

## บทที่ 10 อัลดีไฮด์และคีโตน

### 10.1 ความหมาย

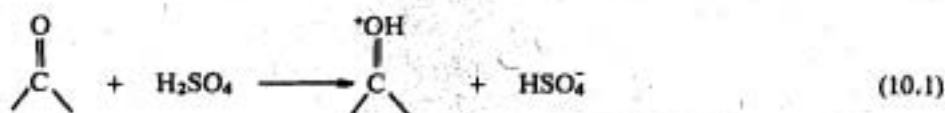
อัลดีไฮด์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรทั่วไปคือ  $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$  เมื่อ R คือ หมู่อัลคิล หรือหมู่เอริลหรืออะตอมของไฮโดรเจน คีโตนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรทั่วไปคือ

$R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-R'$  เมื่อ R และ R' คือหมู่อัลคิลหรือหมู่เอริล ทั้งอัลดีไฮด์และคีโตนมีหมู่คาร์บอนิล

(carbonyl group,  $\overset{\text{O}}{\parallel}{C}$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล จึงมักเรียกอัลดีไฮด์และคีโตนรวมกันว่าสารประกอบคาร์บอนิล

### 10.2 สมบัติทางกายภาพ

**10.2.1 ความสามารถในการละลาย** สารประกอบคาร์บอนิลมีอะตอมของออกซิเจนซึ่งสามารถให้อะตอมของไฮโดรเจนมาเกาะได้ (hydrogen acceptor) จึงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับตัวทำละลายที่มีหมู่ไฮดรอกซิล เช่น น้ำและแอลกอฮอล์ได้ ดังนั้นอัลดีไฮด์และคีโตนจึงละลายได้ในน้ำแต่ต้องมีจำนวนคาร์บอนไม่เกิน 5 อะตอม ตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ สามารถละลายอัลดีไฮด์และคีโตนได้ดี นอกจากนี้อัลดีไฮด์และคีโตนละลายได้ในกรดซัลฟิวริกเข้มข้นได้เช่นเดียวกับสารประกอบอื่น ๆ ที่มีอะตอมของออกซิเจนเพราะเกิดเป็น oxonium ion ได้ ดังสมการ 10.1



## การทดลองที่ 1 ความสามารถในการละลาย

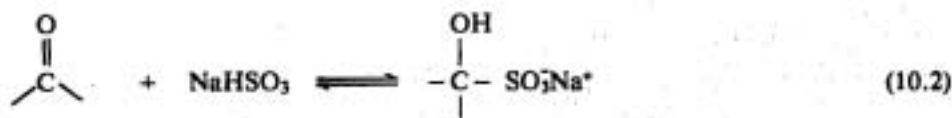
**วิธีทำ** นำหลอดทดลองมา 5 หลอด ใส่น้ำลงในหลอดทดลองทุกหลอด ๆ ละ 1 มล. หยดสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 2 หยด หรือ 10 มก. : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde, benzophenone และ benzoin เขย่า สังเกตการละลาย บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้เอเทอร์และกรดซัลฟิวริกเข้มข้นแทนน้ำตามลำดับ

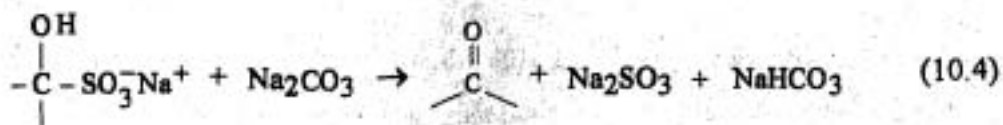
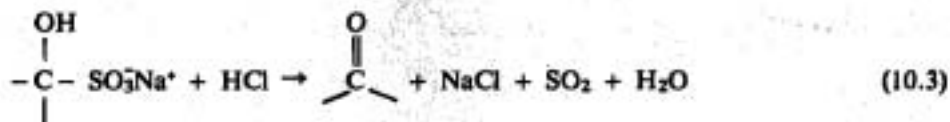
## 10.3 สมบัติทางเคมี

**10.3.1 ปฏิริยาการเพิ่ม** หมู่คาร์บอนิลประกอบด้วยพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนและอะตอมของออกซิเจน โครงสร้างที่หมู่คาร์บอนิลมีลักษณะแบน จึงไม่เป็นการเกาะกะต่อโมเลกุลอื่นที่จะเข้ามาเกาะทางด้านบนหรือด้านล่างของระนาบของหมู่คาร์บอนิล เนื่องจากออกซิเจนมีความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนมากกว่าคาร์บอน พายอิเล็กตรอนจึงถูกดึงเข้าหาอะตอมของออกซิเจน ทำให้อะตอมของออกซิเจนในหมู่คาร์บอนิลมีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนมากกว่าอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลเดียวกัน ดังนั้นอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลจะเป็นประจุบวกมากกว่า จึงเป็นที่ต้องการของนิวคลีโอไฟล์ (nucleophile) ซึ่งเป็นอะตอมหรือหมู่อะตอมที่มีประจุลบ ดังนั้นอัลดีไฮด์และคีโตนจะมีปฏิริยาเฉพาะตัวอย่างหนึ่งคือปฏิริยาการเพิ่ม

