แผนการสอนสัปดาห์ที่ 12

หน่วยที่ 7 แอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก
บทเรียนที่ 7.1 สารประกอบคาร์บอนิลกลุ่ม 1 **จำนวนชั่วโมง 3**

จุดประสงค์การสอน (จุดประสงค์ทั่วไป)

1. เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสารประกอบคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์คาร์บอกซิลิก
2. เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสารประกอบเอมีน

ผลการเรียนรู้ (จุดประสงค์เฉพาะ)

1. บอกคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์คาร์บอกซิลิก
2. บอกเอมีน

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. การบรรยาย และอภิปราย
2. กิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน (Work@class)

สื่อการสอน/อุปกรณ์การสอน

1. เอกสารประกอบการสอน วิชาเคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย
2. เอกสาร powerpoint
3. https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=12659
4. https://www.facebook.com/chemographics
5. https://www.slideshare.net/woravith

การวัดผล

1. ประเมินจากกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ประเมินจากกิจกรรมแบบฝึกหัด หรืองานที่มอบหมาย
3. ประเมินจากการสรุปประเด็นสำคัญ หรือการนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย
4. ประเมินจากการสอบย่อยรายหน่วยเรียน

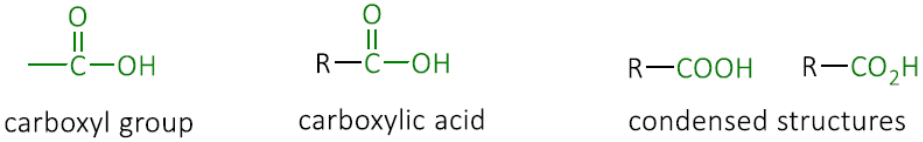
หน่วยที่ 7 แอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก

บทเรียนที่ 7.1 สารประกอบคาร์บอนิลกลุ่ม 1

7.1.1 คาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์คาร์บอกซิลิก

1) กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์คาร์บอกซิลิก

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น R–COOH



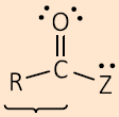
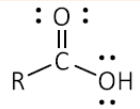
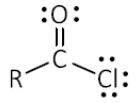
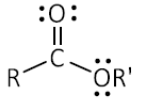
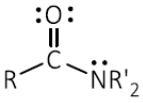
กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดอ่อน แตกตัวได้บางส่วนจึงยังเหลือโมเลกุลส่วนที่ไม่แตกตัวอยู่มาก ให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) น้อย หรือแตกตัวไม่สมบูรณ์ เช่น ถ้าให้กรดแอซีติก (CH_3COOH) เป็นตัวแทนของกรดคาร์บอกซิลิก กรดคาร์บอกซิลิกละลายน้ำได้เนื่องจากโมเลกุลมีสภาพขั้วโมเลกุลสูง โดยหมู่ฟังก์ชันที่มีขั้วมีถึง 2 หมู่ คือหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่คาร์บอนิล (C=O) แต่สภาพละลายได้ของกรดคาร์บอกซิลิกจะลดลงเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลมีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้น

ตารางที่ 7.1 สภาพละลายได้ของกรดคาร์บอกซิลิก

ชื่อ	**สูตรโครงสร้าง**	**จุดเดือด (°C)**	**สภาพละลายได้ในน้ำที่ 20° C (g/น้ำ 100 g)**
Methanoic acid	HCOOH	100.8	ละลายได้ดี
Ethanoic acid	CH_3COOH	117.9	ละลายได้ดี
Propanoic acid	$CH_3CH2COOH$	140.8	ละลายได้ดี
Butanoic acid	$CH_3(CH_2)_2COOH$	163.3	ละลายได้
Pentanoic acid	$CH_3(CH_2)_3COOH$	185.5	3.7
Hexanoic acid	$CH_3(CH_2)_4COOH$	205.7	1.0

เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน เช่น กรดเอทาโนอิก (CH_3COOH) กับโพรพานอล ($CH_3H_2CH_2OH$) พบว่ากรดเอทาโนอิกมีจุดเดือด 117.9°C ซึ่งสูงกว่าโพรพานอลที่มีจุดเดือดเพียง 97.2°C เนื่องจากหมู่ –COOH ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลกรดมีออกซิเจน 2 อะตอม และไฮโดรเจน 1 อะตอมที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ ในขณะที่หมู่ –OH ซึ่งเป็นหมู่ฟังก์ชันในโมเลกุลของแอลกอฮอล์มีออกซิเจนและไฮโดรเจนอย่างละ 1 อะตอม พันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของกรดคาร์บอกซิลิกจึงมีความแข็งแรงมากกว่าของแอลกอฮอล์ กรดคาร์บอกซิลิกจึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 7.2 โครงสร้างและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

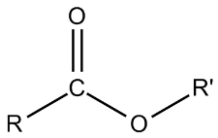
General structure	Z	โครงสร้าง/ชื่อสาร
 acyl group Z = electronegative atom		 carboxylic acid
		 acid chloride
		 ester
		 R' = H or alkyl amide

สมบัติและประโยชน์ของกรดอินทรีย์

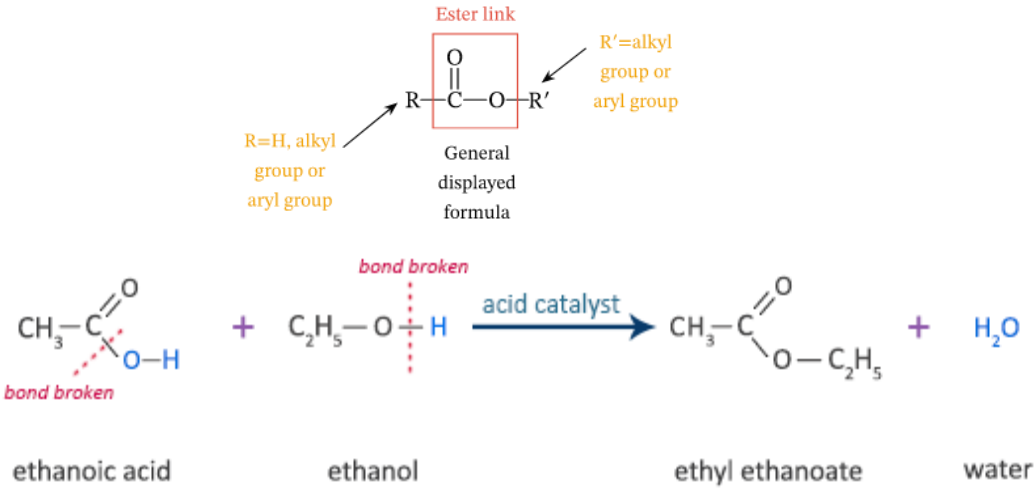
- กรดคาร์บอกซิลิกพบในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวหลายชนิด เช่น ส้ม มะขาม มะนาว
- เป็นกรดไขมันในพืชหรือสัตว์
- กรดแอซีติก (CH_3COOH) หรือกรดน้ำส้ม ได้จากการหมักน้ำตาล ผลไม้ หรือจากการหมักเอทานอล ใช้ปรุงแต่งอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติ ในน้ำส้มสายชู มีกรดนี้ 5%
- กรดฟอร์มิก (HCOOH) หรือกรดมด เป็นกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อยที่สุดพบในผึ้งและมด แต่ส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์ ใช้เป็นสารที่ช่วยให้เนื้อยางในยางดิบรวมตัวกันเป็นก้อน ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังและอุตสาหกรรมย้อมผ้า
- กรดแอลฟาไฮดรอกซีหรือเอเอชเอ (Alpha hydroxyl acids : AHAs) เป็นกรดคาร์บอกซิลิกที่เกิดในธรรมชาติ พบในผลไม้ นม ต้นอ้อย มีหลายชนิด ที่พบบ่อยๆ คือ กรดแลกติก ซึ่งได้จากนมเปรี้ยว กรดไกลโคลิกซึ่งได้จากต้นอ้อย กรดทาลิก ซึ่งได้จากผลแอปเปิล ปัจจุบันมีการนำ AHAs มาใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวเพื่อทำให้ผิวนุ่ม ไร้ริ้วรอย และช่วยปรับสภาพผิว

