

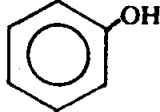
## บทที่ 10

### ฟินอล

จุดประสงค์ เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาควรจะสามารถ

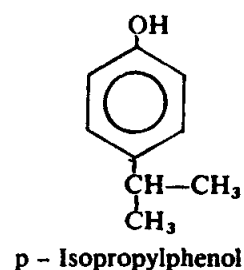
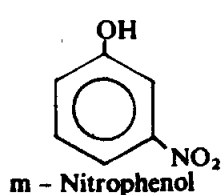
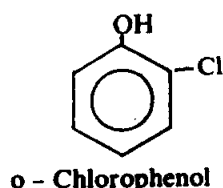
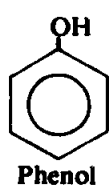
1. เรียกชื่อสารประกอบฟินอลและอนุพันธ์ของฟินอลได้
2. อธิบายคุณสมบัติทางกายภาพของฟินอลและเปรียบเทียบกับของแอลกอฮอล์ได้
3. แสดงวิธีเตรียมสารประกอบฟินอลในอุตสาหกรรมและในห้องปฏิบัติการได้
4. อธิบายความเป็นกรดของฟินอล และเปรียบเทียบความเป็นกรดของฟินอลกับแอลกอฮอล์และสารประกอบอื่นได้
5. เขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ของฟีนอกไซด์ไอออนได้
6. ใช้ฟินอลเป็นสารตั้งต้นในการเตรียมสารประกอบอื่น เช่น อีเธอร์ เอสเทอร์ ฯลฯ ได้
7. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ต่าง ๆ ในฟินอลและบอกผลผลิตได้
8. แสดงกลไกของปฏิกิริยา Kolbe' และปฏิกิริยา Reimer-Tiemann ได้
9. แสดงปฏิกิริยา Fries rearrangement และปฏิกิริยาที่ฟินอลเกิดการ coupling กับเกลือไดอะโซเนียมได้

ฟีนอล (Phenols) เป็นสารประกอบพวกที่มีหมู่  $-OH$  เกาะอยู่ที่วงอะโรมาติก หมู่  $-OH$  ของฟีนอลเรียกว่าหมู่ไฮดรอกซี (hydroxy) ฟีนอลมีสูตรทั่วไป  $Ar-OH$  ซึ่ง  $Ar-$  อาจจะเป็นวงเบนซีนหรือวงอะโรมาติกอื่น ๆ วงเบนซีนนี้อาจจะมีอะตอมหรือหมู่อะตอมอื่นเกาะอยู่ ถึงแม้ว่าฟีนอลมีหมู่  $-OH$  เช่นเดียวกับพวกแอลกอฮอล์ แต่การที่หมู่  $-OH$  นี้เกาะอยู่ที่วงอะโรมาติกจึงทำให้คุณสมบัติส่วนใหญ่ของฟีนอลแตกต่างจากพวกแอลกอฮอล์ แต่ก็จะมีบางอย่างที่คล้ายกันบ้าง

สารประกอบพวกฟีนอลตัวแรก ได้แก่ ฟีนอลเองซึ่งมีสูตรคือ  หรือ  $C_6H_5-OH$

### 10.1 การเรียกชื่อ

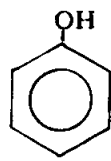
การเรียกชื่อสารประกอบพวกฟีนอลมักจะเรียกเป็นชื่ออนุพันธ์ของฟีนอล ตัวอย่าง



ถ้ามีหมู่คาร์บอกซิลิก ( $-COOH$ ) หรือหมู่ซัลโฟนิก ( $-SO_3H$ ) หรือหมู่อัลดีไฮด์ ( $-C(=O)H$ ) เกาะอยู่ที่วงด้วยให้ถือว่าทั้ง 3 หมู่นี้มีความสำคัญกว่าหมู่  $-OH$  การเรียกชื่อ

