**การทดลองที่ 5**

**การศึกษาเคมีอินทรีย์เบื้องต้น**

**ตอนที่ 1**

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาชนิดและปฏิกิริยาเบื้องต้นของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

2. เพื่อศึกษาชนิดและปฏิกิริยาเบื้องต้นของสารประกอบที่เป็นอนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอนบางชนิด

**หลักการ**

สารประกอบอินทรีย์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ **สารประกอบไฮโดรคาร์บอน** (Hydrocarbon) และ**อนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอน** (Derivatives of hydrocarbon)

**สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)**

คือสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนและไฮโดรคาร์บอน แบ่งตามลักษณะโครงสร้างและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

อะลิฟาติก (aliphatics)

ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated hydrocarbon)

แอลเคนหรือพาราฟิน

ไซโคลแอลเคน

ไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbon)

แอลคีนหรือโอเลฟิน

แอลไคน์

อะโรมาติก (Aromatics)

**อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (Aliphatic hydrocarbon)**

คือสารปรกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นโซ่ตรง (Straight chain) หรือเป็นโซ่กิ่งสาขา (branched chain) หรือเป็นวง (cyclic) แบ่งย่อยเป็นอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอนได้เป็น

ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated hydrocarbon) และ

ไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbon)

**ไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว (Saturated hydrocarbon)**

อะตอมคาร์บอนจะต่อกันเป็นพันธะเดี่ยวชนิดโควาเลนต์ ได้แก่ แอลเคน และ ไซโคลแอลเคน

แอลเคนหรือพาราฟิน

อะตอมคาร์บอนที่ต่อกันอาจเป็นโซ่ตรงหรือโซ่กิ่ง สูตรทั่วไป คือ CnH2n+2 แหล่งสำคัญของแอลเคน คือ น้ำมันปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ เนื่องจากเอลเคน ไม่มีหมู่ฟังก์ชันนัล และเป็นสารประกอบที่อิ่มตัว จึงเฉื่อยต่อปฏิกิริยาทั่วไป ปฏิกิริยาที่เกิดจะเป็นปฏิกิริยาการแทนที่แบบฟรีแรดิคัล เช่น ปฏิกิริยาโบรมิเนชัน (bromination) ของแอลเคนในสภาวะที่แสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

**h*v***

R-H + Br2 R-Br + HBr

เช่น

**h*v***

CH4 + Br2 CH3Br + HBr

ตัวอย่างแอลเคน 10 ชนิดแรก

Methane CH4 Hexane C6H14

Ethane C2H6 Heptane C7H16

Propane C3H8 Octane C8H18

Butane C4H10 Nonane C9H20

Pentane C5H12 Decane C10H22

ไซโคลแอลเคนอะตอมจะต่อกันเป็นวง สูตรทั่วไป คือ CnH2n ปฏิกิริยา คล้ายคลึงกับแอลเคน ซึ่งเป็นปฏิกิริยายาการแทนที่แบบฟรีแรดิคัลเช่นกัน

**ไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated hydrocarbon)**

อะตอมคาร์บอนจะอยู่เป็นพันธะคู่ (Double bond) หรือพันธะสาม (triple bond) ได้แก่ แอลคีน ไซโคลแอลคีน และแอลไคน์

**แอลคีนหรือโอลิฟิน (Olefins)**

อะตอมของคาร์บอนจะเป็นพันธะคู่ต่อกันเป็นโว่ตรงหรือโซ่กิ่ง สูตรทั่วไป CnH2n แอลคีนอย่างง่าย 2 ชนิดแรก คือ

 หรือ CH2=CH2  หรือ CH3CH=CH2

Ethylene (ethene) Propylene (propene)

เนื่องจากหมู่ฟังก์ชันนัลของแอลคีน คือ พันธะคู่ (C=C) ประกอบด้วยด้วยพันธะซิกมา 1 พันธะ และพันธะพาย 1 พันธะ ปฏิกิริยาที่เกิดจึงเป็นแบบการเพิ่มเข้า (Addition reaction) โดยไม่ต้องอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยา



R-CH=CH-R + Br2

เช่น 

1,2-Dibromoethane

**แอลไคน์ (Alkyne)**

เป็นคาร์บอนที่ภายในโมเลกุลมีพันธะสาม (Triple bond) ระหว่างอะตอมของคาร์บอน ประกอบด้วยพันธะซิกมา 1 พันธะ และพันธะพาย 1 พันธะ สูตรทั่วไป CnH2n-2  แอลไคน์ 2 ชนิดแรก คือ

H-C = C-H CH3C = CH

Acetylene Propyne

Acetylene เป็น alkyne ที่สำคัญมากในกลุ่มแอลไคน์ เตรียมได้จากปฎิกิริยาแคลเซียมคาร์ไบด์และน้ำ

