหมู่คาร์บอกซิล - C(=O) - OH หรือ - COOH ซึ่งจัดว่าเป็นหมู่ฟังก์ชันนัลมาเกาะกับหมู่อัลคิลหรือเอริล ฉะนั้นสูตรโดยทั่ว ๆ ไป เป็น *R - C(=O) - OH หรือ Ar - C(=O) - OH

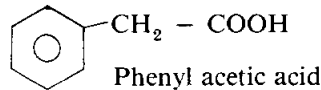
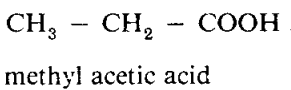
* หมู่ R - C(=O) - เรียกว่าหมู่เอซิล (acyl group)

การเรียกชื่อกรดคาร์บอกซิลิกมีสามระบบคือ

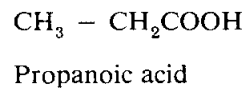
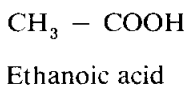
1. ระบบชื่อสามัญ กรดคาร์บอกซิลิกหลายตัวมีชื่อสามัญซึ่งเป็นชื่อเดิมที่ได้ตั้งมาตามแหล่งที่พบกรดนั้น ๆ เช่น


กรดมด (formic acid, HCOOH) ได้มาจากมด ภาษาลาตินเรียก formica มาจากมด
กรดอะเซติก (acetic acid, CH_3COOH) เป็นสารที่มีรสเปรี้ยวในน้ำส้มสายชู (vinegar ซึ่งภาษาลาตินคือ acetum)

2. ระบบชื่ออนุพันธ์ (derived name) เรียกเป็นชื่ออนุพันธ์ของกรดอะซิติกโดยเรียกเป็นอัลคิลอะซิติก เช่น

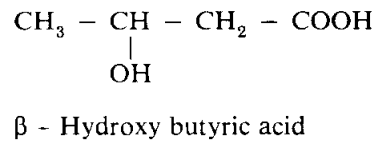
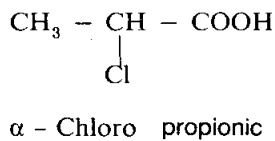


3. ระบบ IUPAC โดยยึดโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ยาวที่สุดที่มีหมู่คาร์บอกซิลิกเป็นหลัก แล้วกำหนดตำแหน่งคาร์บอกซิลิก เป็นตำแหน่งที่ 1 แล้วพิจารณาว่า สูตรนั้นมีคาร์บอนเท่าใด เรียกชื่อตามจำนวนคาร์บอนที่มีเป็นหลัก แล้วลงท้ายด้วย -oic acid เช่น



ในกรณีที่กรดคาร์บอกซิลิกเป็นพวกอะโรมาติก เช่น  เรียกว่า benzoic acid

ในการเรียกชื่อระบบสามัญมีการกำหนดตำแหน่งคาร์บอนนั้นเป็นโดยคิดว่าคาร์บอนที่อยู่ถัดจากหมู่ $-\text{COOH}$ เป็นอัลฟา (alpha, α) คาร์บอนถัดออกไปเป็นบีตา (beta, β) เช่น

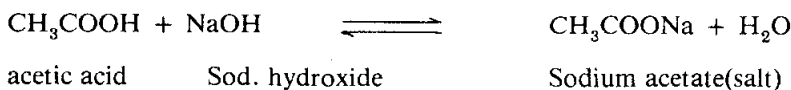


คุณสมบัติทั่ว ๆ ของกรดคาร์บอกซิลิก

ส่วนใหญ่ของกรดอินทรีย์มีสมบัติเป็นกรดอ่อน (weak acids) เนื่องจากออิออนในน้ำได้น้อยมาก



