บทที่ 9
การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารประกอบอะมีน

9.1 บทนำ

อะมีน (amines) ถือว่าเป็นอนุพันธ์ของแอมโมเนีย (NH_3) โดยไฮโดรเจนในแอมโมเนียถูกแทนที่ด้วยหมู่อัลคิลหรือหมู่เอริล

อะมีนแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทตามจำนวนหมู่อัลคิลหรือหมู่เอริลที่เกาะอยู่กับไนโตรเจนดังนี้

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ R-N-H \end{array}$$ เรียกว่า อะมีนชนิดปฐมภูมิ (primary amine)

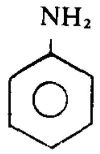
$$\begin{array}{c} R \\ | \\ R-N-H \end{array}$$ เรียกว่า อะมีนชนิดทุติยภูมิ (secondary amine)

$$\begin{array}{c} R \\ | \\ R-N-R \end{array}$$ เรียกว่า อะมีนชนิดตติยภูมิ (tertiary amine)

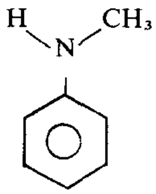
อะมีนที่มีหมู่ R เป็นหมู่อัลคิลจัดเป็นอะมีนชนิดอะลิฟาติก (aliphatic amine) เช่น

CH_3-NH_2	$\begin{array}{c} H \\ | \\ CH_3-N-CH_2CH_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_2CH_3 \\ | \\ CH_3-N-CH_2CH_2CH_3 \end{array}$
Methylamine (1°)	Methylethylamine (2°)	Methylethylpropylamine (3°)

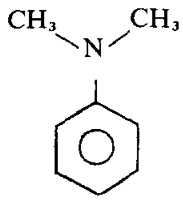
ส่วนอะมีนที่มีหมู่ R เป็นหมู่เอริลจัดเป็นอะมีนชนิดอะโรเมติก (aromatic amine) เช่น



Aniline
(1°)



N-Methylaniline
(2°)



N,N-Dimethylaniline
(3°)

สารประกอบที่มีอะตอมหรือหมู่ของอะตอม 4 หมู่เกาะอยู่กับไนโตรเจน ได้แก่ เกลืออะมีน (amine salt, $R_3NH^+X^-$) หรือ quarternary ammonium salt ($R_4N^+X^-$)

เนื่องจากอะมีนมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (lone-pair electron) อยู่บนไนโตรเจน 1 คู่ อะมีนจึงแสดงสมบัติเป็นทั้งเบสและนิวคลีโอไฟล์ ปฏิกิริยาของอะมีนมีมากมาย ในบทนี้จะขอกล่าวเฉพาะปฏิกิริยาที่ใช้ในการทดสอบอะมีนในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ปฏิกิริยาเหล่านี้ได้แก่

1. ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นเบส
2. ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์
3. ปฏิกิริยาฮินสเบอร์ก (Hinsberg reaction)
4. ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชัน (diazotization)

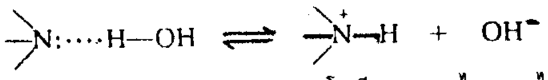
9.2 ความสามารถในการละลายน้ำ

อะมีนทั้ง 3 ประเภทสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ โดยใช้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวในการสร้างพันธะไฮโดรเจน

อะมีน น้ำ พันธะไฮโดรเจน

ดังนั้นอะมีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ จึงสามารถละลายน้ำได้ดี ความสามารถในการละลายน้ำของอะมีนจะลดลงเมื่อจำนวนคาร์บอนในอะมีนเพิ่มขึ้น กล่าวคือ อะมีนที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 6 อะตอมขึ้นไปจะละลายน้ำได้น้อยมากจนไม่ละลายเลย

สารละลายของอะมีนในน้ำจะแสดงสมบัติเป็นเบส เพราะอะมีนเป็นเบสอ่อนจึงสามารถรับโปรตอนจากน้ำ ดังนี้



