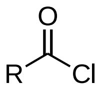
การทดลอง กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์

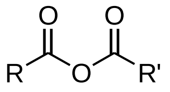
วัตถุประสงค์

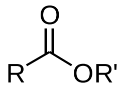
เพื่อศึกษาสมบัติ การเตรียมและปฏิกิริยาของกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์

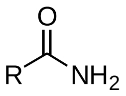
ทฤษฎี

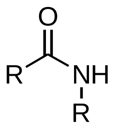
กรดคาร์บอกซิลิก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) อยู่ในสูตรโครงสร้าง ส่วนอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก ดังนี้

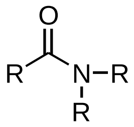

acid chloride


acetic anhydride

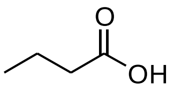

ester

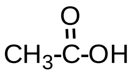

primary amide

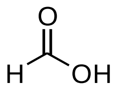

secondary amide

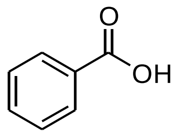

tertiary amide

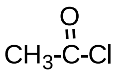
ตัวอย่าง สูตรโครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ มีดังนี้

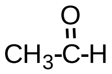

butyric acid

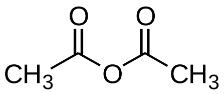

acetic acid

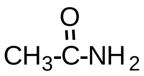

formic acid

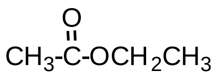

benzoic acid


acetyl chloride


acetaldehyde

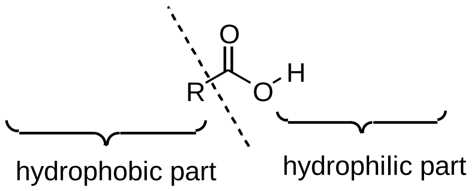

acetic anhydride


acetamide

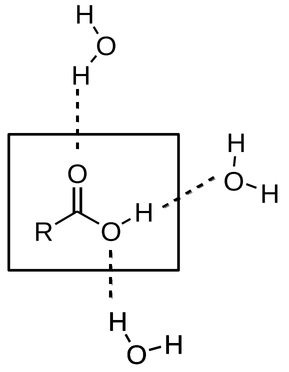

ethyl acetate

1. สมบัติการละลายและความเป็นกรด

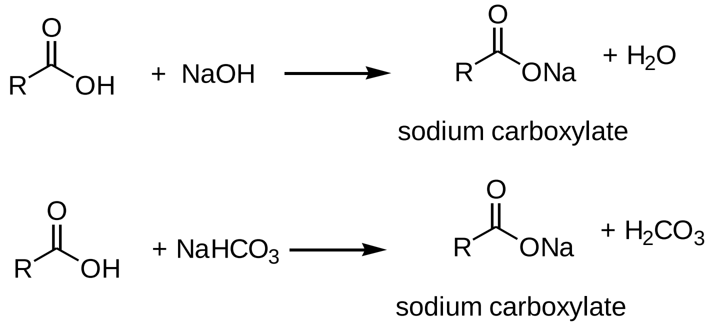
โครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิก ประกอบด้วยส่วนที่มีขั้ว เรียกว่า hydrophilic part และส่วนที่ไม่มีขั้ว เรียกว่า hydrophibic part ดังนี้



กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ที่มีจำนวนคาร์บอน 1-4 อะตอม ละลายในน้ำได้ดี เนื่องจากเกิดพันธะไฮโดรเจน (ดังรูป) แต่การละลายจะน้อยลงเมื่อโมเลกุลใหญ่ขึ้น

