

บทที่ 11

อีเธอร์และอีพอกไซด์

จุดประสงค์ เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาควรจะสามารถ

1. เรียกชื่ออีเธอร์และอีพอกไซด์ได้ทุกระบบ
2. อธิบายคุณสมบัติทางกายภาพของอีเธอร์ และเปรียบเทียบกับแอลกอฮอล์และฟีนอลได้
3. แสดงปฏิกิริยาการเตรียมอีเธอร์จากแอลกอฮอล์ อัลคิลเฮไลด์ อัลคีน ฯลฯ ได้
4. แสดงปฏิกิริยาการเตรียมไซคลิกอีเธอร์และอีพอกไซด์ได้
5. อธิบายปฏิกิริยา Williamson synthesis ในการสังเคราะห์อีเธอร์และไซคลิกอีเธอร์ พร้อมทั้งแสดงกลไกของปฏิกิริยาได้
6. แสดงผลผลิตของปฏิกิริยาการแตกหัก C-O-C linkage ในอีเธอร์ด้วยกรดหรือด้วยเบส และเขียนกลไกของปฏิกิริยาได้
7. แสดงปฏิกิริยาการเปิดวงอีพอกไซด์โดยมีกรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา พร้อมทั้งเขียนกลไกของปฏิกิริยาได้
8. เตรียมแอลกอฮอล์จากเอธิลีนออกไซด์ได้

อีเทอร์ (Ethers) มีสูตรทั่วไป $R-O-R$ ถ้าหมู่อัลคิลทั้ง 2 หมู่เหมือนกันเรียกว่า simple ether หรือ symmetrical ether ถ้าต่างกันเรียกว่า mixed ether หรือ unsymmetrical ether อีเทอร์ อาจจะมีสูตรเป็น $R-O-Ar$ หรือ $Ar-O-Ar$ ก็ได้ อย่างไรก็ตามอีเทอร์ทุกตัวจะมี C-O-C linkage

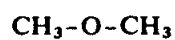
11.1 การเรียกชื่ออีเทอร์

การเรียกชื่ออีเทอร์มี 2 ระบบคือ

1. ระบบชื่อสามัญ

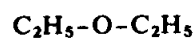
โดยการเรียกชื่อหมู่อัลคิลหรือเอริลทั้ง 2 ข้างของออกซิเจนแล้วลงท้ายด้วยคำว่า ether ถ้าเป็น symmetrical ether คือหมู่อัลคิลหรือเอริลทั้ง 2 หมู่เหมือนกัน มักจะเรียกเป็น alkyl ether หรือ aryl ether โดยไม่ต้องใส่คำนำหน้าว่า di-

ตัวอย่าง



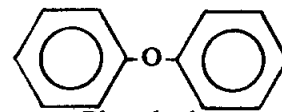
Methyl ether

(dimethyl ether)



Ethyl ether

(diethyl ether)

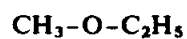


Phenyl ether

(diphenyl ether)

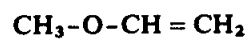
แต่ถ้าเป็น unsymmetrical ether จะต้องเรียกชื่อทั้ง 2 หมู่

ตัวอย่าง



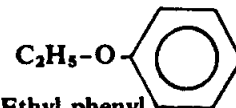
Methyl ethyl

ether



Methyl vinyl

ether



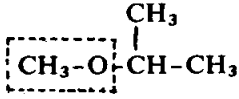
Ethyl phenyl

ether

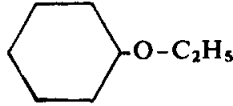
2. ระบบ IUPAC

ให้พิจารณาหมู่อัลคิลหรือเอริลทั้ง 2 หมู่ที่เกาะที่ออกซิเจน ให้หมู่ที่มีคาร์บอนมากเป็นชื่อหลัก ส่วนหมู่ที่มีคาร์บอนน้อยรวมกับออกซิเจนเรียกว่าหมู่ alkoxy หรือ aryloxy โดยเขียนไว้ข้างหน้าชื่อหลักนั้น

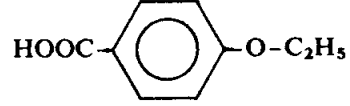
ตัวอย่าง



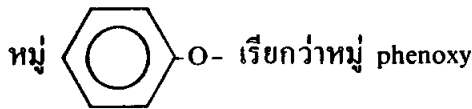
2-Methoxy propane



Ethoxy cyclohexane



p-Ethoxy benzoic acid



11.2 คุณสมบัติทางกายภาพของอีเธอร์

โมเลกุลของอีเธอร์มีความมีขั้วและมีค่าไดโพลโมเมนต์สุทธิไม่มากนัก มุมพันธะ C-O-C ที่ออกซิเจนประมาณ 110°



ความมีขั้วของอีเธอร์ซึ่งไม่มากนักนี้ไม่มีผลต่อจุดเดือดของอีเธอร์ อีเธอร์มีจุดเดือดพอก ๆ กับอัลเคนที่มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน แต่มีจุดเดือดต่ำกว่าแอลกอฮอล์ที่เป็นไอโซเมอร์มาก ทั้งนี้เพราะโมเลกุลของอีเธอร์ไม่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้เหมือนกับของแอลกอฮอล์ เช่น 1-butanol มีจุดเดือด 117.7° , ethyl ether 34.5° , n-pentane 36.1°

อีเธอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ อาจละลายน้ำได้บ้าง เช่น ethyl ether ละลายได้ 10 กรัมในน้ำ 100 กรัม ที่ 25° ทั้งนี้เพราะสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างออกซิเจนของอีเธอร์และไฮโดรเจนของน้ำได้

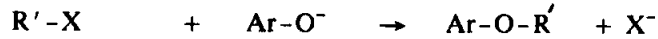
2. Williamson synthesis

เป็นปฏิกิริยาระหว่างอัลคิลเฮไลด์กับแอลคอกไซด์ (alkoxide) หรือฟีนอกไซด์ (phenoxide) ไอออน วิธีนี้สามารถเตรียมได้ทั้ง symmetrical และ unsymmetrical ether



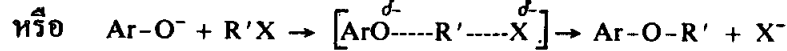
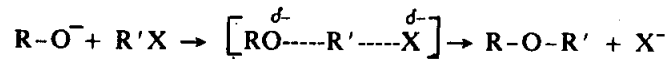
Alkyl halide Alkoxide ion Dialkyl ether

R และ R' อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันได้ อัลคิลเฮไลด์ควรจะใช้เมธิลเฮไลด์, 1° หรือ 2° อัลคิลเฮไลด์จึงจะได้ผลดี ส่วนเอริลเฮไลด์ไม่ค่อยใช้เพราะไม่ไวต่อปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์



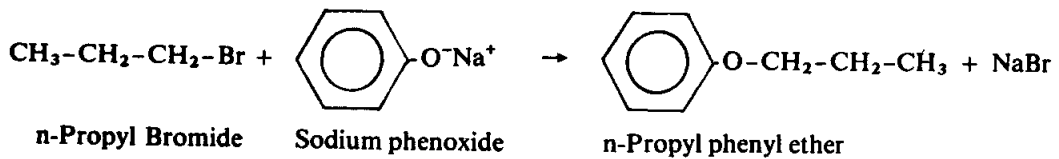
1° หรือ 2° Alkyl halide Phenoxide ion Alkyl aryl ether