2) เอสเทอร์

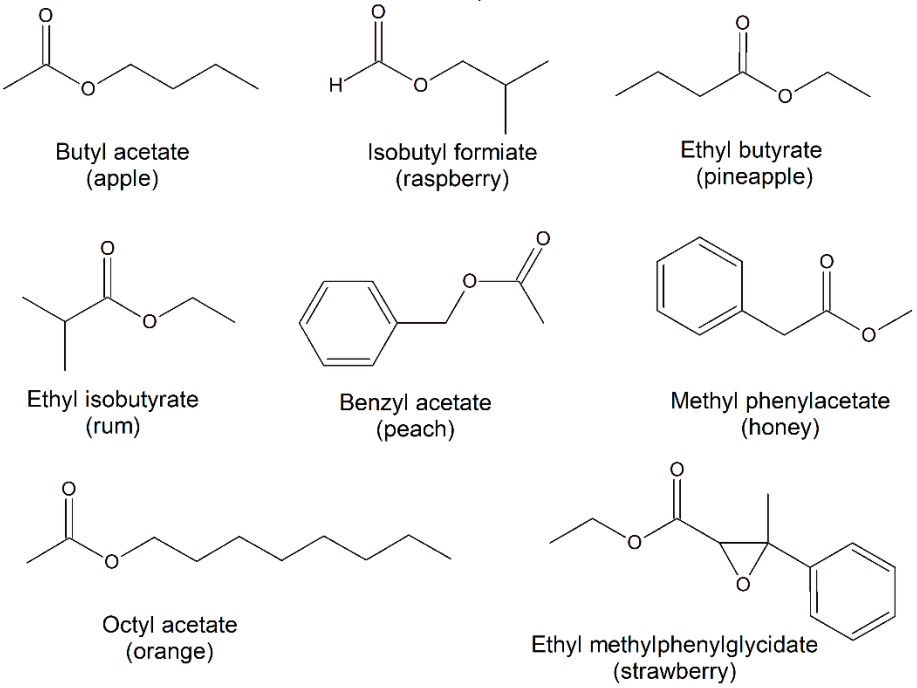
เอสเทอร์ (ester) เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่แอลคอกซีคาร์บอนิลเป็นหมู่ฟังก์ชัน องค์ประกอบของเอสเทอร์มาจากอินทรีย์ 2 ชนิด คือ กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ โดยที่หมู่ -OH ในกรดถูกแทนที่ด้วย O-R ของแอลกอฮอล์



สูตรโครงสร้างเอสทอร์



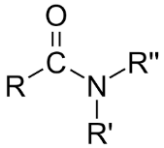
เอสเทอร์เป็นสารที่มีกลิ่นหอม พบมากในธรรมชาติจากสัตว์และพืช เช่น น้ำมันพืช กลิ่นหอมจากดอกไม้ กลิ่นแมงดาทะเลและกลิ่นที่สังเคราะห์ขึ้น จึงนิยมใช้สารแต่งกลิ่นอาหาร ทำน้ำหอม เป็นตัวทำละลาย เช่น น้ำมันขัดเงา น้ำยาล้างเล็บ บางชนิดเป็นยาบรรเทาอาการปวดเมื่อย เช่น น้ำมันระกำเป็นยาที่ใช้ระงับปวด เช่น แอสไพริน และยังใช้เอสเทอร์ในอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์ด้วย

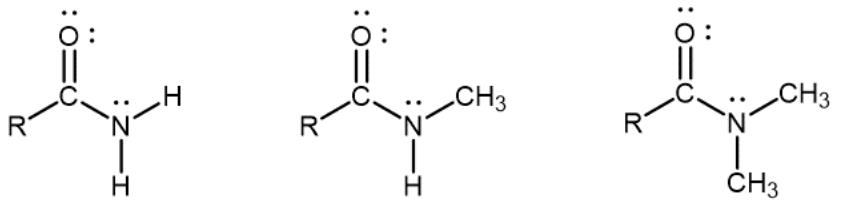


ภาพที่ 7.1 โครงสร้างเอสเทอร์ที่มีกลิ่นเฉพาะ

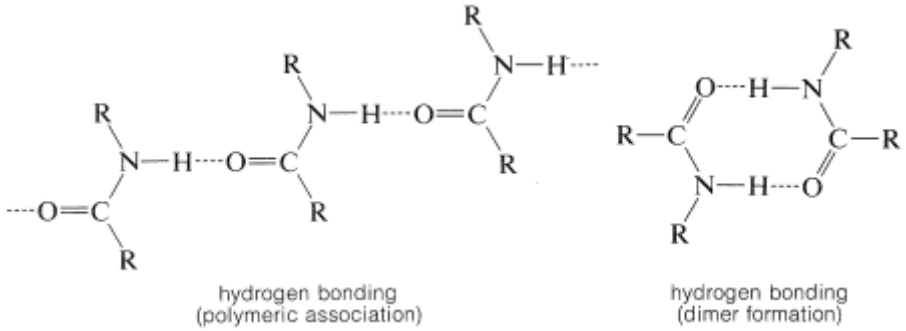
3) เอไมด์

เอไมด์ (amide) คือ สารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ N เกิดจากหมู่แอมิโน ($-NH_2$) เข้าไปแทนที่หมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ในกรดคาร์บอกซิลิก





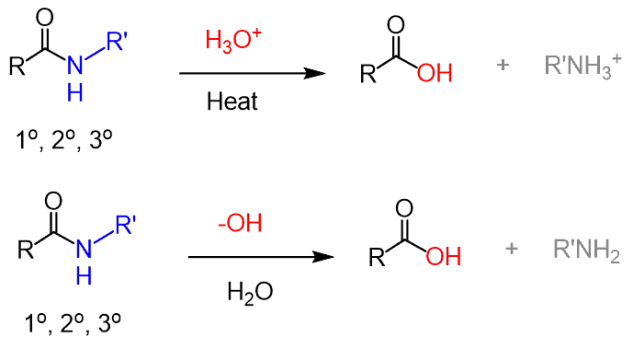
โมเลกุลของเอไมด์มีขั้วและเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ ทำให้ละลายในน้ำได้ สารละลายของเอไมด์มีสมบัติเป็นกลาง เนื่องจากอะตอมของออกซิเจนในหมู่คาร์บอนิลดึงดูดอิเล็กตรอนจากอะตอมของไนโตรเจนในหมู่แอมิโน เป็นผลทำให้ไนโตรเจนมีสภาพขั้วไฟฟ้าค่อนข้างบวก