**10.3.1.1 ปฏิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์** สารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไบซัลไฟต์ ทำปฏิริยาการเพิ่มในอัลดีไฮด์ได้ดีที่สุด และทำปฏิริยากับคีโตนบางชนิดคืออะลิเฟติกเมทิลคีโตน (aliphatic methyl ketone,  $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ) และ cyclic ketone ที่มีจำนวนคาร์บอนไม่เกิน 8 อะตอมได้ด้วย สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิริยาการเพิ่มคือเกลือโซเดียมของ  $\alpha$ -hydroxy alkyl sulfonate ซึ่งเป็นตะกอนสีขาว คีโตนที่มีหมู่อะตอมขนาดใหญ่จะไม่ทำปฏิริยากับไบซัลไฟต์ เพราะความเกาะกะของหมู่อะตอม



เนื่องจากปฏิกิริยานี้ผันกลับได้ (reversible) การใส่ไบซัลไฟต์ที่มากเกินไปจะช่วยผลักดันภาวะสมดุลไปทางขวาของปฏิกิริยาซึ่งจะทำให้ผลผลิตของสารผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นได้ สารผลิตภัณฑ์จะถูกเปลี่ยนกลับคืนเป็นอัลดีไฮด์หรือคีโตนได้โดยการเติมกรดหรือเบส ดังสมการ 10.3 และ 10.4



ปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์มีประโยชน์ใช้แยกอัลดีไฮด์ แอลดีแพติกเมทิลคีโตนหรือไซคลิกคีโตนออกจากสารผสม อัลดีไฮด์และคีโตนที่แยกออกมาเป็นตะกอนจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นอัลดีไฮด์และคีโตนดั้งเดิมโดยการใส่กรดหรือเบส

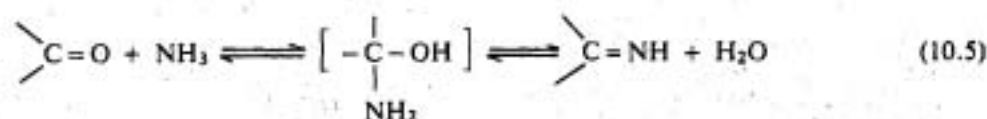
## การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์

**วิธีทำ** ใส่สารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไบซัลไฟต์จำนวน 4 มล. ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 มล. แช่ขวดในน้ำผสมน้ำแข็ง เติม benzaldehyde ที่ละลายพร้อมทั้งเขย่าตลอดเวลาจนครบ 1 มล. ปิดขวดด้วยจุกคอร์ก เขย่าต่อไปอีก 5 นาที เติมเอทานอล 10 มล. เพื่อช่วยในการตกผลึก กรองผลึกที่ได้โดยวิธีกรองสุต ต้างผลึกด้วยเอทานอลที่แช่เย็นจำนวนเล็กน้อย ปล่อยให้ผลึกแห้งที่อุณหภูมิห้อง

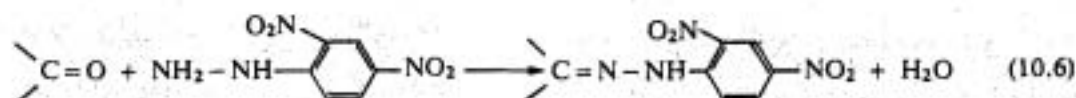
แบ่งตะกอนออกเป็นสองส่วน แยกใส่ในหลอดทดลองสองหลอด หลอดหนึ่งใส่กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 10% จำนวน 5 มล. อีกหลอดหนึ่งใส่สารละลายของโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 10% จำนวน 5 มล. อุณหภูมิหลอดทั้งสองในเครื่องอ่างน้ำ (50 °ซ) สังเกตกลิ่นและการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ไซโคลเฮกซาโนนแทน benzaldehyde

10.3.1.2 ปฏิกริยากับแอมโมเนียและอนุพันธ์ของแอมโมเนีย อิเล็กตรอนคู่อิสระที่อะตอมของไนโตรเจนในโมเลกุลของแอมโมเนียทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์เข้าเกาะที่อะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลเกิดเป็นสารประกอบประเภท carbinolamine ซึ่งไม่เสถียร และจะเกิดการขจัดน้ำออกได้สารประกอบประเภท imine ที่เสถียรดังสมการ 10.5