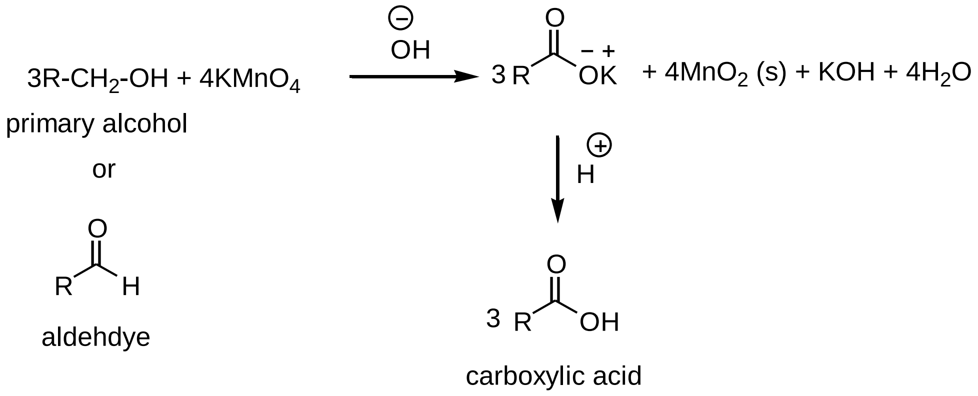


กรดคาร์บอกซิลิกมีคุณสมบัติเป็นกรด สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต ได้เกลือโซเดียมคาร์บอกซิเลต ที่ละลายน้ำ ดังสมการ

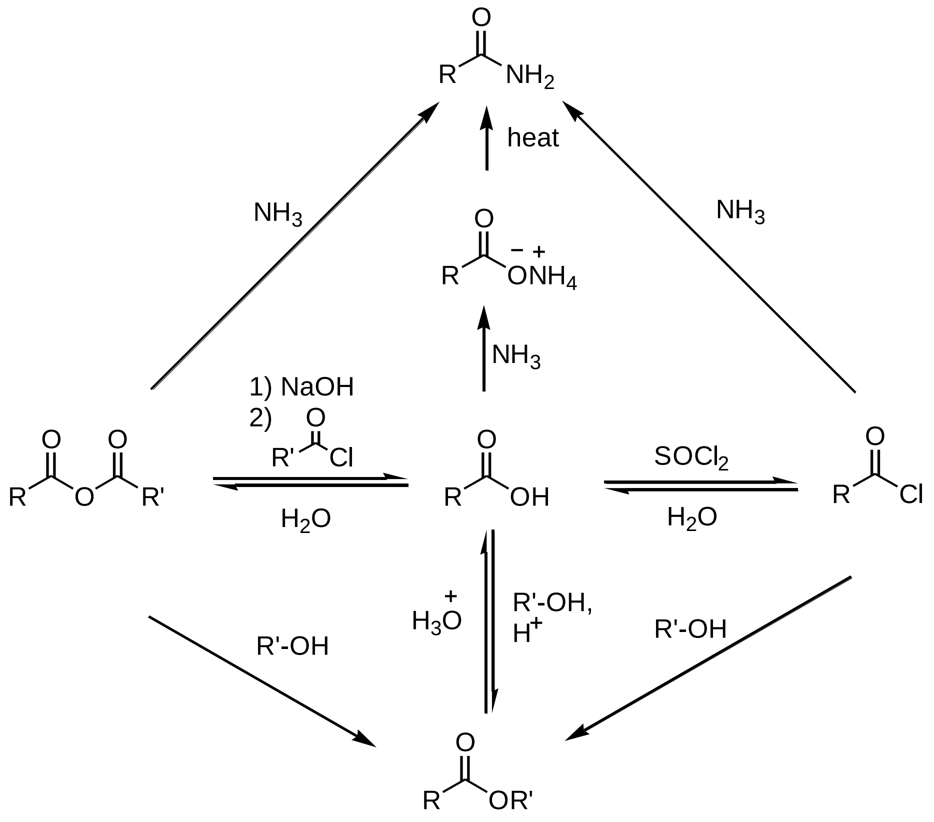


2. การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิก

สามารถเตรียมกรดคาร์บอกซิลิกได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยใช้สารตั้งต้น ได้แก่ แอลกอฮอล์ชนิดปฐมภูมิ (primary alcohol) หรือแอลดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับสารออกซิไดส์ (oxidizing agent) เช่น $KMnO_4$ ในเบส เป็นต้น ดังสมการ



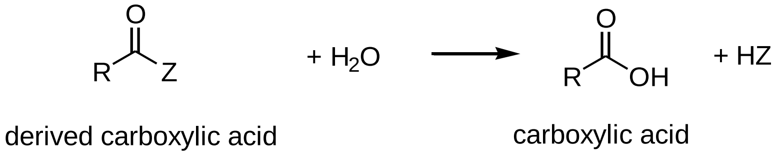
นอกจากนั้นสามารถเตรียมกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ต่าง ๆ ได้ดังแผนภาพ