CaC2 + H2O CH=CH + Ca(OH)2

ปฏิกิริยาที่เกิดกับแอลไคน์เป็นแบบเพิ่มตรงพันธะสามเช่นเดียวกับแอลคีน เช่น

Br

Br

RC = CR +2Br2 R- C C-R

Br

Br

**อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon)**

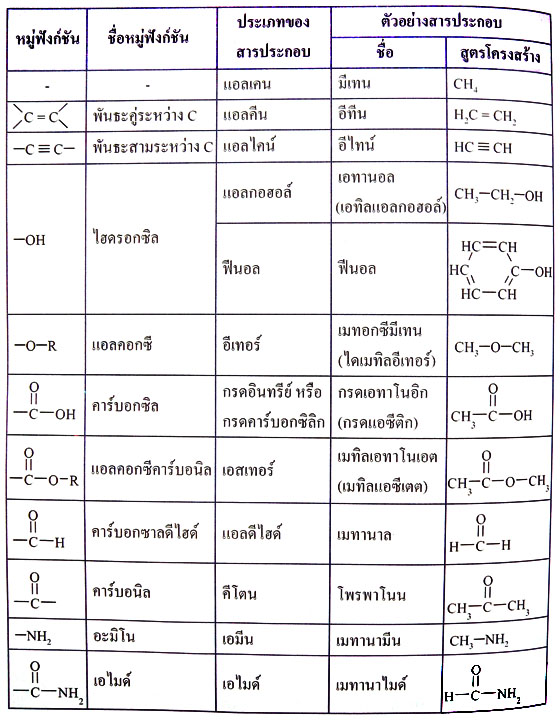
คือสารประกอบที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นวงในระนาบเดียวกันที่มีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว จำนวนพายอิเล็กตรอนเป็น 4n +2 เมื่อn = 1, 2,3…… โดยอิเล็กตรอนเหล่านี้สามารถจะเคลื่อนย้ายในวงได้ สารสามัญที่สำคัญและคุ้นเคย คือ เบนซีน C6H6 ซึ่งอะตอมของคาร์บอนทั้งหก จะต่อกันเป็นหกเหลี่ยมและอยู่ในระนาบเดียวกันมี 6 พายอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่จะเป็นแบบการแทนที่ชนิด อิเลคโตรฟิลิก (Electrophilic substitution) ซึ่งต่างกับปฏิกิริยาของสารประกอบของสารประกอบที่มีพันธะคู่ ซึ่งเป็นแบบเพิ่มเข้า เช่น ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยหมู่ไนโตร (Nitration)



**อนุพันธ์ของไฮโดรคาร์บอน (Derivatives of hydrocarbons)**

คือสารประกอบด้วยคาร์บอนไฮโดรเจน และธาตุอื่น แบ่งย่อยตามหมู่ฟังก์ชันัล ได้ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 แสดงการแบ่งชนิดของสารอินทรีย์หมู่ฟังก์ชันนัล**



**แอลกอฮอล์**

เป็นสารประกอบที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group, OH) ต่อกับหมู่แอลคิล สูตรทั่วไป คือ R-OH แบ่งแอลกอฮอล์ตามหมู่ไฮดรอกซิลที่ต่อกับอะตอมของคาร์บอนได้เป็น 3 ชนิด คือ ชนิด ปฐมภูมิ (primary alcohol) ชนิดทุติยภูมิ (Secondary alcohol) และชนิดตติยภูมิ (Tertiary alcohol)



แอลกอฮอล์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำ โดยแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอนจำนวนหนึ่งถึงสามอะตอม จะละลายน้ำได้ดี และการละลายจะลดลงเมื่อขาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น แอลกอฮอล์ –OH เป็นหมู่แสดงสมบัติเฉพาะซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาได้หลายชนิด เช่น ปฏิกิริยาแสงความเป็นกรด ปฏิกิริยาแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล และปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการเกิดเป็นแอลดีไฮด์ และคีโตน ตามลำดับ



ส่วนชนิดตติยภูมิจะไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนที่ตำแหน่งคาร์บอน ซึ่งมี –OH อยู่



การที่แอลกอฮอล์ทั้งสามชนิดมีปฏิกิริยาต่อตัวออกซิไดส์ได้ต่างกันนี้ ทำให้สามารถใช้เป็นปฏิกิริยาทดสอบ เพื่อจำแนกประเภทแอลกอออล์ได้

**สารประกอบคาร์บอนีล**

ได้แก่แอลดีไฮด์  และคีโตน  ซึ่งต่างก็มีหมู่คาร์บอนีล (carbonyl) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล ปฏิกิริยาของแอลดีโฮด์ และคีโตน จะคล้ายคลึงกัน ยกเว้นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งแอลดีไฮด์จะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่า สำหรับคีโตน จะถูกออกซิไดซส์ได้นั้น จะต้องใช้ตัวออกซิไดส์ที่แรงมาก ตัวออกซิไดส์ที่สามารถออกซิไดส์ได้เฉพาะแอลดีไฮด์เป็นกรดคาร์บอกซิลิก แต่ไม่ออกซิไดส์ คีโตน ได้แก่ Tollen’s reagent และ Fehling solution



ส่วนปฏิกิริยาแอลดีไฮด์กับสารละลายเฟห์ลิง (Fehling solution) ซึ่งเป็นไอออนเชิงซ้อน Cu(II) tartrate ในเบส และกับสารละลายเบเนดิกซ์ (Benedict’s solution) ซึ่งเป็นไอออนเชิงซ้อน Cu (II) citrate ในเบส จะให้ตะกอนสีน้ำตาลแดงของ Cu (I) oxide (Cu2O)

**กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์**

กรดคาร์บอกซิลิกหรือกรดอินทรีย์ เป้นสารประกอบที่มีหมู่คาร์บอกซิล (carboxylgroup, -COOH) ต่ออยู่กับหมู่แอริล หรือแอลคิล

เอสเทอร์เป็นสารประกอบที่มีสูตรทั่วไปเป็น  ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่มาจากแอลกอฮอล์ (R’-O) และที่มาจากกรด  เอสเทอร์ส่วนใหญ่เป็นของเหลวที่ระเหยได้ง่าย และมีกลิ่นหอม เช่น ethyl acetate มีกลิ่นดอกนมแมว

ปฏิกิริยากรดคาร์บอกซิลิกกับเบส



ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ (Etherification) เป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดคาร์บอกซิลิกกับแอลกอฮอล์ เมื่อมีกรดแก่อยู่ด้วย ได้เป็นเอสเทอร์



**อุปกรณ์และเครื่องมือ**

1. หลอดทดลอง

2. แท่งแก้วคน

3. อ่างน้ำร้อน

**สารเคมี**

1. ไซโคลเฮกเซน

2. ไซโคลเฮกซีน

3. โบรมีนในคาร์บอนเตตราคลดไรด์ (5% Br2/CCl4)

4. เมทานอล (CH3OH)

5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 % NaOH)

6. สารละลายกรดซัลฟูริก (10 % H2SO4)

7. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (0.5 % KMnO4)

8. ไอโซโปรพิลแอลกอฮอล์ (CH3-CH-CH3)

9. กรดซาลิไซลิก (HOC6H4COOH)

10. เอธานอล (C2H5OH)

11. เอมิลแอลกอฮอล์ (CH3-CH2-CH2-CH2-CH2-OH)

12. กรดอะซิติก (CH3COOH)

13. สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต (5% AgNO3)

14. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (5% NaOH)

15. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (5% NH4OH)

16. ฟอร์มัลดีไฮด์ (10 %)

17. อะซีโตน

18. เบนซาลดีไฮด์ (C6H5CHO)

19. Fehling solution A and B

20. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc H2SO4)

**วิธีการทดลอง**

**การทดลองที่ 1 สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิด**

1.1 การเผาไหม้

หยดไซโคลเฮกเซน 1 cm3 ลงในกระจกนาฬิกา จุดไม้ขีดไฟและสังเกตการณ์เผาไหม้ ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิม โดยใช้ไซโคลเฮกซีนแทนไซโคลเฮกเซน

**ข้อควรระวัง เนื่องจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารติดไฟ ฉะนั้นเวลาทดลองควรใช้ความระมัดระวัง**

1.2 ปฏิกิริยากับโบรมีน

หยดไซโคลเฮกเซนใส่หลอดทดลองที่แห้งและสะอาด 2 หลอดๆ 1 cm3 หยด 5 % ของโบรมีน ในคาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Br2/CCl4) หลอดละ 3 หยด เขย่า เก็บหลอดทดลองที่หนึ่งไว้ในที่มืด ส่วนหลอดที่สองเก็บไว้ในที่สว่าง บันทึกผลการทดลองหลังจากตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาประมาณ 30 นาที และเปรียบเทียบสีของสารละลายทั้งสองหลอด

ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิม โดยใช้ไซโคลเฮกเซนป็นไซโคลเฮกซีน

1.3 ปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Baeyer test for Unsaturation)

หยด 0.5 % KMnO4 3 หยด ลงในหลอดทดลองซึ่งบรรจุไซโคลเฮกเซน 1 cm3 เขย่าและสังเกตผล

ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิม โดยใช้ไซโคลเฮกเซนป็นไซโคลเฮกซีน

ผลการทดลองที่ 5

เรื่อง การศึกษาเบื้องต้นเคมีอินทรีย์

ผู้ทำการทดลอง.................................................................................รหัส.........................................................

ผู้ร่วมทำการทดลอง 1........................................................................รหัส.............................................. .........

2........................................................................รหัส.............................................. ........

วันที่ทำการทดลอง................................................................................. .........................................................

อาจารย์ผู้ควบคุมการทดลอง................................................................................. ...........................................

การทดลองที่ 1 สมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางชนิด

1.1 การเผาไหม้

ไซโคลเฮกเซน.............................................................................................................

ไซโคลเฮกซีน.............................................................................................................

สรุปผลการทดลอง

1.2 ปฏิกิริยากับโบรมีน

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| สารประกอบ | ผลการทดลอง | |
| ที่มืด | ที่สว่าง |
| ไซโคลเฮกเซน |  |  |
| ไซโคลเฮกซีน |  |  |

สมการปฏิกิริยาที่เกิด

สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์

1.3 ปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

|  |  |
| --- | --- |
| สารประกอบ | ผลการทดลอง |
| ไซโคลเฮกเซน |  |
| ไซโคลเฮกซีน |  |

สมการปฏิกิริยาที่เกิด

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์