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์แบบ S_N2

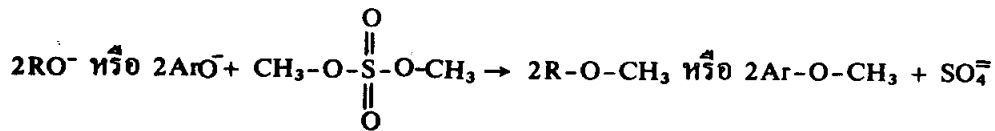


ดังนั้นจะต้องมีการจำกัดโครงสร้างของอัลคิลเฮไลด์ เพราะแอลคอกไซด์หรือฟีนอกไซด์ ไอออน เป็นนิวคลีโอไฟล์ที่ดี และยังเป็นเบสที่แก่ด้วยจึงอาจจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการขจัดไฮโดรเจนเฮไลด์ออกแล้วได้อัลคีน ซึ่งปฏิกิริยาการขจัดออกเกิดในพวก 3° อัลคิลเฮไลด์ได้ดีกว่า 2° และ 1° ตามลำดับ (ทั้งแบบ E₁ และ E₂) ฉะนั้นใน Williamson synthesis จึงใช้เมธิลเฮไลด์ 1° และ 2° อัลคิลเฮไลด์เท่านั้น

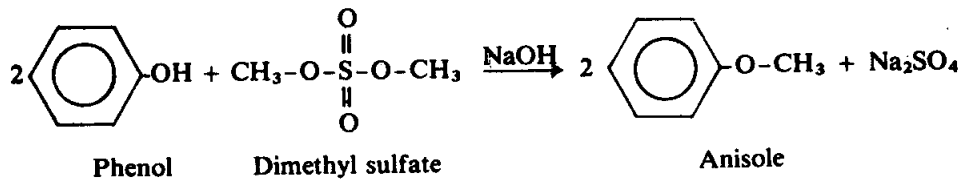
ตัวอย่าง



ในการเตรียม anisole หรือเมธิลอีเธอร์ตัวอื่น ๆ มักจะใช้เมธิลซัลเฟต, (CH₃)₂SO₄ แทนเมธิลเฮไลด์ ดังนี้

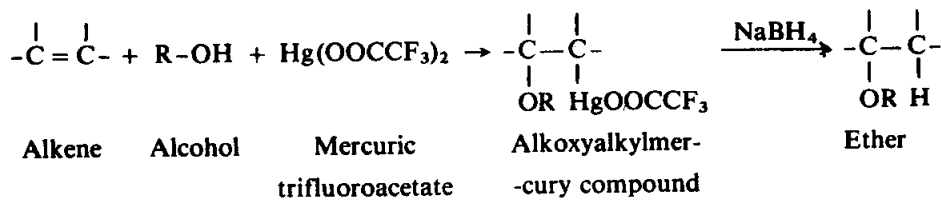


ตัวอย่าง



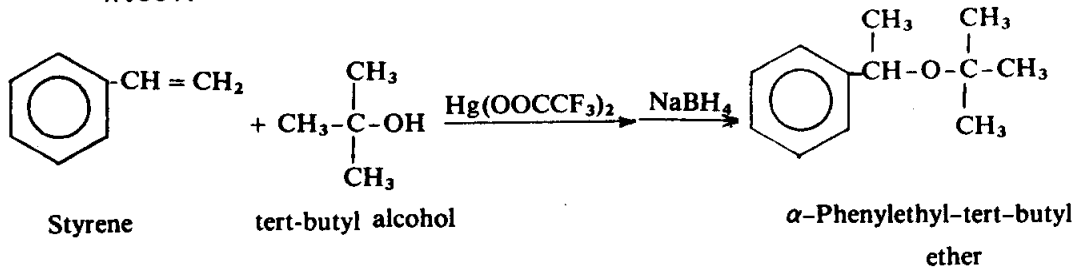
3. เตรียมจากปฏิกิริยา Alkoxymercuration-demercuration

อัลคีนทำปฏิกิริยากับเมอร์คิวริกไตรฟลูออโรอะซิเตต โดยมีแอลกอฮอล์อยู่ด้วยจะได้สารประกอบ alkoxyalkylmercury ซึ่งเมื่อรีดิวซ์แล้วจะได้อีเธอร์



ปฏิกิริยาขั้นแรกเป็น alkoxymercuration และขั้นที่สองเป็น demercuration จะเห็นได้ว่าคล้ายคลึงกับปฏิกิริยาการเตรียมแอลกอฮอล์ (ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.2) เป็นปฏิกิริยาการเพิ่มแบบ Markovnikov addition

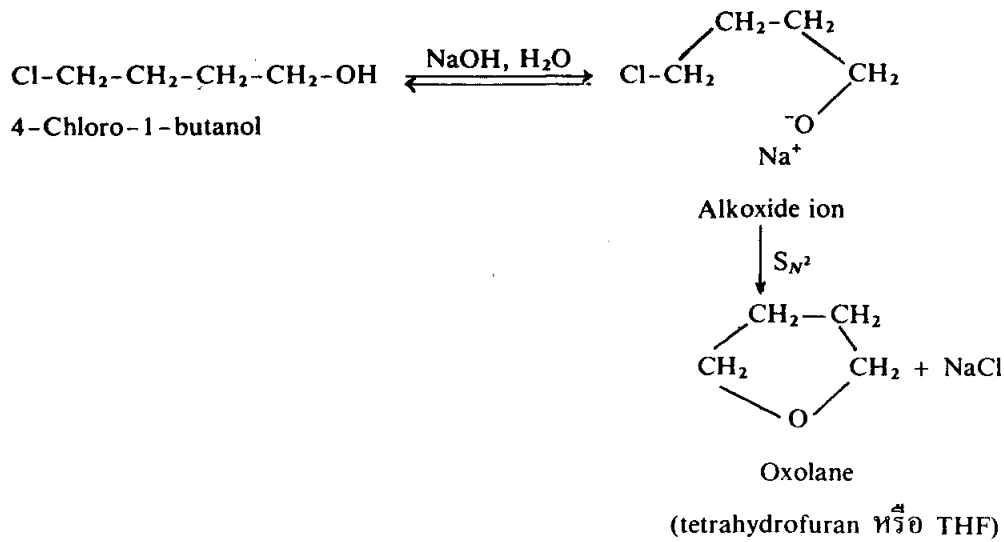
ตัวอย่าง



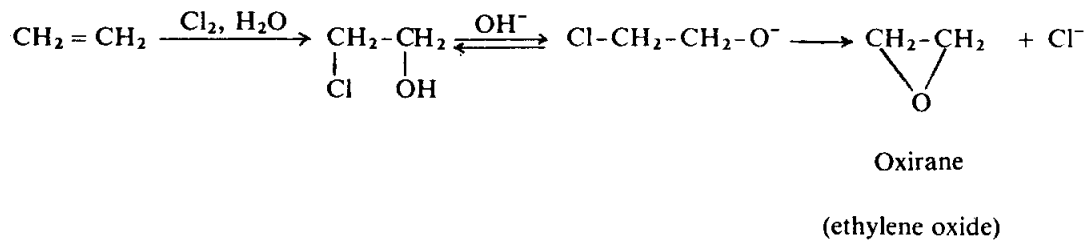
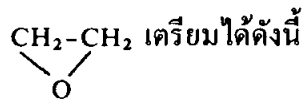
4. การเตรียมไซคลิกอีเธอร์