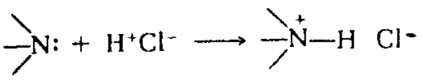
แอมโมเนียมไอออน ไฮดรอกไซด์ไอออน

9.2.1 วิธีทดลอง สารประกอบที่ใช้ : n-butylamine, diethylamine และ pyridine

ใส่น้ำกลั่นลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ๆ ละ 1 มล. หยดสารประกอบข้างต้นลงไปชนิดละหลอด ๆ ละ 5 หยด เขย่า สังเกตการละลายและทดสอบความเป็นกรด เบสของสารละลายในหลอดทดลองทั้งสามด้วยกระดาษลิตมัส

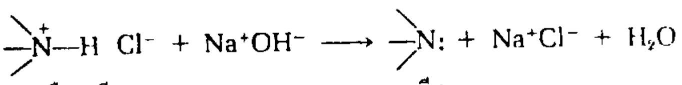
9.3 ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นเบส : การเกิดเกลืออะมีน

อะมีนเป็นเบสอ่อนจึงเกิดเกลือกับกรดแก่



อะมีน เกลืออะมีน

โดยทั่วไปเกลืออะมีนจะละลายน้ำได้ดี และแตกตัวเป็นไอออนในน้ำเช่นเดียวกับเกลือแอมโมเนียม ($NH_4^+X^-$) นอกจากนี้เกลืออะมีนที่ได้ยังสามารถเปลี่ยนกลับเป็นอะมีนตัวเดิมได้โดยทำปฏิกิริยากับด่างแก่ เช่น NaOH



เกลืออะมีน อะมีน

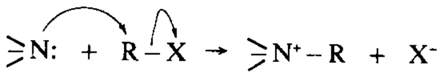
ความสามารถในการละลายในกรดของอะมีน ได้ใช้เป็นวิธีแยกอะมีนประเภทต่าง ๆ ออกจากสารประกอบที่ไม่เป็นเบสและไม่ละลายน้ำ

9.3.1 วิธีทดลอง

ใส่น้ำกลั่นลงในหลอดทดลอง 2 มล. เติม di-n-butylamine ลงไป 5 หยดพร้อมเขย่า สังเกตการละลายน้ำของสาร หยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไปทีละหยดจนกระทั่งสารละลายมีสภาพเป็นกรด สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แล้วหยดสารละลาย 24% โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในสารละลายที่แช่เย็นจนกระทั่งสารละลายมีสภาพเป็นเบส สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

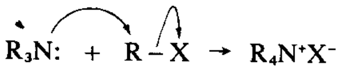
9.4 ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์ : การเตรียม quarternary ammonium salt

ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์มีด้วยกันหลายปฏิกิริยา ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาแทนที่เฮไลด์ไอออนของอัลคิลเฮไลด์ซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบ S_N2 ดังสมการ



จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาประเภทนี้เป็นการเพิ่มหมู่อัลคิลให้แก่อะมีน ดังนั้นจึงนิยมใช้ในการสังเคราะห์สารประกอบอะมีนที่มีจำนวนหมู่อัลคิลมากจากอะมีนที่มีจำนวนหมู่อัลคิลน้อย เช่น การสังเคราะห์อะมีนชนิดตติยภูมิจากอะมีนชนิดทุติยภูมิหรืออะมีนชนิดปฐมภูมิ เป็นต้น

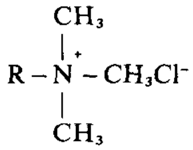
อะมีนชนิดตติยภูมิจะทำปฏิกิริยากับอัลคิลเฮไลด์เกิดเป็น quarternary ammonium salt (คือเกลือแอมโมเนียมซึ่งไฮโดรเจนทั้ง 4 อะตอมถูกแทนที่ด้วยหมู่อัลคิลหรือหมู่เอริล) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีดังนี้



อะมีนชนิดตติยภูมิ — Quarternary ammonium salt

quarternary ammonium salt เป็นสารประกอบไอออนิก และไม่ทำปฏิกิริยากับเบสแก่ เพราะไม่มีโปรตอนที่เป็นกรด (acidic proton) ดังนั้นจึงไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นอะมีนตัวเดิม

quarternary ammonium salt ที่มีหมู่อัลคิลประกอบขึ้นด้วยคาร์บอนจำนวนมาก ๆ ถูกนำมาใช้เป็นผงซักฟอก เพราะส่วนของโมเลกุลที่เป็นไฮโดรคาร์บอนจะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น ไขมัน น้ำมัน ขณะที่อีกส่วนหนึ่งของโมเลกุลจะละลายน้ำ ตัวอย่างเช่น