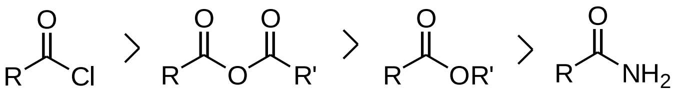
3. ปฏิกิริยาต่าง ๆ

3.1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอนุพันธ์กรดคาร์บอกซิลิก

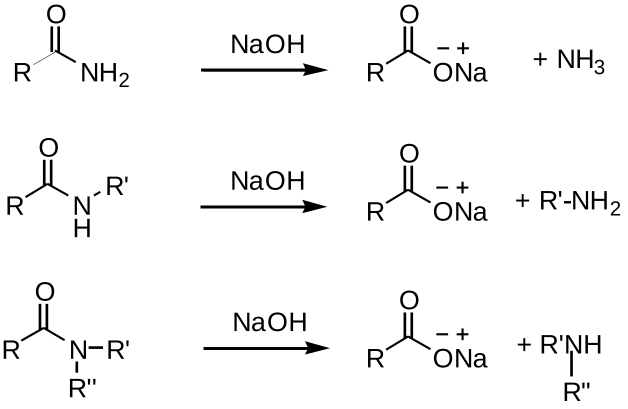
จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรดคาร์บอกซิลิก ดังสมการทั่วไป ดังนี้



ซึ่งความว่องไวของการทำปฏิกิริยาของอนุพันธ์ต่าง ๆ เรียงลำดับ ได้ดังนี้

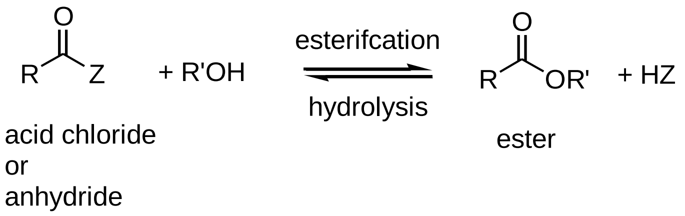


สำหรับ กรณีการทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ของเอไมด์ จะได้เกลือ-คาร์บอกซิเลตและก๊าซแอมโมเนียหรือเอมีน ดังสมการ ซึ่งสามารถใช้บอกความแตกต่างของเอไมด์จากอนุพันธ์อื่น ๆ ได้



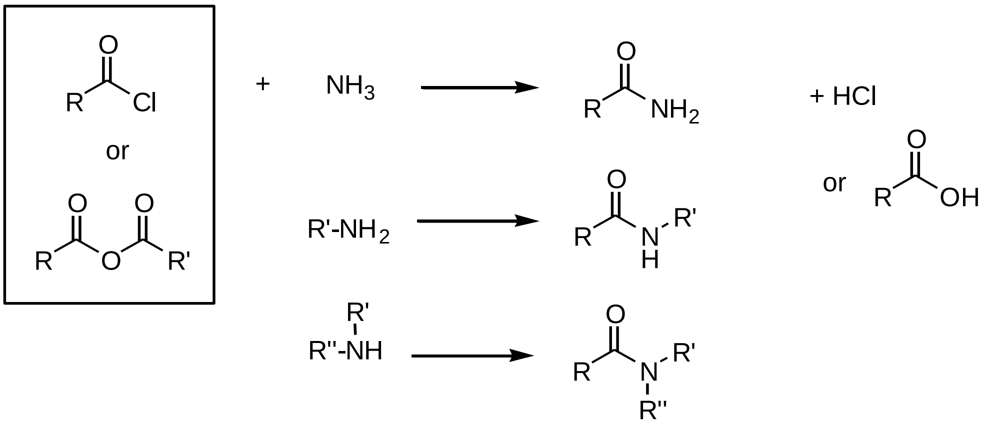
3.2 ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ (esterification)

กรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะแอซิดคลอไรด์และแอนไฮไดรด์ สามารถทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ ได้ผลิตภัณฑ์เอสเทอร์ แสดงดังสมการทั่วไป ดังนี้



3.3 ปฏิกิริยาการเกิดเอไมด์

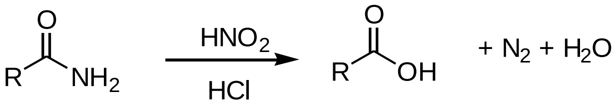
เอไมด์แต่ละประเภทสามารถเตรียมได้จากแอซิดคลอไรด์หรือแอนไฮไดรด์ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียหรือเอมีน ดังสมการ



