# บทที่ 11
## กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

## 11.1 ความหมาย

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl group, $-COOH$) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล

กรดคาร์บอกซิลิกสามารถเปลี่ยนเป็นอนุพันธ์ต่าง ๆ ได้ อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกมีหมู่เอซิล (acyl group, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-$) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล จึงมักเรียกอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกว่า สารประกอบเอซิล (acyl compound) อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก ได้แก่

1. กรดเฮไลด์ (acid halide, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-X$)
2. กรดแอนไฮไดรด์ (acid anhydride, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-R$)
3. เอสเทอร์ (ester, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-R'$)
4. เอไมด์ (amide, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NH_2$, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NHR'$, $R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NR'_2$)



CM 227 (H) 195

# 11.2 กรดคาร์บอกซิลิก

**11.2.1 ความสามารถในการละลาย** กรดคาร์บอกซิลิกเป็นสารประกอบที่มีขั้วและสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างกรดคาร์บอกซิลิกด้วยกันเองและกับสารอื่นได้ กรดคาร์บอกซิลิกที่เป็นอะลิเฟติก (aliphatic acid) มีความสามารถในการละลายเช่นเดียวกับแอลกอฮอล์ กล่าวคือ กรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนคาร์บอนไม่เกิน 4 อะตอม จะละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ กรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนคาร์บอน 5 อะตอม จะละลายน้ำได้บ้าง และกรดคาร์บอกซิลิกที่มีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 5 อะตอม จะไม่ละลายน้ำ กรดคาร์บอกซิลิกละลายในน้ำได้เพราะสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ กรดคาร์บอกซิลิกที่เป็นอะโรเมติก (aromatic acid) เช่น กรดเบนโซอิกมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากเกินไปจึงไม่ค่อยละลายในน้ำ

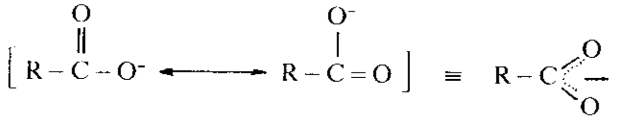
กรดคาร์บอกซิลิกละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วเล็กน้อย เช่น อีเทอร์ แอลกอฮอล์ และเบนซีน

**การทดลองที่ 1 ความสามารถในการละลาย**

**วิธีทำ** ใส่น้ำลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ๆ ละ 3 มล. เติมกรดต่อไปนี้ลงในหลอดทดลองหลอดละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด ถ้าเป็นของแข็งให้ใส่ 3 เกล็ด : กรดแอซีติก กรดเบนโซอิก และกรดออกซาลิก เขย่า สังเกตการละลาย ถ้าละลายในน้ำ ให้ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้อีเทอร์และเอทานอลแทนน้ำตามลำดับ

**11.2.2 ความเป็นกรด** กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดเพราะหมู่คาร์บอกซิลสามารถให้โปรตอนได้ และโปรตอนในหมู่คาร์บอกซิลถูกแทนที่ได้ด้วยโลหะ กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดที่แก่กว่าแอลกอฮอล์เพราะ carboxylate ion ($-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O^-$) มีความเสถียรมากกว่า alkoxide ion อิเล็กตรอนที่อะตอมของออกซิเจนสามารถเคลื่อนที่ไปมาใน carboxylate ion ได้ ดังแสดงในแผนภาพ 11.1



**แผนภาพ 11.1** แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนใน carboxylate ion

กรดคาร์บอกซิลิกเป็นกรดที่แก่กว่าน้ำและกรดคาร์บอนิก

ความเป็นกรด : $RCOOH > H_2CO_3 > H_2O > ROH > HC{\equiv}CH > NH_3 > RH$

ความเป็นเบส : $RCOO^- < HCO_3^- < \bar{O}H < RO^- < HC{\equiv}C^- < \bar{N}H_2 < R^-$