ถ้าใช้อนุพันธ์ของแอมโมเนียคือ 2,4-dinitrophenylhydrazine แทนแอมโมเนีย สารผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือสารประกอบประเภท 2,4-dinitrophenylhydrazone ดังสมการ 10.6



ถ้าอัลดีไฮด์หรือคีโตนมีหมู่อะตอมที่ไม่สามารถเกิด conjugation กับหมู่คาร์บอนิลได้ ตะกอนจะมีสีเหลือง ถ้าอัลดีไฮด์หรือคีโตนมีหมู่อะตอมที่สามารถเกิด conjugation กับหมู่คาร์บอนิลได้มากขึ้น ตะกอนจะมีสีออกแดงมากขึ้นด้วย

ปฏิกริยากับอนุพันธ์ของแอมโมเนียมีประโยชน์ใช้ทดสอบว่ามีสารประกอบคาร์บอนิลหรือไม่ การเกิดของปฏิกริยานี้สังเกตได้โดยมีตะกอนสีเหลืองหรือสีแดงของสารผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น นอกจากนี้จุดหลอมเหลวของสารผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้สามารถใช้พิสูจน์เอกลักษณ์ของอัลดีไฮด์หรือคีโตนได้ด้วย

### การทดลองที่ 8 ปฏิกริยากับอนุพันธ์ของแอมโมเนีย

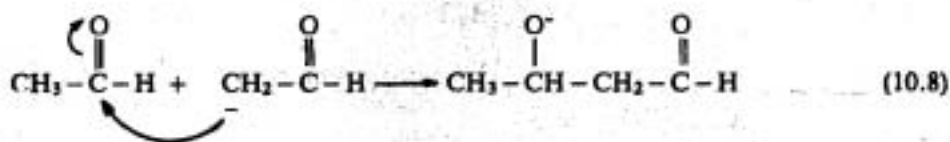
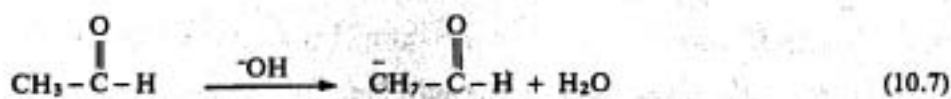
วิธีทำ ใส่สารละลายของ 2,4-dinitrophenylhydrazine ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 3 มล.

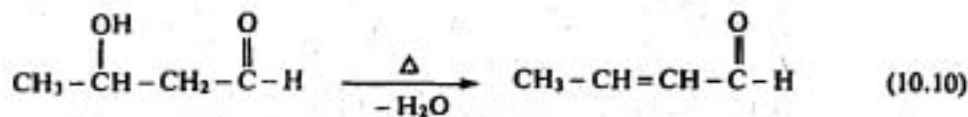
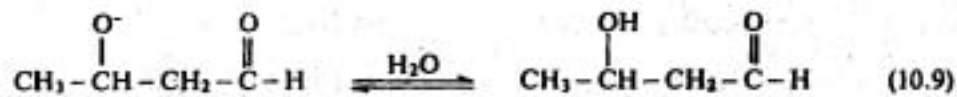
หยดสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๗ ละหนึ่งอย่าง ๗ ละ 5 หยด : แอซีโตน butyraldehyde benzaldehyde และไซโคลเฮกซาโนน ปิดหลอดทดลองด้วยจุกคอร์ก เขย่าแรง ๗ ประมาณ 1-2 นาที สังเกตว่ามีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีตะกอน ตะกอนมีสีอะไร บันทึกผลการทดลอง

10.8.1.3 ปฏิกิริยาควบนั่นแบบอัลดอล ในสารละลายของกรดเจือจางหรือเบสเจือจาง อัลดีไฮด์สองโมเลกุล หรือคีโตนสองโมเลกุล หรืออัลดีไฮด์กับคีโตนสามารถทำปฏิกิริยาต่อกันเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ประเภท  $\beta$ -hydroxyaldehyde หรือ  $\beta$ -hydroxyketone ได้ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า ปฏิกิริยาควบนั่นแบบอัลดอล (aldol condensation) ถ้าปฏิกิริยาเกิดจากอัลดีไฮด์สองโมเลกุลที่เหมือนกัน หรือเกิดจากคีโตนสองโมเลกุลที่เหมือนกัน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า self aldol condensation ถ้าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสารประกอบคาร์บอนิลที่แตกต่างกัน มีชื่อเรียกว่า crossed aldol condensation

