

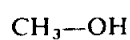
## บทที่ 9

### แอลกอฮอล์

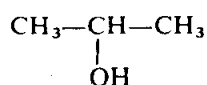
จุดประสงค์ เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาควรจะสามารถ

1. จำแนกแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ ได้ รวมทั้งเรียกชื่อแอลกอฮอล์ได้ทุกระบบ
2. อธิบายคุณสมบัติทางกายภาพของแอลกอฮอล์ เกี่ยวกับความมีขี้ผึ้ง การละลาย การเกิดพันธะไฮโดรเจนได้
3. บอกวิธีเตรียมแอลกอฮอล์ที่สำคัญในอุตสาหกรรมได้
4. แสดงปฏิกิริยาการเตรียมแอลกอฮอล์จากอัลคิลเฮไลด์ อัลคีน กรีนยาร์ดรีเอเจนต์ และจากปฏิกิริยารีดักชันได้
5. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์ที่มีการแตกหักพันธะ O-H และการแตกหักพันธะ C-O ได้
6. อธิบายความเป็นกรดของแอลกอฮอล์และเปรียบเทียบความเป็นกรดของแอลกอฮอล์กับสารประกอบอื่น ๆ ได้
7. อธิบายปฏิกิริยา esterification และเขียนกลไกของปฏิกิริยาได้
8. แสดงผลผลิตของปฏิกิริยาออกซิเดชันแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ ได้
9. แสดงปฏิกิริยาระหว่าง แอลกอฮอล์กับไฮโดรเจนเฮไลด์ และอธิบายกลไกของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
10. แสดงปฏิกิริยาการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์ และอธิบายกลไกของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
11. ใช้ปฏิกิริยาเคมีแสดงความแตกต่างระหว่างแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ และระหว่างแอลกอฮอล์กับสารประกอบอื่นได้
12. ใช้แอลกอฮอล์เป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารประกอบอื่น ๆ ได้ เช่น อัลคีน อัลดีไฮด์ อัลไคน์ เอสเทอร์ ฯลฯ

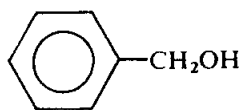
แอลกอฮอล์คือสารประกอบที่มีหมู่  $-OH$  ซึ่งเรียกว่าหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) เป็นหมู่ฟังก์ชันนัล แอลกอฮอล์มีสูตรทั่วไป  $R-OH$  เมื่อ  $R$  เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัวเช่นหมู่อัลคิลทั้งชนิดโซ่ตรง โซ่แขนง หรือชนิดที่มีหมู่เอริลเกาะอยู่หรือเป็นหมู่ไซโคลอัลคิล เช่น



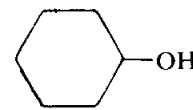
Methanol  
(methyl alcohol)



2 - Propanol  
(isopropyl alcohol)

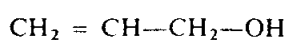


Benzyl alcohol

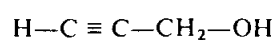


Cyclohexanol  
(cyclohexyl alcohol)

$R$  อาจจะเป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวคือเป็นหมู่ alkenyl หรือ alkynyl เช่น



2 - Propen - 1 - ol  
(allyl alcohol)



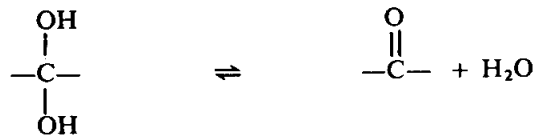
2 - Propyn - 1 - ol  
(propargyl alcohol)

สำหรับไวน์แอลกอฮอล์จะไม่เสถียร

แอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่นี้เรียกว่าโมโนไฮดริกแอลกอฮอล์ (monohydric alcohol)

ถ้ามีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุล 2 หมู่เรียกว่าไดไฮดริกแอลกอฮอล์ (dihydric alcohol)

ถ้าหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่อยู่ที่คาร์บอนตัวเดียวกันเรียกว่า gemdiol หรือ geminal diol ซึ่งไม่เสถียรจะเกิดการขจัดน้ำออกได้เป็นอัลดีไฮด์หรือคีโตน



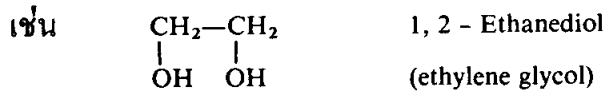
(gem - diol)

ไม่เสถียร

Aldehyde หรือ

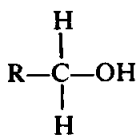
Ketone

ไดไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ที่มีไฮดรอกซิล 2 หมู่ อยู่ที่คาร์บอนติดกันเรียกว่า vic - diol หรือ vicinal diol ซึ่งเป็น 1, 2 - diol บางทีก็เรียกว่า glycol



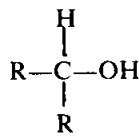
พวกที่มีหมู่ไฮดรอกซิล 3 หมู่ เรียกว่าไตรไฮดรอลิกแอลกอฮอล์ (trihydric alcohol) ตัวที่สำคัญที่สุดคือ glycerol มีสูตร  $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{---CH---CH}_2 \\ | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$  หรือเรียก 1, 2, 3 - propanetriol

โมโนไฮดรอลิกแอลกอฮอล์แบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามชนิดของคาร์บอนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่คือ 1°, 2° และ 3° แอลกอฮอล์



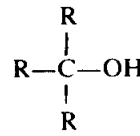
1° Alcohol

(-OH เกาะที่ 1° คาร์บอน)



2° Alcohol

(-OH เกาะที่ 2° คาร์บอน)



3° Alcohol

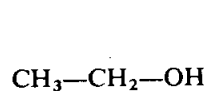
(-OH เกาะที่ 3° คาร์บอน)

### 9.1 การเรียกชื่อ

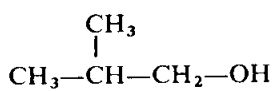
การเรียกชื่อแอลกอฮอล์มี 3 ระบบ

1. ระบบชื่อสามัญ มักจะใช้เรียกชื่อแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนไม่มากนักโดยเรียกชื่อหมู่อัลคิลก่อนแล้วลงท้ายด้วยคำว่าแอลกอฮอล์คือเรียกเป็น alkyl alcohol

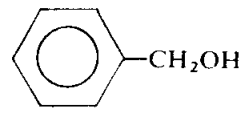
ตัวอย่าง



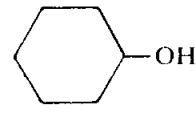
Ethyl alcohol



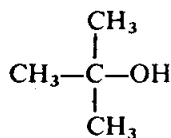
Isobutyl alcohol



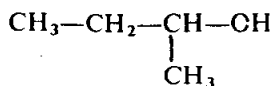
Benzyl alcohol



Cyclohexyl alcohol



tert - Butyl alcohol



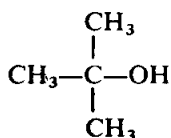
sec - Butyl alcohol



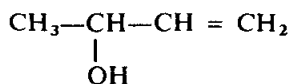
n - Butyl alcohol

2. ระบบชื่ออนุพันธ์ เรียกเป็นชื่ออนุพันธ์ของเมธานอล โดยถือว่าไฮโดรเจนของเมธานอลถูกแทนที่ด้วยหมู่แอลคิล โดยเรียกว่า alkylcarbinol หรือ alkylmethanol

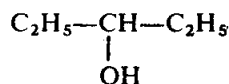
ตัวอย่าง



Trimethylcarbinol



Methylvinylcarbinol



Diethylcarbinol

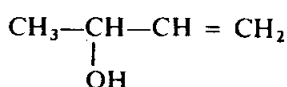
3. ระบบ IUPAC การเรียกชื่อระบบ IUPAC มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. เลือกโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ยาวที่สุดที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่เป็นโซ่หลักเรียกชื่อของไฮโดรคาร์บอนที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากันนี้โดยตัดตัวลงท้าย e ออกและเติม -ol แทน เช่น alkanol, alkenol คำลงท้าย -ol จะแสดงว่าเป็นแอลกอฮอล์

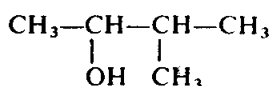
2. กำหนดตำแหน่งของคาร์บอนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเป็นตัวเลขน้อย ๆ ถ้ามีโซ่แขนงอยู่ด้วยให้ถือว่าหมู่ไฮดรอกซิลสำคัญกว่า หรือถ้ามีพันธะคู่หรือพันธะสามในโซ่หลักให้ถือตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิลสำคัญกว่าเช่นกัน

3. การเขียนชื่อให้เขียนตัวเลขของหมู่ไฮดรอกซิลไว้ข้างหน้าชื่อโซ่หลัก แต่ถ้ามีพันธะไม่อิ่มตัวในโซ่หลักมักจะเขียนตัวเลขตำแหน่งของพันธะไม่อิ่มตัวไว้ข้างหน้าชื่อโซ่หลักและเขียนตัวเลขของหมู่ไฮดรอกซิลแทรกไว้ข้างหน้าคำลงท้าย -ol

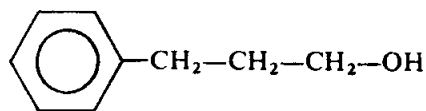
ตัวอย่าง



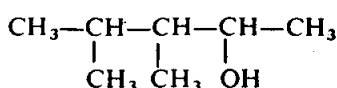
3 - Buten - 2 - ol



3 - Methyl - 2 - butanol



3 - Phenyl - 1 - propanol



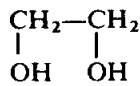
3, 4 - Dimethylpentan - 2 - ol

การเรียกชื่อไดไฮดริกแอลกอฮอล์และไตรไฮดริกแอลกอฮอล์มีการเรียกชื่อตามระบบชื่ออนุพันธ์และระบบ IUPAC

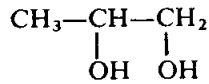
การเรียกชื่อพวกไดไฮดริกแอลกอฮอล์มีดังนี้

1. ระบบชื่ออนุพันธ์ ถ้าหมู่ไฮดรอกซิลทั้ง 2 หมู่ อยู่ที่คาร์บอนติดกันเรียกชื่อเป็น alkylene glycol