ดังนั้นกรดคาร์บอกซิลิกจึงทำปฏิกิริยากับโลหะไฮดรอกไซด์ได้เกลือของโลหะคาร์บอกซิเลต และน้ำ ดังสมการ 11.1 กรดคาร์บอกซิลิกทำปฏิกิริยากับโลหะไบคาร์บอเนตได้เกลือของ

$$^-OH + RCOOH \longrightarrow RCO_2^- + H_2O \qquad (11.1)$$

$$HCO_3^- + RCOOH \longrightarrow RCO_2^- + H_2O + CO_2 \qquad (11.2)$$

โลหะคาร์บอกซิเลตและน้ำเช่นเดียวกันและมีกาซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นด้วยดังสมการ 11.2

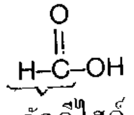
### การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยากับเบส

**วิธีทำ** ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5% ลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ๆ ละ 3 มล. เติมสารต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 5 หยด หรือ 50 มก. : กรดอะซีติก กรดเบนโซอิก และกรดออกซาลิก เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 5% แทนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

**11.2.3 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน** โดยทั่วไปแล้วกรดคาร์บอกซิลิกจะไม่ถูกออกซิไดส์ แต่กรดฟอร์มิกและกรดออกซาลิกจะถูกออกซิไดส์ได้

กรดฟอร์มิกมีโครงสร้างแตกต่างจากกรดคาร์บอกซิลิกตัวอื่น ๆ คือมีโครงสร้างของอัลดีไฮด์ จึงสามารถถูกออกซิไดส์ได้ โดยสารละลายทอลเลนส์และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ดังสมการ 11.3 และ 11.4




อัลดีไฮด์

$$HCOOH + 2Ag(NH_3)_2^+ + 2OH^- \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 4NH_3 + 2Ag\downarrow \quad (11.3)$$

$$5\,HCOOH + 2\,MnO_4^- + 6\,H^+ \longrightarrow 5\,CO_2 + 2\,Mn^{2+} + 8\,H_2O \quad (11.4)$$

กรดออกซาลิกเป็นกรดที่มีหมู่คาร์บอกซิลสองหมู่ เมื่อต้มกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่อุณหภูมิ 90°ซ กรดออกซาลิกจะสลายตัวให้กาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังสมการ 11.5

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} \xrightarrow{H_2SO_4} CO + CO_2 + H_2O \quad (11.5)$$

กรดออกซาลิกถูกออกซิไดส์ได้ด้วยเปอร์แมงกาเนต ให้กาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังสมการ 11.6

$$5\,HOOC{-}COOH + 2\,MnO_4^- + 6\,H^+ \longrightarrow 10\,CO_2 + 2\,Mn^{2+} + 8\,H_2O \quad (11.6)$$

## การทดลองที่ 3 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

**ก. ปฏิกิริยากับเปอร์แมงกาเนต** ใส่น้ำลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 2 มล. หยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปในหลอดทดลองทุกหลอด ๆ ละ 1 หยด เติมกรดต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 4 หยด หรือ 0.1 กรัม : กรดฟอร์มิก กรดอะซีติก กรดเบนโซอิก และกรดออกซาลิก เขย่าเพื่อให้เกิดการละลาย ถ้าไม่ละลายให้อุ่นในเครื่องอังน้ำ (50 °ซ) เติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 5% ลงไปในหลอดทดลองทุกหลอด ๆ ละ 3 หยด เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

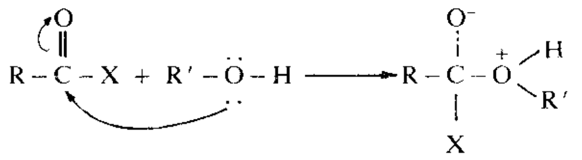
**ข. ปฏิกิริยากับสารละลายทอลเลนส์** ใส่สารละลายทอลเลนส์ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 3 มล. เติมกรดฟอร์มิก กรดอะซีติก กรดเบนโซอิก และกรดออกซาลิก ลงในหลอด

ทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด (หรือถ้าเป็นของแข็งให้ใช้ 50 มก. ละลายในเอทานอล 4-5 หยด) เขย่า ตั้งทิ้งไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าหลอดใดไม่เกิดปฏิกิริยา ให้นำไปอุ่นในเครื่องอังน้ำ (50 °ซ) ประมาณ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

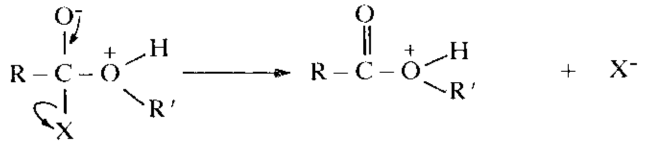
**หมายเหตุ** การสูดดมกรดออกซาลิกเข้าไปมาก ๆ หรือกินกรดออกซาลิกเข้าไปจะทำให้เป็นพิษต่อร่างกาย ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง

## 11.3 อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

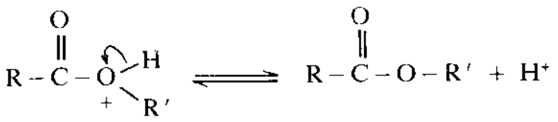
**11.3.1 การเตรียมเอสเทอร์จากกรดเฮไลด์** เอสเทอร์เตรียมได้จากปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์กับกรดคาร์บอกซิลิกหรือกับอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก การเตรียมเอสเทอร์ในห้องทดลองโดยทั่ว ๆ ไปมักใช้ปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์กับกรดคาร์บอกซิลิกโดยมีกรดอนินทรีย์เป็นตัวเร่ง ถ้าต้องการเตรียมเอสเทอร์จำนวนเล็กน้อยมักจะเตรียมจากปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์กับกรดเฮไลด์ เพราะเป็นปฏิกิริยาที่เกิดง่ายกว่าและเร็วกว่ากลไกของปฏิกิริยาเริ่มต้นด้วยการเกาะของอะตอมของออกซิเจนในแอลกอฮอล์เข้าไปที่อะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิล ต่อจากนั้นเฮไลด์จะหลุดออกมา ดังสมการ 11.7, 11.8 และ 11.9 ตามลำดับ



(11.7)



(11.8)



(11.9)

## การทดลองที่ 4 การเตรียมเอสเทอร์จากกรดเฮไลด์

**วิธีทำ** ใส่ 1-butanol จำนวน 0.5 มล. ลงในหลอดทดลองที่แห้ง เติม benzoyl chloride จำนวน 0.5 มล. ลงในหลอดทดลอง อุ่นในเครื่องอังน้ำประมาณ 2-3 นาที (ควรทำในตู้ควัน) นำไปแช่ในน้ำผสมน้ำแข็งให้เย็นก่อนแล้วจึงเทลงไปในบีกเกอร์ที่มีน้ำเย็นจัด 10 มล. บรรจุอยู่ คนสารละลาย ดมกลิ่นของสารผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นน้ำมัน

## 11.3.2 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส

**11.3.2.1 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือคาร์บอกซิเลต** กรดคาร์บอกซิลิกส่วนใหญ่จะแตกตัวในน้ำได้เล็กน้อย แต่เกลือของกรดคาร์บอกซิลิกจะถูกไฮโดรไลส์ด้วยน้ำให้กรดคาร์บอกซิลิกและไฮดรอกไซด์ไอออน ดังสมการ 11.10

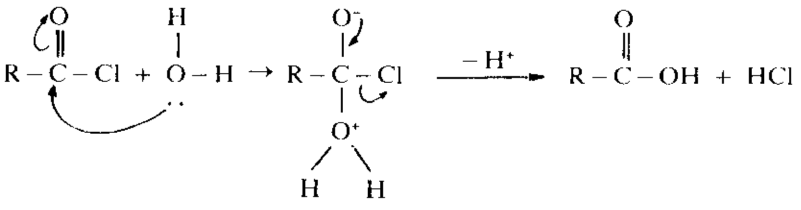
$$R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O^- + H_2O \rightleftharpoons R-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-H + OH^- \qquad (11.10)$$

ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือคาร์บอกซิเลตสามารถทดสอบได้โดยใช้กระดาษลิตมัส

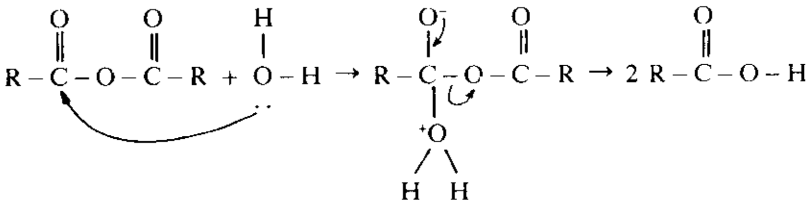
## การทดลองที่ 5 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของโซเดียมอะซิเตต

**วิธีทำ** ละลายโซเดียมอะซิเตต 0.2 กรัมในน้ำ 5 มล. ทดสอบสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส

**11.3.2.2 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของกรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์** กรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์ถูกไฮโดรไลส์ได้กรดคาร์บอกซิลิกดังสมการ 11.11 และ 11.12




(11.11)



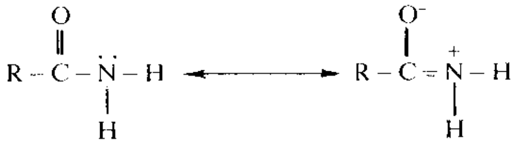
(11.12)

น้ำทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์เข้าเกาะที่อะตอมของคาร์บอนของหมู่คาร์บอนิล แล้วทำให้เฮไลด์หรือคาร์บอกซิเลตไอออน (carboxylate ion) หลุดออกมา อะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลมีความเป็นประจุบวกมากเท่าใด อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกก็จะมีความว่องไวต่อการเกาะของนิวคลีโอไฟล์มากเท่านั้น ดังนั้นกรดเฮไลด์จึงมีความว่องไวมากกว่ากรดแอนไฮไดรด์ และกรดเฮไลด์ชนิดอะลิเฟติกจะมีความว่องไวมากกว่ากรดเฮไลด์ชนิดอะโรเมติก

## การทดลองที่ 6 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของกรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์

**วิธีทำ** ใส่น้ำในหลอดทดลอง 2 หลอด ๆ ละ 5 มล. หยด benzoyl chloride และ succinic anhydride ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด (ควรทำในตู้ควันเพื่อหลีกเลี่ยงไอของ benzoyl chloride เข้าตา เพราะ benzoyl chloride เป็นสารทำให้น้ำตาไหล) เขย่า ทดสอบสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าไม่เกิดปฏิกิริยา นำไปอุ่นในเครื่องอังน้ำ 2-3 นาที เติมสารละลายเงินไนเตรตที่มีความเข้มข้น 2% ลงในหลอดทดลอง ๆ ละ 3 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง เปรียบเทียบความว่องไวต่อปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของสารประกอบทั้งสอง

**11.3.2.3 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอไมด์** ในบรรดาอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก เอไมด์มีความว่องไวน้อยที่สุดต่อการเข้าเกาะของนิวคลีโอไฟล์ที่อะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิล เพราะอิเล็กตรอนคู่อิสระที่อะตอมของไนโตรเจนของเอไมด์สามารถเกิดการเรโซแนนซ์ไปที่หมู่คาร์บอนิลได้ จึงทำให้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนที่อะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลมีมากขึ้น