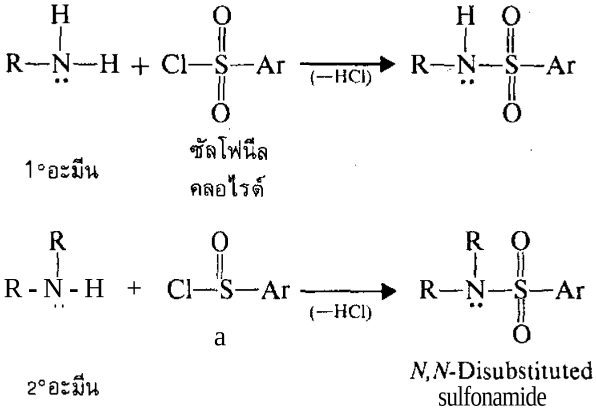
$R = C_{12} - C_{18}$

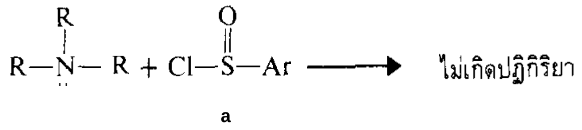
9.4.1 วิธีทดลอง

เติม methyliodide 2 มล. ลงในหลอดทดลองที่มี dimethylamine อยู่ 1 มล. ใช้จุกคอร์กปิดหลอดทดลอง เขย่าเป็นครั้งคราวประมาณ 15-20 นาที จะมีผลึกเกิดขึ้น ใช้แท่งแก้วเขี่ยผลึกที่ได้ออกมาเพียงเล็กน้อย ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรอง นำผลึกมาทดสอบการละลายในน้ำกลั่น 3 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 หยด และสารละลาย 2% เงินไนเตรทในเอทานอล 2-3 หยดลงในสารละลาย สังเกตผลที่เกิดขึ้น

9.5 ปฏิกิริยาฮินสเบอร์ก

อะมีนชนิดปฐมภูมิและอะมีนชนิดทุติยภูมิมีไฮโดรเจนเกาะอยู่กับไนโตรเจน จึงสามารถทำปฏิกิริยากับซัลโฟนีลคลอไรด์ (sulfonyl chloride) เกิดเป็นซัลโฟนาไมด์ (sulfonamide) ส่วนอะมีนชนิดตติยภูมิจะไม่ทำปฏิกิริยากับซัลโฟนีลคลอไรด์ ดังสมการ