กรดอินทรีย์ทำปฏิกิริยากับเบสให้เกลือกับน้ำ ดังนี้

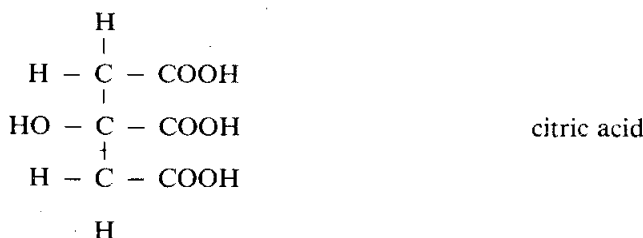


กรดคาร์บอกซิลิกที่สำคัญ

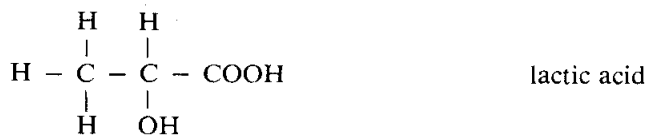
1. กรดฟอร์มิก (Formic acid, HCOOH) จัดว่าเป็นกรดอินทรีย์ที่แรงอันหนึ่ง เป็นของเหลวที่มีกลิ่นแสบจุมก กรดนี้มีจุดเดือดที่ 100.5° ซ จะพบอยู่ในเหล็กหมาดที่ฝังใช้ด้อย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเจ็บและบวม - เมื่อกรดนี้เข้าสู่เนื้อเยื่อ

2. กรดอะซิติก (Acetic acid, CH₃COOH) เป็นองค์ประกอบในน้ำส้มสายชูซึ่งจะมีอยู่ในราว 4-5%

3. กรดซิตริก* (Citric acid) พบในน้ำผลไม้ กรดนี้มีหมู่ -OH และ -COOH ดังนี้



4. กรดแลคติก (Lactic acid, CH₃ - CH(OH) - COOH) พบอยู่ในนมเปรี้ยวซึ่งเกิดจากการหมักของ แลคโตส กรดแลคติกมีสูตร



* เป็นกรดที่มีหมู่ -COOH สามหมู่จัดว่าเป็น tricarboxylic acid

กรดแลคติกมีสมบัติเป็นกรดและ อัลกอฮอล์ แต่ทั้งคู่เหมือนจะกระเด็นไปทางกรดมากกว่า กรดนี้จะพบในขณะกล้ามเนื้อทำงาน

5. กรดออกซาลิก (Oxalic acid, $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{COOH} \end{matrix}$) กรดนี้จัดว่าเป็นกรดแรงอันหนึ่งของกรดอินทรีย์ใช้ขจัดสนิมและคราบของด่างทับทิมจากเสื้อผ้า เป็นพิษถ้ากินเข้าไป เกลือของกรดนี้จะพบในตัวอย่างของเลือดเพื่อมิให้เลือดแข็งตัว วิธีการนี้เพื่อตรวจเลือดในห้องปฏิบัติการ แต่เกลือของกรดนี้มีสามารถผ่านเข้าไปในกระแสเลือดได้โดยตรงเนื่องจากเป็นพิษ

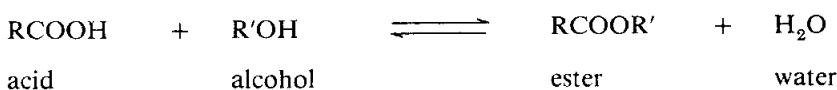
6. กรดสเตียริก (Stearic acid, $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) เป็นกรดที่ลักษณะของแข็งคล้ายขี้ผึ้ง ไม่ละลายในน้ำ เกลือของกรดนี้คือโซเดียมสเตียเรต ใช้เป็นสบู่ ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$)

7. กรดเบนโซอิก (Benzoic acid, $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix}$) เป็นผลึกสีขาวละลายได้บ้างในน้ำเย็น ถ้าในน้ำร้อนจะละลายดีขึ้น กรดนี้ใช้เป็นตัวทำลายเชื้อรา เกลือโซเดียมของกรดนี้ คือ โซเดียมเบนโซเอทใช้เป็นวัตถุผสมอาหาร