ดังนั้นปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอไมด์จึงช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรดเฮไลด์ กรดแอนไฮไดรด์ และเอสเทอร์ (กรดเฮไลด์ > กรดแอนไฮไดรด์ > เอสเทอร์ > เอไมด์) ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอไมด์จึงต้องเร่งด้วยกรดหรือด่าง สำหรับเอไมด์ชนิดปฐมภูมิ สารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสในกรดจะเป็นกรดคาร์บอกซิลิกและแอมโมเนียมไอออน แต่ถ้าทำปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสในด่างสารผลิตภัณฑ์จะเป็นคาร์บอกซิเลตไอออนและแอมโมเนียซึ่งสามารถทราบได้จากการได้กลิ่นของกาซแอมโมเนีย

$$R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-OH + NH_4^+ \qquad (11.13)$$

$$R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-NH_2 + H_2O \xrightarrow{OH^-} R-\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}-O^- + NH_3 \qquad (11.14)$$

## การทดลองที่ 7 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอไมด์

**วิธีทำ** ใส่ acetamide หนัก 0.2 กรัมในหลอดทดลอง เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 10% ลงในหลอดทดลองจำนวน 2 มล. ต้มให้เดือด สังเกตกลิ่นกาซจากหลอดทดลอง ใช้กระดาษลิตมัสชื้นอังที่ปากหลอดทดลอง บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ acetamide 0.4 กรัม และใช้กรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้น 10% แทนสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

**11.3.3 การทดสอบอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก** อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกส่วนใหญ่ทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซิละมีน (hydroxylamine) เกิดเป็นกรดไฮดรอกซามิก (hydroxamic acid, $R\overset{\overset{\large O}{\|}}{C}NHOH$) ดังสมการ 11.15, 11.16, 11.17 และ 11.18

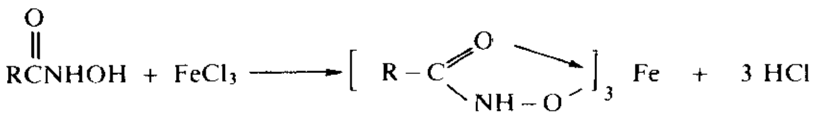
$$R\overset{\overset{O}{\|}}{C}NH_2 + H_2NOH \xrightarrow{OH^-} R\overset{\overset{O}{\|}}{C}NHOH + NH_3 \qquad (11.15)$$

$$R\overset{\overset{O}{\|}}{C}Cl + H_2NOH \xrightarrow{H^+} R\overset{\overset{O}{\|}}{C}NHOH + HCl \qquad (11.16)$$

$$(RCO)_2O + H_2NOH \xrightarrow{H^+} R\overset{\overset{O}{\|}}{C}NHOH + RCO_2H \qquad (11.17)$$

$$RCO_2R' + H_2NOH \xrightarrow{H^+} R\overset{\overset{O}{\|}}{C}NHOH + R'OH \qquad (11.18)$$

**เมื่อเติมเฟร์ริกคลอไรด์ลงไปในสารละลายของ** hydroxamic acid **จะเกิดเป็นสาร**ประกอบเชิงซ้อนของ hydroxamic acid กับไอออนของเหล็ก (III) ซึ่งมีสีแดงเข้มจนถึงสีม่วงแดง ดังสมการ 11.19



(11.19)

สารประกอบอื่น ๆ เช่น ฟีนอล และสารประกอบไนโตรชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิเป็นต้น ไม่เกิดปฏิกิริยากับ hydroxylamine แต่ให้สีต่าง ๆ เมื่อเติมเฟร์ริกคลอไรด์ลงไปจึงอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก ฉะนั้นก่อนที่จะทดสอบด้วย hydroxylamine และเฟร์ริกคลอไรด์ ให้ทดสอบด้วยเฟร์ริกคลอไรด์ก่อนว่าสารที่ต้องการทดสอบสามารถ

เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับเหล็ก (III) ได้หรือไม่ ถ้ามีสีต่าง ๆ เช่น สีแดง สีส้ม สีเขียว สีน้ำเงิน หรือสีม่วงแดง เกิดขึ้น แสดงว่ามีสารอื่นที่ไม่ใช่อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกอยู่ด้วย ดังนั้นวิธีนี้จึงใช้ทดสอบอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกที่มีสารดังกล่าวข้างต้นปะปนอยู่ไม่ได้

## การทดลองที่ 8 การทดสอบกรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์

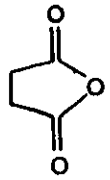
**วิธีที่ 1 ใส่สารละลาย hydroxylamine hydrochloride ในเอทานอลที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 1 มล. benzoyl chloride จำนวน 2 หยด และกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน 3 หยด ลงในหลอดทดลองตามลำดับ เขย่า นำไปอุ่นเป็นเวลา 2 นาที และต้มให้เดือดเป็นเวลา 2-3 วินาที ปล่อยให้สารละลายเย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วเติมเฟร์ริกคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 10% ลงไปจำนวน 1 หยด เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล**

การทดลอง ถ้าทดลองตามวิธีที่ 1 ไม่ได้ผล ให้ทดลองตามวิธีที่ 2

วิธีที่ 2 ใช้ benzoyl chloride 1 หยด ผสมกับ 1 **M** $H_2NOH.HCl$ 0.5 มล. และ 6 **N** NaOH 0.2 มล. (ประมาณ 4 หยด) ต้มจนเดือดแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลา 3 นาที เติม 1 **N** HCl 2 มล. ถ้าสารละลายขุ่นให้เติม 95% เอทานอลทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าจนได้สารละลายใส แต่ไม่ควรเติม 95% เอทานอลเกิน 3 มล. หยด 10% $FeCl_3$ 1 หยด ถ้าสีจางหายไป เติม 10% $FeCl_3$ อีกทีละหยดพร้อมทั้งเขย่า จนสารละลายมีสีแดงจนถึงสีม่วงแดงอย่างถาวร

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ succinic anhydride ประมาณหนึ่งหัวไม้ขีดไฟแทน benzoyl chloride

**หมายเหตุ** succinic anhydride มีสูตร



# คำถามบทที่ 11

11.1 จงบอกชื่อสารเคมีและการสังเกตเพื่อทดสอบความแตกต่างของสารประกอบแต่ละคู่ต่อไปนี้

11.1.1 1-hexanol และ hexanoic acid

11.1.2 acetyl chloride และ acetamide

11.1.3 กรดเบนโซอิก และโซเดียมเบนโซเอต

11.1.4 ethyl acetate และ acetamide

11.1.5 acetyl chloride และ hexanoyl chloride

11.2 จงบอกชื่อสารเคมีและวิธีที่จะแยกสารประกอบที่ต้องการออกจากของผสมต่อไปนี้

11.2.1 benzaldehyde จากของผสมที่ประกอบด้วย benzaldehyde, benzyl alcohol และ propionic acid

11.2.2 กรดเบนโซอิก จากของผสมที่ประกอบด้วย กรดเบนโซอิก acetophenone และ 2-naphthol

11.2.3 เบนซีน จากของผสมที่ประกอบด้วย เบนซีน กรดอะซีติก และ acetaldehyde

11.3 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของสารประกอบต่อไปนี้จะให้สารผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง ?

11.3.1 ethyl butyrate ในสารละลายที่เป็นกรด

11.3.2 benzamide ในสารละลายที่เป็นด่าง

11.3.3 propanoyl chloride

11.3.4 acetic anhydride

11.3.5 โซเดียมเบนโซเอต

11.4 จงเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาระหว่างกรดเบนโซอิกและสารประกอบต่อไปนี้

