

# บทที่ 10

## อัลดีไฮด์และคีโตน

### 10.1 ความหมาย

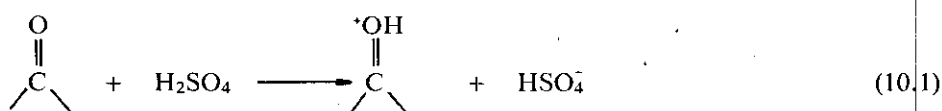
อัลดีไฮด์เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรทั่วไปคือ  $R-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-H$  เมื่อ R คือ หมู่อัลคิล หรือหมู่เอริลหรืออะตอมของไฮโดรเจน คีโตนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรทั่วไปคือ

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

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

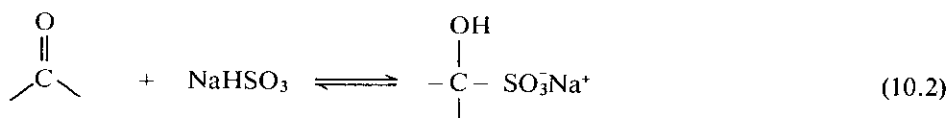
**วิธีทำ** นำหลอดทดลองมา 5 หลอด ใส่น้ำลงในหลอดทดลองทุกหลอด ๆ ละ 1 มล. หยดสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 2 หยด หรือ 10 มก. : butyraldehyde แอซีโตน benzaldehyde, benzophenone และ benzoin เขย่า สังเกตการละลาย บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้เอเทอร์และกรดซัลฟิวริกเข้มข้นแทนน้ำตามลำดับ

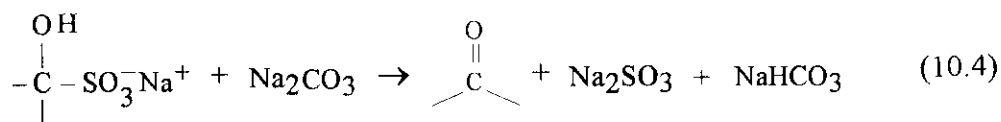
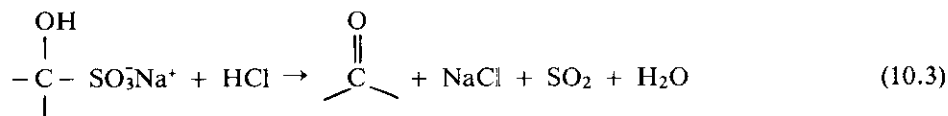
## 10.3 สมบัติทางเคมี

**10.3.1 ปฏิกิริยาการเพิ่ม** หมู่คาร์บอนิลประกอบด้วยพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนและอะตอมของออกซิเจน โครงสร้างที่หมู่คาร์บอนิลมีลักษณะแบน จึงไม่เป็นการเกาะก่ต่อโมเลกุลอื่นที่จะเข้ามาเกาะทางด้านบนหรือด้านล่างของระนาบของหมู่คาร์บอนิล เนื่องจากออกซิเจนมีความสามารถในการดึงอิเล็กตรอนมากกว่าคาร์บอน พายอิเล็กตรอนจึงถูกดึงเข้าหาอะตอมของออกซิเจน ทำให้อะตอมของออกซิเจนในหมู่คาร์บอนิลมีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนมากกว่าอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลเดียวกัน ดังนั้นอะตอมของคาร์บอนในหมู่คาร์บอนิลจะเป็นประจุบวกมากกว่า จึงเป็นที่ต้องการของนิวคลีโอไฟล์ (nucleophile) ซึ่งเป็นอะตอมหรือหมู่อะตอมที่มีประจุลบ ดังนั้นอัลดีไฮด์และคีโตนจะมีปฏิกิริยาเฉพาะตัวอย่างหนึ่งคือปฏิกิริยาการเพิ่ม

**10.3.1.1 ปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์** สารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไบซัลไฟต์ทำปฏิกิริยาการเพิ่มในอัลดีไฮด์ได้ดีที่สุด และทำปฏิกิริยากับคีโตนบางชนิดคืออะลิเฟติกเมทิลคีโตน (aliphatic methyl ketone, R-C-CH<sub>3</sub>) และ cyclic ketone ที่มีจำนวนคาร์บอนไม่เกิน 8 อะตอมได้ด้วย สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการเพิ่มคือเกลือโซเดียมของ  $\alpha$ -hydroxy alkyl sulfonate ซึ่งเป็นตะกอนสีขาว คีโตนที่มีหมู่อะตอมขนาดใหญ่จะไม่ทำปฏิกิริยากับไบซัลไฟต์ เพราะความเกาะก่ของหมู่อะตอม