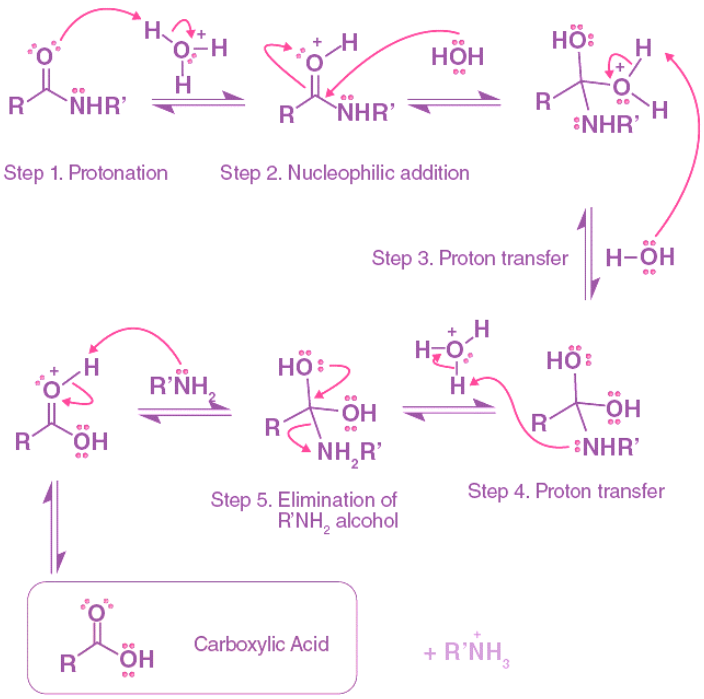


ตารางที่ 7.3 สมบัติกายภาพของเอไมด์บางชนิด

Condensed Structural Formula	Name	Melting Point (°C)	Boiling Point (°C)	Solubility in Water
$HCONH_2$	formamide	2	193	soluble
CH_3CONH_2	acetamide	82	222	soluble
$CH_3CH_2CONH_2$	propionamide	81	213	soluble
$CH_3CH_2CH_2CONH_2$	butyramide	115	216	soluble
$C_6H_5CONH_2$	benzamide	132	290	slightly soluble

เอไมด์เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในสารละลายกรด หรือสารละลายเบส ได้กรดคาร์บอกซิลิกและเอมีน

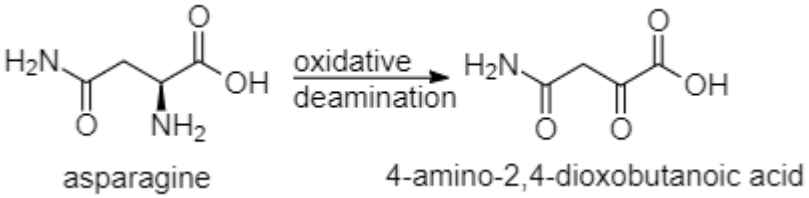


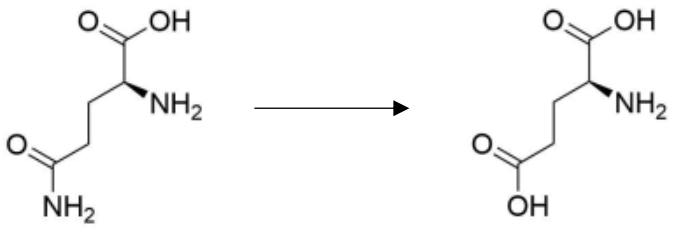


ภาพที่ 7.2 กลไกปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเอไมด์

เอไมด์เป็นส่วนประกอบของกรดแอมิโน (amino acid) ได้แก่ แอสพาราจีน (asparagine) และกลูตามีน (glutamine) แอสพาราจีนถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่ายในสภาวะที่เป็นกรดได้เป็นกรดแอสพาร์ติก (aspartic acid) แอสพาราจีนทำหน้าที่ในการส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง กรดแอสพาร์ติดช่วยบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อและลดการสะสมของแอมโมเนียได้ดี

กลูตามีนถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่ายในภาวะที่เป็นด่างได้เป็นกรดกลูตามิก (glutamic acid) กรดกลูตามิกทำหน้าที่ในการกระตุ้นการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นพลังงานและส่งเสริมการทำงานของสมองให้ทำงานได้ดีขึ้น

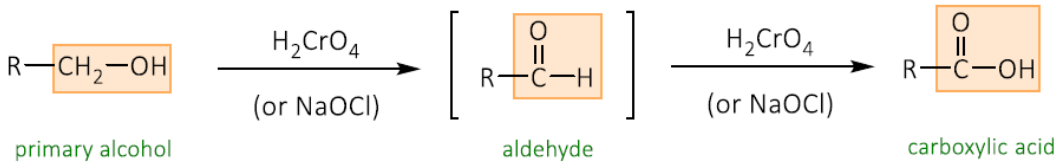


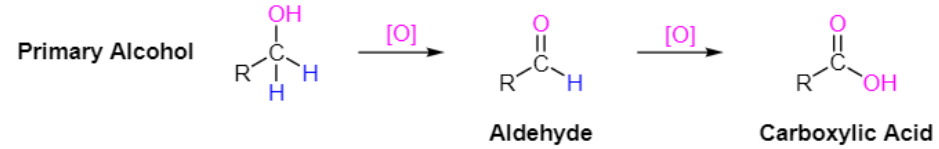


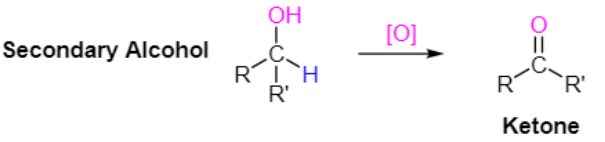
4) การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

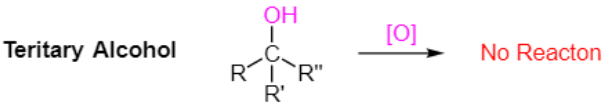
2.1) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ปฐมภูมิเมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้ตัวออกซิไดส์ที่แรง เช่น $Na_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ หรือ NaClO จะได้กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารผลิตภัณฑ์

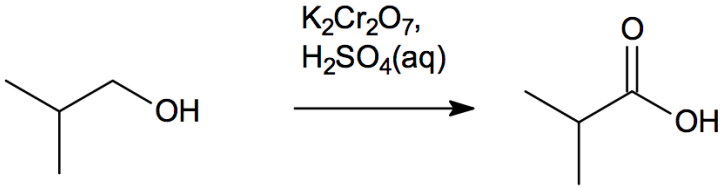








ตัวอย่างปฏิกิริยา

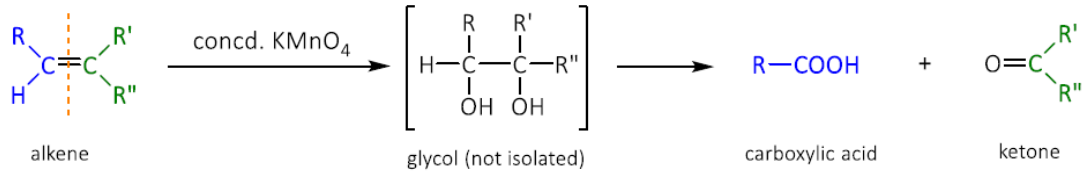


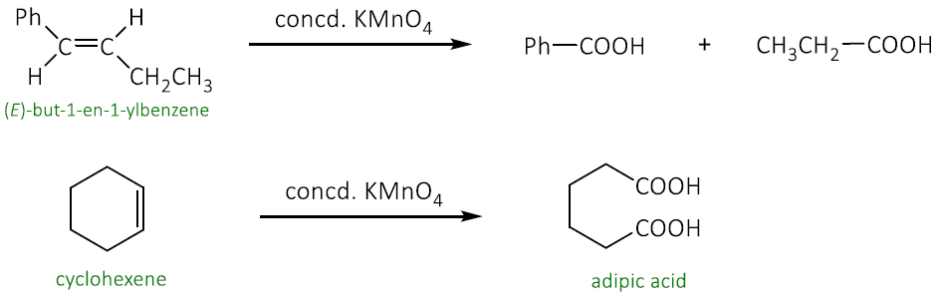
2.2) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอัลดีไฮด์โดยใช้รีเอเจนต์ของ Tollens

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอัลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ของ Tollens จะได้กรดอินทรีย์ออกมา

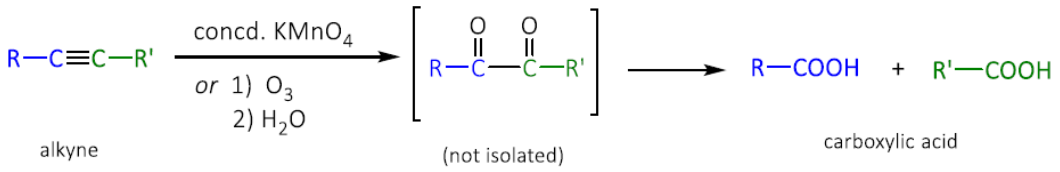
2.3) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอัลคีนและอัลคายโดยใช้ด่างทับทิม ($KMnO_4$)