ใช้วิธี Williamson synthesis โดยให้เกิดปฏิกิริยาภายในโมเลกุลคือ ให้ไฮดรอกซีอัลคิลเฮไลด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้แอลกอฮอล์ไอออน ซึ่งจะเข้าไปแทนที่เฮไลเจนในโมเลกุลเดียวกันแบบ $\text{S}_{\text{N}}2$

ตัวอย่าง



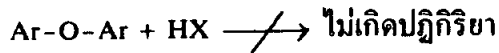
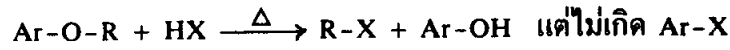
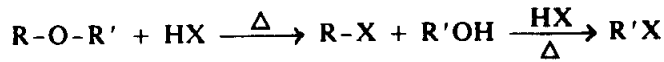
พวกอีพอกไซด์ $\begin{array}{c} | \quad | \\ \text{C}-\text{C} \\ \diagdown \quad / \\ \text{O} \end{array}$ ก็เตรียมได้จากวิธีนี้เช่นกัน เช่น ethylene oxide



11.4 ปฏิกิริยาของอีเธอร์

อีเธอร์เป็นสารประกอบที่ไม่ค่อยว่องไวต่อการทำปฏิกิริยา ทั้งนี้เพราะมี C-O-C linkage ที่ค่อนข้างเสถียร จะเสถียรต่อด่าง เสถียรต่อสารออกซิไดส์และรีดิวส์ ปฏิกิริยาทางเคมีของอีเธอร์จึงไม่มากนัก

1. ปฏิกิริยาการแตกหักด้วยกรด (Cleavage by acids) กรดไฮโดรเฮลิก (HX) เข้มข้น สามารถแตกหักอีเธอร์ได้โดยใช้ภาวะค่อนข้างแรง



ความว่องไวของ HX ในปฏิกิริยาการแตกหักอีเทอร์มีลำดับคือ HI > HBr > HCl และมักจะใช้ HI และ HBr ที่อุณหภูมิสูง

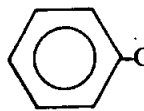
ในกรณีที่เป็น Ar-O-R จะมีการแตกหักพันธะระหว่างอัลคิล-ออกซิเจน แต่จะไม่เกิดการแตกหักระหว่างเอริล-ออกซิเจน

ตัวอย่าง



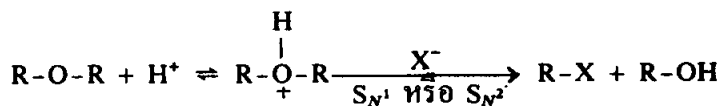
Ethyl ether

Ethyl bromide



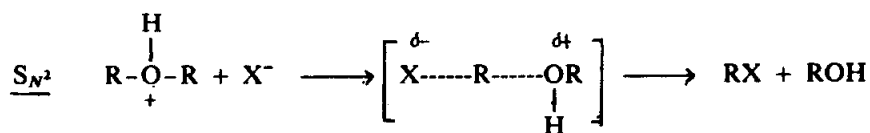
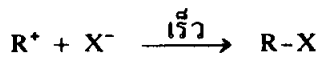
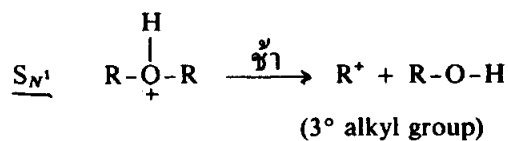
Anisole

กลไกของปฏิกิริยาการแตกหักเกิดได้ดังนี้

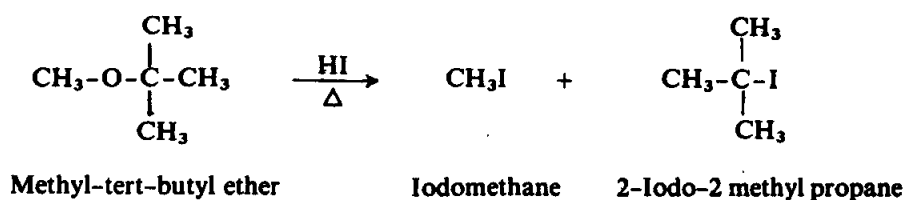


Protonated ether

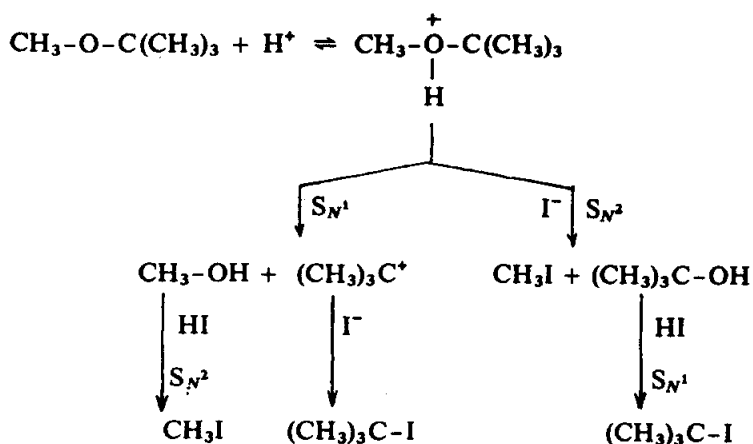
ในขั้นที่นิวคลีโอไฟล์ (X^-) เข้าไปแทนที่นั้นเกิดปฏิกิริยาได้ 2 แบบคือ แบบ S_N^1 และ S_N^2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของอีเทอร์ เช่น หมู่อัลคิลชนิด 1° จะเกิดแบบ S_N^2 ส่วน 3° จะเกิดแบบ S_N^1



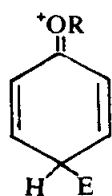
ตัวอย่าง



กลไกเกิดดังนี้

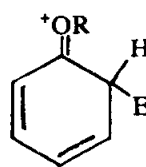


2. ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ในอะโรเมติกอีเธอร์ หมู่ -OR เป็น ortho, para director และเป็น activating group ที่แรงปานกลาง ซึ่งจะแรงกว่า -R แต่น้อยกว่า -OH ในปฏิกริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ที่วงเบนซีนของอะโรเมติกอีเธอร์ที่ตำแหน่ง ortho และ para จะได้อินเตอร์มีเดียตคาร์โบแคทไอออนที่สามารถเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้หลายแบบ แต่จะมีโครงสร้างเรโซแนนซ์ที่มีส่วนร่วมมาก เพราะมีเสถียรภาพสูงเป็นพิเศษคือ



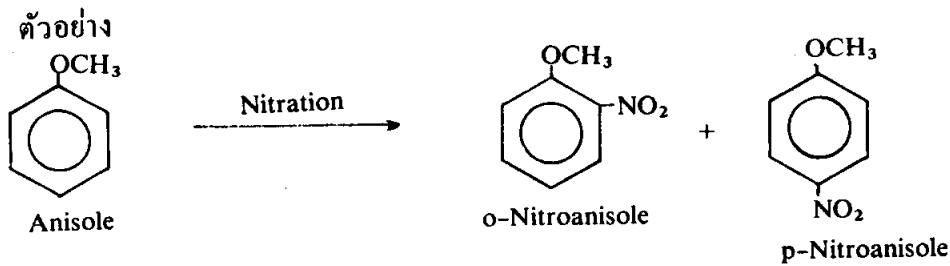
para

และ

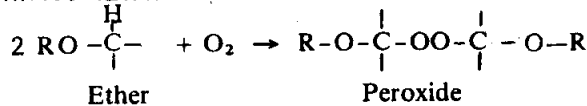


ortho

ดูหัวข้อที่ 7.7.2



3. ปฏิกิริยา autooxidation อะลิเฟติกอีเธอร์ส่วนใหญ่เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศมักจะถูกออกซิไดส์อย่างช้า ๆ ได้เปอร์ออกไซด์คือเกิด autooxidation ถึงแม้ว่ามีปริมาณน้อยแต่ก็สามารถทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อกลั่นอีเธอร์นั้น