เนื่องจากปฏิกิริยานี้ผันกลับได้ (reversible) การใส่ไบซัลไฟต์ที่มากเกินไปจะช่วยผลักดันภาวะสมดุลไปทางขวาของปฏิกิริยาซึ่งจะทำให้ผลผลิตของสารผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นได้ สารผลิตภัณฑ์จะถูกเปลี่ยนกลับคืนเป็นอัลดีไฮด์หรือคีโตนได้โดยการเติมกรดหรือเบส ดังสมการ 10.3 และ 10.4



ปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์มีประโยชน์ใช้แยกอัลดีไฮด์ แอลิแพติกเมทิลคีโตนหรือไซคลิกคีโตนออกจากสารผสม อัลดีไฮด์และคีโตนที่แยกออกมาเป็นตะกอนจะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นอัลดีไฮด์และคีโตนดั้งเดิมโดยการใส่กรดหรือเบส

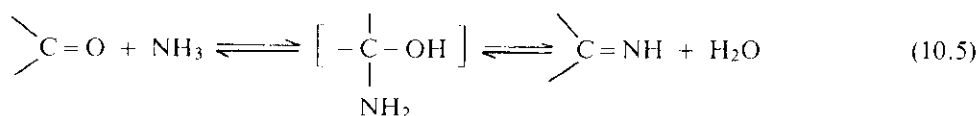
## การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยากับโซเดียมไบซัลไฟต์

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

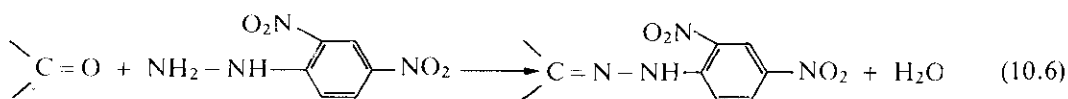
แบ่งตะกอนออกเป็นสองส่วน แยกใส่ในหลอดทดลองสองหลอด หลอดหนึ่งใส่กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 10% จำนวน 5 มล. อีกหลอดหนึ่งใส่สารละลายของโซเดียมคาร์บอเนตที่มีความเข้มข้น 10% จำนวน 5 มล. อุณหภูมิหลอดทดลองทั้งสองในเครื่องอังน้ำ (50 °ซ) สังเกตกลิ่นและการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ไซโคลเฮกซานอนแทน 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 3 ปฏิกริยากับอนุพันธ์ของแอมโมเนีย

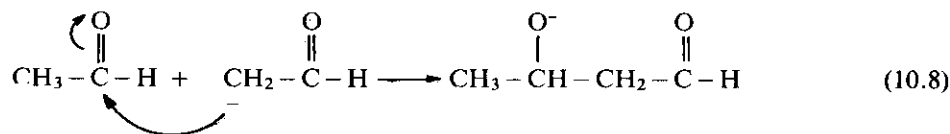
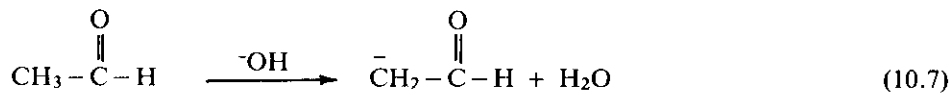
วิธีทำ ใส่สารละลายของ 2,4-dinitrophenylhydrazine ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 3 มล.

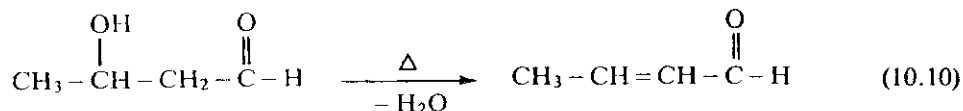
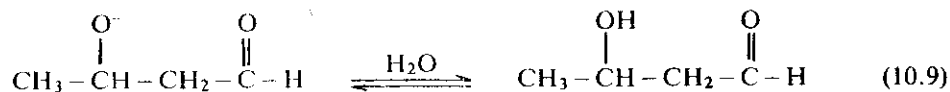
หยุดสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 5 หยด : แอซีโตน butyraldehyde benzaldehyde และไซโคลเฮกซาโนน ปิดหลอดทดลองด้วยจุกคอร์ก เขย่าแรง ๆ ประมาณ 1-2 นาที สังเกตว่ามีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีตะกอน ตะกอนมีสีอะไร บันทึกผลการทดลอง