3.4 ปฏิกิริยาเฉพาะของเอไมด์ชนิดปฐมภูมิที่อะตอมไนโตรเจน

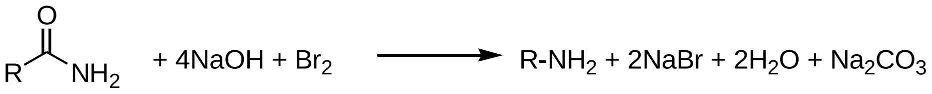
3.4.1 ปฏิกิริยากับกรดไนตรัส

เอไมด์ชนิดปฐมภูมิเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไนตรัส จะได้กรดคาร์บอกซิลิกและก๊าซไนโตรเจน สมการทั่วไป ดังนี้



3.4.2 ปฏิกิริยา Hofmann rearrangement

เป็นปฏิกิริยาที่เตรียมเอมีนชนิดปฐมภูมิจากเอไมด์ชนิดปฐมภูมิ โดยให้เอไมด์ทำปฏิกิริยากับน้ำโบรมีนในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเอมีนที่ได้จะมีจำนวนคาร์บอนน้อยกว่าเอไมด์ 1 อะตอม สมการ ดังนี้

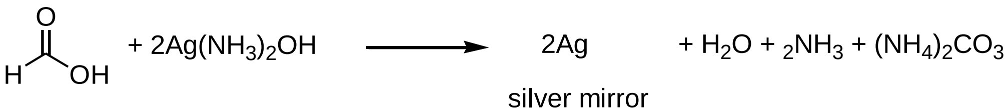


4. การทดสอบสมบัติทางเคมี

4.1 การทดสอบด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

กรดฟอร์มิกหรือกรดมดมีสูตรโครงสร้างที่มีอะตอมไฮโดรเจนเกาะที่หมู่คาร์บอนิล ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ดังนั้นสามารถถูกออกซิไดส์กับตัวออกซิไดส์ต่าง ๆ ได้ เช่น สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) หรือ Tollen's reagent เป็นต้น สมการดังนี้

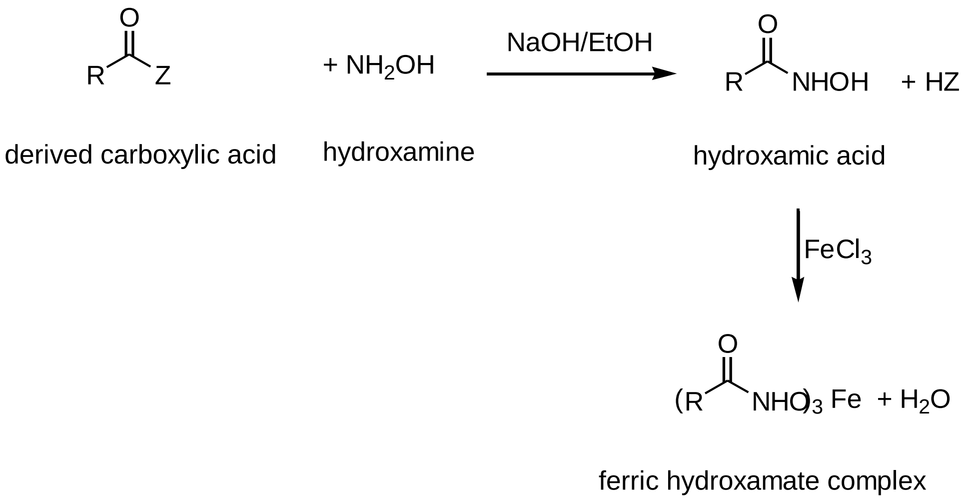
formic acid



silver mirror

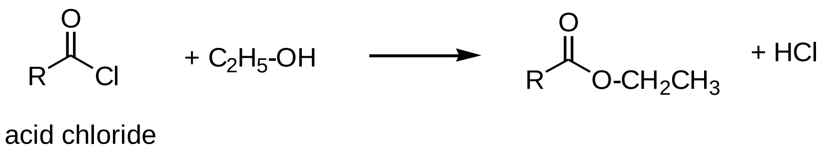
4.2 การทดสอบการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนไฮดรอกซาเมต (hydroxamate)

เป็นการทดสอบอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกต่าง ๆ ได้ โดยการให้ทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซามีน (hydroxamine) ได้กรดไฮดรอกซามิก (hydroxamic acid) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับเฟอร์ริกคลอไรด์ (ferric chloride) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีม่วงหรือม่วงแดงหรือสีน้ำตาลแดง ของเฟอร์ริกไฮดรอกซาเมต (ferric hydroxamate complex) ดังสมการ