อัลดีไฮด์หรือคีโตนตัวใดตัวหนึ่งในปฏิกิริยาควบนั่นแบบอัลดอลจะต้องมีอะตอมของไฮโดรเจนอยู่ที่ตำแหน่งแอลฟาของหมู่คาร์บอนิล ( $\alpha$ -hydrogen) จึงจะเกิดปฏิกิริยาควบนั่นแบบอัลดอลได้ สารประกอบคาร์บอนิลที่ไม่มีไฮโดรเจนที่ตำแหน่งแอลฟาของหมู่คาร์บอนิลจะไม่เกิดปฏิกิริยา ได้แก่สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้  $ArCHO$   $HCHO$   $(CH_3)_3CCHO$   $ArCOAr$  และ  $ArCOCR_3$

กลไกของปฏิกิริยาควบนั่นแบบอัลดอลมีหลายขั้นตอน จะใช้ acetaldehyde เป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้





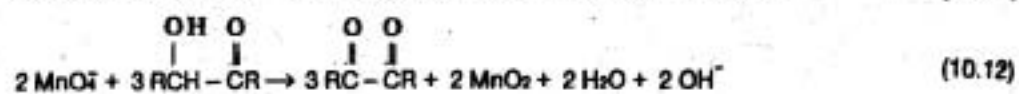
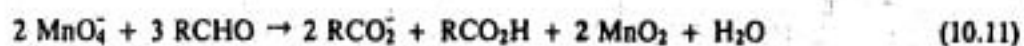
ขั้นแรกเบสจะดึงอะตอมของไฮโดรเจนที่ตำแหน่งแอลฟาของคาร์บอนิล ทำให้ acetaldehyde กลายเป็นแอนไอออนที่มีชื่อว่า enolate anion ซึ่งต่อไปจะเข้าไปเกาะกับอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลเกิดเป็นสารประกอบประเภทอัลคอกไซด์ อัลคอกไซด์จะดึงอะตอมของไฮโดรเจนจากน้ำ ทำให้อัลคอกไซด์กลายเป็น  $\beta$ -hydroxyaldehyde ซึ่งเมื่อได้รับความร้อน จะขจัดโมเลกุลของน้ำออก ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์ประเภท  $\alpha,\beta$ -unsaturated aldehyde

#### การทดลองที่ 4 ปฏิริยาควบแน่นแบบอัลคอลล

วิธีทำ ใส่ acetaldehyde 4 หยด ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5% ลงในหลอดทดลองจำนวน 1 มล. เขย่า ตมกลิ่น (โดยใช้มือโบกเข้าหาจมูก) ซึ่งจะเป็นกลิ่นของ acetaldehyde ที่เกินพอกจากปฏิริยา นำหลอดทดลองไปอุ่นในเครื่องอังน้ำเป็นเวลา 3 นาที ตมกลิ่น (โดยใช้มือโบกเข้าหาจมูก) อย่างระมัดระวัง ซึ่งจะเป็นกลิ่นฉุนของสารผลิตภัณฑ์ crotonaldehyde

#### 10.3.2 ปฏิริยาออกซิเดชัน

10.3.2.1 ปฏิริยากับเปอร์แมงกานेट อัลดีไฮด์ที่เป็นสารประกอบอิ่มตัวหรือเป็นอะโรมาติก และ  $\alpha$ -hydroxy ketone สามารถพอกจางสีโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेटที่เป็นสารละลายเจือจางและเป็นกลางได้ อัลดีไฮด์จะถูกออกซิไดส์กลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิกดังสมการ 10.11 และ  $\alpha$ -hydroxy ketone จะถูกออกซิไดส์เป็น  $\alpha$ -diketone ดังสมการ 10.12 ส่วนคีโตนไม่ถูกออกซิไดส์



## การทดลองที่ 5 ปฏิกริยากับเปอร์แมงกาเนต

วิธีทำ ใส่สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มีความเข้มข้น 0.5% ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 3 หยด เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด ถ้าเป็นของแข็งใช้ 50 มก. ละลายในเอซีโตน 5-6 หยด แล้วใช้สารละลายนี้ทั้งหมดในการทดสอบ : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ benzoin เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

10.3.2.2 ปฏิกริยากับสารละลายทอลเลนซ์ สารละลายทอลเลนซ์ (Tollens' reagent,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ ) เป็นสารละลายของไอออนเชิงซ้อนของเงินและแอมโมเนียในเบส สารละลายทอลเลนซ์เป็นตัวออกซิไดส์ที่อ่อนและออกซิไดส์อัลดีไฮด์ และ  $\alpha$ -hydroxy ketone ได้ อัลดีไฮด์ถูกออกซิไดส์เป็นกรดคาร์บอกซิลิกและขณะเดียวกันไอออนของเงินจะถูกรีดิวซ์กลายเป็นโลหะเงินตามอยู่ด้านในหลอดทดลองที่สะอาด ทำให้หลอดทดลองเป็นมันวาวคล้ายกระจก ปฏิกริยานี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า silver mirror test ดังสมการ 10.13 ส่วน  $\alpha$ -hydroxy ketone เมื่อถูกออกซิไดส์จะกลายเป็นสารประกอบประเภท  $\alpha$ -diketone ดังสมการ (10.14)