ตัวอย่าง



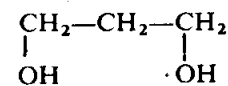
Ethylene glycol



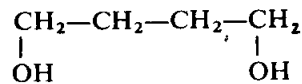
Propylene glycol

ถ้ามีหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่ อยู่ห่างกันให้เรียกเป็น polymethylene glycol

ตัวอย่าง



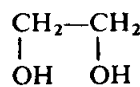
Trimethylene glycol



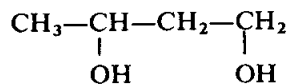
Tetramethylene glycol

2. ระบบ IUPAC เรียกชื่อไฮโดรคาร์บอนของโซ่หลักและลงท้ายด้วยคำว่า -diol

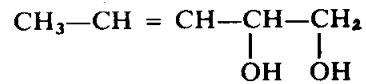
ตัวอย่าง



Ethanediol

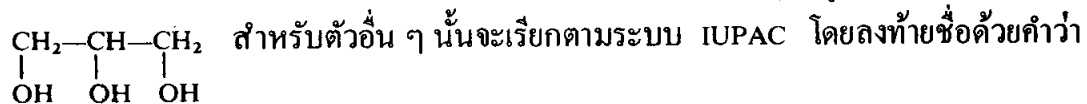


1, 3 - Butanediol



3 - Pentene - 1, 2 - diol

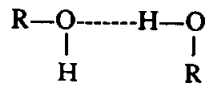
สำหรับไตรไฮดริกแอลกอฮอล์นั้นการเรียกชื่อระบบชื่อสามัญมีอยู่ตัวเดียว คือ glycerol



-triol

## 9.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

แอลกอฮอล์มีหมู่ไฮดรอกซิล ( $-\text{OH}$  หรือ  $-\overset{\ominus}{\text{O}}-\overset{\oplus}{\text{H}}$ ) ซึ่งมีขั้ว จึงทำให้โมเลกุลของแอลกอฮอล์มีความมีขั้ว ความมีขั้วนี้มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแอลกอฮอล์เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลวและการละลายในตัวทำละลาย ทั้งนี้เพราะหมู่ไฮดรอกซิลมีไฮโดรเจนอะตอมเกาะกับออกซิเจนเกิดพันธะไฮโดรเจนได้



ตารางที่ 9.1  
ค่าคงตัวทางกายภาพของแอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์	จุดหลอมเหลว	จุดเดือด	ความหนาแน่น ที่ 20° กรัม/ซม. <sup>3</sup>	การละลายในน้ำ กรัม/100 กรัมน้ำ
Methyl alcohol	-97	64.5	0.793	ละลายได้ดีมาก
Ethyl alcohol	-115	78.3	0.789	ละลายได้ดีมาก
n - Propyl alcohol	-126	97	0.804	ละลายได้ดีมาก
n - Butyl alcohol	-90	118	0.810	7.9
n - Pentyl alcohol	-78.5	138	0.817	2.3
n - Hexyl alcohol	-52	156.5	0.819	0.6
n - Heptyl alcohol	-34	176	0.822	0.2
Isopropyl alcohol	-86	82.5	0.789	ละลายได้ดีมาก
Isobutyl alcohol	-108	108	0.802	10
sec - Butyl alcohol	-114	99.5	0.806	12.5
tert - Butyl alcohol	25.5	83	0.789	ละลายได้ดีมาก
Cyclohexyl alcohol	24	161.5	0.962	3.6
Allyl alcohol	-129	97	0.855	ละลายได้ดีมาก
Benzyl alcohol	-15	205	1.046	4
Ethylene glycol	-16	197	1.113	ละลายได้ดีมาก
Glycerol	18	290	1.261	ละลายได้ดีมาก

แอลกอฮอล์ชนิดโซ่ตรงมีจุดเดือดสูงขึ้นเมื่อจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น แอลกอฮอล์ที่มีโซ่แขนงจะมีจุดเดือดต่ำกว่าของไอโซเมอร์ที่เป็นโซ่ตรง เมื่อเทียบกับอัลเคนที่มีน้ำหนัก

โมเลกุลเท่ากันแอลกอฮอล์จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าทั้งนี้เพราะแอลกอฮอล์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ (intermolecular hydrogen bonding)

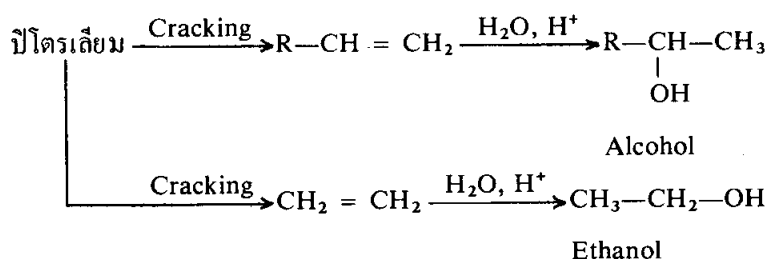
คุณสมบัติในการละลายของแอลกอฮอล์ในตัวทำละลายก็เกี่ยวข้องกับพันธะไฮโดรเจนเช่นกัน เช่นแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย ๆ ละลายได้ดีในน้ำเพราะโมเลกุลของแอลกอฮอล์เองสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้ ถ้ามีจำนวนคาร์บอนมากขึ้นโมเลกุลจะมีคุณสมบัติของไฮโดรคาร์บอนมากขึ้นและมากกว่าคุณสมบัติของหมู่ไฮดรอกซิล ต่างกับเมื่อมีจำนวนคาร์บอนน้อย ๆ โมเลกุลจะมีคุณสมบัติของหมู่ไฮดรอกซิลมาก แอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย ๆ จึงไม่ค่อยละลายในตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอน แต่แอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนมาก ๆ จะละลายได้ดีในตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนได้ดีกว่า

แอลกอฮอล์ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลหลาย ๆ หมู่จะยังเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้มากจึงมีจุดเดือดค่อนข้างสูง และสามารถละลายในน้ำได้ดีเพราะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้มาก

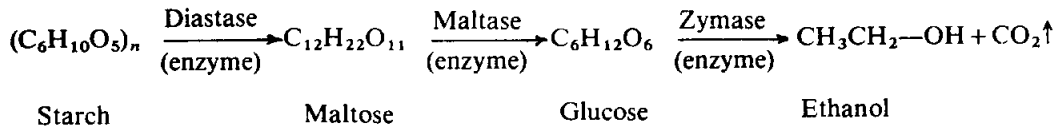
### 9.3 การเตรียม

#### 1. การเตรียมในอุตสาหกรรม

1.1 จากปฏิกิริยาการเติมน้ำแก้อัลคีน อัลคีนที่ได้มาจากการแตกกิ่ง (cracking) ของปิโตรเลียม เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกเจือจางจะเกิดปฏิกิริยาการเติมน้ำเข้าไปในอัลคีนซึ่งเป็น Markovnikov addition ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.2



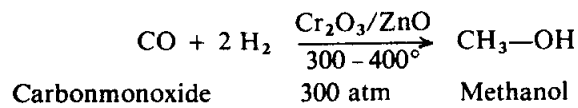
1.2 การหมักคาร์โบไฮเดรต (Fermentation of carbohydrates) การหมักแป้งหรือน้ำตาล โดยใช้ยีสต์จะได้เอทานอล เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเตรียมเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์



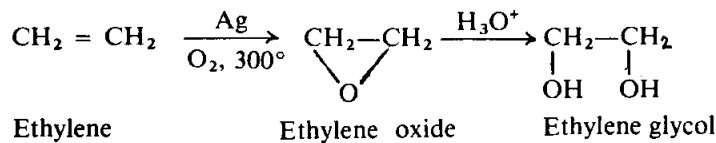
ในขบวนการหมักนี้จะได้สารละลายที่มีเอทานอลประมาณไม่เกิน 12-15% ถ้าต้องการเตรียมเครื่องดื่มที่มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์สูงกว่านี้ต้องนำสารละลายที่หมักได้ไปกลั่น เช่น วิสกี้ (whiskey), รัม (rum), ว็อดกา (wodka), ยิน (gin) พวกนี้มีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ประมาณ 40-60%

เอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลายใช้ 95% เอทานอลในน้ำ เอทานอล 100% เรียกว่า absolute ethanol

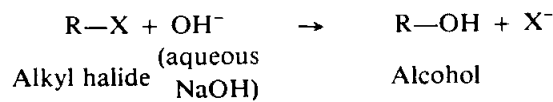
1.3 เตรียมเมทานอลจากคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยให้คาร์บอนมอนอกไซด์ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนที่อุณหภูมิและความดันสูงโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา



1.4 เตรียมเอทิลีนไกลคอลจากเอทิลีน ดังสมการ



2. เตรียมจากอัลคิลเฮไลด์ โดยให้อัลคิลเฮไลด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายของโซเดียม-ไฮดรอกไซด์ในน้ำ (aqueous NaOH) ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH<sup>-</sup>) จะเข้าไปแทนที่เฮโลเจนเป็นปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ ดูหัวข้อที่ 8.7 ข้อที่ 1



ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส ซึ่งอาจจะใช้น้ำแทนได้ กลไกของปฏิกิริยานี้เกิดขึ้น 2 แบบคือ แบบ S<sub>N</sub>1 และ S<sub>N</sub>2

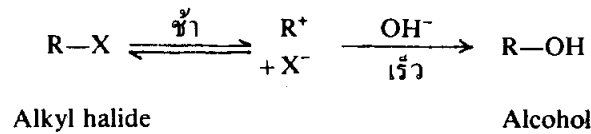


1° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ S<sub>N</sub>2

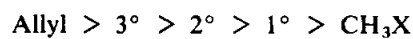
2° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ S<sub>N</sub>1 และ S<sub>N</sub>2

3° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ S<sub>N</sub>1

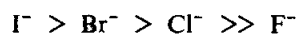
### S<sub>N</sub>1



ลำดับความว่องไวของอัลคิลเฮไลด์



ลำดับ leaving group ที่ดี



อัตราการเกิดปฏิกิริยา =  $k_r [\text{RX}]$

ปฏิกิริยาเกิดได้ดีในตัวทำละลายโปรติกชนิดมีขั้วเพื่อช่วยให้เกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1