แอลคีนมีพันธะคู่ H อยู่อย่างน้อย 1 อะตอมถูกทำปฏิกิริยากับสารละลายด่างทับทิมจะได้สารผลิตภัณฑ์สองชนิดคือสารคาร์บอนิลและกรดคาร์บอกซิลิก

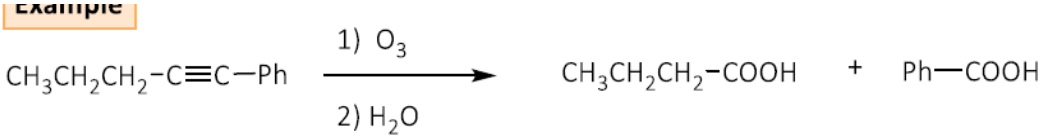




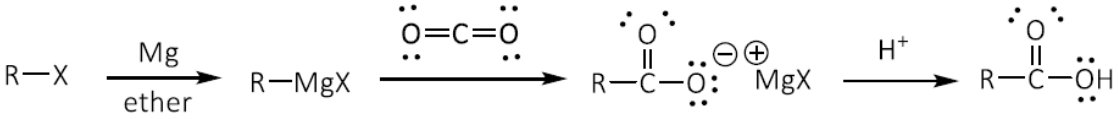
ถ้าแอลไคน์มาทำปฏิกิริยากับสารละลายด่างทับทิม จะเกิดการแตกพันธะสามออกได้เป็นกรดคาร์บอกซิลิกสองโมเลกุล



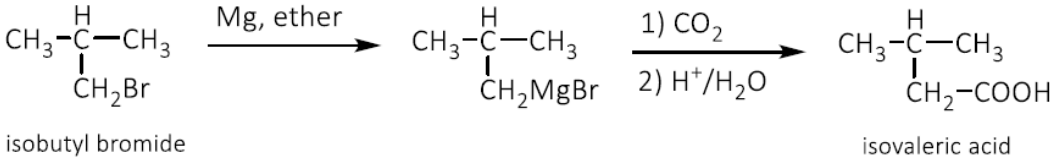
Example



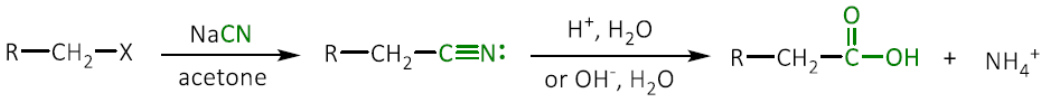
2.4) ปฏิกิริยาคาร์บอกซิเลชันของกริญญารีเอเจนต์



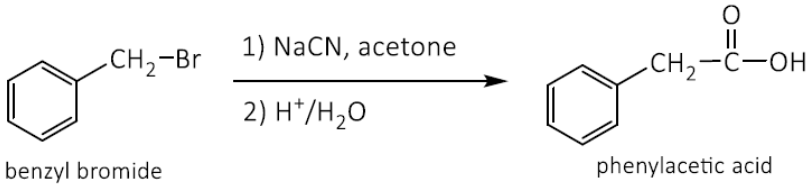
Example



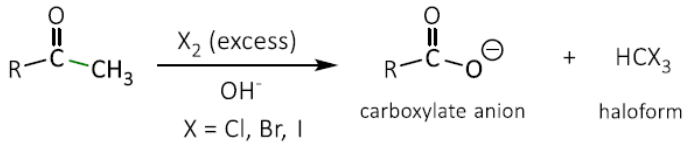
2.5) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของไนไทรล์



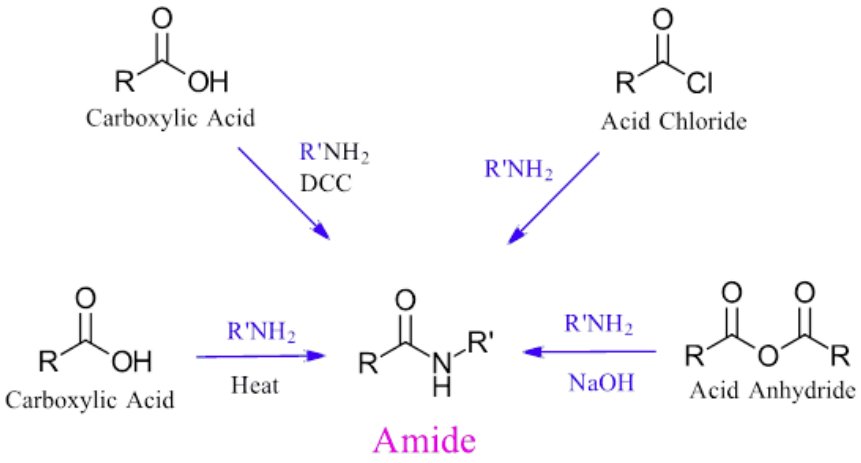
Example



2.6) ปฏิกิริยา Haloform

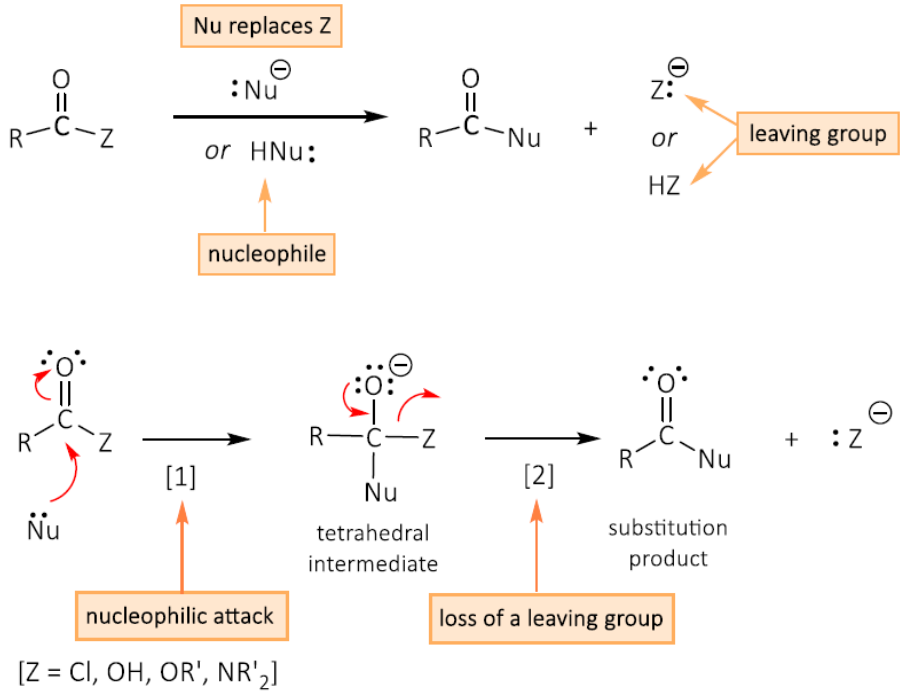


2.7) ปฏิกิริยาการเตรียมเอไมด์



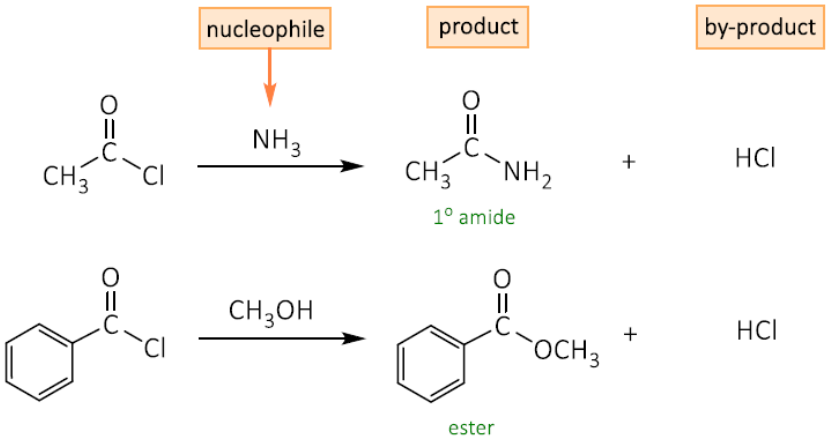
5) ปฏิกิริยาทั่วไปของกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์

กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก (RCOZ) จะเกิดปฏิกิริยาแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ ปฏิกิริยาสุทธิเสมือนนิวคลีโอไฟล์ (:Nu) แทนที่ Z แล้ว Z จะหลุดออกมาเป็น leaving group ดังแสดง



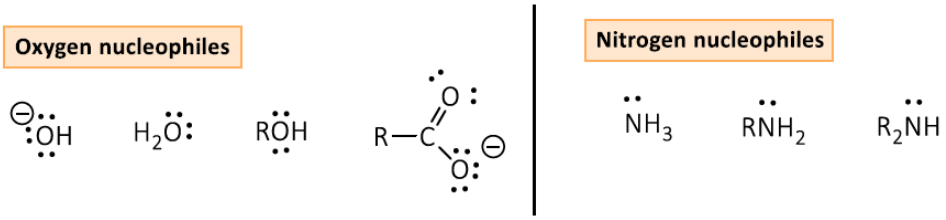
ภาพที่ 7.3 กลไกทั่วไปของการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ของกรดคาร์บอกซิลิก

ตัวอย่างปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์



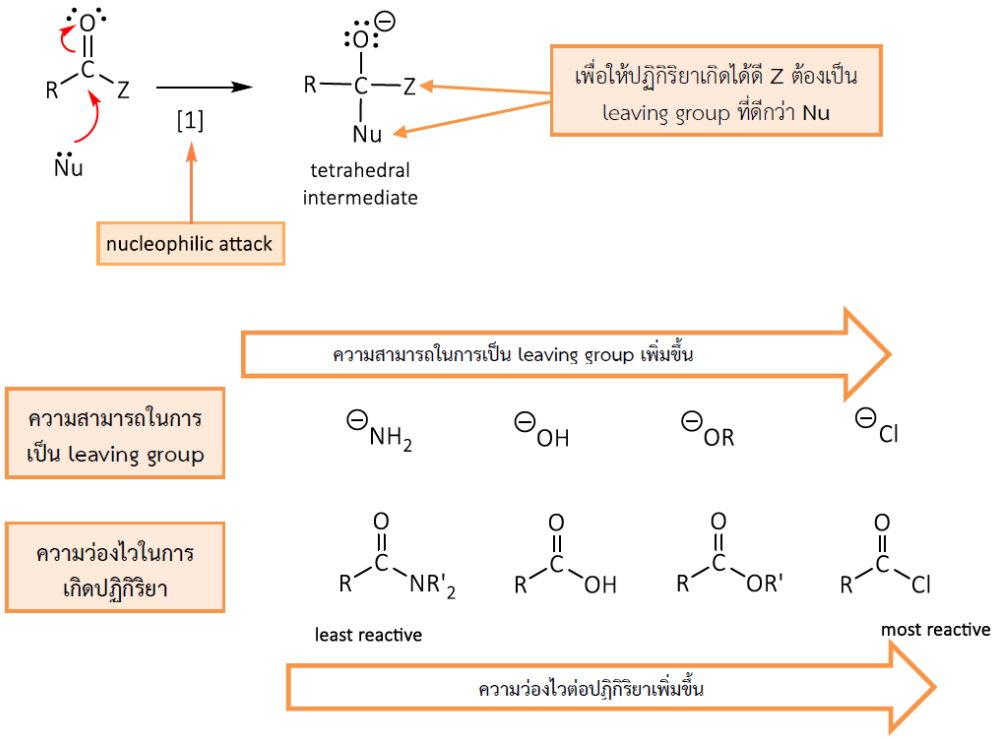
การทำนายสารผลิตภัณฑ์ที่จะเกิดขึ้นของปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์นี้ จะมีหลักการคร่าว ๆ ดังนี้

- หาคาร์บอนอะตอมที่เป็น sp^2 ไฮบริดไดซ์เซชันคาร์บอนอะตอมที่ต่อกับ leaving group
- ระบุตัวที่ทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์ ตัวนิวคลีโอไฟล์ที่มักเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยานี้ มักใช้ไนโตรเจนและออกซิเจนนิวคลีโอไฟล์



- แทนที่ leaving group ด้วยนิวคลีโอไฟล์ หากนิวคลีโอไฟล์ใดที่เป็นกลางให้ขจัดโปรตอนออกเพื่อให้สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นกลางไม่ติดประจุ

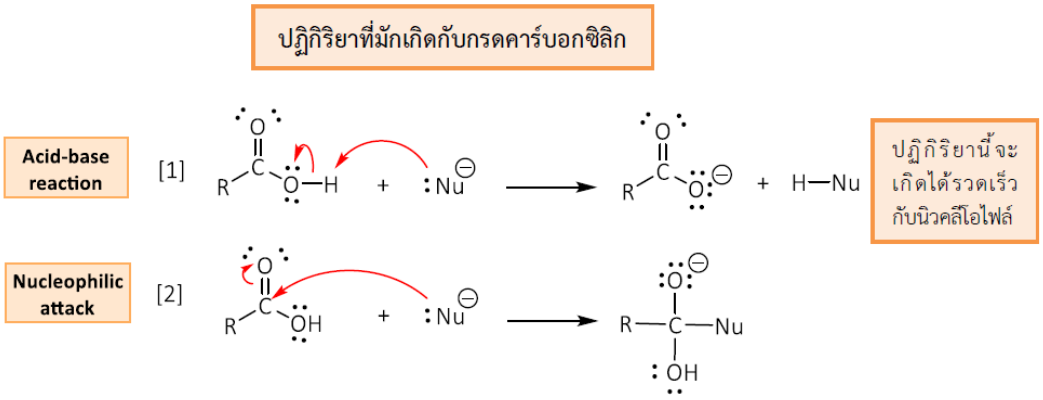
ความว่องไวของปฏิกิริยากรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกต่อปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ขึ้นอยู่กับความเป็น leaving group ที่ดี ถ้า Z เป็น leaving group ที่ดีกว่านิวคลีโอไฟล์ที่พึ่งเข้ามาชนปฏิกิริยาก็จะเกิดได้ เร็วขึ้นนั่นเอง

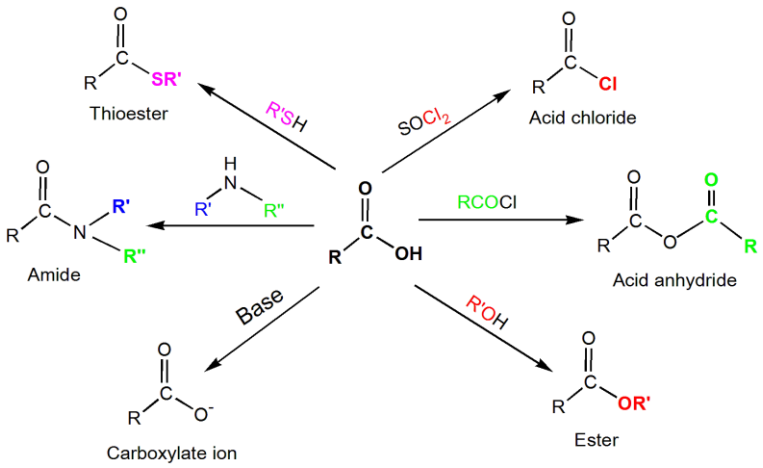


ภาพที่ 7.4 ความว่องไวของปฏิกิริยากรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกต่อปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์