4.3 การทดสอบด้วยสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

แอซิดคลอไรด์เป็นอนุพันธ์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายอิ่มตัวซิลเวอร์ไนเตรตในแอลกอฮอล์ได้อย่างรวดเร็ว เกิดตะกอนสีขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ ดังสมการ



$$HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\ (s) + HNO_3$$

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สามัญทั่วไปที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์
2. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมจุกปิด
3. เครื่องอังน้ำ
4. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน
5. อ่างน้ำแข็ง

สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายคองโกเรด
3. สารละลาย $KMnO_4$ ในเบส (ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นมาก ให้ก่อนก่อนนำมาใช้)
4. น้ำโบรมีน
5. สารละลายอิ่มตัวของซิลเวอร์ไนเตรตในแอลกอฮอล์
6. Tollen's reagent (เตรียมโดยหยด 10% NaOH 1 หยด ลงใน 5% $AgNO_3$ 2 mL เขย่า แล้วเติม 2% NH_4OH ลงไปทีละหยด จนกระทั่งตะกอนของ Ag_2O ละลายหมดพอดี)
7. 10% NaOH
8. 6 M HCl
9. conc.H_2SO_4
10. 6 M HNO_3
11. 6 M NH_4OH และ 2% NH_4OH
12. 1 M $NH_2OH.HCl$ ใน EtOH
13. 15% KOH ใน EtOH
14. 5% $AgNO_3$
15. 10% Na_2CO_3
16. 5% $NaNO_2$
17. 0.1% $KMnO_4$
18. 5% $FeCl_3$ (ferric chloride)
19. เอทานอล (ethanol)
20. อะนิลีน (aniline)
21. กรดบิวทีริก (butyric acid)
22. กรดอะซีติก (acetic acid)
23. กรดฟอร์มิก (formic acid)
24. กรดเบนโซอิก (benzoic acid)
25. อะซีตัลดีไฮด์ (acetaldehyde)
26. เอทิลอะซิเตต (ethyl acetate)
27. อะซีตามีด (acetamide)

การทดลอง

ข้อควรระวัง

1. ไอของกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์ส่วนใหญ่เป็นพิษต่อเยื่อตาและจมูก ถ้าถูกผิวหนังให้รีบล้างด้วยน้ำสบู่

2. แอซิดคลอไรด์เป็นสารกัดกร่อน จะต้องทำการทดลองโดยใช้ที่จับหลอดทดลอง และทำการทดลองในตู้ควัน เพื่อป้องกันการระคายเคืองและไอสารเป็นพิษ

3. กรดบิวทีริกและอะซีตัลดีไฮด์มีกลิ่นรุนแรง ควรทำการทดลองในตู้ควัน หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้กลั้วหลอดทดลองด้วยน้ำมาก ๆ แล้วเททิ้งในตู้ควัน

1. สมบัติการละลายและความเป็นกรด

นำหลอดทดลองมา 2 หลอด ใส่น้ำลงไปหลอดทดลองละ 2 mL แล้วใส่กรดบิวทีริกและกรดเบนโซอิก อย่างละ 2 หยดหรือ 0.5 mg (ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว) ในหลอดทดลองอย่างละหลอด เขย่า ถ้าหลอดใดไม่ละลายให้นำไปอุ่นในน้ำร้อน เมื่อสารละลายหมดแล้ว ค่อยหยดสารละลายคองโกเรดลงไป หลอดละ 2-3 หยด เขย่า สังเกตสีของสารละลายที่เกิดขึ้น บันทึกผล

หมายเหตุ ช่วง pH ของสารละลายคองโกเรดเปลี่ยนสีจากน้ำเงินเป็นแดง คือ 3-5

2. การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิก

นำหลอดทดลองแห้งมา 3 หลอด ดังนี้

หลอดที่ 1 ใส่กรดอะซิติก 1 mL (หลอดเปรียบเทียบ)