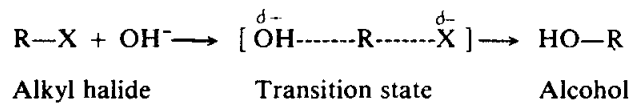
คือแตกพันธะ C—X

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักจะได้เป็นราซีเมตหรือบางทีก็อาจจะมีผลิตภัณฑ์ที่มีคอนฟิเจอร์ชันกลับ  
กับสารตั้งต้นเกิดขึ้นด้วย

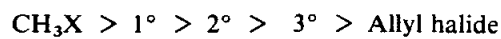
การที่เกิดอินเตอร์มีเดียตคาร์โบแคทไอออน ดังนั้นจึงอาจจะมีปฏิกิริยาการจัดตัว  
ใหม่เกิดขึ้นได้

อาจเกิดปฏิกิริยาการขจัดออกโดยเฉพาะพวก 3° อัลคิลเฮไลด์ ดังตัวอย่างใน  
หัวข้อที่ 8.7 ข้อที่ 1

### S<sub>N</sub>2



ลำดับความว่องไวของอัลคิลเฮไลด์



ลำดับ leaving group ที่ดี



$$\text{อัตราการเกิดปฏิกิริยา} = k_r [\text{RX}] [\text{OH}^-]$$

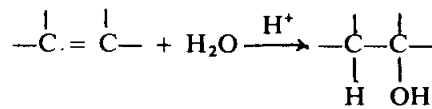
ปฏิกิริยาเกิดได้ดีในตัวทำละลายอะโพรติกชนิดมีขั้ว

ผลิตภัณฑ์ได้จะมีคอนฟิเกอเรนซ์กลับกับสารตั้งต้น (inversion)

### 3. เตรียมจากอัลคีน

3.1 ปฏิกิริยาการเติมน้ำแก่อัลคีน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เรียกว่า acid - catalyzed hydration ของอัลคีน ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.2

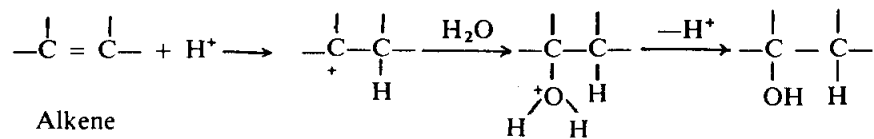
กรดที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาก็คือกรดซัลฟูริกเจือจาง



Alkene

Alcohol

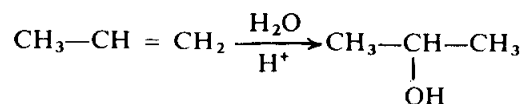
กลไกเกิดขึ้นดังนี้



Alkene

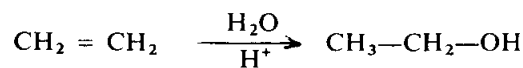
ปฏิกิริยาเป็น electrophilic - addition และเป็น Markovnikov addition

กลไกที่เกิดขึ้นผ่านคาร์โบแคทไอออนจึงอาจจะมีปฏิกิริยาการจัดตัวใหม่เกิดขึ้นได้ ตัวอย่าง



Propene

2 - Propanol

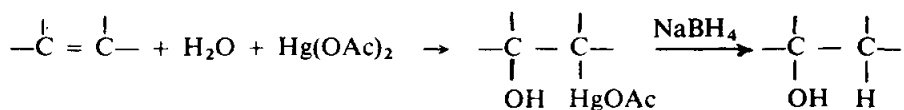


Ethene

Ethanol

ปฏิกิริยาการเตรียมโดยวิธีนี้มักจะได้ 2° หรือ 3° แอลกอฮอล์ ยกเว้นถ้าเตรียมจากอีธีนจะได้เอทานอลซึ่งเป็น 1° แอลกอฮอล์

3.2 ปฏิกิริยา Oxymercuration - demercuration ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.2

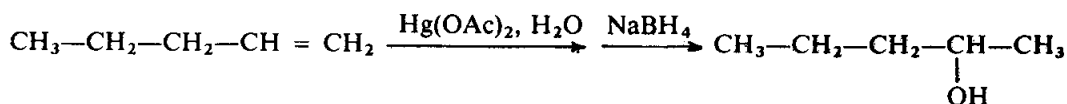


Alkene

Mercuric acetate

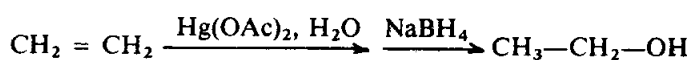
ปฏิกิริยาขั้นแรกเรียกว่า oxymercuration และขั้นที่ 2 เรียก demercuration ปฏิกิริยานี้เป็น Markovnikov addition ไม่มีปฏิกิริยาการจัดตัวใหม่เกิดขึ้น ปฏิกิริยาเป็นแบบ anti-addition

ตัวอย่าง



1 - Pentene

2 - Pentanol ;

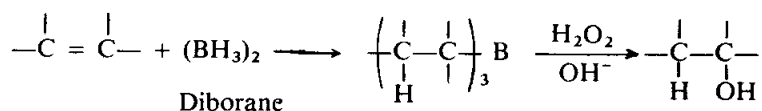


Ethene

Ethanol

ปฏิกิริยานี้มักจะได้ผลิตภัณฑ์เป็น 2° หรือ 3° แอลกอฮอล์ ยกเว้นถ้าเตรียมจากอีธีนจะได้เอทานอลซึ่งเป็น 1° แอลกอฮอล์

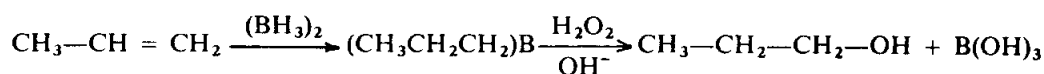
3.3 ปฏิกิริยา Hydroboration - oxidation ดูหัวข้อที่ 5.14 ข้อที่ 1.13



Diborane

ปฏิกิริยาขั้นแรกเรียก hydroboration และขั้นที่ 2 เรียกออกซิเดชัน ปฏิกิริยานี้เป็น anti-Markovnikov addition ไม่มีปฏิกิริยาการจัดตัวใหม่เกิดขึ้น ปฏิกิริยาเป็นแบบ syn-addition

ตัวอย่าง

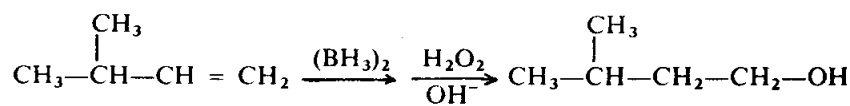


1 - Propene

Tripropylboron

1 - Propanol

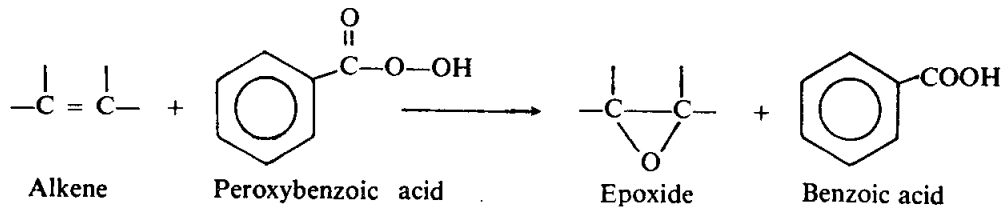
Boric acid



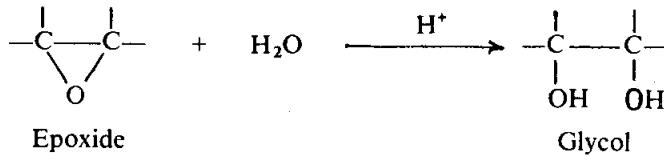
3 - Methyl - 1 - butene

3 - Methyl - 1 - butanol

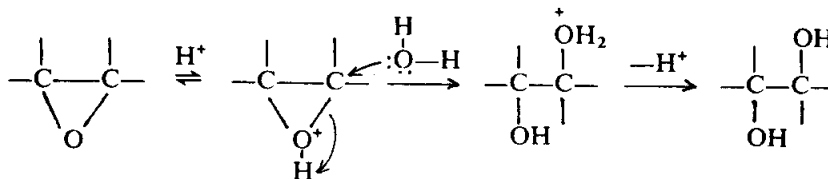




แล้วไฮโดรไลส์อีพอกไซด์ด้วยกรดจะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

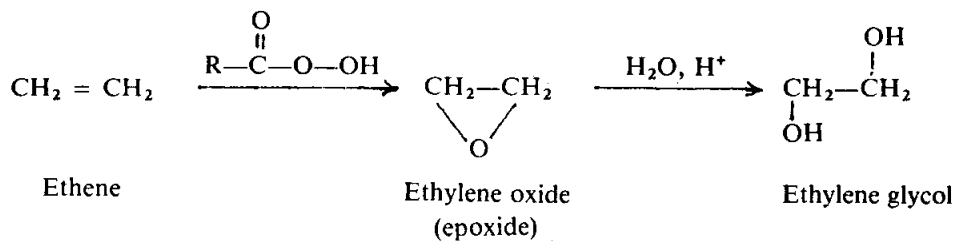


กลไกปฏิกิริยาการไฮโดรไลส์ด้วยกรดเกิดดังนี้



ปฏิกิริยานี้จึงเป็น anti - hydroxytation

ตัวอย่าง



#### 4. เตรียมจากกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์

4.1 ปฏิกิริยาระหว่างกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์กับอัลดีไฮด์หรือคีโตน ปฏิกิริยานี้ใช้เตรียมได้ทั้ง 1°, 2° และ 3° แอลกอฮอล์

4.1.1 เตรียม 1° แอลกอฮอล์จากปฏิกิริยาของกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์กับฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) แล้วไฮโดรไลส์ด้วยกรดแรม์เจ็อง