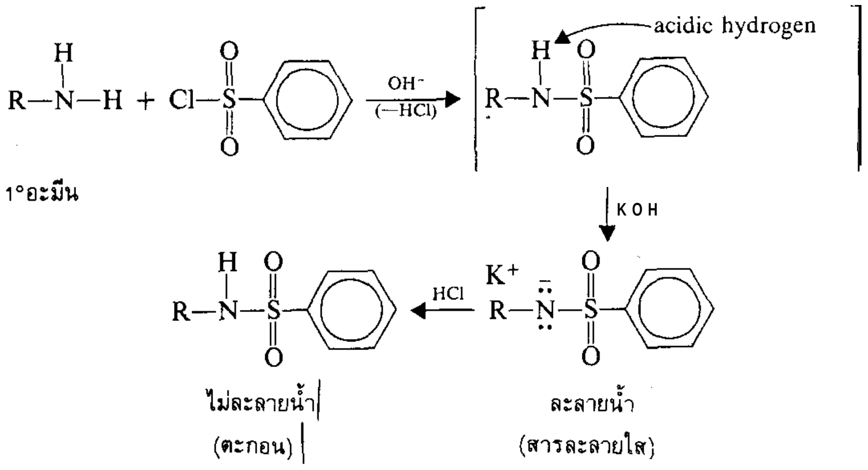




3°อะมีน

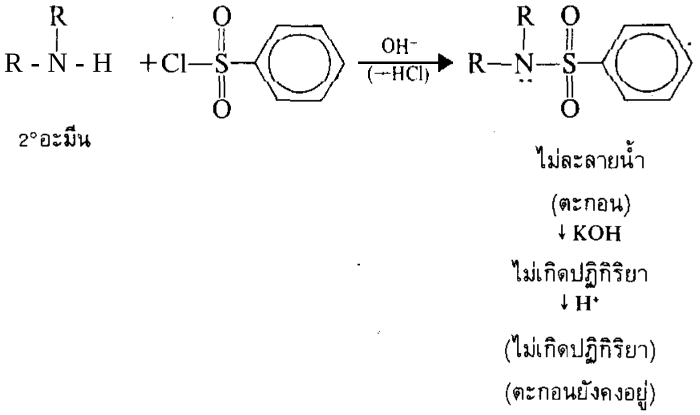
การเกิดซัลโฟนาไมด์ของสารประกอบอะมีนถูกนำมาใช้ในการทดสอบความแตกต่างของอะมีนทั้ง 3 ประเภท ที่เรียกว่า Hinsberg test การทดสอบนี้สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยนำอะมีนปริมาณเล็กน้อยมาผสมกับเบนซีนซัลโฟนิลคลอไรด์ (benzenesulfonyl chloride) ใน NaOH ที่มากเกินพอ แล้วเขย่า ตั้งทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์ ต่อจากนั้นทำ reaction mixture ให้เป็นกรด อะมีนทั้ง 3 ประเภท (1°, 2° และ 3°) จะให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันดังนี้

ก. อะมีนชนิดปฐมภูมิจะทำปฏิกิริยากับเบนซีนซัลโฟนาไมด์เกิดเป็น N-substituted benzenesulfonamide ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาต่อกับ NaOH ที่มากเกินพอ ได้เกลือที่ละลายน้ำ (ปฏิกิริยานี้เกิดจากไฮโดรเจนที่เกาะอยู่กับไนโตรเจนถูกทำให้เป็นกรดมากขึ้นโดยหมู่ $-SO_2-$) เมื่อทำสารละลายที่ได้ให้เป็นกรด N-substituted benzenesulfonamide จะตกตะกอนออกมา ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีดังนี้

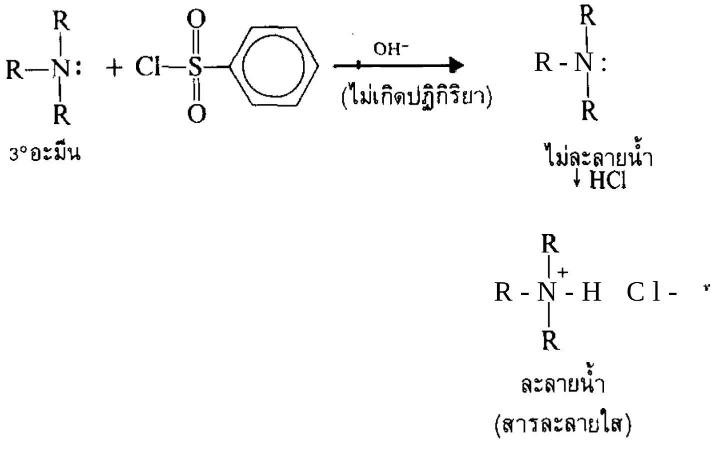


ข. อะมีนชนิดทุติยภูมิจะทำปฏิกิริยากับเบนซีนซัลโฟนิลคลอไรด์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เกิดเป็น N,N-disubstituted benzenesulfonamide ซึ่งไม่ละลายในเบสเพราะไม่มีไฮโดรเจนที่เกาะอยู่กับไนโตรเจนอะตอม ดังนั้นจึงปรากฏให้เห็นเป็นตะกอนในขั้นแรก เมื่อทำ

สารผสมที่ได้ให้เป็นกรด จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นกับตะกอนของซัลโฟนาไมด์ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้



ค. อะมีนชนิดตติยภูมิไม่ทำปฏิกิริยากับเบนซีนซัลโฟนีลคลอไรด์ในสารละลาย NaOH จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้น ถ้าอะมีนที่ใช้ไม่ละลายน้ำ เมื่อทำสารผสมให้เป็นกรด อะมีนชนิดตติยภูมิจะละลายน้ำได้เพราะถูกเปลี่ยนไปเป็นเกลืออะมีน ดังสมการ