ปฏิกริยาออกซิเดชันด้วยสารละลายทอลเลนซ์มีประโยชน์ในการใช้ทดสอบว่ามีอัลดีไฮด์หรือไม่

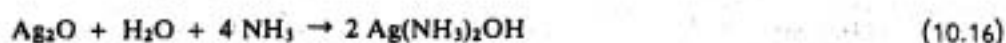
## การทดลองที่ 6 ปฏิกริยากับสารละลายทอลเลนซ์

วิธีทำ ล้างหลอดทดลอง 4 หลอดให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ และชะล้างครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่น ใส่สารละลายทอลเลนซ์หลอดละ 2 มล. เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละ 3 หยด (ถ้าเป็นของแข็งใช้ 50 มก. ละลายในเอทานอล 5-6 หยด) : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ benzoin เขย่า ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าหลอดใดไม่เกิดปฏิกริยาให้นำไปอุ่นในเครื่องอังน้ำ (50°C) ประมาณ 5 นาที

เมื่อเสร็จการทดลองนี้แล้ว ทำลายสารละลายในหลอดทดลองและสารละลายทอลเลนซ์

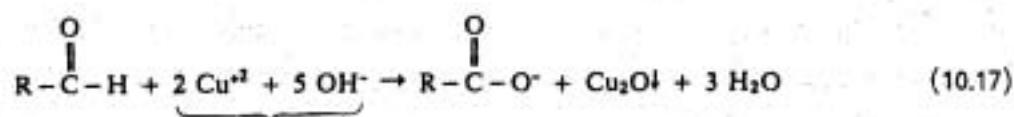
ที่เหลืองด้วยกรดไนตริกเจือจาง อย่าเก็บสารละลายทอลเลนส์ไว้ เพราะสารละลายทอลเลนส์ จะเกิดการสลายตัวให้ตะกอนที่ระบเปิดได้

**หมายเหตุ** สารละลายทอลเลนส์เก็บไว้นานไม่ได้ จึงต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ต้องการใช้ มีวิธีเตรียมดังนี้ ล้างหลอดทดลองให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ และชะล้างครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่น ใส่สารละลายเงินไนเตรตที่มีความเข้มข้น 5% จำนวน 2 มล. ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5% จำนวนสองหยดพร้อมทั้งเขย่า จะเกิดตะกอนของเงินออกไซด์ขึ้นดังสมการ 10.15 เติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2% ทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าให้เข้ากัน จนกระทั่งตะกอนเริ่มละลาย จะได้สารละลายทอลเลนส์ดังสมการ 10.16 (อย่าเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์มากเกินไป)



**10.8.2.3 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง** สารละลายเฟห์ลิง (Fehling's solution) เป็นไอออนเชิงซ้อนของ  $\text{Cu}(\text{II})$ tartrate ในเบส สารละลายนี้เก็บไว้นานจะสลายตัว ต้องเตรียมแยกไว้เป็นสารละลายสองชนิดคือ สารละลาย ก (สารละลายของทองแดงซัลเฟตในน้ำ) และสารละลาย ข (สารละลายของ sodium potassium tartrate ในโซเดียมไฮดรอกไซด์) เมื่อต้องการใช้ทดสอบจึงจะผสมสารละลาย ก และสารละลาย ข อย่างละเท่า ๆ กัน

อะดิเพดิกอัลดีไฮด์และ  $\alpha$ -hydroxy ketone จะรีดิวซ์  $\text{Cu}(\text{II})$  ซึ่งมีสีน้ำเงินเขียวเป็นทองแดง (I) ออกไซด์ซึ่งเป็นตะกอนสีน้ำตาลแดง ดังสมการ 10.17 และ 10.18 ตามลำดับ



สารละลายเฟห์ลิง  
หรือ สารละลายเบนเนดิกต์





พวกอะโรเมติกอัลดีไฮด์และพวกคีโตนจะไม่ให้ตะกอนสีน้ำตาลแดงของทองแดง (I) ออกไซด์

ดังนั้นสารละลายเฟห์ลิงจึงมีประโยชน์ใช้ทดสอบสารที่เป็นอะลิเฟติกอัลดีไฮด์หรือ  $\alpha$ -hydroxy ketone ได้

### การทดลองที่ 7 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง

วิธีทำ ใส่สารละลายเฟห์ลิงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 4 มล. เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด ถ้าเป็นของแข็งใช้ 50 มก. ละลายในเอทานอล 5-6 หยด : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ benzoin เขย่า อยู่ในเครื่องอังน้ำ (100 °ซ) ประมาณ 10-15 นาที - สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ การเตรียมสารละลายเฟห์ลิง

สารละลาย ก. เตรียมได้โดยชั่งผลึกทองแดงซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) หนัก 34.64 กรัม ละลายในน้ำ 350-400 มล. คนจนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนได้สารละลายครบ 500 มล.