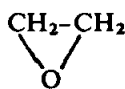
กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบฟรีแรดิคัล

การทดสอบว่ามีเปอร์ออกไซด์หรือไม่โดยเขย่าอีเธอร์กับสารละลาย KI ถ้ามีเปอร์ออกไซด์ I^- จะถูกออกซิไดส์ได้ I_2 ซึ่งมีสีม่วงจนถึงสีน้ำตาล

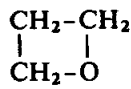
วิธีกำจัดเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นทำได้โดยนำมาเขย่ากับสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต (ferrous sulfate) ซึ่งจะรีดิวส์เปอร์ออกไซด์

11.5 ไซคลิกอีเธอร์ (Cyclic ethers)

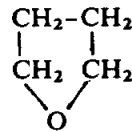
ไซคลิกอีเธอร์จะมีโครงสร้างเป็นวง เช่น



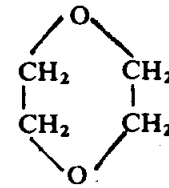
Ethylene
oxide



Trimethylene
oxide



Tetrahydro-
furan

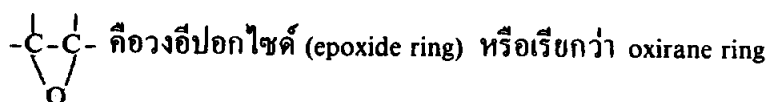


1, 4-Dioxane
(dioxane)

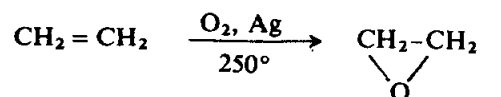
ไซคลิกอีเธอร์ส่วนใหญ่การเตรียมและคุณสมบัติคล้ายกับอีเธอร์ ยกเว้น ไซคลิกอีเธอร์ชนิดที่เรียกว่า อีพอกไซด์ (epoxides) ซึ่งแตกต่างออกไปเพราะพวกอีพอกไซด์นี้มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาที่อีเธอร์และไซคลิกอีเธอร์อื่น

11.6 อีพอกไซด์ (Epoxides)

อีพอกไซด์เป็นไซคลิกอีเธอร์ชนิดที่วงประกอบด้วย 3 อะตอมต่อกัน (three membered ring)



อีพอกไซด์ตัวที่สำคัญที่สุดได้แก่ ethylene oxide ซึ่งมีวิธีเตรียมในอุตสาหกรรมโดยออกซิเดชันเอริลีนโดยอากาศและมีตัวเร่งปฏิกิริยา



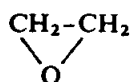
Ethylene

Ethylene oxide

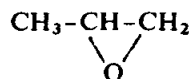
11.7 การเรียกชื่ออีพอกไซด์

การเรียกชื่ออีพอกไซด์มี 3 ระบบคือ

1. ระบบชื่อสามัญ โดยเรียกเป็น alkylene oxide ซึ่งก็คือออกไซด์ของอัลคีนนั่นเอง ตัวอย่าง

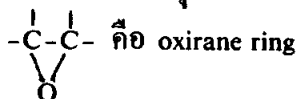


Ethylene oxide



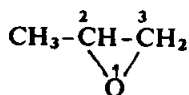
Propylene oxide

2. ระบบชื่ออนุพันธ์ โดยเรียกเป็นอนุพันธ์ของ oxirane

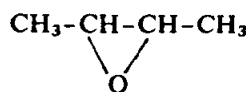


Oxirane เป็นสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก จึงกำหนดตำแหน่งให้ออกซิเจน (ซึ่งเป็นเฮเทอโรอะตอม) เป็นตำแหน่งที่ 1 แล้วนับวนไปทางซ้ายหรือขวาแล้ว แต่ว่ามีหมู่อะตอมเกาะอยู่ที่คาร์บอนตัวใด

ตัวอย่าง

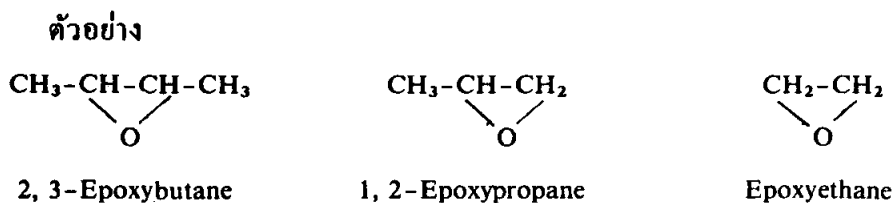


2-Methyloxirane



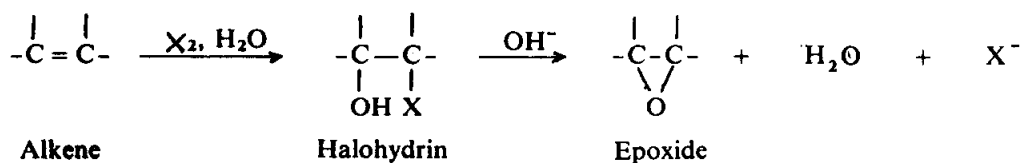
2, 3-Dimethyloxirane

3. ระบบ IUPAC โดยถือว่า epoxy (O) เกาะอยู่ที่ไฮโดรคาร์บอน การเรียกชื่อจึงใช้คำว่า epoxy นำหน้าชื่อไฮโดรคาร์บอนหลักนั้น เช่น epoxyalkane โดยกำหนดตำแหน่งของคาร์บอนที่มี epoxy เกาะอยู่เป็นตัวเลขน้อย ๆ

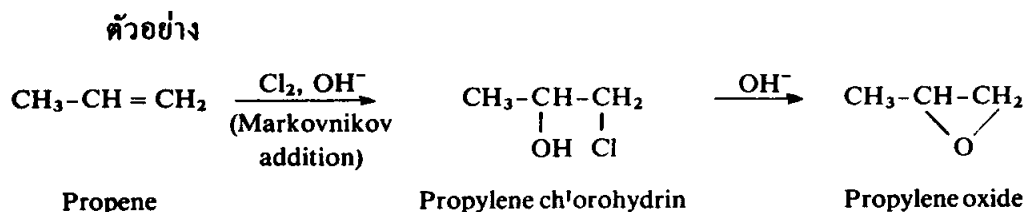
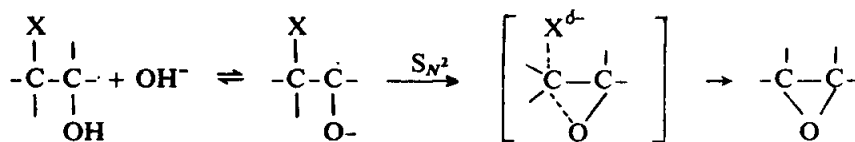