9.5.1 วิธีทดลอง สารประกอบที่ใช้ : aniline, methylaniline และ dimethylaniline

ใส่สารประกอบข้างต้นลงในหลอดทดลองหลอดละ 0.3 มล. เติมสารละลาย 10% โซเดียม-ไฮดรอกไซด์ 5 มล. และเบนซีนซัลโฟนีลคลอไรด์ 0.4 มล.ลงไป ใช้จุกคอร์กปิดหลอดทดลอง

เขย่าอย่างแรงประมาณ 5-10 นาที ทดสอบความเป็นเบสของสารผสมด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าสารผสมไม่เป็นเบส ให้เติมสารละลาย 10% โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปจนกระทั่งเป็นเบส นำสารละลายไปแช่ในน้ำแข็ง แล้วทำให้เป็นกรดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น สังเกตผลที่เกิดขึ้น

ผลผลิตในขั้นสุดท้ายที่เกิดจากอะมีนชนิดปฐมภูมิและอะมีนชนิดทุติยภูมิจะมีลักษณะเป็นผลึก ส่วนอะมีนชนิดตติยภูมิจะให้สารละลายใสของเกลืออะมีนที่ละลายน้ำ ถ้าผลผลิตที่ได้มีลักษณะเป็นน้ำมัน ให้ใช้แท่งแก้วขูดที่ผนังด้านในของหลอดทดลองเพื่อช่วยในการตกผลึก กรองผลึกที่ได้โดยใช้เครื่องกรองดูด แล้วนำผลึกที่ได้มาทดสอบการละลายในสารละลาย 10% โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2-3 มล. ทดสอบความเป็นเบสของสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส อุ่นสารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าได้สารละลายใสแสดงว่าเป็นอะมีนชนิดปฐมภูมิ แต่ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นกับผลึกแสดงว่าเป็นอะมีนชนิดทุติยภูมิ

๙.๖ ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชัน

ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชันเป็นปฏิกิริยาระหว่างอะมีนกับกรดไนตรัส เกิดเป็นเกลือไดอะโซเนียม (diazonium salt, $R-\overset{+}{N}\equiv N{:}X^-$)

กรดไนตรัส (nitrous acid, HONO) เป็นกรดอ่อนที่ไม่เสถียร โดยปกติมักจะเตรียมขึ้นในสารละลายโซเดียมไนไตรต์ ($NaNO_2$) กับกรดแก่ ดังสมการ

$$HCl_{(aq)} + NaNO_{2(aq)} \longrightarrow HONO_{(aq)} + NaCl_{(aq)}$$
$$H_2SO_4 + 2NaNO_{2(aq)} \longrightarrow 2HONO_{(aq)} + Na_2SO_{4(aq)}$$

กรดไนตรัสสามารถทำปฏิกิริยากับอะมีนทุกชนิด แต่ผลผลิตที่ได้จะขึ้นอยู่กับชนิดของอะมีน

ก. ปฏิกิริยาของอะมีนชนิดปฐมภูมิกับกรดไนตรัส

อะมีนชนิดปฐมภูมิที่เป็นอะลิฟาติกจะทำปฏิกิริยากับกรดไนตรัสเกิดเป็นเกลือไดอะโซเนียมที่ไม่เสถียร แม้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เกลือชนิดนี้มักจะสลายตัวในทันทีที่เกิดโดยการหลุดออกของ N_2 เกิดเป็นคาร์โบแคตไอออนซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อ ได้สารผสมของอัลคีน แอลกอฮอล์ และอัลคิลเฮไลด์ ดังสมการ

$$R{-}NH_2 + NaNO_2 + HX \xrightarrow[H_2O]{(HONO)} [R{-}\overset{+}{N}{\equiv}N{:}\ X^-]$$