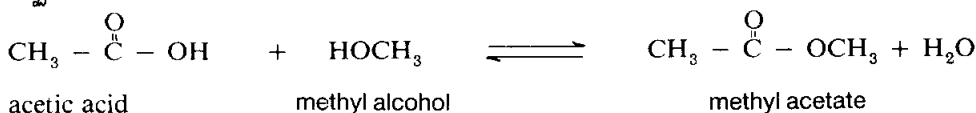
อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก ที่สำคัญคือเอสเทอร์ (esters)

เอสเทอร์ (Esters) จัดว่าเป็นเกลืออินทรีย์ (organic salt) เอสเทอร์นี้ได้จากปฏิกิริยาของกรดอินทรีย์กับอัลกอฮอล์ มีสูตรโดยทั่ว ๆ ไป คือ $\text{R COOR}'$

เอสเทอร์นี้ได้มาจากปฏิกิริยาของกรดกับอัลกอฮอล์ ดังนี้



ปฏิกิริยานี้เปลี่ยนไปมาได้



วิธีเรียกชื่อ เอสเทอร์ ให้เรียกชื่ออัลกอฮอล์ก่อน แล้วตามด้วยชื่อกรดเปลี่ยนท้ายชื่อกรดเป็น -ate เช่น methyl acetate เป็นต้น

เอสเทอร์เป็นสารละลายที่สำคัญ เป็นพวกน้ำหอมกลิ่นต่าง ๆ ใช้ในทางการแพทย์มาก

13-13 อัลดีไฮด์และคีโตน (Aldehydes and Ketones)

อัลดีไฮด์ สารประกอบประเภทนี้ได้มาจากปฏิกิริยาของการทำออกซิเดชันอัลกอฮอล์

ชนิดไพรมารี (primary alcohol, $R - \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} - \text{OH}$) ปฏิกริยาเกิดดังนี้



สารประกอบอัลดีไฮด์ต้องมีหมู่ $-\text{CHO}$ ดังนั้นสูตรโดยทั่ว ๆ ไปของสารอัลดีไฮด์คือ $*\text{RCHO}$ จะเห็นได้ว่าถ้าทำออกซิเดชันอัลกอฮอล์ชนิดเมทิลอัลกอฮอล์ จะได้ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde, HCHO) ถ้าทำออกซิเดชันเอทิล อัลกอฮอล์จะได้อะเซตอลดีไฮด์ (acetaldehyde, CH_3CHO) แต่ถ้าเรียกชื่อตาม IUPAC จะเรียกฟอร์มัลดีไฮด์เป็นเมทธานอล (methanal) และอะเซตอลดีไฮด์เป็น เอทธานอล (ethanal)

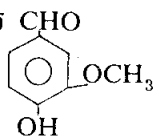
ประโยชน์ของสารพวก อัลดีไฮด์ (Uses of Aldehydes)

ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นก๊าซไม่มีสีกลิ่นฉุน ใสละลายในน้ำโดยมีฟอร์มัลดีไฮด์ 40% เรียกน้ำยานี้ว่าฟอร์มอลิน (formalin) ซึ่งเป็นสารที่ทำลายเชื้อโรคใช้ขจัดเชื้อโรค อย่างไรก็ดีตามน้ำยานี้มีฟอร์มัลดีไฮด์อยู่ด้วยไม่ควรใช้โดยตรงกับคนใช้ เพราะมีกลิ่นและครันระคายเคือง

พาราดีไฮด์ (Paraldehyde) เกิดจากโมเลกุลของอะเซตอลดีไฮด์หลายโมเลกุลเชื่อมกัน พาราดีไฮด์ทำให้ระบบประสาทไม่ปกติ ใช้เป็นยานอนหลับแต่ไม่ทำอันตรายต่อระบบหายใจ และหัวใจ

สำหรับสารพวกอะโรมาติกอัลดีไฮด์ จะมีสูตรโดยทั่วไป ArCHO เมื่อ Ar คือวงแหวนเบนซีน เช่น เบนซาลดีไฮด์ (Benzaldehyde, $-\text{CHO}$, สารประกอบตัวนี้เป็นของเหลวไม่มีสี กลิ่นคล้ายอัลมอนด์ ใช้เตรียมหัวน้ำหอม ยาและสีย้อมผ้า