11.8 การเตรียมอีพอกไซด์

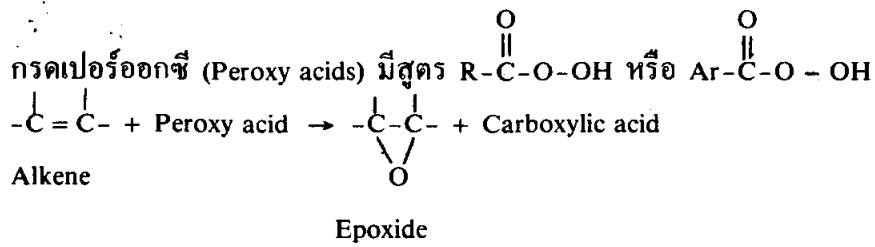
1. เตรียมจากเฮไลด์อิน โดยให้เฮไลด์อินทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์



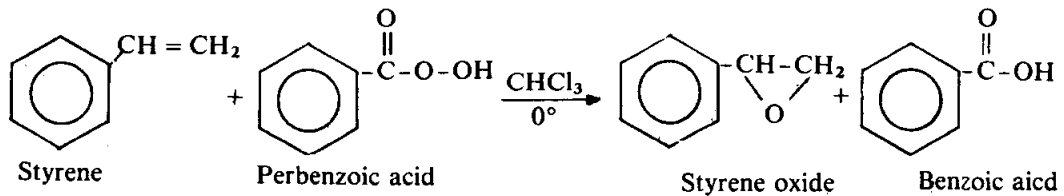
ปฏิกิริยาการเปลี่ยนเฮไลด์อินให้เป็นอีพอกไซด์โดยใช้เบสนี้ดัดแปลงมาจาก Williamson synthesis เกิดปฏิกิริยาแบบ $\text{S}_\text{N}2$ ภายในโมเลกุลดังนี้



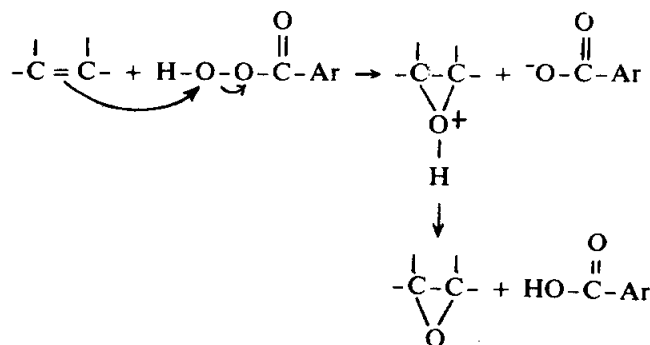
2. เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างอัลคีนกับกรดเปอร์ออกซี



ตัวอย่าง



กลไกของปฏิกิริยาเกิดได้ดังนี้



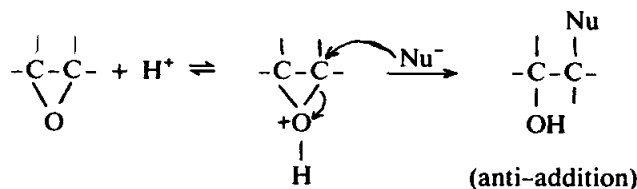
11.9 ปฏิกิริยาของอีพอกไซด์

วงอีพอกไซด์ประกอบด้วยคาร์บอน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม ต่อกันเป็นวงรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมพันธะในวงประมาณ 60° ซึ่งน้อยกว่ามุมเคระะอีตรอนปกติ (109.5°) และน้อยกว่ามุมพันธะของแกนทั้งสองของออกซิเจนในอีเธอร์ (110°) ดังนั้นวงอีพอกไซด์จึงมี strain มาก เมื่อทำปฏิกิริยาจะเปิดวงอีพอกไซด์จึงว่องไวต่อปฏิกิริยามาก

1. ปฏิกิริยาการเปิดวงอีพอกไซด์ (Ring-opening reaction)

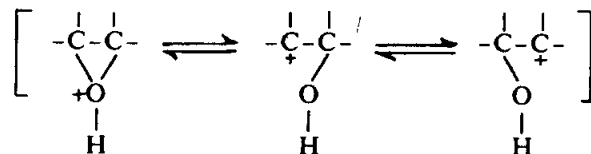
1.1 การเปิดวงอีพอกไซด์โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Acid-catalyzed opening)

โดยที่กรดจะให้โปรตอนแก่ออกซิเจนของอีเธอร์ได้ออกซิเนียมไอออนก่อนที่นิวคลีโอไฟล์จะเข้าไปทำปฏิกิริยา

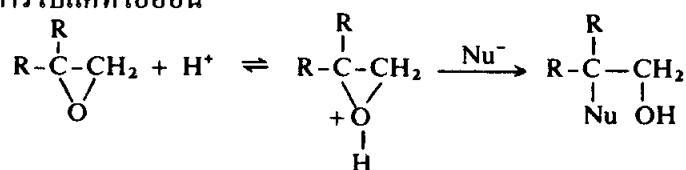


Oxonium ion

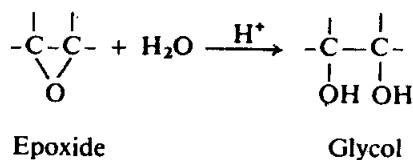
โครงสร้างเรโซแนนซ์ของออกไซด์เนียมไอออนเขียนได้ดังนี้



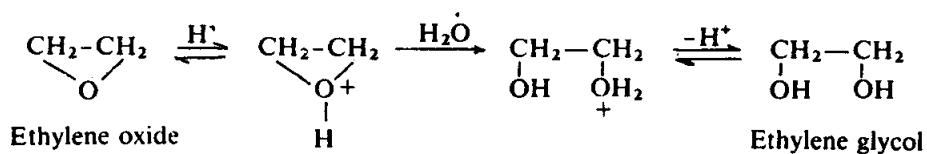
ดังนั้นนิวคลีโอไฟล์จะเข้าที่คาร์บอนที่เป็นคาร์โบแคทไอออนที่เสถียรกว่า จะเห็นได้ว่า ปฏิกิริยาการแตกหักนี้เป็นแบบ S_N2 แต่ก็มีลักษณะของ S_N1 อยู่บ้างคือ คาร์บอนมีประจุบวกเล็กน้อยซึ่งเป็นคาร์โบแคทไอออน



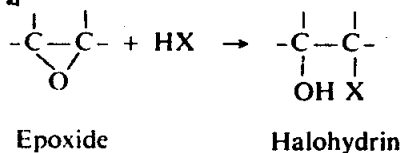
1.1.1 อีพอกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำโดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



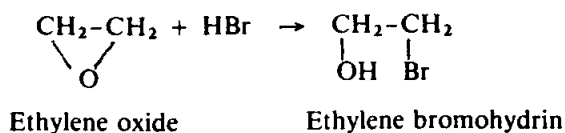
ตัวอย่าง



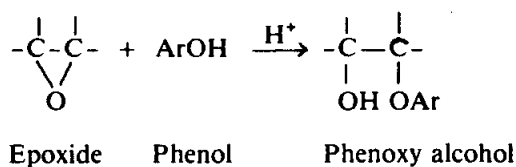
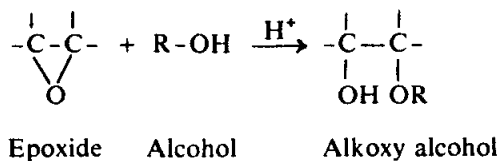
1.1.2 อีพอกไซด์ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรเฮลิก



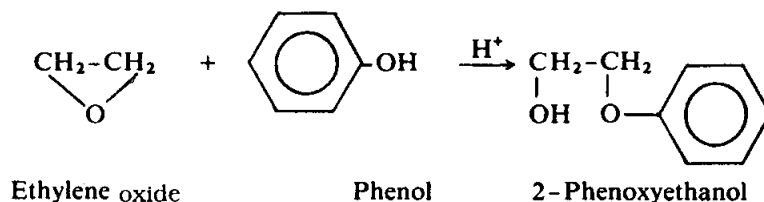
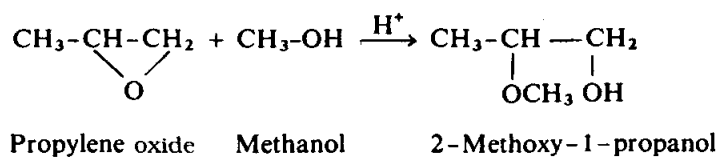
ตัวอย่าง



1.1.3 อีพอกไซด์ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์หรือฟีนอลโดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ตัวอย่าง

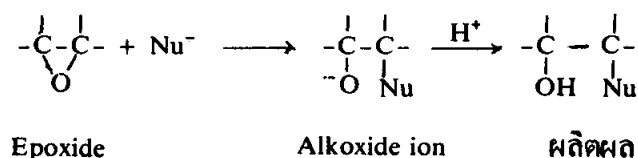


1.2 การเปิดวงอีพอกไซด์โดยมีเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Base-catalyzed opening)

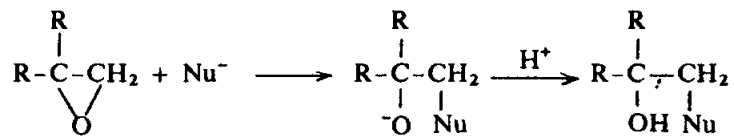
เบสที่ใช้จะใช้เบสที่ค่อนข้างแรงซึ่งจะเป็นนิวคลีโอไฟล์ที่ดี เช่น RO^- , ArO^- , NH_3

เป็นต้น

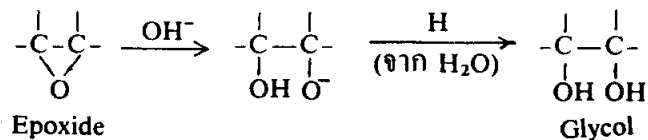
ปฏิกิริยาเกิดดังนี้



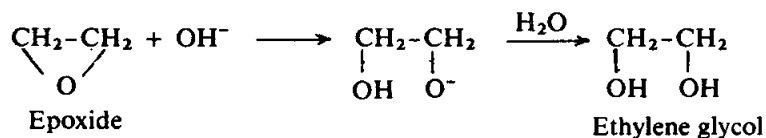
นิวคลีโอไฟล์จะเข้าไปที่วงอีพอกไซด์ และวงจะเปิดออกได้เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะรับโปรตอนแล้วเกิดเป็นสารผลิตภัณฑ์ นิวคลีโอไฟล์จะเข้าไปที่คาร์บอนที่มีความเคาะกะน้อยที่สุด เช่น



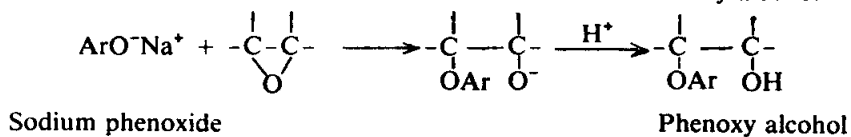
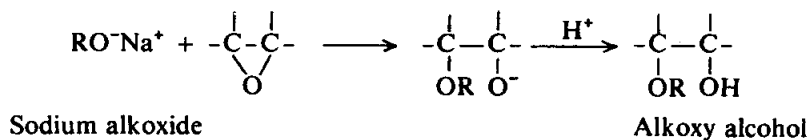
1.2.1 อีพอกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายของด่างในน้ำ



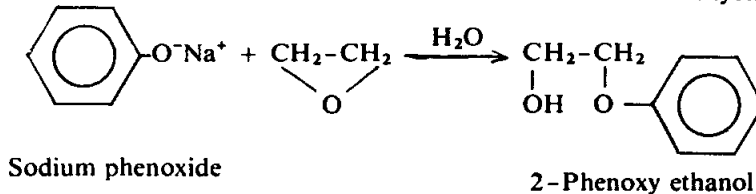
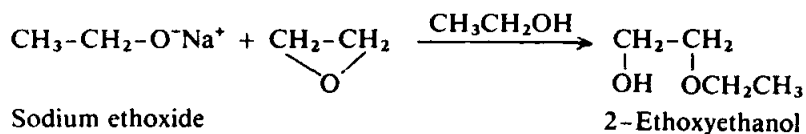
ตัวอย่าง



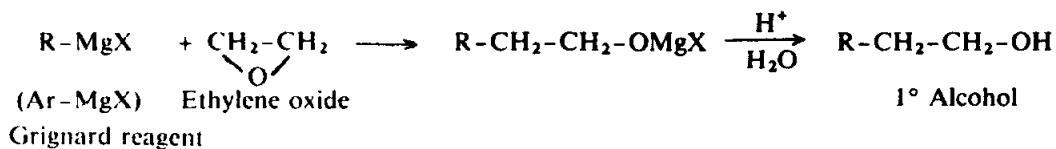
1.2.2 อีพอกไซด์ทำปฏิกิริยากับพวกแอลกอฮอล์หรือฟีนอกไซด์



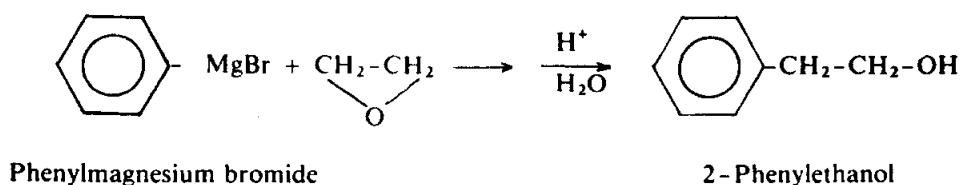
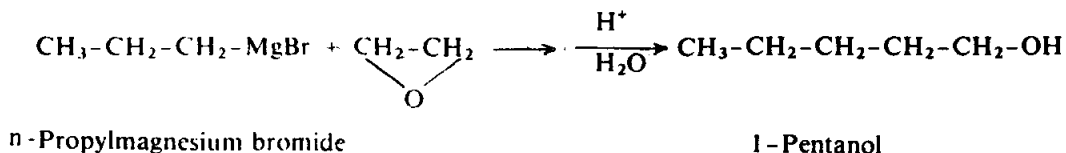
ตัวอย่าง



2. ปฏิกิริยากับกรีนยาร์ดเอเจนต์ Ethylene oxide ทำปฏิกิริยากับกรีนยาร์ดเอเจนต์แล้วไฮโดรไลส์ด้วยกรดเจือจางจะได้ 1° แอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้นกว่าเดิม 2 ตัว