1° Aliphatic amine — Aliphatic diazonium salt (ไม่เสถียร)

$$\downarrow -N_2 \text{ (i.e., } :N{\equiv}N: \text{)}$$

$$R^+ + X^-$$

$$\downarrow$$

อัลคีน, แอลกอฮอล์, อัลคิลเฮไลด์

ส่วนอะมีนชนิดปฐมภูมิที่เป็นอะโรเมติกจะทำปฏิกิริยากับกรดไนตรัส ได้เกลืออะรีนไดอะโซเนียม (arenediazonium salt) ที่ไม่เสถียร อย่างไรก็ตามความเสถียรของเกลือไดอะโซเนียมชนิดอะโรเมติกจะมากกว่าเกลือชนิดอะลิฟาติก กล่าวคือจะไม่เกิดการสลายตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5°ซ ปฏิกิริยาที่เกิดมีดังนี้

$$Ar{-}NH_2 + NaNO_2 + 2HX \longrightarrow Ar{-}\overset{+}{N}{\equiv}N{:}\ X^- + NaX + 2H_2O$$

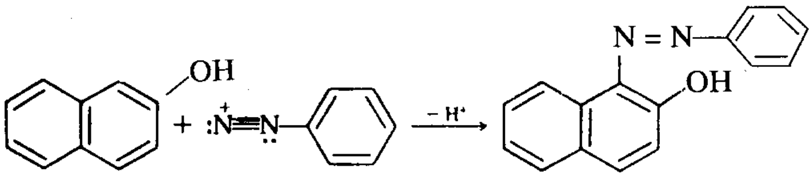
Primary aryl amine — Arenediazonium salt

(เสถียรที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5°ซ)

ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชันของอะมีนชนิดนี้มีประโยชน์ในการสังเคราะห์สารมาก เพราะหมู่ไดอะโซเนียม ($-\overset{+}{N}{\equiv}N{:}$) สามารถถูกแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์มากมาย ดังนี้

$$Ar - N_2^+ X^- + Nu{:}^- \longrightarrow Ar - Nu + N_2$$

นอกจากนี้เกลือไดอะโซเนียมซึ่งเป็นอิเล็กโตรไฟล์ชนิดอ่อน จะสามารถทำปฏิกิริยากับสารประกอบอะโรเมติกที่ว่องไวมาก ๆ เกิดเป็นสารประกอบเอโซ (azo compound) ตัวอย่างเช่น



2-naphthol — สารประกอบเอโซ

ปฏิกิริยาแทนที่ชนิดอิเล็กโตรฟิลิกดังแสดงข้างบนนี้ เรียกกันว่า diazo coupling reaction

ข. ปฏิกิริยาของอะมีนชนิดทุติยภูมิกับกรดไนตรัส

อะมีนชนิดทุติยภูมิที่เป็นอะลิฟาติกและอะโรเมติกจะทำปฏิกิริยากับกรดไนตรัส ได้ N-nitrosoamine ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลือง ปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังนี้

$$\underset{\text{Secondary aliphatic amine}}{R_2NH} + HONO \longrightarrow \underset{N\text{-Nitrosoamine}}{R_2N{-}N{=}O} + H_2O$$

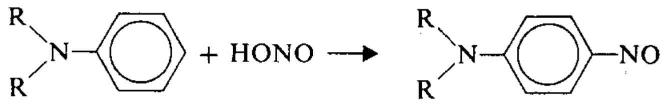
$$\underset{\text{Secondary aromatic amine}}{ArNHR} + HONO \longrightarrow \underset{N\text{-Nitrosoamine}}{Ar{-}N(N{=}O){-}R} + H_2O$$

ค. ปฏิกิริยาของอะมีนชนิดตติยภูมิกับกรดไนตรัส

ปฏิกิริยาของอะมีนชนิดตติยภูมิที่เป็นอะลิฟาติกกับกรดไนตรัส จะได้เกลืออะมีนและสารประกอบ N-nitrosoammonium ซึ่งเสถียรที่อุณหภูมิต่ำอยู่ในสมดุล ดังนี้

$$\underset{\text{Tertiary aliphatic amine}}{2R_3N:} + HX + NaNO_2 \rightleftharpoons \underset{\text{Amine salt}}{R_3\overset{+}{N}H\ X^-} + \underset{N\text{-Nitrosoammonium compound}}{R_3\overset{+}{N}{-}N{=}O\ X^-}$$