3.1) ปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิก

กรดคาร์บอกซิลิกสามารถเกิดปฏิกิริยาได้สองแบบคือ 1) ปฏิกิริยากรดเบส 2) ปฏิกิริยาการเติมนิวคลีโอไฟล์ที่หมู่คาร์บอนิล

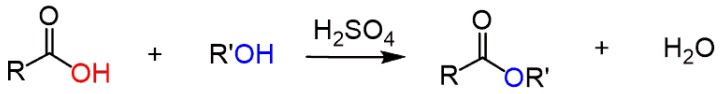


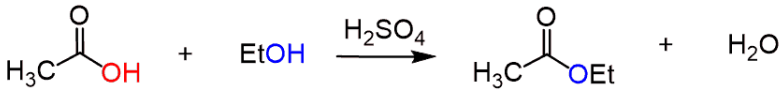


ภาพที่ 7.5 ปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิก

3.2) ปฏิกิริยาฟิชเชอร์เอสเทอริฟิเคชัน

ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (Fischer esterification) เป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้สารผลิตภัณฑ์เป็นเอสเทอร์



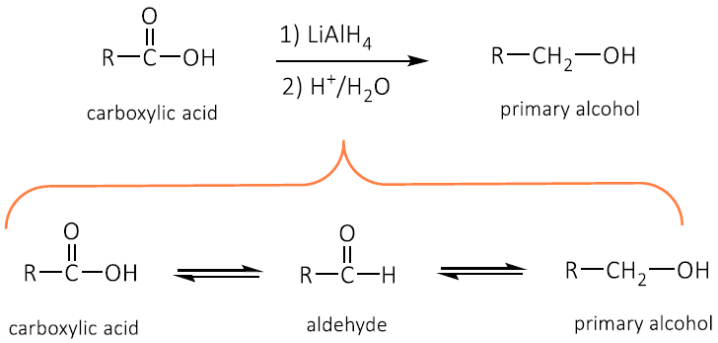


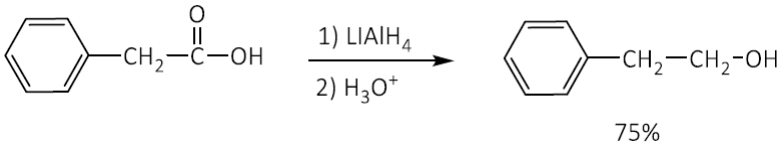
acetic acid ethanol ethyl acetate

ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของกรดคาร์บอกซิลิกจะเกิดขึ้นในกรด แต่จะไม่เกิดในสภาวะที่ใช้เบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพราะเบสจะดึงโปรตอนของหมู่ COOH ออกไปจะเกิดเป็นคาร์บอกซิเลท (COO^-) ซึ่งเป็นสปีชีส์ที่มีประจุลบเสมือนมีความหนาแน่นอิเล็กตรอนสูงทำให้นิวคลีโอไฟล์อย่าง R'OH เข้ามาชนทำปฏิกิริยาได้ยาก

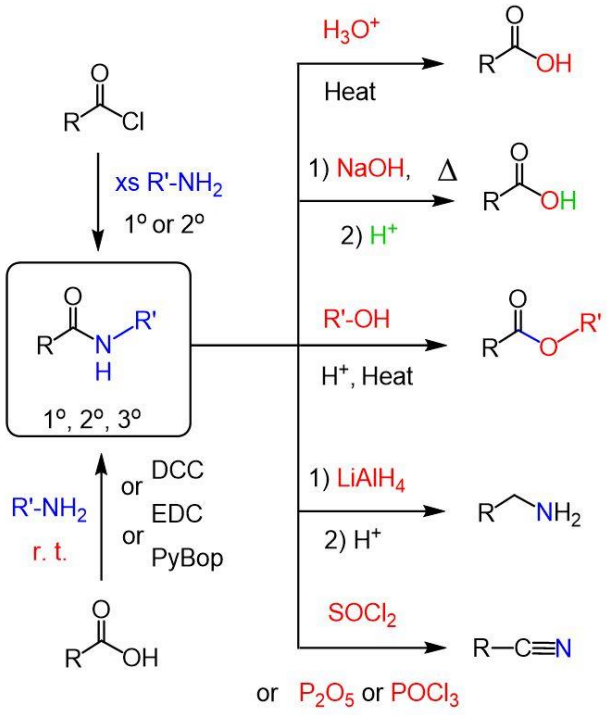
3.3) ปฏิกิริยารีดักชันของกรดคาร์บอกซิลิกได้เป็น 1° แอลกอฮอล์

กรดคาร์บอกซิลิกสามารถถูกรีดิวซ์ได้ด้วย $LiAlH_4$ ได้เป็น 1° แอลกอฮอล์ โดยจะเกิดเป็นแอลดีไฮด์ก่อนแล้วถูกรีดิวซ์ต่อกลายเป็นแอลกอฮอล์ในที่สุด





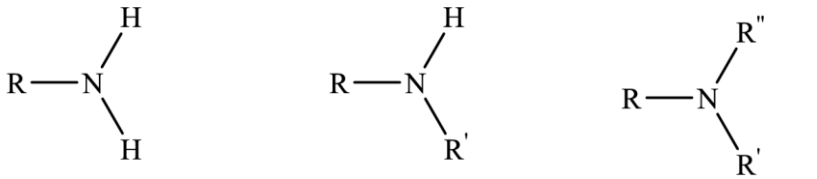
3.4) ปฏิกิริยาของเอไมด์



ภาพที่ 7.6 ปฏิกิริยาของเอไมด์

7.1.2 เอมีน

เอมีน (Amine) เป็นอนุพันธของแอมโมเนียที่มีหมูแอลคิลหรือหมูแอริลหนึ่งหมูหรือมากกวาแทนที่อะตอมไฮโดรเจนหรือเกิดพันธะกับอะตอมไนโตรเจน ดังนั้นจึงแบงเอมีนออกเป็น 3 ชนิดคือ เอมีนปฐมภูมิ (primary amine, 1°) เอมีนทุตยภูมิ (secondary amine, 2°) และเอมีนตติยภูมิ (tertiary amine, 3°) ตามจำนวนหมูแอลคิลหรือหมูแอริลที่เกิดพันธะกับอะตอมไนโตรเจนจำนวน 1, 2 หรือ 3 หมูตามลำดับ



เอมีนเป็นสารอินทรียกลุมใหญ่ซึ่งมีความสำคัญที่นำมาใช่ประโยชนทั้งด้านยารักษาโรค สียอมและอื่นๆ มีทั้งแอลิฟาติกเอมีนและแอโรมาติกเอมีน

เอมีนเป็นเบสที่สำคัญที่สุด ส่วนใหญ่มีกลิ่นเหม็นและเป็นพิษ เอมีนเป็นโมเลกุลโคเวเลนซ์มีขั้ว ส่วนที่มีขั้วคือ $-NH_2$ โดย N มีอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่า จะมีสภาพขั้วไฟฟ้าลบ ส่วน H จะมีสภาพขั้วไฟฟ้าบวก เนื่องจากเป็นโมเลกุลมีขั้ว จึงละลายในน้ำได้ สารละลายของเอมีนแสดงสมบัติเป็นเบส

เอมีนชนิดที่เรียกว่าแอลคาลอยด์ พบในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด ใบ ดอก เปลือก และราก ตัวอย่างเช่น มอร์ฟีน พบในดอกฝิ่น ใช้เป็นยาบรรเทาปวด โคเคน พบในใบโคลา ใช้เป็นยาทาผิวหนัง ควินินพบในใบของต้นชินโคนา ใช้รักษาโรคมาเลเรีย

เอมีนที่เป็นก๊าซ มีกลิ่นเหม็นมาก บางชนิดกลิ่นคล้ายปลาเน่า เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ บางชนิดมีพิษ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะผิวหนังและตา

ในอุตสาหกรรมยา มียาหลายชนิดที่เป็นยาในกลุ่มสารเอมีนเช่น

- ยาแก้แพ้เช่น Chlopheniramine
- ยาคลายเครียดเช่น Chlorpromazine
- ยาทำให้หลอดเลือดหดตัว/ยาหดหลอดเลือดเช่น ยาหยอดจมูก, ยา Ephedrine, Phenylephrine
- ยากระตุ้นระบบประสาทเช่น Amphetamine
- ยารักษาทางจิตเวชเช่น Amitriptyline, Tricyclic antidepressant (TCA)
- Heroin

สรุปท้ายบทเรียน

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันเป็น R–COOH กรดคาร์บอกซิลิกละลายน้ำได้ เนื่องจากโมเลกุลมีสภาพขั้วโมเลกุลสูง โดยหมู่ฟังก์ชันที่มีขั้วมีถึง 2 หมู่ คือหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่คาร์บอนิล (C=O) แต่สภาพละลายได้ของกรดคาร์บอกซิลิกจะลดลงเมื่อจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลมีส่วนที่ไม่มีขั้วมากขึ้น

เอมีนเป็นอนุพันธของแอมโมเนียที่มีหมูแอลคิลหรือหมูแอริลหนึ่งหมูหรือมากกวาแทนที่อะตอมไฮโดรเจนหรือเกิดพันธะกับอะตอมไนโตรเจน เอมีนออกเป็นเอมีนปฐมภูมิ เอมีนทุตยภูมิ และเอมีนตติยภูมิ ตามจำนวนหมูแอลคิลหรือหมูแอริลที่เกิดพันธะกับอะตอมไนโตรเจน เอมีนเป็นสารอินทรียกลุมใหญ่ซึ่งมีความสำคัญที่นำมาใชประโยชนทั้งด้านยารักษาโรคสียอมและอื่นๆ มีทั้งแอลิฟาติกเอมีนและแอโรมาติกเอมีน

กิจกรรม

ขั้นตอน	**วิธีการ**
แนะนำโจทย์ปัญหา (P)	แจกใบกิจกรรม 1.1
ไตร่ตรองทางแก้ไขเฉพาะตน (E)	แต่ละคนบอกวิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา (5 นาที)
ระดมสมองโดยกลุ่ม (T)	ให้รวมกลุ่ม มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่มระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการร่วมแสดงความคิดเห็น (10 นาที)
สื่อสารทางออก (C)	ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา 1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง 2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง 3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย (10 นาที)
ถอดรหัสปรับใช้ (D)	ผู้สอนสรุป ความถูกต้องและความผิดพลาด โดยเพิ่มเติมประเด็นที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เอกสารอ้างอิง

กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์. https://sites.google.com/a/sapit.ac.th/unaritsara/04-bthna-su-xinthriy-khemi/9-krd-khar-bxk-si-lik-laea-xe-s-the-xr

Averil, B.A. (2012). *Principles of General Chemistry* (Online ed.). https://2012books.lardbucket.org/ books/principles-of-general-chemistry-v1.0m/index.html

Brown, T.L., LeMay, H.E., Bursten, B.E., Murphy, C.J., Woodward, P.M. & Stoltzfus, M.W. (2017). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson Education, Inc.

Chang, R., & Goldsby, K.A. (2016). *Chemistry* (12th ed.). McGraw-Hill.

Ebbing, D.D., & Gammon, S.D. (2017). *General Chemistry* (11th ed.). Cengage Learning.

Jespersen, N.D., Brady, J.E., & Hyslop, A. (2012). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter* (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc

Petrucci, R.H., Herring, F.G., Madura, D.J., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (11th ed.). Pearson Prentice Hall.

Overby, J. & Chang, R., (2022). *Chemistry* (14th ed.). McGraw-Hill.

Silberberg, M.S. & Amateis, P.G. (2021). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change* (9th ed.). McGraw-Hill Publishing Company.

แผนการสอนสัปดาห์ที่ 13

หน่วยที่ 7 แอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก
บทเรียนที่ 7.2 แอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก **จำนวนชั่วโมง 3**

จุดประสงค์การสอน (จุดประสงค์ทั่วไป)

1. เพื่อให้เข้าใจแอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก

ผลการเรียนรู้ (จุดประสงค์เฉพาะ)

1. อธิบายแอลิไซคลิก
2. อธิบายเฮเทอโรไซคลิก

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. การบรรยาย และอภิปราย
2. กิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียน (Work@class)

สื่อการสอน/อุปกรณ์การสอน

1. เอกสารคำสอน รายวิชาเคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย
2. เอกสาร power point
3. https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=12659
4. https://www.facebook.com/chemographics
5. https://www.slideshare.net/woravith

การวัดผล

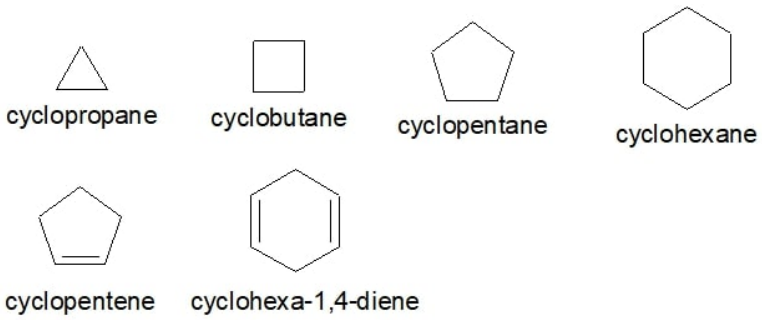
1. ประเมินจากกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ประเมินจากกิจกรรมแบบฝึกหัด หรืองานที่มอบหมาย
3. ประเมินจากการสรุปประเด็นสำคัญ หรือการนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย
4. ประเมินจากการสอบย่อยรายหน่วยเรียน

บทเรียนที่ 7.2 แอลิไซคลิกและเฮเทอโรไซคลิก

7.2.1 แอลิไซคลิก

1) ประเภทแอลิไซคลิก

แอลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน (Alicyclic hydrocarbon) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวนโดยที่คาร์บอนในวงแหวนเกาะกันด้วยพันธะเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะมีพันธะคู่หรือพันธะสาม



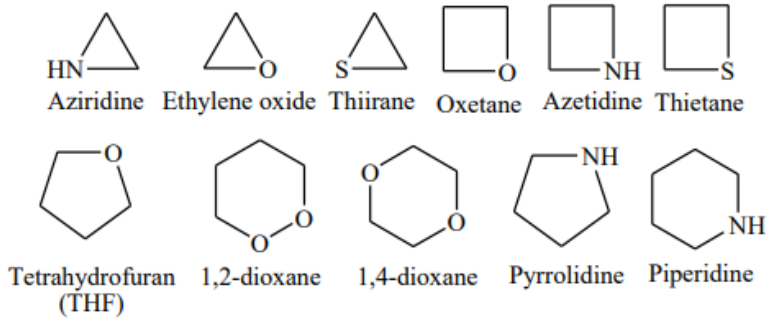
ภาพที่ 7.7 โครงสร้างของสารประกอบแอลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน

7.2.2 เฮเทอโรไซคลิก

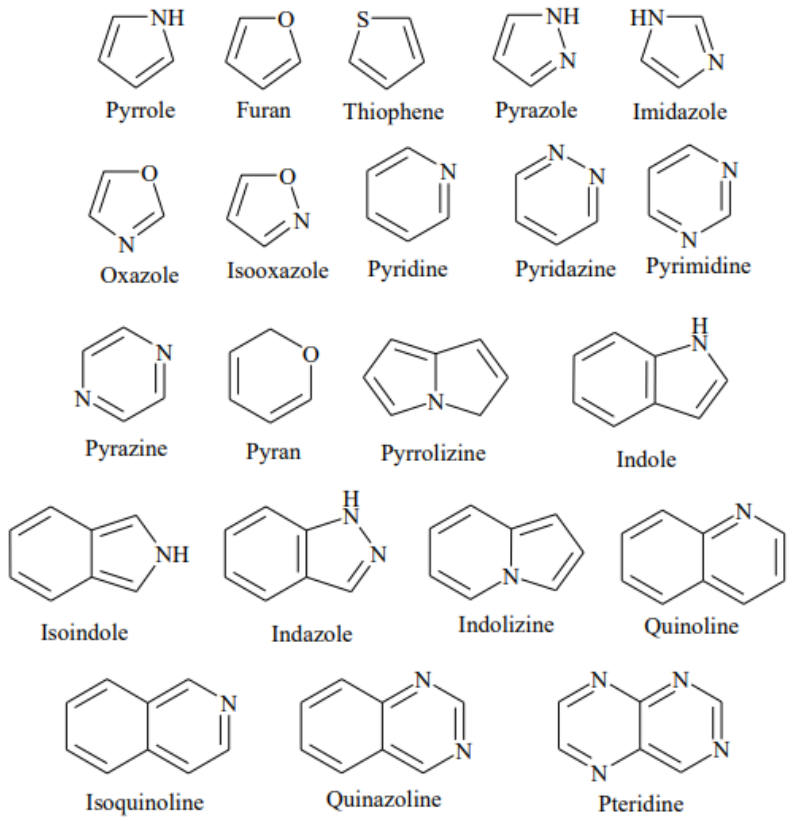
1) ประเภทเฮเทอโรไซคลิก

สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก (heterocyclic compounds) ได้แก่สารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นวง แต่มีอะตอมของธาตุอื่น เช่น O, N หรือ S มาคั่นอยู่ระหว่างคาร์บอนอะตอม

สารประกอบเฮเทอโรไซคลิก แบ่งตามประเภทไฮโดรคาร์บอนได้เป็น แอลิฟาติกเฮเทอโรไซคลิก (aliphatic heterocyclic) และแอโรแมติกเฮเทอโรไซคลิก (aromatic heterocyclic)



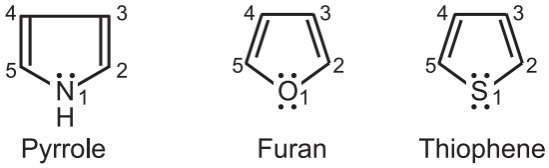
ภาพที่ 7.8 โครงสร้างของสารประกอบแอลิฟาติกเฮเทอโรไซคลิก

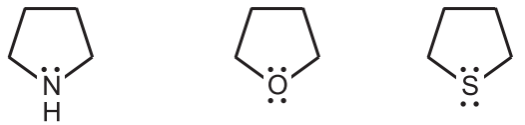


ภาพที่ 7.9 โครงสร้างของสารประกอบแอโรแมติกเฮเทอโรไซคลิก

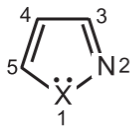
เราสามารถจำแนกประเภทของเฮเทอโรไซคลิกตามจำนวนอะตอมในวงแหวน ดังนี้

1) วงแหวนห้าเหลี่ยมที่มีเฮเทอโรอะตอม 1 อะตอม



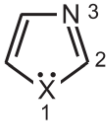


2) วงแหวนห้าเหลี่ยมที่มีเฮเทอโรอะตอม 2 อะตอม (1, 2 – azoles):



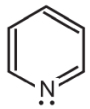
(i) Pyrazole: X = N – H
(ii) Isoxazole: X = O
(iii) Isothiazole: X = S

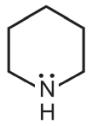
3) วงแหวนห้าเหลี่ยมที่มีเฮทเทอโรอะตอม 3 อะตอม (1, 3 – azoles):



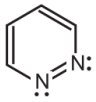
(i) Imidazole: X = N – H (Azole)
(ii) Oxazole: X = O (Oxa)
(iii) Thiazole: X = S (Thia)

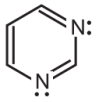
4) วงแหวนหกเหลี่ยมที่มีเฮทเทอโรอะตอม 1 อะตอม

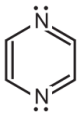

Pyridine

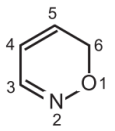

Piperidine

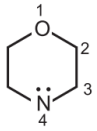
5) วงแหวนหกเหลี่ยมที่มีเฮทเทอโรอะตอม 2 อะตอม


Pyridazine

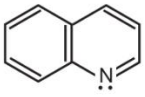

Pyrimidine

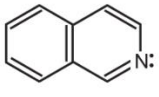

Pyrazine

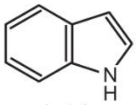

1,2-oxazine

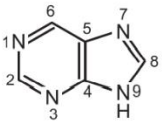

Morpholine

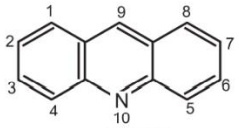
6) Polyclic heterocyclic rings


Quinoline


Isoquinoline


Indole


Purine


Acridine

สรุปท้ายบทเรียน

แอลิไซคลิกไฮโดรคาร์บอน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างเป็นวงแหวนโดยที่คาร์บอนในวงแหวนเกาะกันด้วยพันธะเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจะมีพันธะคู่หรือพันธะสาม

สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกคือสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นวง แต่มีอะตอมของธาตุอื่น เช่น O, N หรือ S มาคั่นอยู่ระหว่างคาร์บอนอะตอม สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกแบ่งตามประเภทไฮโดรคาร์บอนได้เป็นแอลิฟาติกเฮเทอโรไซคลิกและแอโรแมติกเฮเทอโรไซคลิก

กิจกรรม

ขั้นตอน	**วิธีการ**
แนะนำโจทย์ปัญหา (P)	แจกใบกิจกรรม 1.2
ไตร่ตรองทางแก้ไขเฉพาะตน (E)	แต่ละคนบอกวิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา (10 นาที)
ระดมสมองโดยกลุ่ม (T)	ให้รวมกลุ่ม มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่มระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการร่วมแสดงความคิดเห็น (10 นาที)
สื่อสารทางออก (C)	ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา 1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง 2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง 3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย (10 นาที)
ถอดรหัสปรับใช้ (D)	ผู้สอนสรุป อภิปรายสรุป ความถูกต้องและความผิดพลาด โดยเพิ่มเติมประเด็นที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

เอกสารอ้างอิง

Mistry, S. (2021, Aug 15) Classification of Heterocyclic Compounds. https://solutionpharmacy.in/classification-of-heterocyclic-compounds/

Averil, B.A. (2012). *Principles of General Chemistry* (Online). https://2012books.lardbucket.org/books/principles-of-general-chemistry-v1.0m/index.html

Brown, T.L., LeMay, H.E., Bursten, B.E., Murphy, C.J., Woodward, P.M. & Stoltzfus, M.W. (2017). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson Education, Inc.

Chang, R., & Goldsby, K.A. (2016). *Chemistry* (12th ed.). McGraw-Hill.

Ebbing, D.D., & Gammon, S.D. (2017). *General Chemistry* (11th ed.). Cengage Learning.

Jespersen, N.D., Brady, J.E., & Hyslop, A. (2012). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter* (6th ed.). John Wiley & Sons, Inc

Petrucci, R.H., Herring, F.G., Madura, D.J., & Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry: Principles and Modern Applications* (11th ed.). Pearson Prentice Hall.

Overby, J. & Chang, R., (2022). *Chemistry* (14th ed.). McGraw-Hill.

Silberberg, M.S. (2013). *Principle of General Chemistry* (3rd ed.). McGraw-Hill Publishing Company.

Silberberg, M.S. & Amateis, P.G. (2021). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change* (9th ed.). McGraw-Hill Publishing Company.