**10.3.1.3 ปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอล** ในสารละลายของกรดเจือจางหรือเบสเจือจาง อัลดีไฮด์สองโมเลกุล หรือคีโตนสองโมเลกุล หรืออัลดีไฮด์กับคีโตนสามารถทำปฏิริยาต่อกันเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ประเภท  $\beta$ -hydroxyaldehyde หรือ  $\beta$ -hydroxyketone ได้ ปฏิริยานี้เรียกว่า ปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอล (aldol condensation) ถ้าปฏิริยาเกิดจากอัลดีไฮด์สองโมเลกุลที่เหมือนกัน หรือเกิดจากคีโตนสองโมเลกุลที่เหมือนกัน เรียกปฏิริยานี้ว่า self aldol condensation ถ้าเป็นปฏิริยาที่เกิดจากสารประกอบคาร์บอนิลที่แตกต่างกัน มีชื่อเรียกว่า crossed aldol condensation

อัลดีไฮด์หรือคีโตนตัวใดตัวหนึ่งในปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอลจะต้องมีอะตอมของไฮโดรเจนอยู่ที่ตำแหน่งแอลฟาของหมู่คาร์บอนิล ( $\alpha$ -hydrogen) จึงจะเกิดปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอลได้ สารประกอบคาร์บอนิลที่ไม่มีไฮโดรเจนที่ตำแหน่งแอลฟาของหมู่คาร์บอนิลจะไม่เกิดปฏิริยา ได้แก่สารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้  $\text{ArCHO}$   $\text{HCHO}$   $(\text{CH}_3)_3\text{CCHO}$   $\text{ArCOAr}$  และ  $\text{ArCOCR}_3$

กลไกของปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอลมีหลายขั้นตอน จะใช้ acetaldehyde เป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้





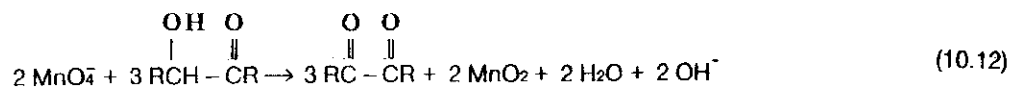
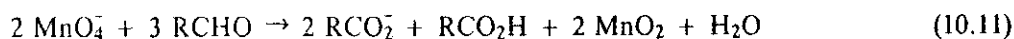
ขั้นแรกเบสจะดึงอะตอมของไฮโดรเจนที่ตำแหน่งแอลฟาของคาร์บอนิล ทำให้ acetaldehyde กลายเป็นแอนไอออนที่มีชื่อว่า enolate anion ซึ่งต่อไปจะเข้าไปเกาะกับอะตอมของคาร์บอน ในหมู่คาร์บอนิลเกิดเป็นสารประกอบประเภทอัลคอกไซด์ อัลคอกไซด์จะดึงอะตอมของ ไฮโดรเจนจากน้ำ ทำให้อัลคอกไซด์กลายเป็น  $\beta$ -hydroxyaldehyde ซึ่งเมื่อได้รับความร้อน จะขจัดโมเลกุลของน้ำออก ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์ประเภท  $\alpha,\beta$ -unsaturated aldehyde

#### การทดลองที่ 4 ปฏิริยาควบแน่นแบบอัลดอล

วิธีทำ ใส่ acetaldehyde 4 หยด ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 5% ลงในหลอดทดลองจำนวน 1 มล. เขย่า ตมกลิ่น (โดยใช้มือโบกเข้าหาจมูก) ซึ่งจะเป็นกลิ่นของ acetaldehyde ที่เกินพอจากปฏิริยา นำหลอดทดลองไปอุ่นในเครื่องอังน้ำ เป็นเวลา 3 นาที ตมกลิ่น (โดยใช้มือโบกเข้าหาจมูก) อย่างระมัดระวัง ซึ่งจะเป็นกลิ่นฉุนของสารผลิตภัณฑ์ crotonaldehyde