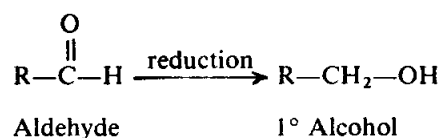




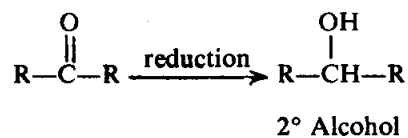




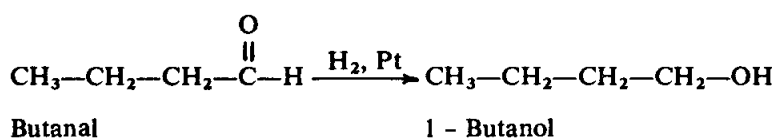
อัลดีไฮด์ถูกรีดิวซ์ได้ 1° แอลกอฮอล์



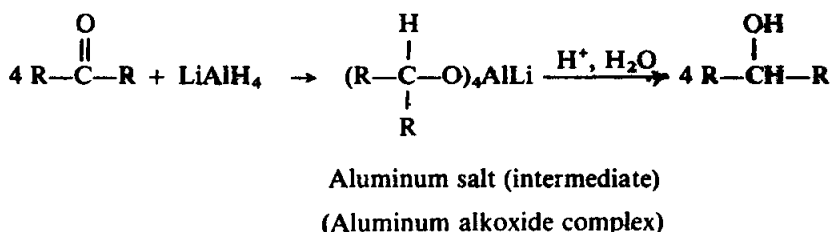
ส่วนคีโตนถูกรีดิวซ์ได้ 2° แอลกอฮอล์



ตัวอย่าง



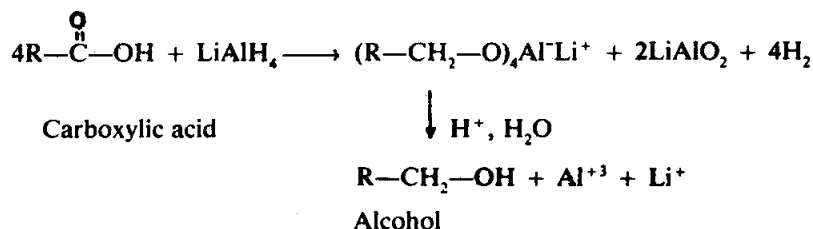
การรีดิวซ์ด้วยไฮไดรด์ของโลหะเช่น LiAlH<sub>4</sub> เกิดปฏิกิริยาดังนี้



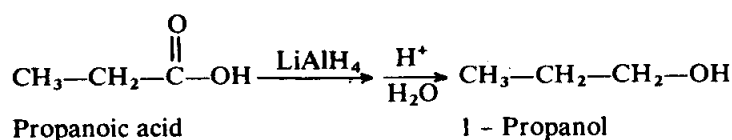
5.2 การรีดิวซ์กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) มี

สูตรทั่วไป  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$  ส่วนเอสเทอร์เป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกมีสูตร  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}$

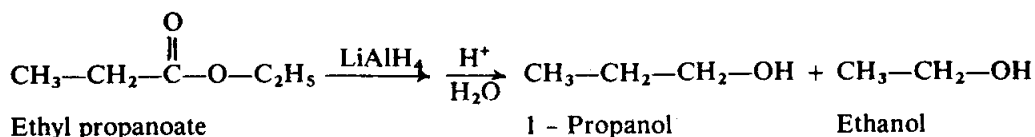
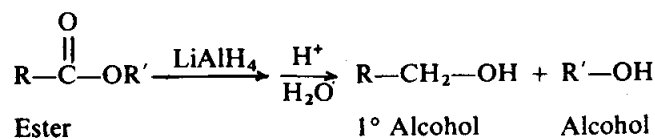
กรดคาร์บอกซิลิกถูกรีดิวซ์ด้วยลิเทียมอลูมิเนียมไฮไดรด์ได้ 1° แอลกอฮอล์



ตัวอย่าง



เอสเทอร์ถูกรีดิวส์ด้วยลิเทียมอลูมิเนียมไฮไดรด์ได้แอลกอฮอล์ 2 โมเลกุล



การรีดิวส์เอสเทอร์อาจใช้ตัวรีดิวส์อื่น ๆ ได้ เช่น โลหะโซเดียมในแอลกอฮอล์ ไฮโดรเจนกับโลหะตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นต้น

### 9.4 ปฏิกิริยา

ปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์จัดเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภทคือ

ปฏิกิริยาที่มีการแตกหักพันธะ O—H ของแอลกอฮอล์ ได้แก่ปฏิกิริยาข้อที่ 1-3

ปฏิกิริยาที่มีการแตกหักพันธะ C—O ของแอลกอฮอล์ ได้แก่ปฏิกิริยาข้อที่ 4-6

1. ปฏิกิริยาที่แสดงความเป็นกรดของแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์เป็นกรดอ่อนซึ่ง  $K_a$  ของแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่มีค่าประมาณ  $10^{-18}$  นั่นคือมีความเป็นกรดน้อยกว่าน้ำ ( $K_a \approx 10^{-16}$ ) แต่มีความเป็นกรดมากกว่า terminal alkyne ( $K_a \approx 10^{-26}$ ) หรือแอมโมเนีย ( $K_a \approx 10^{-36}$ ) และเป็นกรดมากกว่าอัลเคน ( $K_a \approx 10^{-42}$ ) มาก

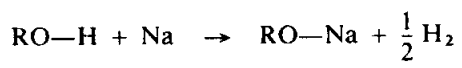
นั่นคือความเป็นกรดของ  $\text{H}_2\text{O} > \text{ROH} > \text{HC} \equiv \text{CH} > \text{NH}_3 > \text{H}$

ความเป็นเบสของ  $\text{R}^- > \text{NH}_2^- > \text{HC} \equiv \text{C}^- > \text{OR}^- > \text{OH}^-$

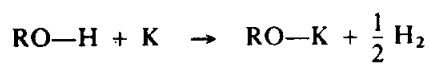
คู่เบสของแอลกอฮอล์คือ  $\text{OR}^-$  เรียกว่า แอลคอกไซด์ไอออน (alkoxide ion) จะมีความเป็นเบสแก่กว่าไฮดรอกไซด์ไอออน (hydroxide ion,  $\text{OH}^-$ ) แอลคอกไซด์ไอออนนี้มีประโยชน์มากในปฏิกิริยาที่ต้องการตัวเข้าทำปฏิกิริยาที่เป็นเบสแก่กว่าไฮดรอกไซด์ไอออน แต่ไม่แก่เท่ากับเอไมด์ไอออน ( $\text{NH}_2^-$ ) เช่น ใช้ไปแตสเซียมหรือโซเดียมแอลคอกไซด์เป็น

เบสในการสังเคราะห์สาร

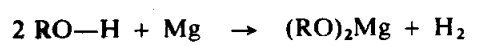
แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับโลหะอัลคาไล (alkali metal) และอัลคาไลน์เอิร์ธ (alkaline earth) จะได้โลหะแอลกอฮอล์ไซด์กับก๊าซไฮโดรเจน



Sodium alkoxide

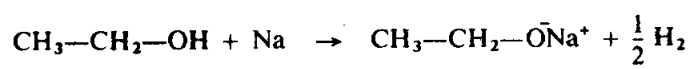


Potassium alkoxide



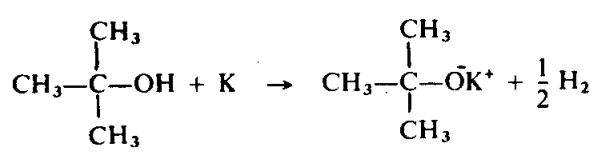
Magnesium alkoxide

ตัวอย่าง



Ethanol

Sodium ethoxide

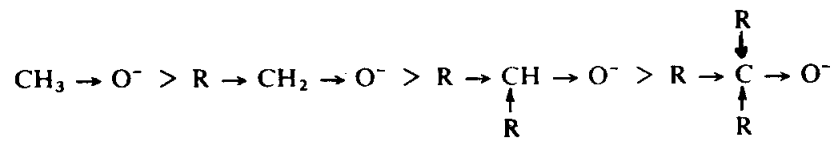


tert - Butyl alcohol

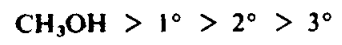
Potassium - tert - butoxide

(2 - methyl - 2 - propanol) (potassium - 2 - methyl - 2 - propoxide)

ความว่องไวของแอลกอฮอล์ต่อโลหะดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเป็นกรดของแอลกอฮอล์ มีลำดับคือ  $CH_3OH > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$  แอลกอฮอล์ ทั้งนี้ความเป็นกรดพิจารณาได้จากเสถียรภาพของแอลกอฮอล์ไซด์ไอออนซึ่งมีลำดับเสถียรภาพจากมากไปหาน้อยดังนี้

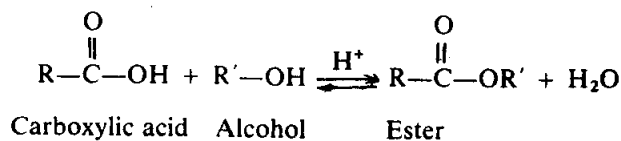


ลำดับความเป็นกรดของแอลกอฮอล์จากมากไปหาน้อยเป็นดังนี้

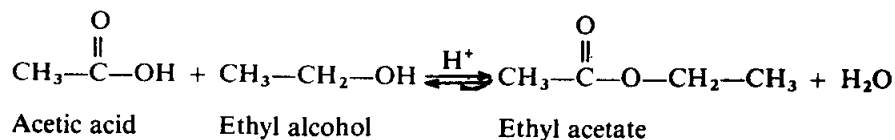


## 2. ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์

2.1 แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับกรดคาร์บอกซิลิกโดยมีกรดแก่เช่น กรดซัลฟูริก เข้มข้นจะได้เอสเทอร์ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า esterification



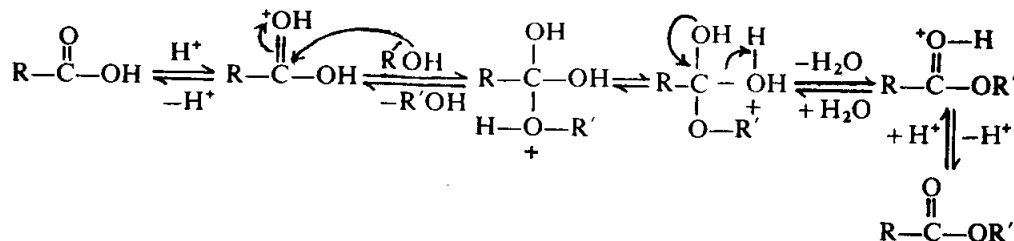
ตัวอย่าง



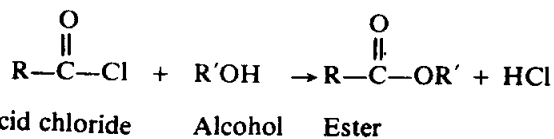
ลำดับความว่องไวของแอลกอฮอล์  $1^\circ > 2^\circ (> 3^\circ)$