หลอดที่ 2 ใส่เอทานอล 1 mL

หลอดที่ 3 ใส่อะซีตัลดีไฮด์ 1 mL

นำแต่ละหลอดมาหยดสารละลาย $KMnO_4$ ในเบส 2 mL เขย่า แล้วนำไปอุ่นในน้ำร้อน 3-5 นาที (ระวังสารระเหยแห้ง) และกรองตะกอนแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) ออก ล้างตะกอนด้วยน้ำอุ่นเล็กน้อย นำสารละลายที่กรองได้ไปหยดด้วย 5% $FeCl_3$ 2 หยด เพื่อทดสอบอะซีเตตไอออน (CH_3COO^-) เขย่า สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผล หลังจากนั้นนำหลอดทดลองไปต้มจนไม่มีการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลอีกครั้ง

ทำการทดลองซ้ำ แต่เปลี่ยนสารตัวอย่างเป็นแทน

หมายเหตุ

- ถ้าสารละลายที่กรองได้มีปริมาณน้อยมาก ให้ใช้น้ำอุ่น 2-3 mL ล้างตะกอน MnO_2

- หลอดทดลองที่มีคราบเปอร์แมงกาเนตติดอยู่และล้างด้วยน้ำสบู่ไม่ออก ให้กลั้วด้วยสารละลาย sodium bisulfide ($NaHSO_3$) แล้วจึงล้างด้วยน้ำสบู่อีกครั้ง

- สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ใช้ทดสอบอะซีเตตไอออนที่เกิดขึ้น โดยเฟอร์ริกคลอไรด์จะทำปฏิกิริยากับอะซีเตต ได้สารละลายสีแดงหรือส้มของเฟอร์ริกอะซีเตต (ferric acetate, $[Fe(CH_3COO)_3]$) ซึ่งเมื่อต้มกับน้ำจะเกิดตะกอนเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ (ferric hydroxide, $[Fe(OH)_3]$) สีน้ำตาลแดง

3. ปฏิกิริยาต่าง ๆ

3.1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอนุพันธ์กรดคาร์บอกซิลิก

ก. ใส่น้ำลงในหลอดทดลอง 2 หลอด ๆ ละ 2 mL แล้วใส่เอทิลอะซิเตตและอะซีตามีด ลงไปหลอดละ 2 หยด หรือ 0.5 mg (ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว) เขย่า เปรียบเทียบความเร็วของปฏิกิริยาทั้งสองหลอด หลังจากนั้นหยดสารละลายคองโกเรดลงไป 2-3 หยด เขย่า สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผล

ข. ใส่สารละลาย 10% NaOH ในหลอดทดลอง 2 mL แล้วเติมเอทิลอะซิเตต 2 mL เขย่าให้ละลาย และนำไปต้มในน้ำร้อน ทดสอบไอที่เกิดขึ้น โดยใช้กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงินที่เปียกชื้นอังที่ปากหลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล (**ทำการทดลองซ้ำ** แต่เปลี่ยนเป็นอะซีตามีด)

3.2 ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์

หยดกรดอะซิติก 10 หยด และเอทานอล 10 หยด ในหลอดทดลอง ปิดจุก แล้วนำไปหยด conc.H_2SO_4 5 หยด (ในตู้ควัน) นำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C อย่างน้อย 5 นาที หลังจากนั้นนำไปเทในบีกเกอร์ที่มีน้ำแข็งอยู่ 40 g และมีน้ำปนเล็กน้อยในตู้ควัน จะมีควันสีขาวเกิดขึ้น รอจนกระทั่งควันหมด แล้วนำบีกเกอร์มา ดมกลิ่น บันทึกผล

3.3 ปฏิกิริยาเฉพาะของเอไมด์ชนิดปฐมภูมิที่อะตอมไนโตรเจน

3.3.1 ปฏิกิริยากับกรดไนตรัส

ใส่อะซีตามีด 0.5 mg (ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว) ลงในหลอดทดลอง แล้วเติม 5% $NaNO_2$ 2 mL แล้วนำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างน้ำแข็งจนเย็น พร้อมกับเขย่า แล้วนำไปหยด 6 M HCl ทีละหยด จนกระทั่งสารละลายเป็นกรด (ใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินทดสอบ) สังเกตและบันทึกผล

3.3.2 ปฏิกิริยา Hofmann rearrangement

หลอดที่ 1 ใส่สารละลาย 10% NaOH 4 mL ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมน้ำโบรมีนลงไป 1 mL เขย่าให้ผสมกัน

หลอดที่ 2 ละลายอะซีตามีด 0.2 mg ในน้ำ 3 mL

ค่อย ๆ เท สารละลายจากหลอดที่ 1 ลงในหลอดที่ 2 เขย่า แล้วใช้กระดาษลิตมัสสีแดงที่เปียกชื้นอังที่ปากหลอดทดลอง บันทึกผล