ส่วนอะมีนชนิดตติยภูมิที่เป็นอะโรเมติกจะทำปฏิกิริยากับกรดไนตรัส เกิดเป็น C-nitroso aromatic compound ดังสมการ



Tertiary aromatic amine → *p*-Nitroso-*N*,*N*-dialkylaniline

จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาของอะมีนกับกรดไนตรัส สามารถใช้ทดสอบความแตกต่างของอะมีนประเภทต่าง ๆ ได้

9.6.1 วิธีทดลอง สารประกอบที่ใช้ : aniline, methylaniline และ dimethylaniline

ขั้นที่ 1 ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชัน

ละลายอะนิลีน 1 มล. ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มล. ทำสารละลายให้เจือจางด้วยน้ำ 5 มล. นำไปแช่ในน้ำแข็งจนอุณหภูมิของสารละลายลดลงถึง 0°ซ ละลายโซเดียมไนไตรต์ 1 กรัม ในน้ำ 5 มล. แล้วเทลงในสารละลายที่เย็นของอะนิลีนไฮโดรคลอไรด์ (aniline hydrochloride) อย่างช้า ๆ พร้อมเขย่า จนกระทั่งมีกรดไนตรัสที่ไม่ได้เข้าทำปฏิกิริยาคงอยู่ในสารละลายจึงหยุดการเติมสารละลายโซเดียมไนไตรต์ การทดสอบกรดไนตรัสในสารละลายที่ได้สามารถทำโดยหยดสารละลาย 1 หยดลงบน starch-iodide paper ถ้ามีสีน้ำเงินเกิดขึ้นแสดงว่ามีกรดไนตรัสอยู่ในสารละลาย เทสารละลายที่ได้ประมาณ 2-3 มล. ลงในหลอดทดลองอันใหม่ อุ่นเบา ๆ สังเกตแก๊สที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยา coupling

เทสารละลายไดอะโซเนียมที่เย็นส่วนที่เหลือจากขั้นที่ 1 ประมาณ 2 มล. ลงในสารละลายของ β-naphthol 0.1 กรัมในสารละลาย 10% NaOH 2 มล. กับน้ำ 5 มล. สังเกตตะกอนสีส้มแดงที่เกิดขึ้น

การทดลองระหว่าง methylaniline กับกรดไนตรัส ทำได้โดยละลาย methylaniline 2 มล. ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มล. แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำ 5 มล. นำไปแช่ในน้ำแข็ง แล้วเติมสารละลายของโซเดียมไนไตรต์ 1.5 กรัม ในน้ำ 5 มล.ลงไปอย่างช้า ๆ พร้อมเขย่า สังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ dimethylaniline แทน methylaniline

ข้อควรระวัง

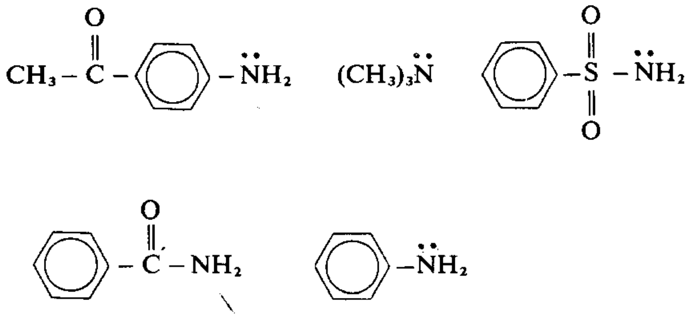
เนื่องจากเบนซีนซัลโฟนีลคลอไรด์ที่ใช้ในปฏิกิริยาฮินสเบอร์กเป็นสารเคมีที่มีผลทำให้น้ำตาไหล จึงควรเทสารในตู้ควันเท่านั้น

9.7 คำถามท้ายบท

1. ทำไม p-toluidine (p-$CH_3C_6H_4NH_2$) และ p-anisidine (p-$CH_3OC_6H_4NH_2$) จึงเป็นเบสที่แรงกว่า aniline ขณะที่ p-chloroaniline และ p-nitroaniline เป็นเบสที่อ่อนกว่า aniline

2. เรียงลำดับความเป็นเบสจากมากไปหาน้อยของสารประกอบอะมีนต่อไปนี้

ก. $Br-\ddot{N}H_2$ $\quad CH_3-\ddot{N}(CH_3)-CH_3$ $\quad CH_3-\ddot{N}H_2$ $\quad \ddot{N}H_3$

ข. 