ปฏิกิริยา esterification นี้เป็นปฏิกิริยาที่ใช้กรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาถูกรสไปทางขวาเรียกว่า acid - catalyzed esterification of acid ส่วนปฏิกิริยาถูกรสกลับมาทางซ้ายเรียกว่า acid - catalyzed hydrolysis of ester

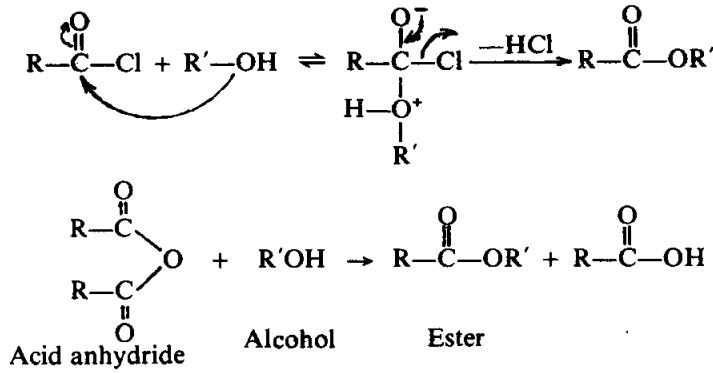
จะให้เกิดปฏิกิริยาไปทางไหนขึ้นอยู่กับภาวะที่ใช้  
กลไกเกิดดังนี้



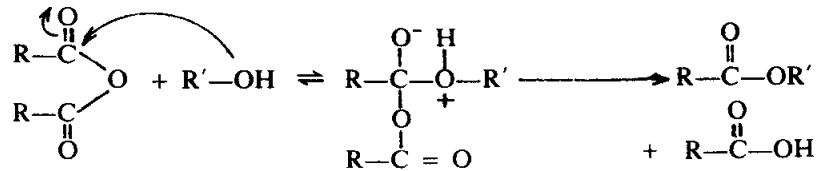
2.2 แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับเอซิดคลอไรด์ (acid chloride) หรือเอซิดแอนไฮไดรด์ (acid anhydride) โดยไม่ต้องมีตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้เอสเทอร์



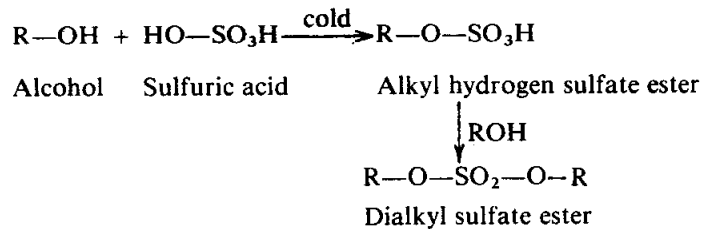
ปฏิกิริยาเกิดดังนี้



ปฏิกิริยาเกิดดังนี้



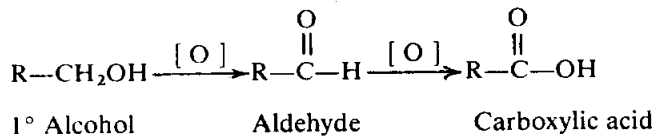
2.3 การเกิดซัลเฟตเอสเทอร์ แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่เย็นจะได้เอสเทอร์ที่เรียกว่า alkyl hydrogen sulfate ซึ่งถ้าทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ที่มากเกินไปจะได้เอสเทอร์ที่เรียกว่า dialkyl sulfate



ทำนองเดียวกันสามารถเกิดเอสเทอร์ของกรดไนตริกและกรดฟอสฟอริกได้

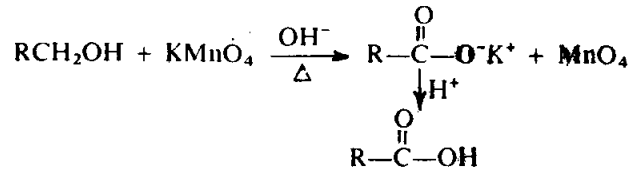
### 3. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

3.1 ถ้าออกซิไดส์ 1° แอลกอฮอล์จะได้อัลดีไฮด์ ซึ่งสามารถถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นกรดคาร์บอกซิลิก



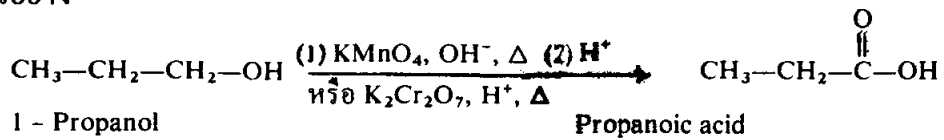
([O] หมายถึงออกซิไดส์)

ตัวออกซิไดส์ใช้  $\text{KMnO}_4$  ในสารละลายที่เป็นด่างก็สามารถที่จะออกซิไดส์  $1^\circ$  แอลกอฮอล์ได้ เมื่อปฏิกิริยาล้มลงกรองเอาสารละลายไปทำให้เป็นกรดจะได้กรดคาร์บอกซิลิก



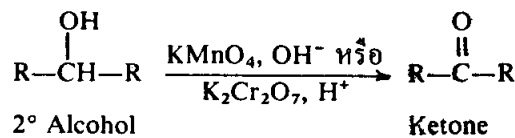
หรืออาจจะใช้  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ในสารละลายที่เป็นกรดเป็นตัวออกซิไดส์  $1^\circ$  แอลกอฮอล์เช่นกัน

ตัวอย่าง

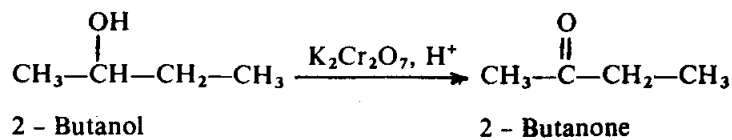


### 3.2 ถ้าออกซิไดส์ $2^\circ$ แอลกอฮอล์จะได้คีโตน

ตัวออกซิไดส์ ใช้สารละลาย  $\text{KMnO}_4$  ในด่างที่ร้อน หรือ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ในกรด

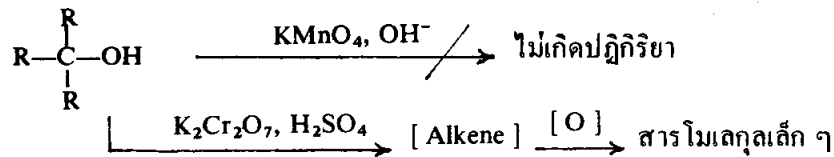


ตัวอย่าง



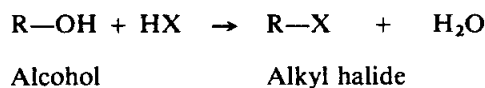
คีโตนไม่สามารถถูกออกซิไดส์ต่อได้ นอกเสียจากจะใช้ภาวะที่รุนแรงมาก ๆ คีโตนจะแตกหักออกเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ ได้

3.3  $3^\circ$  แอลกอฮอล์ไม่สามารถถูกออกซิไดส์ภายใต้ภาวะที่เป็นด่างเช่นเดียวกับ  $1^\circ$  และ  $2^\circ$  แอลกอฮอล์ได้ แต่ถ้าใช้ภาวะที่เป็นกรดอาจเกิดการขจัดน้ำออกได้อัลคีนซึ่งถูกออกซิไดส์แล้วมีการแตกหักที่พันธะคู่ได้สารโมเลกุลเล็ก ๆ ดังนั้น  $3^\circ$  แอลกอฮอล์จึงถูกออกซิไดส์ได้ยากไม่เหมือนกับ  $1^\circ$  และ  $2^\circ$  แอลกอฮอล์



4. ปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเฮไลด์ แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเฮไลด์จะได้ อัลคิลเฮไลด์

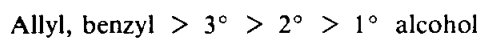
ตัวเข้าทำปฏิกิริยาที่ใช้มีหลายชนิดซึ่งการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของแอลกอฮอล์ และชนิดของเฮไลด์ที่ต้องการเพื่อให้ได้ผลดี เช่น HX(gas), HX เข้มข้น, NaBr + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl เข้มข้น + ZnCl<sub>2</sub> ฯลฯ



HX ได้แก่ HCl, HBr, HI

ความว่องไวของ HX มีลำดับดังนี้ HI > HBr > HCl

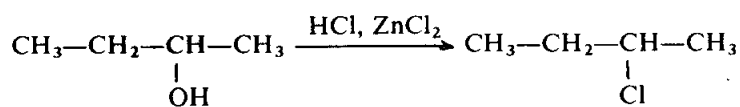
ความว่องไวของแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ มีลำดับดังนี้



กลไกเกิดขึ้น 2 แบบคือ แบบ S<sub>N</sub>1 และ S<sub>N</sub>2 พวก 1° แอลกอฮอล์และเมทานอลจะเกิดแบบ S<sub>N</sub>2 ส่วนพวก 2° และ 3° แอลกอฮอล์จะเกิดแบบ S<sub>N</sub>1

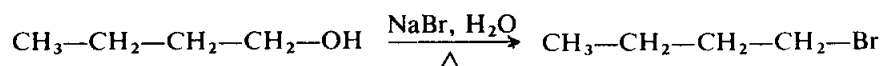
ดูกลไกในหัวข้อที่ 8.6 ข้อที่ 4.1

ตัวอย่าง



2 - Butanol

2 - Chlorobutane

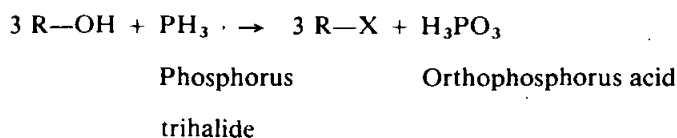
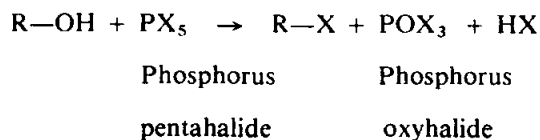
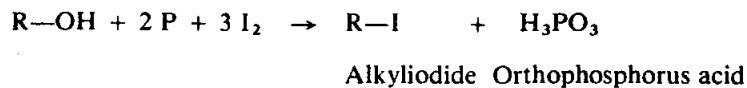