4 การทดสอบสมบัติทางเคมี

4.1 การทดสอบด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

4.1.1 ใส่สารละลาย 10% Na_2CO_3 ลงในหลอดทดลอง 2 mL แล้วหยดสารละลายกรดฟอร์มิกลงไป 2 หยด เขย่า ค่อย ๆ หยดสารละลาย 0.1% $KMnO_4$ ลงไปทีละหยด เขย่า จนกระทั่งได้ตะกอนมีน้ำตาลของ MnO_2 เกิดขึ้น (นับจำนวนหยด) บันทึผล (**ทำการทดลองซ้ำ** แต่เปลี่ยนเป็นสารละลายกรดอะซีติกแทน)

4.1.2 หยดสารละลายกรดฟอร์มิก 5 หยด ลงในหลอดทดลอง แล้วทำให้เป็นกลางโดยการหยดสารละลาย 6 M NH_4OH หลังจากนั้นเติม Tollen's reagent (ที่เตรียมใหม่ ๆ) ลงไป 2 mL เขย่า นำไปอุ่นในเครื่องอังน้ำ 5-10 นาที สังเกตปรากฏการณ์กระจกเงาตรงผนังด้านในของหลอดทดลอง บันทึกผล

หมายเหตุ - Tollen's reagent (เตรียมโดยหยด 10% NaOH 1 หยด ลงใน 5% $AgNO_3$ 2 mL เขย่า แล้วเติม 2% NH_4OH ลงไปทีละหยด จนกระทั่งตะกอนของ Ag_2O ละลายหมดพอดี)

- เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ให้ล้างหลอดทดลองด้วย 6 M HNO_3

4.2 การทดสอบการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนไฮดรอกซาเมต (hydroxamate)

สารละลายกรดที่ใช้ทดสอบ คือ 1) เอทิลอะซีเตต 2) อะซีตามีด 3) กรดอะซีติก

ใส่สารละลาย 1 M NH_2OH.HCl ในแอลกอฮอล์ ลงในหลอดทดลอง 3 หลอด ๆ ละ 1 mL แล้วใส่สารละลายกรดที่จะทดสอบหลอดละ 1 ตัวอย่าง (ข้างต้น) ปริมาณ 0.5 mg (ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว) หรือ 2 หยด ตามลำดับ เขย่า ทำให้สารละลายเป็นเบสด้วย 15% KOH/EtOH (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดง) แล้วเติมเพิ่มอีก 5 หยด นำไปต้มในน้ำเดือด 2-3 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วทำให้สารละลายเป็นกรดด้วย 6 M HCl (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน) แล้วหยดสารละลาย 5% $FeCl_3$ 2 หยด สังเกตสีของสารละลาย บันทึกผล

ชื่อ/นามสกุล………………………… ………..หมู่เรียน…… ……..เลขประจำตัวนักศึกษา………………….
อาจารย์ผู้สอน………………………………………………วันที่ทำการทดลอง……………………………...

รายงานผลการทดลอง

เรื่องกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์

1. สมบัติการละลายและความเป็นกรด

ชนิดของ กรดคาร์บอกซิลิก	การละลายในน้ำ		สีของสารละลาย เมื่อหยดคองโกเรด	pH ของกรด
	เย็น	ร้อน		
กรดบิวทีริก				
กรดเบนโซอิก				

สรุปว่า 1. ให้เปรียบเทียบ**ความแรงของกรด**ระหว่างกรดบิวทีริกและกรดเบนโซอิก พร้อมเหตุผล
……
……………………………………………………………………………………………………
………

2. ให้เปรียบเทียบ**ความสามารถในการละลาย**ระหว่างกรดบิวทีริกและกรดเบนโซอิก พร้อมเหตุผล
……
……………………………………………………………………………………………………
………

2. การเตรียมกรดคาร์บอกซิลิก

สารตั้งต้น	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เมื่อทดสอบกับ	
	สารละลาย $KMnO_4$ ในเบส	สารละลาย $FeCl_3$ (ทดสอบ acetate ion)
กรดอะซิติก		
เอทานอล		
อะซีตัลดีไฮด์		

จงเขียนสมการปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย $KMnO_4$ ในเบสของ