#### 10.3.2 ปฏิริยาออกซิเดชัน

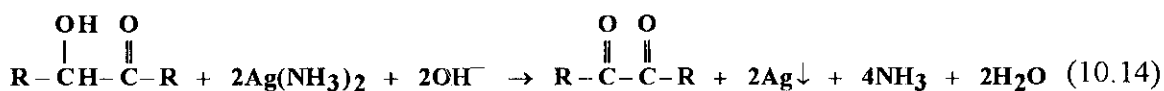
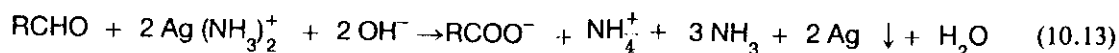
10.3.2.1 ปฏิริยากับเปอร์แมงกานेट อัลดีไฮด์ที่เป็นสารประกอบอิ่มตัวหรือเป็นอะโรมาติก และ  $\alpha$  - hydroxy ketone สามารถฟอกจางสีโพแทสเซียมเปอร์แมงกานेटที่เป็นสารละลายเจือจางและเป็นกลางได้ อัลดีไฮด์จะถูกออกซิไดส์กลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิกดังสมการ 10.11 และ  $\alpha$  - hydroxy ketone จะถูกออกซิไดส์เป็น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



## การทดลองที่ 6 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 ปฏิกริยากับสารละลายทอลเลนส์ สารละลายทอลเลนส์ (Tollens' reagent,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ \text{OH}^-$ ) เป็นสารละลายของไอออนเชิงซ้อนของเงินและแอมโมเนียในเบส สารละลายทอลเลนส์เป็นตัวออกซิไดส์ที่อ่อนและออกซิไดส์อัลดีไฮด์ และ  $\alpha$ -hydroxy ketone ได้ อัลดีไฮด์ถูกออกซิไดส์เป็นกรดคาร์บอกซิลิกและขณะเดียวกันไอออนของเงินจะถูกรีดิวซ์กลายเป็นโลหะเงินฉายอยู่ด้านในหลอดทดลองที่สะอาด ทำให้หลอดทดลองเป็นมันวาวคล้ายกระจก ปฏิกริยานี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า silver mirror test ดังสมการ 10.13 ส่วน  $\alpha$ -hydroxy ketone เมื่อถูกออกซิไดส์จะกลายเป็นสารประกอบประเภท  $\alpha$ -diketone ดังสมการ (10.14)



ปฏิกริยาออกซิเดชันด้วยสารละลายทอลเลนส์มีประโยชน์ในการใช้ทดสอบว่ามีอัลดีไฮด์หรือไม่

## การทดลองที่ 6 ปฏิกริยากับสารละลายทอลเลนส์

วิธีทำ ล้างหลอดทดลอง 4 หลอดให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ และชะล้างครั้งสุดท้ายด้วยน้ำกลั่น ใส่สารละลายทอลเลนส์หลอดละ 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 ( $50^\circ\text{C}$ ) ประมาณ 5 นาที

เมื่อเสร็จการทดลองนี้แล้ว ทำลายสารละลายในหลอดทดลองและสารละลายทอลเลนส์

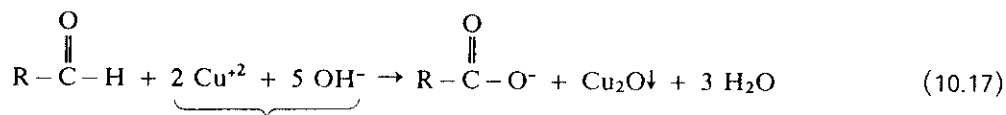
ที่เหลือน้อยกว่ากรดไนตริกเจือจาง อย่าเก็บสารละลายทอลเลนส์ไว้ เพราะสารละลายทอลเลนส์ จะเกิดการสลายตัวให้ตะกอนที่ระเบิดได้

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

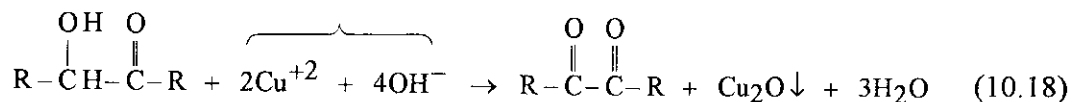


**10.3.2.3 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง** สารละลายเฟห์ลิง (Fehling's solution) เป็นไอออนเชิงซ้อนของ  $\text{Cu}(\text{II})$ tartrate ในเบส สารละลายนี้เก็บไว้นานจะสลายตัว ต้องเตรียมแยกไว้เป็นสารละลายสองชนิดคือ สารละลาย ก (สารละลายของทองแดงซัลเฟตในน้ำ) และสารละลาย ข (สารละลายของ sodium potassium tartrate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

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



หรือ สารละลายเบนเนดิกต์





พวกอะโรเมติกอัลดีไฮด์และพวกคีโตนจะไม่ให้ตะกอนสีน้ำตาลแดงของทองแดง (I) ออกไซด์

ดังนั้นสารละลายเฟห์ลิงจึงมีประโยชน์ใช้ทดสอบสารที่เป็นอะลิเฟติกอัลดีไฮด์หรือ  $\alpha$ -hydroxy ketone ได้

### การทดลองที่ 7 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง

**วิธีทำ** ใส่สารละลายเฟห์ลิงลงในหลอดทดลอง 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.** เตรียมได้โดยซึ่งผลึกทองแดงซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) หนัก 34.64 กรัม ละลายในน้ำ 350-400 มล. คนจนละลายหมด แล้วเติมน้ำจนได้สารละลายครบ 500 มล.