1 - Butanol

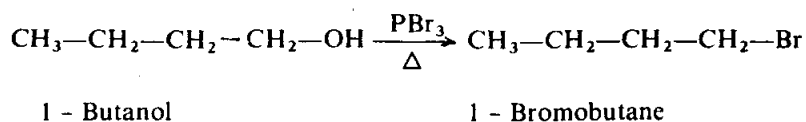
1 - Bromobutane

5. ปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสเฮไลด์และไนโอซิลคลอไรด์

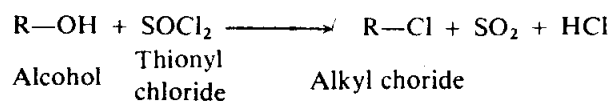
5.1 แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสเฮไลด์ เช่น PX<sub>3</sub>, PX<sub>5</sub> ซึ่ง X คือ Br, Cl หรืออาจจะใช้ P + I<sub>2</sub>



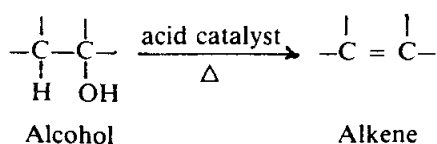
ตัวอย่าง



5.2 แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับไธโอนิลคลอไรด์ (SOCl<sub>2</sub>) จะได้อัลคิลคลอไรด์

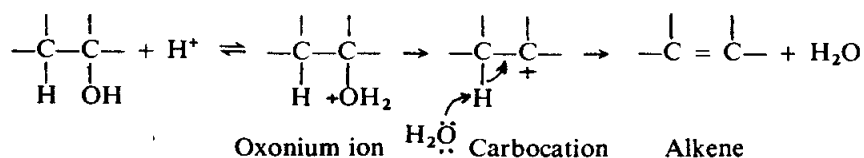


6. ปฏิกิริยาการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์ ได้กล่าวมาแล้วว่า วิธีเตรียมอัลคีนจากแอลกอฮอล์ในหัวข้อที่ 5.3 ข้อที่ 2 ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์โดยใช้กรดซัลฟูริกหรือกรดฟอสฟอริกเข้มข้นและให้ความร้อน



ลำดับความว่องไวของแอลกอฮอล์คือ 3° > 2° > 1° แอลกอฮอล์

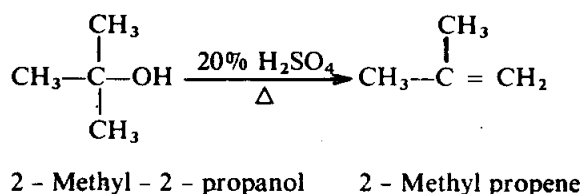
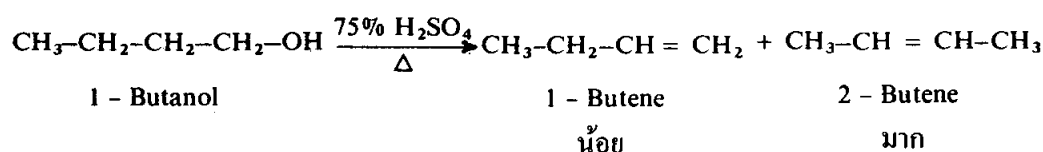
กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบ E1 เท่านั้น ไม่เกิดแบบ E2 กลไกแบบ E1 เกิดได้ดังนี้





การที่ปฏิกิริยาเกิดผ่านคาร์โบแคทไอออน ดังนั้นอาจจะมีปฏิกิริยาการจัดตัวใหม่เกิดขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะสูตรโครงสร้างของโมเลกุล และถ้ามีไฮโดรเจนเกาะที่คาร์บอนถัดจากคาร์บอนของหมู่ไฮดรอกซิลมากกว่า 1 แห่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นของผสมมีผลที่ได้ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าไฮโดรเจนตัวไหนถูกดึงออกง่ายกว่ากัน ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 5.3 ข้อที่ 2

ตัวอย่าง



### สรุปเนื้อหาสาระสำคัญ

- แอลกอฮอล์มีสูตรทั่วไป R-OH หมู่ -OH เรียกว่าหมู่ไฮดรอกซิล แอลกอฮอล์ที่มีหมู่ -OH จำนวน 1 หมู่เรียกว่าโมโนไฮดริกแอลกอฮอล์ ถ้ามี 2 หมู่เรียกว่าไดไฮดริกแอลกอฮอล์ ถ้ามี 3 หมู่เรียกว่าไตรไฮดริกแอลกอฮอล์

โมโนไฮดริกแอลกอฮอล์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามชนิดของคาร์บอนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลเกาะอยู่ คือ 1°, 2° และ 3° แอลกอฮอล์

- การเรียกชื่อแอลกอฮอล์มี 3 ระบบ
  - ระบบชื่อสามัญ โดยเรียกเป็น alkyl alcohol
  - ระบบชื่ออนุพันธ์ ซึ่งเรียกเป็นอนุพันธ์ของเมธานอล โดยเรียกเป็น alkyl-carbinol หรือ alkylmethanol
  - ระบบ IUPAC

ดูหัวข้อที่ 9.1

การเรียกชื่อไดไฮดริกแอลกอฮอล์มี 2 ระบบ

### 1. ระบบชื่ออนุพันธ์

ถ้าหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่อยู่ที่คาร์บอนติดกันให้เรียกเป็น alkylene glycol แต่ถ้าอยู่ที่คาร์บอนห่างกันเรียกเป็น polymethylene glycol

### 2. ระบบ IUPAC

3. โมเลกุลของแอลกอฮอล์มีความมีขั้วซึ่งมีผลต่อจุดเดือด จุดหลอมเหลวและการละลายในตัวทำละลาย แอลกอฮอล์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล และการที่แอลกอฮอล์ละลายได้ในน้ำเพราะสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ ดูหัวข้อที่ 9.2

### 4. การเตรียมแอลกอฮอล์

1. การเตรียมในอุตสาหกรรม ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 1.1-1.4

2. เตรียมจากอัลคิลเฮไลด์



Alkyl halide

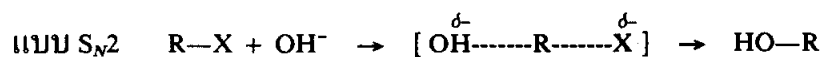
Alcohol

กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบ  $S_N1$  และ  $S_N2$

1° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ  $S_N2$

2° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ  $S_N1$  และ  $S_N2$

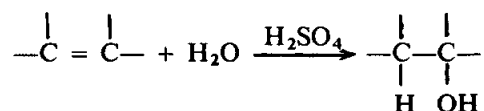
3° อัลคิลเฮไลด์มักจะเกิดแบบ  $S_N1$



รายละเอียดของกลไกทั้ง 2 แบบ ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 2

3. เตรียมจากอัลคีน

3.1 เพิ่มน้ำแก่อัลคีน โดยมีกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

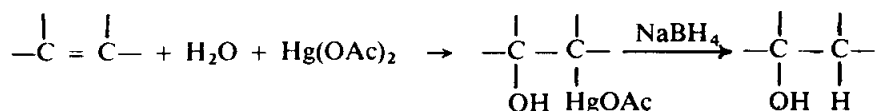


Alkene

Alcohol

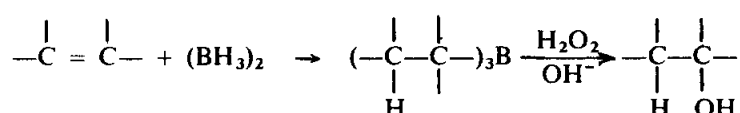
ปฏิกิริยาเป็น electrophilic addition และเป็น Markovnikov addition กลไกเกิดผ่านคาร์โบแคทไอออน ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.2 อาจจะมีปฏิกิริยาการจับตัวใหม่เกิดขึ้น

### 3.2 ปฏิกิริยา Oxymercuration - demercuration



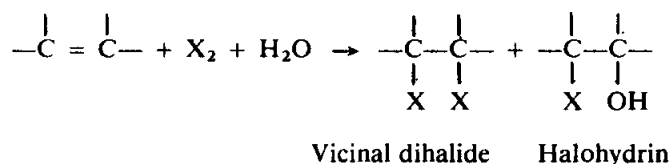
ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ anti - addition และเป็น Markovnikov addition ไม่มีปฏิกิริยาการจับตัวใหม่เกิดขึ้น ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.1 และหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.2

### 3.3 ปฏิกิริยา Hydroboration - oxidation



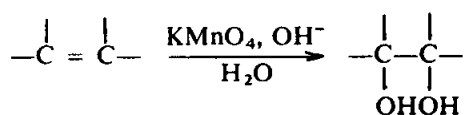
ปฏิกิริยาเป็นแบบ syn - addition และเป็น anti - Markovnikov addition ไม่มีปฏิกิริยาการจับตัวใหม่เกิดขึ้น ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.13 และหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.3

### 3.4 การเตรียมเฮไลด์อินจากอัลคีน

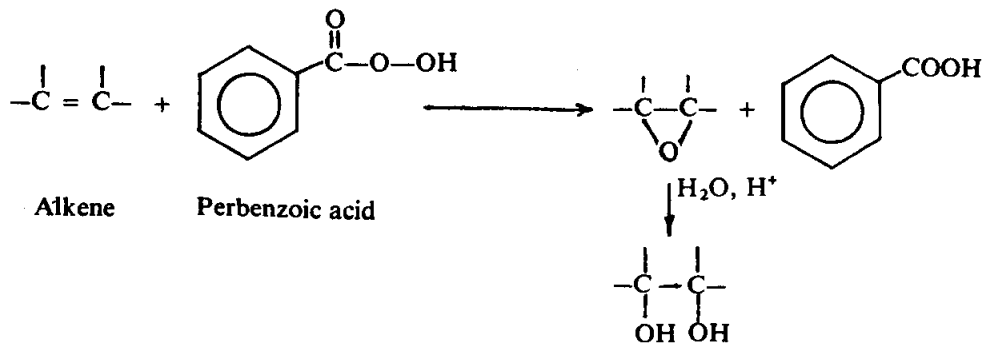


ปฏิกิริยาเป็น Markovnikov addition เกิดผ่านโบรโมเนียมไอออน ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.7 และหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.4