ก. เอทานอล

ข. อะซีตัลดีไฮด์

3. ปฏิกิริยาต่าง ๆ

3.1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอนุพันธ์กรดคาร์บอกซิลิก

อนุพันธ์	สีของสารละลายเมื่อหยดสารละลายคองโกเรด	pH	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีแดงเมื่อทำปฏิกิริยากับ 10% NaOH	
			สีแดง	สีน้ำเงิน
เอทิลอะซิเตต				
อะซีตามีด				

หมายเหตุ (✓) = เปลี่ยนแปลง และ (X) = ไม่เปลี่ยนแปลง

จากผลการทดลอง

จงเปรียบเทียบอัตราเร็วของอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก (ข้างต้น) ดังนี้

……

………………………………………………………………………………………………………

จงเขียนสมการไฮโดรไลซิสของ

ก. อะซีตามีดด้วย 10% NaOH

ข. เอทิลอะซิเตตด้วย 10% NaOH

3.2 ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์

กรดคาร์บอกซิลิก	แอลกอฮอล์	ผลการเกิดเอสเทอร์	
		กลิ่น	สูตรโครงสร้างของเอสเทอร์
กรดอะซีติก	เอทานอล		

จงเขียนสมการปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ระหว่างกรดอะซีติกและเอทานอล

3.3 ปฏิกิริยาเฉพาะของเอไมด์ชนิดปฐมภูมิที่อะตอมไนโตรเจน

สารตั้งต้น	สารเคมี	ผลการทดลอง	
		การเปลี่ยนแปลงที่สังเกต	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
อะซีตามีด	$NaNO_2$ / HCl		
อะซีตามีด	Br_2 / NaOH		

จงเขียนสมการปฏิกิริยาระหว่าง

ค. อะซีตามีดและกรดไนตรัส

ง. อะซีตามีดและ Br_2 / NaOH

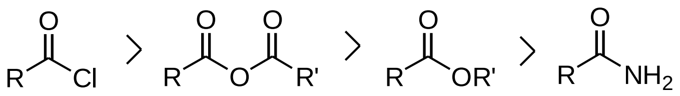
4. การทดสอบสมบัติทางเคมี

ข้อที่	สารละลายกรดหรืออนุพันธ์ที่ใช้ทดสอบ	สารเคมี	ผลการทดลอง
4.1.1	กรดฟอร์มิก	$KMnO_4$/NaOH	
	กรดอะซีติก		
4.1.2	กรดฟอร์มิก	Tollen's reagent	
	กรดอะซีติกอะซีตามีด		
4.2	เอทิลอะซิเตต	1. $HN_2OH.HCl$, EtOH 2. $FeCl_3$	
	อะซีตามีด		

วิจารณ์ข้อผิดพลาดของการทดลอง (ถ้ามี)

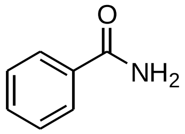
คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกวิธีการทดสอบเพื่อบอกความแตกต่างระหว่างอะซีตามีด อะซีติกแอนไฮไดรด์ กรดฟอร์มิก กรดบิว- ทิริก และอะซีติลคลอไรด์
2. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของกรดคาร์บอกซิลิกและอนุพันธ์มีลำดับการเกิดปฏิกิริยา ดังนี้

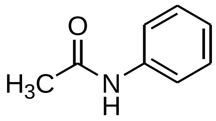


จงอธิบายหตุผลลำดับการเกิดปฏิกิริยาการเติมเข้าของนิวคลีโอไฟล์ที่หมู่คาร์บอนิล

3. จงให้เหตุผลว่า เพราะเหตุใดต้องหยด 6 M HNO_3 ลงไปเล็กน้อย ในการทดสอบแอซิดคลอไรด์ด้วยสารละลายอิ่มตัวซิลเวอร์ไรเตรตในแอลกอฮอล์
4. เพราะเหตุใด จึงใช้ $NaNO_2$/HCl แทนกรดไนตรัส (HNO_2) ในการทำปฏิกิริยาของเอไมด์ชนิดปฐมภูมิ
5. เพราะเหตุใด เมื่อต้องการทดสอบปฏิกิริยากับกรดไนตรัส (HNO_2) ท่านจะต้องเตรียมโดยให้ $NaNO_2$ ทำปฏิกิริยากรด HCl แทน
6. สังเคราะห์สารต่อไปนี้ โดยใช้สารตั้งต้นที่เหมาะสม

1) 

benzamide

2) 

Acetanilide

3) CH_3-NH_2 Methyl amine