**สารละลาย ข.** เตรียมได้โดยซึ่ง 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. เติมสารประกอบต่อไปนึ่งในหลอดทดลอง 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.

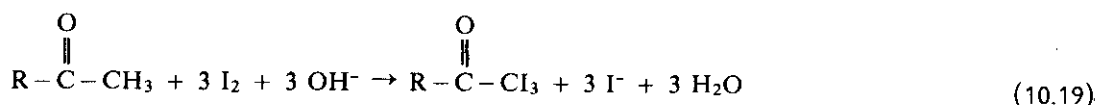
เทสารละลาย ก. ลงในสารละลาย ข. คนให้เข้ากันจะได้สารละลายเบนเนดิกต์

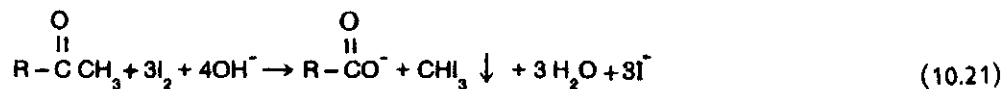
10.3.2.5 ปฏิกริยาการเกิดไอโอดิฟอร์ม ปฏิกริยาการเกิดไอโอดิฟอร์มใช้ทดสอบสารที่มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้



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

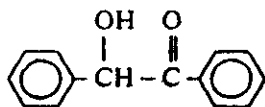




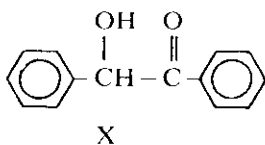
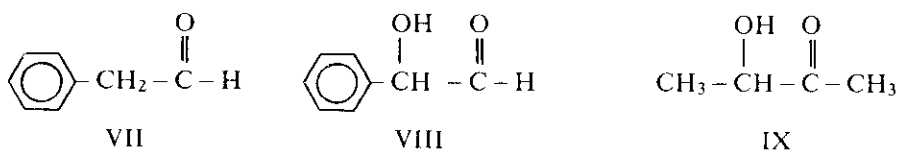
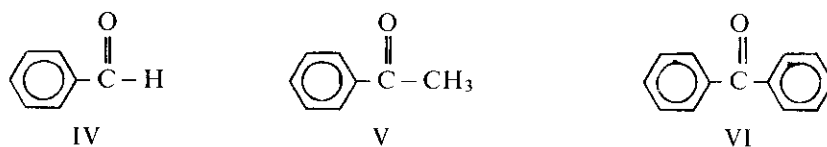
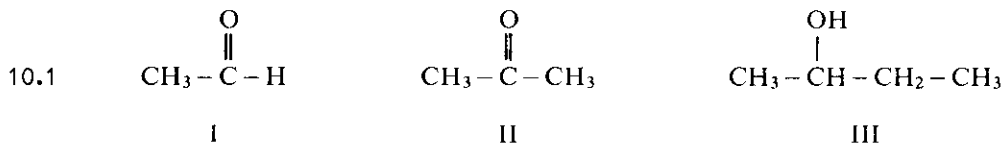
### การทดลองที่ 9 ปฏิริยาการเกิดไอโอดิฟอร์ม

**วิธีทำ** ใส่สารละลายไซเคียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 10% ลงในหลอดทดลอง 4 หลอด ๆ ละ 2 มล. เติมสารประกอบต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง ๆ ละหนึ่งอย่าง ๆ ละ 3 หยด : acetaldehyde แอซีโตน benzaldehyde และ 2-pentanone ค่อย ๆ เติมสารละลายของไอโอดีนในโพแทสเซียมไอโอดีนที่มีความเข้มข้น 10% ลงในหลอดทดลองทุกหลอดทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าจนกระทั่งสีของไอโอดีนไม่จางหายไปเป็นเวลาอย่างน้อย 2 นาที จะเกิดตะกอนสีเหลืองของไอโอดิฟอร์ม สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ benzoin มีสูตร



## คำถามบทที่ 10



10.1.1 สารประกอบใดบ้างดังกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายทอลเลนส์?