### 3.5 การเตรียมไดไฮดรอกแอลกอฮอล์



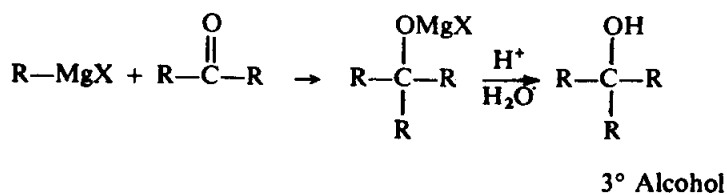
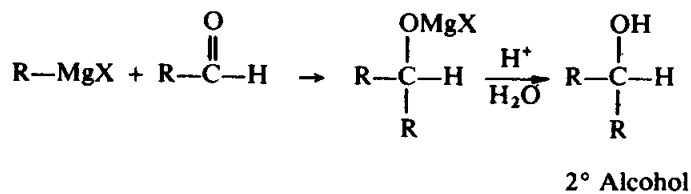
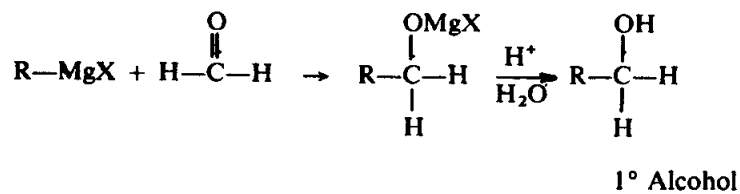
ปฏิกิริยาเป็น syn - addition ดูหัวข้อที่ 5.4 ข้อที่ 1.1 และหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.5.1



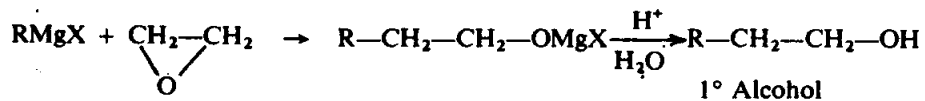
ดูกลไกในหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 3.5.2

#### 4. เตรียมจากกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์

4.1 ปฏิกิริยาระหว่างกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์กับอัลดีไฮด์หรือคีโตน ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 4.1

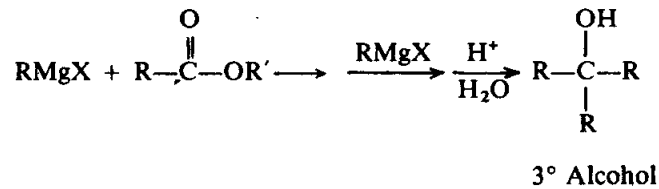
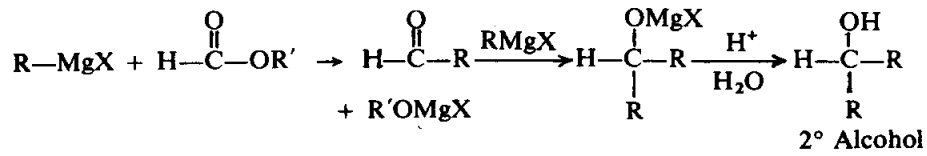


4.2 ปฏิกิริยาระหว่างกรีนยาร์ดีรีเอเจนต์กับเอทิลีนออกไซด์ ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 4.2



ได้ 1° แอลกอฮอล์ที่จำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น 2 ตัว

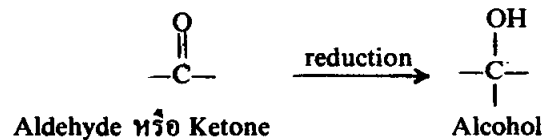
### 4.3 ปฏิกริยาระหว่างกรีนยาร์ดรีเอเจนต์กับเอสเทอร์



ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 4.3

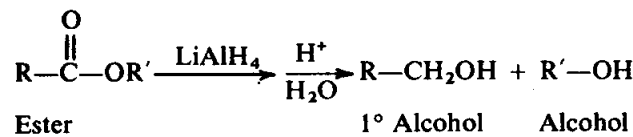
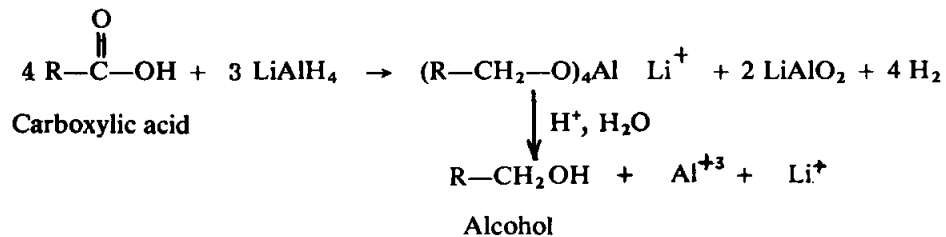
### 5. เตรียมจากปฏิกิริยารีดักชัน

#### 5.1 การรีดิวส์อัลดีไฮด์และคีโตน



ตัวรีดิวส์ได้แก่ H<sub>2</sub> + ตัวเร่ง, LiAlH<sub>4</sub>, NaBH<sub>4</sub> ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 5.1

#### 5.2 การรีดิวส์กรดคาร์บอกซิลิกและเอสเทอร์ ดูหัวข้อที่ 9.3 ข้อที่ 5.2



การรีดิวส์เอสเทอร์อาจใช้ตัวรีดิวส์อื่น ๆ ได้ เช่น โลหะโซเดียมในแอลกอฮอล์

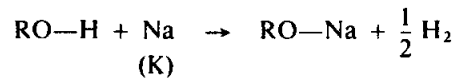
ไฮโดรเจนกับตัวเร่งปฏิกิริยา

5. ปฏิกิริยาของแอลกอฮอล์ จัดเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภทคือ ปฏิกิริยาที่มีการแตกหักพันธะ O—H ของแอลกอฮอล์ซึ่งได้แก่ปฏิกิริยาข้อที่ 1-3 และปฏิกิริยาที่มีการแตกพันธะ C—O ของแอลกอฮอล์ซึ่งได้แก่ปฏิกิริยาข้อที่ 4-6

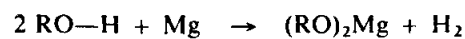
1. ปฏิกิริยาที่แสดงความเป็นกรดของแอลกอฮอล์

ความเป็นกรดของ  $\text{H}_2\text{O} > \text{ROH} > \text{HC} \equiv \text{CH} > \text{NH}_3 > \text{H}$

แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับโลหะอัลคาไลและอัลคาไลนเออร์จะได้โลหะแอลกอฮอล์ไซด์กับก๊าซไฮโดรเจน



Sodium alkoxide



Magnesium alkoxide

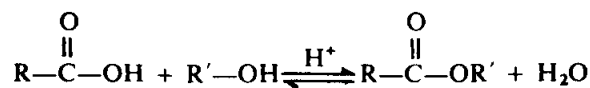
ความว่องไวของแอลกอฮอล์ในปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดของแอลกอฮอล์

$\text{CH}_3\text{OH} > 1^\circ > 2^\circ > 3^\circ$

ดูหัวข้อที่ 1

2. ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์

2.1 ปฏิกิริยา esterification



Carboxylic acid    Alcohol            Ester

ลำดับความว่องไวของแอลกอฮอล์  $1^\circ > 2^\circ (> 3^\circ)$

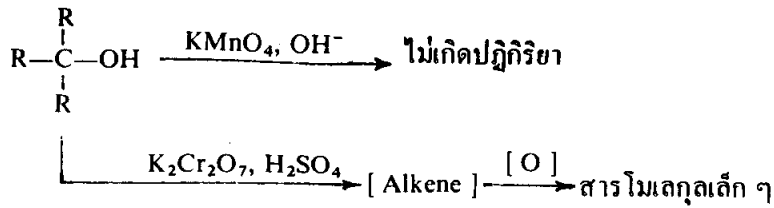
ปฏิกิริยาที่ดูครซีไปทางขวาเรียกว่า acid - catalyzed esterification of acid

ปฏิกิริยาที่ดูครซีย้อนกลับมาจากซ้ายเรียกว่า acid - catalyzed hydrolysis of ester

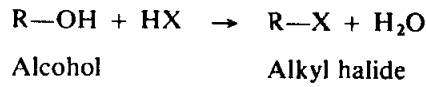
ดูกลไกหัวข้อที่ 9.4 ข้อที่ 2.1

2.2 แอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยากับแอซิดคลอไรด์หรือแอซิดแอนไฮไดรด์โดยไม่ต้องมีตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้เอสเทอร์





#### 4. ปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเฮไลด์

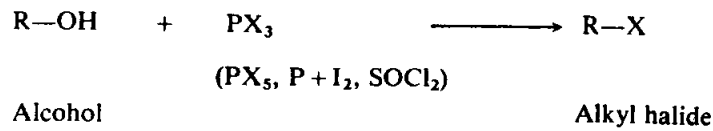


HX ได้แก่ HCl, HBr, HI โดยมีลำดับความว่องไวดังนี้  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$   
 ความว่องไวของแอลกอฮอล์

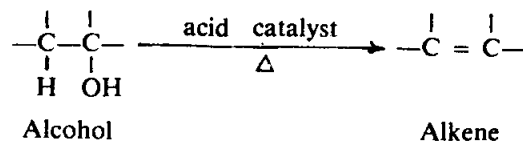
Allyl, benzyi  $> 3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$  alcohol

กลไกเกิดขึ้น 2 แบบคือ  $\text{S}_{\text{N}}1$  และ  $\text{S}_{\text{N}}2$  ซึ่งพวก  $1^\circ$  แอลกอฮอล์และเมทานอล จะเกิดแบบ  $\text{S}_{\text{N}}2$  ส่วนพวก  $2^\circ$  และ  $3^\circ$  แอลกอฮอล์จะเกิดแบบ  $\text{S}_{\text{N}}1$  ดูกลไกในหัวข้อที่ 8.6 ข้อที่ 4.1