11.4.1 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์

11.4.2 โซเดียมคาร์บอเนต

11.4.3 แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

11.4.4 $PCl_5$

11.4.5 เอทานอลในสารละลายที่เป็นกรด

11.5 จงเขียนสมการเคมีแสดงการเตรียมสารประกอบต่อไปนี้จากกรดเบนโซอิก

11.5.1 โซเดียมเบนโซเอต

11.5.2 benzoyl chloride

11.5.3 benzamide

11.5.4 *n*-propyl benzoate

11.5.5 benzyl alcohol

11.6 จงเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาระหว่าง *n*-butyryl chloride กับสารประกอบต่อไปนี้

11.6.1 น้ำ

11.6.2 isopropyl alcohol

11.6.3 *p*-nitrophenol

11.6.4 แอมโมเนีย

11.6.5 $CH_3NH_2$

11.7 มีขวดอยู่สามใบซึ่งบรรจุสารต่อไปนี้ตามลำดับ acetaldehyde กรดอะซีติก และแอซีโตน ถ้าขวดทั้งสามนี้ไม่มีชื่อกำกับไว้ที่ขวด จะทราบได้อย่างไรว่าขวดใบไหนบรรจุสารอะไร?

11.8 ในการเตรียมหรือทดลองด้วยกรดเฮไลด์ ทำไมจึงต้องใช้ภาชนะที่แห้ง ?

# แบบรายงานการทดลองบทที่ 11
# กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

ผู้เขียนรายงาน.................................................................................รหัส ....................................................
ผู้ร่วมงาน........................................................................................รหัส ....................................................
วันที่ทำการทดลอง...............................................................................กลุ่ม....................................................

---

**กรดคาร์บอกซิลิก**

**การทดลองที่ 1 ความสามารถในการละลาย**

| สารประกอบ | น้ำ | กระดาษลิตมัส | อีเทอร์ | เอทานอล |
|---|---|---|---|---|
| กรดอะซีติก | .................... | .................... | .................... | .................... |
| กรดเบนโซอิก | .................... | .................... | .................... | .................... |
| กรดออกซาลิก | .................... | .................... | .................... | .................... |

**หมายเหตุ** ถ้าไม่มีอีเทอร์ใช้เมทิลีนคลอไรด์ (ไดคลอโรมีเทน) แทน

**การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยากับเบส**

| สารประกอบ | 5% NaOH | 5% $NaHCO_3$ |
|---|---|---|
| กรดอะซีติก | ........................................ | ........................................ |
| กรดเบนโซอิก | ........................................ | ........................................ |
| กรดออกซาลิก | ........................................ | ........................................ |

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

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

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

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

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

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

## การทดลองที่ 3 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

| สารประกอบ | $KMnO_4$ | สารละลายทอลเลนส์ |
|---|---|---|
| กรดฟอร์มิก | .................................... | .................................... |
| กรดอะซีติก | .................................... | .................................... |
| กรดเบนโซอิก | .................................... | .................................... |
| กรดออกซาลิก | .................................... | .................................... |

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

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

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

## อนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

## การทดลองที่ 4 การเตรียมเอสเทอร์จากกรดเฮไลด์

ผลการทดลอง.......................................................................................................................................

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

## การทดลองที่ 5 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของโซเดียมอะซิเตต

ผลการทดลอง..................................................................................................................................

สมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

## การทดลองที่ 6 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของกรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์

| สารประกอบ | น้ำ | เงินไนเตรต |
|---|---|---|
| benzoyl chloride | .................................... | .................................... |
| succinic anhydride | .................................... | .................................... |

## สมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

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

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

## การทดลองที่ 7 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเอไมด์

| สารประกอบ | โซเดียมไฮดรอกไซด์ | กรดซัลฟิวริก |
|---|---|---|
| acetamide | กลิ่น...............<br>ลิตมัส.............. | กลิ่น..............<br>ลิตมัส............. |

สมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

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

## การทดลองที่ 8 การทดสอบกรดเฮไลด์และกรดแอนไฮไดรด์

| สารประกอบ | ผลการทดลอง |
|---|---|
| benzoyl chloride | ........................................................ |
| succinic anhydride | ........................................................ |

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

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

**ตอบคำถาม**

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

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

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