วานิลิน เกิดในตระกูลวานิลานชนิดหนึ่ง มีกลิ่นและรสพิเศษเฉพาะตัว มีหมู่อัลดีไฮด์ในโมเลกุลเช่นกัน มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาได้ มีสูตร



สารพวกคีโตน (Ketones)

ได้จากการทำออกซิเดชันพวกเซคันดารีอัลกอฮอล์ ดังนี้



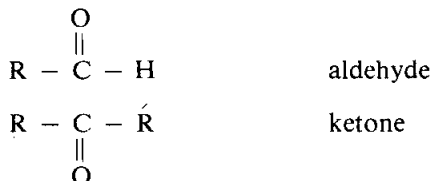
isopropyl alcohol

acetone propanone

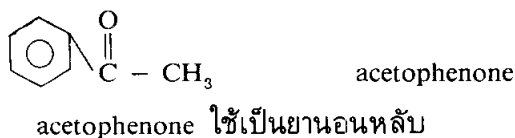
* คำว่า aldehyde มาจากคำว่า alcohol และ dehydrogenation

สารประกอบที่ได้คือสารพวกคีโตนมีชื่อเรียกว่า อาซิโตนหรือโปรปาโนน อาซิโตนเป็นตัวทำละลายที่ดีของพวกไขมันและน้ำมัน ใช้ทำน้ำยาทาเล็บและล้างเล็บ โดยปกติจะพบอาซิโตนในเลือดและปัสสาวะและแม้แต่ในอากาศที่หายใจออก

สูตรโดยทั่ว ๆ ไปของคีโตนคือ RCO₂R' ซึ่งมีหมู่ >C=O (carbonyl group) ทั้งอัลดีไฮด์และคีโตน แตกต่างกันตรงที่ว่าหมู่คาร์บอนิลถ้าอยู่ปลายของสูตรก็คือ อัลดีไฮด์ และถ้าไม่อยู่ตรงปลายสูตรนั้นก็คือคีโตน ดังนี้



ในกรณีของสารพวกอะโรมาติกจะมีสูตรโดยทั่ว ๆ ไปคือ ArCOAr หรือ ArCOH ตัวที่มีสูตรง่ายที่สุดคือ



13-14 เอมีน (Amines)

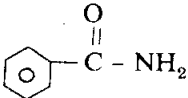
สารประกอบอะโรมาติกเอมีนตัวที่มีสูตรง่าย ๆ คือ อะนิลีน (aniline NH₂) สารอะนิลีนใช้เตรียมสีและยา อาทิเช่น นำเอาอะนิลีนทำปฏิกิริยากับกรดน้ำส้ม ได้สารประกอบอะเซทอะนิลิด (acetanilide, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3$) มีสมบัติลดความร้อนและลดความปวด

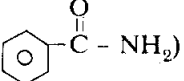
ถ้านำเอาอะนิลีนมาผสมกับกรดกำมะถันเข้มข้นจะได้สารประกอบ กรดซัลฟานิลิก

(sulfanilic acid, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)(\text{SO}_3\text{H})$) อนุพันธ์ของกรดซัลฟานิลิก คือ ซัลฟานิล มีความสามารถรักษาโรคนิวมอเนี่ยและท้องเดิน

สารประกอบเอมีนมีได้ 3 ประเภท คือ primary (RNH₂) secondary (R₂NH) และ tertiary (R₃N)

13-15 เอไมด์ (Amide)

สารประกอบนี้มีสูตรโดยทั่วไป $R - \overset{\text{O}}{\parallel}{C} - \text{NH}_2$ หรือ  บางตัวอยู่ใน

วิตามิน B เช่น ไนอาซินอามิด (niacinamide, )

สารประกอบอินทรีย์มีมากมายหลายชนิดและให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน
ซึ่งจะต้องศึกษาอีกมากมาย