สารละลาย ข. เตรียมได้โดยชั่ง sodium potassium tartrate (Rochelle salt) หนัก 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 65 กรัม ละลายในน้ำ 350 มล. คนจนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนได้สารละลายครบ 500 มล.

ผสมสารละลาย ก. และสารละลาย ข. ในปริมาตรเท่า ๆ กันจะได้สารละลายเฟห์ลิง

10.3.2.4 ปฏิกริยากับสารละลายเบนเนดิกต์ สารละลายเบนเนดิกต์ (Benedict's solution) เป็นไอออนเชิงซ้อนของ  $\text{Cu(II)citrate}$  ในเบสซึ่งเตรียมได้โดยการผสมสารละลาย ก. (สารละลายของทองแดงซัลเฟตในน้ำ) และสารละลาย ข. (สารละลายของ sodium citrate และ sodium carbonate ในน้ำ)

อะลิเฟติกอัลดีไฮด์และ  $\alpha$ -hydroxy ketone จะรีดิวซ์ทองแดง (II) ซึ่งมีสีน้ำเงินเขียวเป็นทองแดง (I) ออกไซด์ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง อะลิเฟติกอัลดีไฮด์จะถูกออกซิไดส์เป็นกรดคาร์บอกซิลิก ซึ่งจะกลายเป็นเกลือของโลหะคาร์บอกซิเลตในสารละลายของเบสดังสมการ 10.17 อะโรเมติกอัลดีไฮด์และคีโตนจะไม่ให้ตะกอนสีน้ำตาลแดง ดังนั้นสารละลายเบนเนดิกต์จึงใช้ทดสอบอะลิเฟติกอัลดีไฮด์และ  $\alpha$ -hydroxy ketone ได้เช่นเดียวกับสารละลายเฟห์ลิง แต่สารละลายเบนเนดิกต์ใช้ทดสอบได้สะดวกกว่าสารละลายเฟห์ลิงเพราะเก็บไว้ได้นานและมีความเป็นด่างน้อยกว่า

### การทดลองที่ 8 ปฏิกริยากับสารละลายเบนเนดิกต์

วิธีทำ ใส่สารละลายเบนเนดิกต์ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 4 มล. เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด ถ้าเป็นของแข็งใช้ 50 มก. ละลายในเอทานอล 5-6 หยด แล้วใช้สารละลายนี้ทั้งหมดในการทดสอบ : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ benzoin เขย่า อยู่ในเครื่องอังน้ำ (100 °ซ) ประมาณ 10-15 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

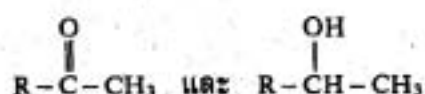
หมายเหตุ การเตรียมสารละลายเบนเนดิกต์

สารละลาย ก. ชั่งผลึกทองแดงซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) หนัก 17.3 กรัม ละลายในน้ำ 100 มล. คนจนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนได้สารละลาย 150 มล.

สารละลาย ข. ชั่ง sodium citrate หนัก 173 กรัม และชั่ง anhydrous sodium carbonate หนัก 100 กรัม ละลายในน้ำ 600 มล. คนจนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนได้สารละลาย 850 มล.

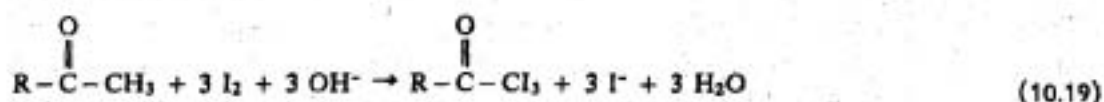
เทสารละลาย ก. ลงในสารละลาย ข. คนให้เข้ากันจะได้สารละลายเบนเนดิกต์

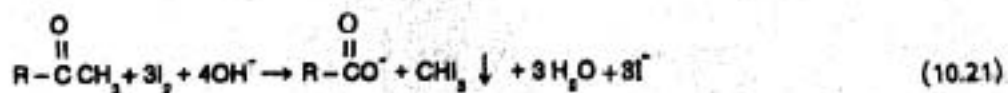
10.3.2.5 ปฏิกริยาการเกิดไอโอดิฟอร์ม ปฏิกริยาการเกิดไอโอดิฟอร์มใช้ทดสอบสารที่มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้



แอลกอฮอล์ที่มีสูตรโครงสร้างข้างต้นเกิดไอโอดิฟอร์มได้เพราะถูกออกซิไดส์ให้เมทิลคีโตน (methyl ketone) ก่อนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 9 หัวข้อ 9.3.4.2