3. อะมีนตัวใดในสารประกอบคู่ต่อไปนี้ที่มีความเป็นเบสมากกว่า

ก. aniline กับ benzylamine

ข. aniline กับ p-bromoaniline

ค. aniline กับ cyclohexylamine

ง. trimethylamine กับ tetramethylammonium hydroxide

จ. p-nitroaniline กับ 2,4-dinitroaniline

ฉ. ethylamine กับ ethanolamine ($HOCH_2CH_2NH_2$)

ช. p-toluidine กับ p-(trichloromethyl) aniline

4. จงแสดงการแยกสารผสมของ cyclohexylamine, cyclohexanol และ cyclohexanecarboxylic acid โดยใช้ HCl, NaOH และอีเทอร์

5. เขียนสูตรโครงสร้างของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาของอะมีนต่อไปนี้กับโซเดียมไนไตรต์และกรดไฮโดรคลอริก

ก. propylamine

ข. dipropylamine

ค. N-propylaniline

ง. N,N-dipropylaniline

จ. p-propylaniline

6. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาทั้งหมดของอะมีนต่อไปนี้กับเบนซีนซัลโฟนีลคลอไรด์ในสารละลาย NaOH และการทำให้สารละลายหรือสารผสมที่ได้เป็นกรด

ก. cyclohexylamine

ข. N-methylcyclohexylamine

ค. N,N-dimethylcyclohexylamine

7. จงบอกวิธีที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของสารประกอบอะมีนคู่ต่อไปนี้ในห้องปฏิบัติการ พร้อมเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ก. benzylamine กับ benzamide

ข. p-toluidine กับ N-methylaniline

ค. triethylamine กับ diethylamine

ง. pyridine กับ benzene

รายงานการทดลองบทที่ 9

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารประกอบอะมีน

ผู้เขียนรายงาน...รหัส...

ผู้ร่วมงาน...รหัส...

ผู้ร่วมงาน...รหัส...

วันที่ทำการทดลอง...กลุ่มที่...

9.2 ความสามารถในการละลายน้ำ

สารที่ใช้	น้ำ	กระดาษลิตมัส
n-butylamine diethylamine pyridine		

สรุปผลการทดลอง...

....

9.3 ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นเบส : การเกิดเกลืออะมีน

ขั้นตอนการทดลอง	ผลการทดลอง
เติมน้ำ เติม conc. HCl เติม 24% NaOH	

สรุปผลการทดลอง...

....

สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเติม HCl และ NaOH...

....

9.4 ปฏิกิริยาที่อะมีนแสดงสมบัติเป็นนิวคลีโอไฟล์ : การเตรียม quarternary ammonium salt

ขั้นตอนการทดลอง	**ผลการทดลอง**
เติม methyliodide เติมน้ำ เติม 2% $AgNO_3$	

สรุปผลการทดลอง..

....

สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเติม MeI และ $AgNO_3$..

....

....

9.5 ปฏิกิริยาฮินสเบอร์ก

ขั้นตอนการทดลอง	aniline	methylaniline	dimethylaniline
เติมเบนซีนซัลโฟนิลคลอไรด์ เติม conc. HCl เติม 10% NaOH			

สรุปผลการทดลอง..

....

....

สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมด..

....

....

๙.๖ ปฏิกิริยาไดอะโซไทเซชัน

ขั้นที่ 1 ปฏิกิริยากับกรดไนตรัส

ขั้นตอนการทดลอง	aniline	methylaniline	dimethylaniline
เติม conc. HCl เติม $NaNO_2$ นำไปต้ม			

สรุปผลการทดลอง...

....

....

สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมด..

....

....

ขั้นที่ 2 ปฏิกิริยา coupling

รีเอเจนต์ที่ใช้	aniline	methylaniline	dimethylaniline
β-naphthol			

สรุปผลการทดลอง...

....

สมการของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นทั้งหมด..

....

....