10.1.2 สารประกอบใดบ้างดังกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเฟห์ลิง?

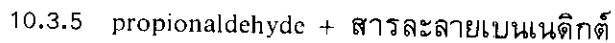
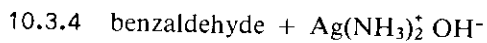
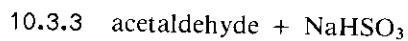
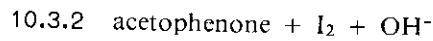
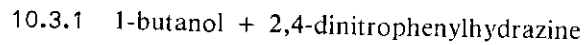
10.1.3 สารประกอบใดบ้างดังกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายเบนเนดิกต์?

10.1.4 สารประกอบใดบ้างดังกล่าวข้างต้นที่เกิดปฏิกิริยาไอโอโดฟอร์ม?

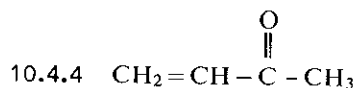
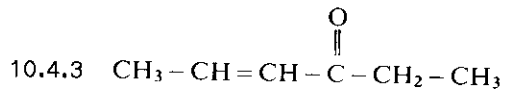
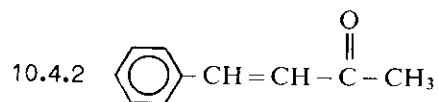
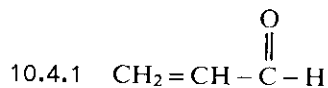
10.1.5 สารประกอบใดบ้างดังกล่าวข้างต้นที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยา self aldol condensation?

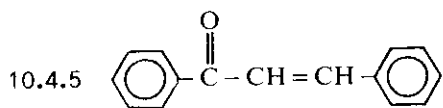
- 10.2 จงบอกชื่อสารเคมีและการสังเกตเพื่อบอกความแตกต่างของสารประกอบแต่ละคู่ต่อไปนี้
- 10.2.1 2-butanol และ 2-butanone
  - 10.2.2 acetaldehyde และ แอซีโตน
  - 10.2.3 benzophenone และ propionaldehyde
  - 10.2.4 2-pentanone และ 3-pentanone
  - 10.2.5 benzaldehyde และ formaldehyde

10.3 จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



10.4 จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารตั้งต้นเพื่อใช้เตรียมสารผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้





- 10.5 จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่าง acetaldehyde กับสารประกอบต่อไปนี้
- 10.5.1 แอมโมเนีย
  - 10.5.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์
  - 10.5.3 โซเดียมไบซัลไฟต์
  - 10.5.4 2,4-dinitrophenylhydrazine
  - 10.5.5 ไอโอดีนในโซเดียมไฮดรอกไซด์
- 10.6 จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาระหว่างแอซีโตนกับสารประกอบต่อไปนี้
- 10.6.1 โซเดียมไบซัลไฟต์
  - 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 และให้ตะกอนสีเหลืองจากปฏิกิริยาไอโอดิฟอร์ม 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 ทำปฏิกิริยาไอโอดิฟอร์มให้ตะกอนสีเหลือง 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 ปฏิกริยากับไซเดียมไบซัลไฟต์

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

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....  
 .....

### การทดลองที่ 3 ปฏิกิริยากับอนุพันธ์ของแอมโมเนีย

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

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

### การทดลองที่ 4 ปฏิกิริยาควมแน่นแบบอัลดอล

ผลการทดลอง.....

สมการเคมีแสดงกลไกของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....



การทดลองที่ 5 ปฏิกริยากับเปอร์เมงกานต

สารประกอบ	โพแทสเซียมเปอร์เมงกานต
butyraldehyde	.....
แอสีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 6 ปฏิกริยากับสารละลายทอลเลนส์

สารประกอบ	สารละลายทอลเลนส์
butyraldehyde	.....
แอสีโตน	.....
benzaldehyde	.....
benzoin	.....

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

### การทดลองที่ 7 ปฏิกริยากับสารละลายเฟห์ลิง

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

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

### การทดลองที่ 8 ปฏิกริยากับสารละลายเบนเนดิกต์

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

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

## การทดลองที่ 9 ปฏิกริยาการเกิดไอโอโดฟอร์ม

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

สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น :

.....

.....

.....

.....

ตอบคำถาม

.....

.....