เมทิลคีโตนถูกออกซิไดส์โดยไอโอดีนในสารละลายของโลหะไฮดรอกไซด์ให้ไอโอดิฟอร์มซึ่งเป็นตะกอนสีเหลืองและกรดคาร์บอกซิลิกซึ่งจะกลายเป็นเกลือของโลหะคาร์บอกซิเลตในสารละลายของเบส ดังสมการ 10.19 และ 10.20 ตามลำดับ เมื่อรวมสมการ 10.19 และ 10.20 จะได้สมการ 10.21

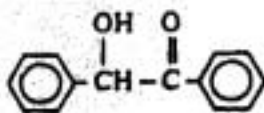




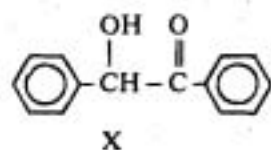
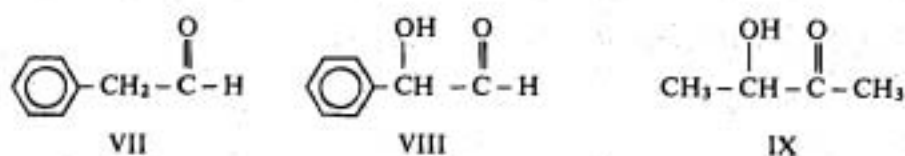
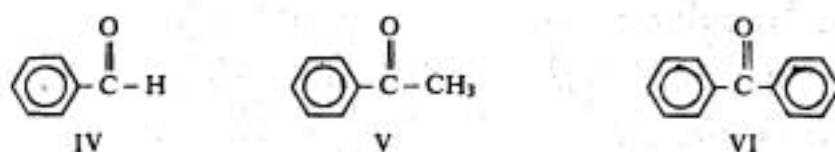
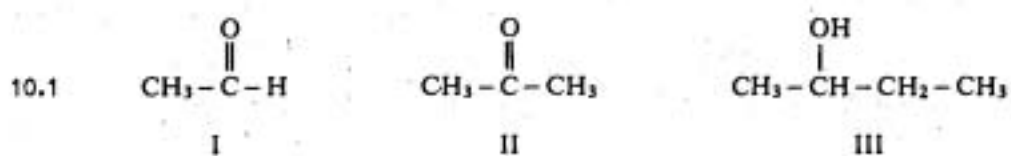
### การทดลองที่ 9 ปฏิริยาการเกิดไอโอโดฟอร์ม

วิธีทำ ใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 10% ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 2 มล. เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด : acetaldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ 2-pentanone ค่อย ๆ เติมสารละลายของไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มีความเข้มข้น 10% ลงในหลอดทดลองทุกหลอดทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าจนกระทั่งสีของไอโอดีนไม่จางหายไปเป็นเวลาอย่างน้อย 2 นาที จะเกิดตะกอนสีเหลืองของไอโอโดฟอร์ม สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ benzoin มีสูตร



## คำถามบทที่ 10



10.1.1 สารประกอบใดบ้างตั้งกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายทอลูอีน?

10.1.2 สารประกอบใดบ้างตั้งกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเฟห์ลิง?

10.1.3 สารประกอบใดบ้างตั้งกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์?

10.1.4 สารประกอบใดบ้างตั้งกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยาไอโอโดฟอร์ม?

10.1.5 สารประกอบใดบ้างตั้งกล่าวข้างต้นที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยา self aldol condensation?

10.2 จงบอกชื่อสารเคมีและการสังเกตเพื่อบอกความแตกต่างของสารประกอบแต่ละคู่ต่อไปนี้

10.2.1 2-butanol และ 2-butanone

10.2.2 acetaldehyde และ แอซีโตน

10.2.3 benzophenone และ propionaldehyde

10.2.4 2-pentanone และ 3-pentanone

10.2.5 benzaldehyde และ formaldehyde

10.3 จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาต่อไปนี้

10.3.1 1-butanol + 2,4-dinitrophenylhydrazine

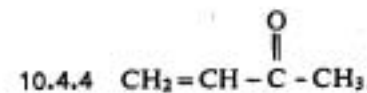
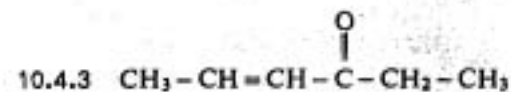
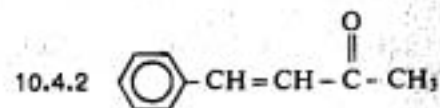
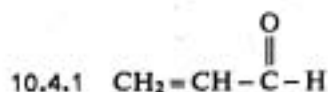
10.3.2 acetophenone +  $I_2 + OH^-$