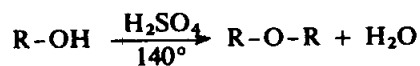


ตัวอย่าง



สรุปเนื้อหาสาระสำคัญ

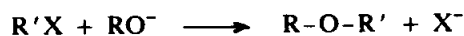
- อีเธอร์มีสูตรทั่วไป R-O-R หมู่อัลคิลทั้ง 2 หมู่อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันได้ หรืออาจจะเป็นหมู่เอริลคือ R-O-Ar, Ar-O-Ar
- การเรียกชื่อมี 2 ระบบคือ
 - ระบบสามัญ
 - ระบบ IUPAC
 ดูหัวข้อที่ 11.1
- คุณสมบัติทางกายภาพของอีเธอร์ ดูหัวข้อที่ 11.2
- การเตรียมอีเธอร์
 - เตรียมจากแอลกอฮอล์ เป็นวิธีที่ใช้เตรียม symmetrical ether ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ



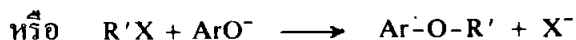
Alcohol Ether

กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบ $\text{S}_{\text{N}}1$ และ $\text{S}_{\text{N}}2$ ดูหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 1

2. Williamson synthesis



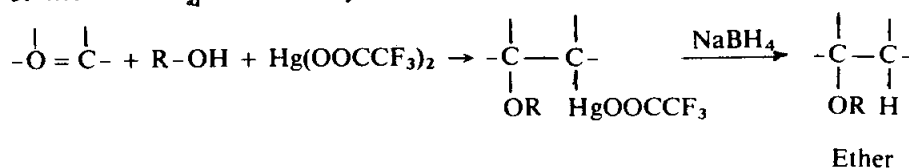
Alkoxide ion



Phenoxide ion

อัลคิลเฮไลด์ที่ไขมันจะใช้เมธิลเฮไลด์ 1° หรือ 2° อัลคิลเฮไลด์ กลไกเกิดแบบ $\text{S}_{\text{N}}2$ ดูหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 2

3. เตรียมจากปฏิกิริยา Alkoxymercuration-demercuration

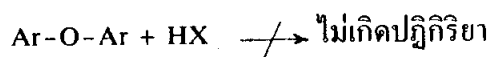
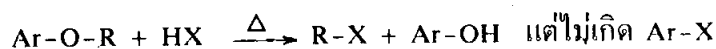
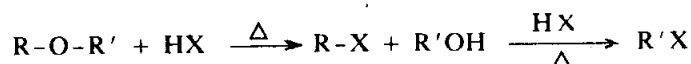


ดูหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 3

4. การเตรียมไซคลิกอีเทอร์บางตัว ดูหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 4

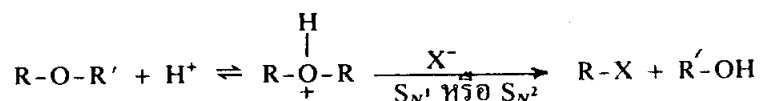
5. ปฏิกิริยาของอีเทอร์

1. ปฏิกิริยาการแตกหักด้วยกรด

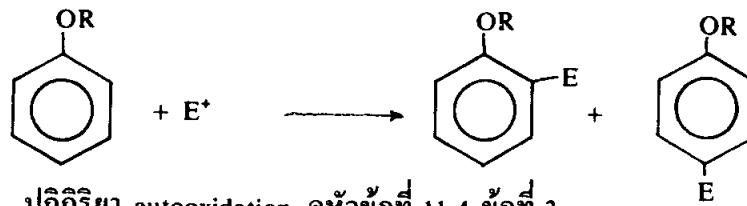


HX ได้แก่ HI, HBr

ดูกลไกของปฏิกิริยาในหัวข้อ 11.4 ข้อที่ 1



2. ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ในอะโรมาติกอีเธอร์
หมู่ OR เป็น ortho, para director และเป็น activating group



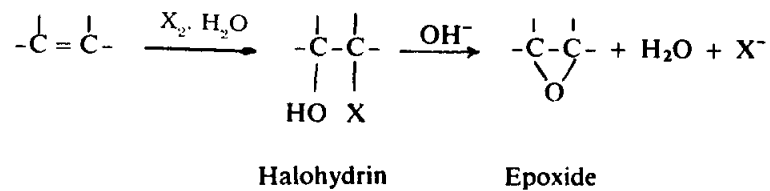
3. ปฏิกิริยา autooxidation ดูหัวข้อที่ 11.4 ข้อที่ 3

6. การเรียกชื่ออีพอกไซด์

1. ระบบชื่อสามัญ โดยเรียกเป็น alkylene oxide
 2. ระบบชื่ออนุพันธ์ โดยเรียกเป็นอนุพันธ์ของ oxirane
 3. ระบบ IUPAC
- ดูหัวข้อที่ 11.7

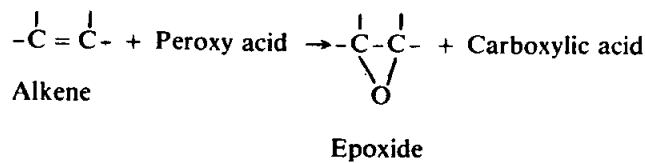
7. การเตรียมอีพอกไซด์

1. เตรียมจากเฮไลไฮดริน



กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบ S_N2 ภายในโมเลกุล ดูหัวข้อที่ 11.8 ข้อที่ 1

2. เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างอัลคีนกับกรดเปอร์ออกซี

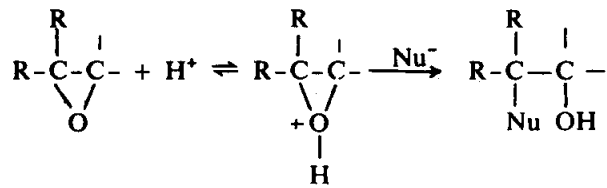
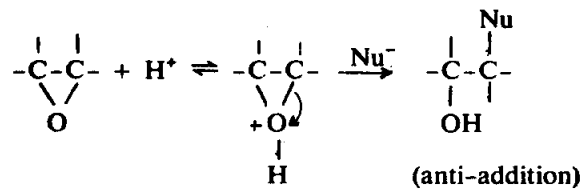


8. ปฏิกิริยาของอีพอกไซด์

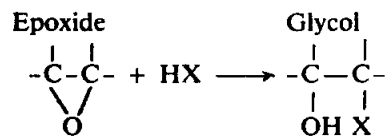
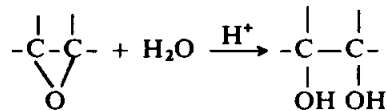
วงอีพอกไซด์มี strain มาก เมื่อทำปฏิกิริยาจะเปิด

1. ปฏิกิริยาการเปิดวงอีพอกไซด์

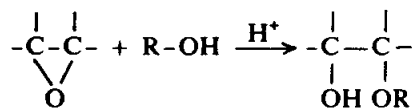
1.1 โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดูหัวข้อที่ 11.9 ข้อที่ 1.1



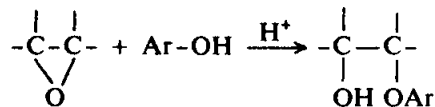
ตัวอย่าง



Halohydrin



Alkoxy alcohol



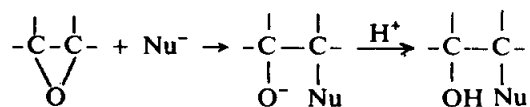
Phenoxy alcohol

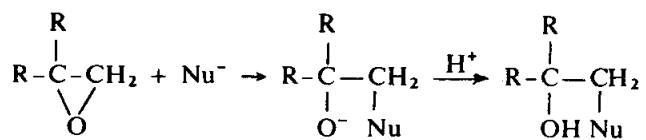
Phenoxy alcohol

1.2 โดยมีเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

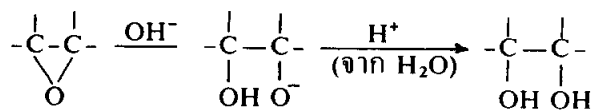
เบสที่ใช่จะใช้เป็นเบสค่อนข้างแรงซึ่งจะเป็นนิวคลีโอไฟล์ที่ดี เช่น RO⁻, ArO⁻