#### 5. ปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสเฮไลด์และโซไอนีลคลอไรด์ ดูหัวข้อที่ 9.4 ข้อที่ 5



#### 6. ปฏิกิริยาการขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์



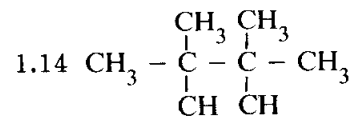
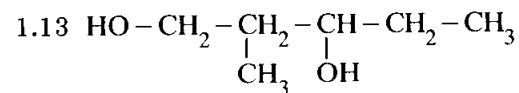
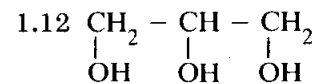
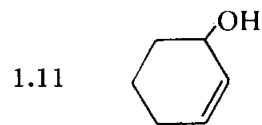
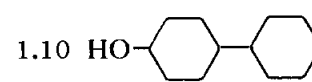
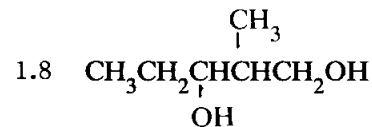
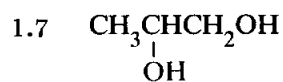
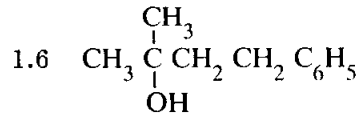
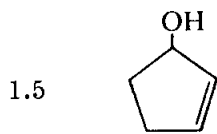
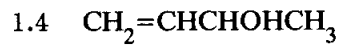
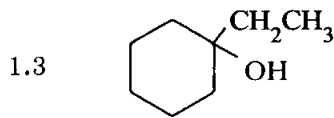
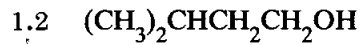
ลำดับความว่องไวของแอลกอฮอล์  $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$

กลไกของปฏิกิริยาเกิดแบบ E1 แต่ไม่เกิดแบบ E2 ดูกลไกจากหัวข้อที่ 5.3 ข้อที่ 2 และหัวข้อที่ 9.4 ข้อที่ 6



## แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 9

1. จงอ่านชื่อสารประกอบต่อไปนี้ตามระบบที่เหมาะสม



2. จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบต่อไปนี้

2.1 1 - Methylcyclopentanol

2.2 2 - Methylcyclopentanol

2.3 2, 5 - Dimethyl - 1 - hexanol

2.4 2, 5 - Diphenyl - 1 - pentanol

2.5 1, 4 - Diphenyl - 2 - pentanol

2.6 Diethylcarbinol

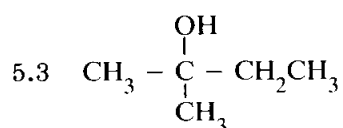
2.7 Isoheptyl alcohol



5. จงเขียนปฏิกิริยาการเตรียมแอลกอฮอล์ต่อไปนี้จากอัลคีนตัวที่เหมาะสมโดยใช้ปฏิกิริยา  
oxymercuration – demercuration

5.1 tert – Butyl alcohol

5.2 Isopropyl alcohol



6. จงเปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบต่อไปนี้

6.1 3 – Hexanol

6.2 n – Hexane

6.3 2 – Methyl – 2 – pentanol

6.4 n – Octyl alcohol

6.5 n – Hexyl alcohol

7. จงบอกวิธีทางเคมีที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของสารประกอบในแต่ละคู่ต่อไปนี้

7.1 Ethyl alcohol และ ethyl chloride

7.2 Ethyl alcohol และ dimethyl ether

7.3 n – Butyl alcohol และ t – butyl alcohol

7.4 Cyclohexanol และ cyclohexane

7.5 Cyclohexanol และ phenol

7.6 1 Butanol และ 2 – butanol

7.7 1 – Pentanol และ 2, 3 – dimethyl – 2 – butanol

7.8 3 – Buten – 1 – ol และ 2 – buten – 1 – ol

8. จงเขียนปฏิกิริยาการเตรียม n – butyl alcohol จากสารตั้งต้นที่กำหนดให้

8.1 n – Butyl bromide

8.2 1 – Butene

8.3 n – Butyl hydrogen sulfate

8.4 n – Butyric acid

8.5 n – Butane

8.6 n – Butyraldehyde

8. จงเขียนผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเมื่อ 1-propanol ทำปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ต่อไปนี้

8.1 โลหะโซเดียม

8.2 โลหะโซเดียม แล้วทำปฏิกิริยากับ 1-bromobutane

8.3 Acetylchloride

8.4  $\text{KMnO}_4$  / ต่าง, ร้อน

8.5 กรดซัลฟูริก 140°

8.6 conc aqueous  $\text{HBr}$

8.7  $\text{CrO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4$

8.8  $\text{CH}_3\text{COOH}, \text{H}^+$

9. จาก cyclohexanol จงเขียนปฏิกิริยาการเตรียมสารประกอบต่อไปนี้

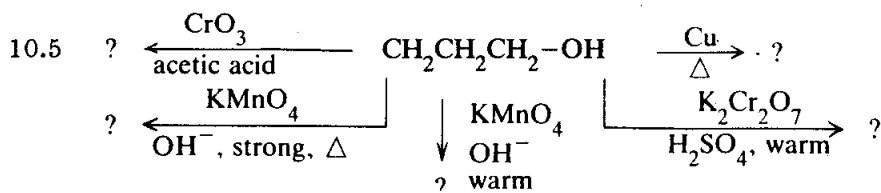
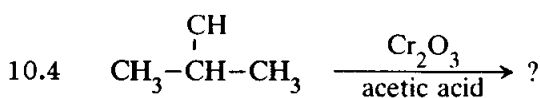
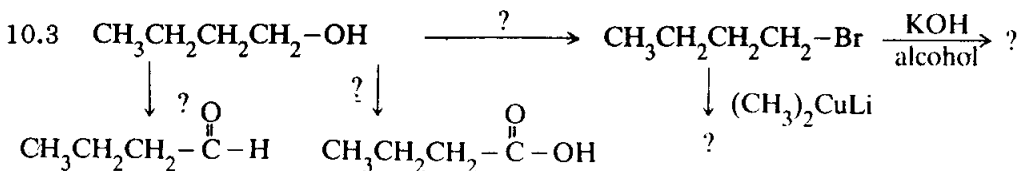
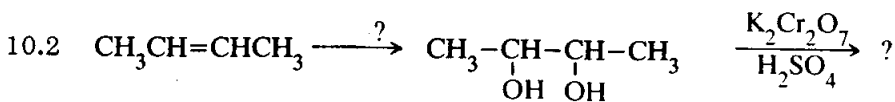
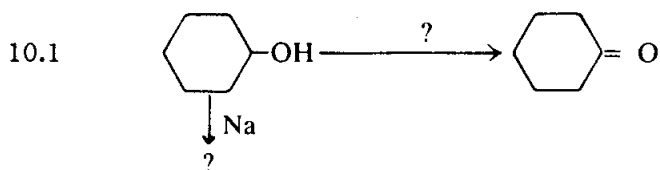
9.1 Cyclohexanone

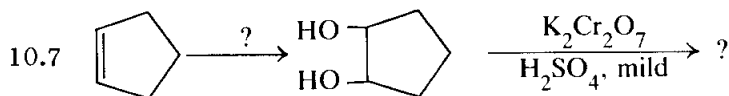
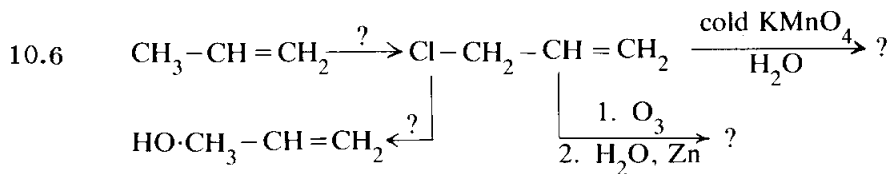
9.2 Bromocyclohexane

9.3 Cyclohexene

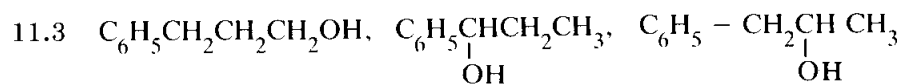
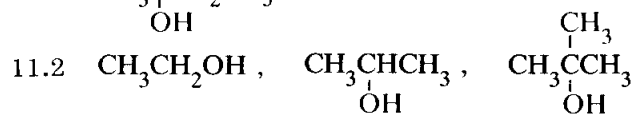
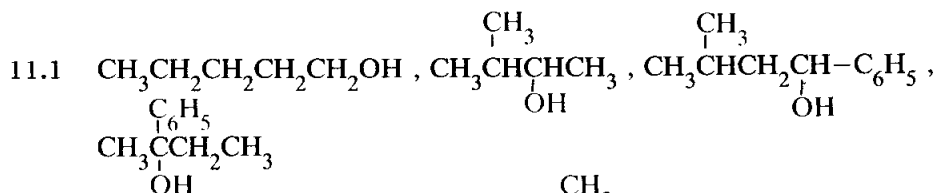
9.4 Cyclohexane

10. จงเติมสมการของปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ (ผลิตภัณฑ์หรือรีเอเจนต์)

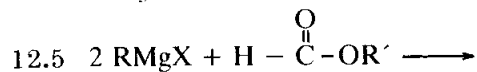
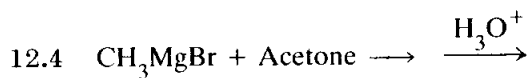
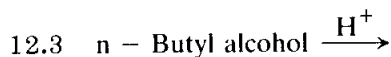
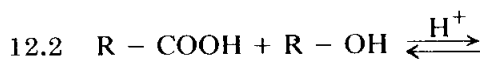
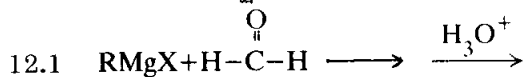




11. จงเปรียบเทียบความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาการขจัดน้ำ (dehydration) ของแอลกอฮอล์ในแต่ละกลุ่มต่อไปนี้



12. จงเขียนกลไกของปฏิกิริยาต่อไปนี้



13. จงอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

13.1  $\text{S}_{\text{N}}1$ ,  $\text{S}_{\text{N}}2$

13.2 Esterification

13.3 ความเป็นกรดของแอลกอฮอล์