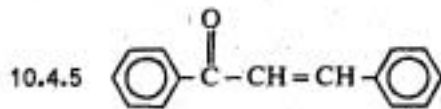
10.3.3 acetaldehyde +  $NaHSO_3$

10.3.4 benzaldehyde +  $Ag(NH_3)_2^+ OH^-$

10.3.5 propionaldehyde + สารละลายเบนเนดิกต์

10.4 จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารตั้งต้นเพื่อใช้เตรียมสารผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้





- 10.5 จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่าง acetaldehyde กับสารประกอบต่อไปนี้
- 10.5.1 แอมโมเนีย
  - 10.5.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์
  - 10.5.3 โซเดียมโบรไมด์
  - 10.5.4 2,4-dinitrophenylhydrazine
  - 10.5.5 ไอโอดีนในโซเดียมไฮดรอกไซด์
- 10.6 จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างแอซิโตนกับสารประกอบต่อไปนี้
- 10.6.1 โซเดียมโบรไมด์
  - 10.6.2 2,4-dinitrophenylhydrazine
  - 10.6.3 ไอโอดีนในโซเดียมไฮดรอกไซด์
  - 10.6.4  $\text{NH}_2\text{OH}$
  - 10.6.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์
- 10.7 สาร ก. มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  ให้ตะกอนสีส้มในสารละลายของ 2,4-dinitrophenylhydrazine และให้ตะกอนสีเหลืองจากปฏิกิริยาไอโอโดฟอร์ม แต่ไม่แสดงปฏิกิริยาในสารละลายเฟห์ลิง จงเขียนสูตรโครงสร้างของสาร ก. และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น
- 10.8 สาร ข. มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  ไม่แสดงปฏิกิริยาในสารละลายเฟห์ลิง แต่ทำปฏิกิริยากับ 2,4-dinitrophenylhydrazine ให้ตะกอนสีส้มของ 2,4-dinitrophenylhydrazone ทำปฏิกิริยาไอโอโดฟอร์มให้ตะกอนสีเหลือง และสามารถเปลี่ยนเป็น *n*-pentane ได้เมื่อทำปฏิกิริยา Clemmensen reduction จงเขียนสูตรโครงสร้างของสาร ข. และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

# แบบรายงานการทดลองบทที่ 10

## อัลดีไฮด์และคีโตน

ผู้เขียนรายงาน..... รหัส.....

ผู้ร่วมงาน..... รหัส.....

วันที่ทำการทดลอง..... กลุ่ม.....

### การทดลองที่ 1 ความสามารถในการละลาย

สารประกอบ	น้ำ	อีเทอร์	กรดซัลฟิวริก
butyraldehyde	.....	.....	.....
แอซีโตน	.....	.....	.....
benzaldehyde	.....	.....	.....
benzophenone	.....	.....	.....
benzoin	.....	.....	.....

หมายเหตุ ถ้าไม่มีอีเทอร์ ใช้เมทิลีนคลอไรด์ (ไดคลอโรมีเทน) แทน

### การทดลองที่ 2 ปฏิกริยากับไฮเดียมโบซัลไฟต์

สารประกอบ	NaHSO <sub>3</sub> อิ่มตัว		
	การเปลี่ยนแปลง	10% HCl	10% NaHCO <sub>3</sub>
benzaldehyde	.....	.....	.....
ไซโคลเฮกซานอน	.....	.....	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....  
 .....

### การทดลองที่ 3 ปฏิกริยากับอนุพันธ์ของแอมโมเนีย

สารประกอบ	2,4-dinitrophenylhydrazine
แอซีโตน	.....
butyraldehyde	.....
benzaldehyde	.....
ไซโคลเฮกซานอน	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

### การทดลองที่ 4 ปฏิกริยาควมแน่นแบบอัลคอด

ผลการทดลอง.....

สมการเคมีแสดงกลไกของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....



**การทดลองที่ ๕ ปฏิกริยากับเปอร์แมงกาเนต**

สารประกอบ	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
butyraldehyde	.....
แอซีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

**การทดลองที่ ๖ ปฏิกริยากับสารละลายทอลเดนส์**

สารประกอบ	สารละลายทอลเดนส์
butyraldehyde	.....
แอซีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

**การทดลองที่ 7 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง**

สารประกอบ	สารละลายเฟห์ลิง
butyraldehyde	.....
แอซีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

**การทดลองที่ 8 ปฏิกริยากับสารละลายเบนเนดิกต์**

สารประกอบ	สารละลายเบนเนดิกต์
butyraldehyde	.....
แอซีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

## การทดลองที่ ๑ ปฏิริยาการเกิดไอโอดฟอร์ม

สารประกอบ	สารละลายไอโอดีนในโซเดียมไฮดรอกไซด์
acetaldehyde	.....
แอซีโตน	.....
benzaldehyde	.....
2-pentanone	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

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

ตอบคำถาม

.....  
.....