NH₃ เป็นต้น

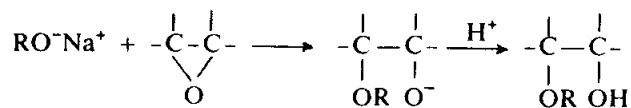




ตัวอย่าง



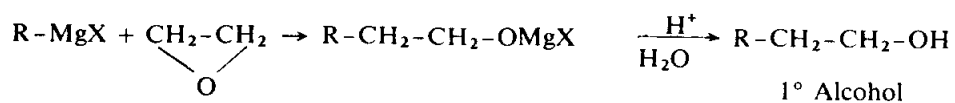
Glycol



Alkoxy alcohol

หรืออาจจะใช้ $\text{ArO}^- \text{Na}^+$

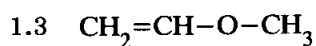
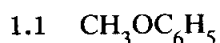
2. ปฏิกริยากับกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์



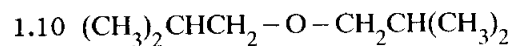
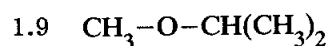
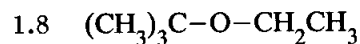
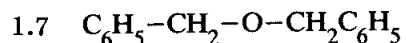
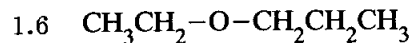
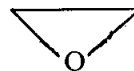
1° Alcohol

แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 11

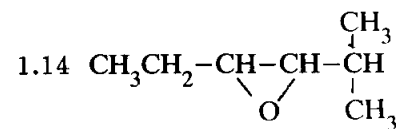
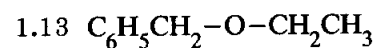
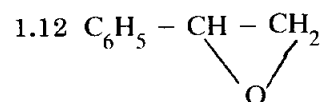
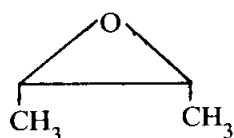
1. จงอ่านชื่อสารประกอบต่อไปนี้ตามระบบที่เหมาะสม



1.4



1.11



2. จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบต่อไปนี้

2.1 Ethoxypropane

2.2 Tetrahydrofuran

2.3 Methyl isopropyl ether

2.4 Dipropyl ether

2.5 Butyl methyl ether

2.6 Benzyl ether

2.7 Ethyl allyl ether

2.8 Phenyl vinyl ether

2.9 Ethyl - p - nitrophenyl ether

2.10 Phenyl ether

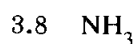
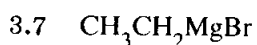
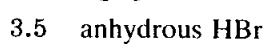
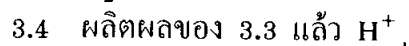
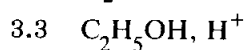
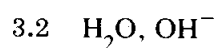
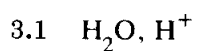
2.11 Benzyl ethyl ether

2.12 Ethylene oxide

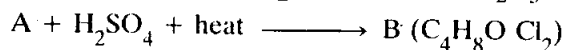
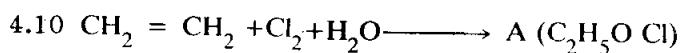
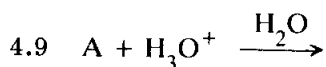
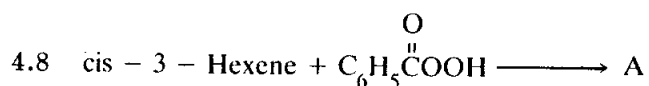
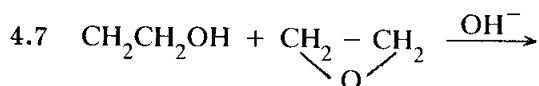
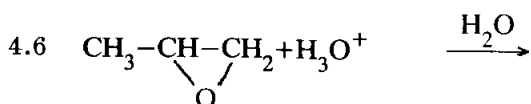
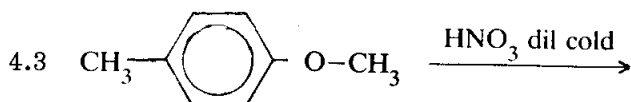
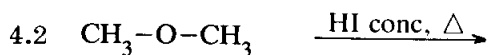
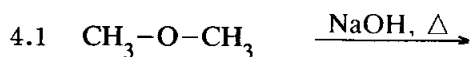
2.13 Cyclobutene oxide

2.14 1, 1 - Dimethoxycyclohexane

3. จงเขียนผลิตภัณฑ์เมื่อ ethylene oxide ทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ต่อไปนี้



4. จงเขียนปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



5. จงเขียนสมการการเตรียม methyl ethyl ether ซึ่งใช้วิธี Williamson synthesis โดยเตรียมจาก

5.1 methyl alcohol และ ethyl bromide

5.2 ethyl alcohol และ methyl bromide

6. จงเขียนปฏิกิริยาต่อไปนี้ (ถ้าไม่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นให้เขียนว่า ไม่เกิดปฏิกิริยา)

6.1 Potassium tert - butoxide + ethyl iodide

6.2 tert - Butyl iodide + potassium ethoxide

6.3 Ethyl alcohol + H_2SO_4 (140°)

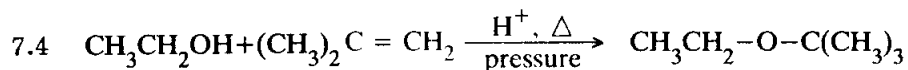
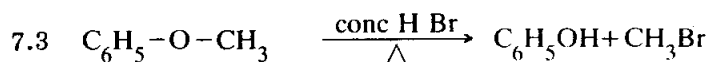
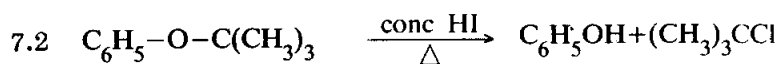
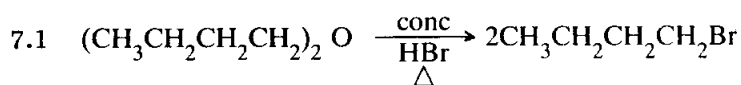
6.4 di - n - Butyl ether + boiling aqueous NaOH

6.5 Methyl ethyl ether + excess HI (hot)

6.6 Dimethyl ether + Na

6.7 Diethyl ether + cold conc H_2SO_4

7. จงเขียนกลไก (mechanism ของปฏิกิริยาต่อไปนี้)



8. จาก phenol หรือแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 4 อะตอมหรือน้อยกว่า จงเขียนปฏิกิริยาการเตรียมสารประกอบต่อไปนี้

8.1 Ethyl n - propyl ether

8.2 n - Butyl phenyl ether

8.3 Benzyl ethyl ether

8.4 n - Butyl isobutyl ether

8.5 n - Propyl tert - butyl ether

8.6 Propyl ether

9. จงเติมสมการของปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ (สารตั้งต้น หรือผลิตภัณฑ์ หรือรีเอเจนต์)