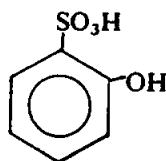
จึงให้สารประกอบเหล่านั้นเป็นชื่อหลักและเรียกหมู่ไฮดรอกซีเป็นคำนำหน้า

ตัวอย่าง

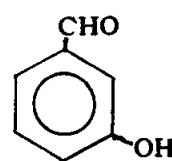


$\text{COOH}$

p - Hydroxybenzoic acid

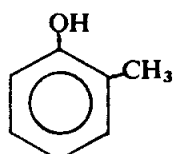


o - Hydroxybenzenesulfonic acid

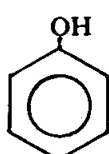


m - Hydroxybenzaldehyde

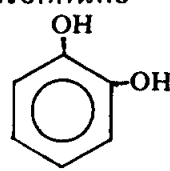
สารประกอบฟีนอลบางตัวมีชื่อเดิมที่นิยมเรียกกันคือ



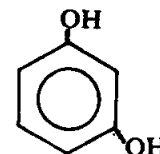
o - Cresol



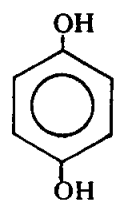
p - Cresol



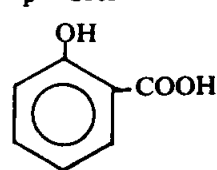
Catechol



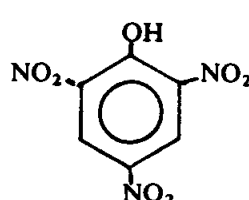
Resorcinol



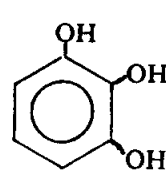
Hydroquinone



Salicylic acid



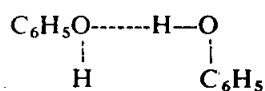
Picric acid



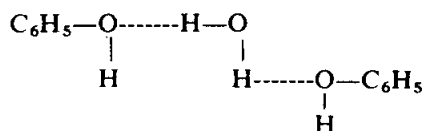
Pyrogallol

## 10.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

ตัวฟีนอลเองเป็นของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำคือ  $41^{\circ}$  มีจุดเดือด  $182^{\circ}$  ซึ่งค่อนข้างสูงเพราะหมู่  $-\text{OH}$  ของฟีนอลสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ ฟีนอลละลายได้ในน้ำ 9.3 กรัม/น้ำ 100 กรัมที่  $25^{\circ}$  ทั้งนี้เพราะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ



พันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล



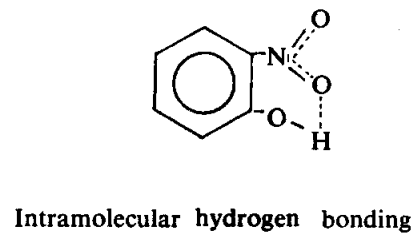
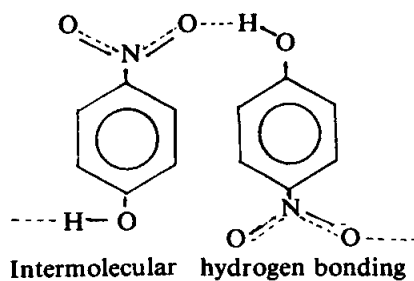
พันธะไฮโดรเจนกับน้ำ

ตารางที่ 10.1  
ค่าคงตัวทางกายภาพของสารประกอบฟีนอล

ชื่อ	จุดหลอมเหลว °C	จุดเดือด °C	การละลายในน้ำ กรัม/น้ำ 100 กรัม ที่ 25°
Phenol	41	182	9.3
o - Cresol	31	191	2.5
m - Cresol	11	201	2.5
p - Cresol	35	202	2.3
o - Chlorophenol	9	173	2.8
o - Nitrophenol	45	217	0.2
p - Nitrophenol	114		1.7
2, 4 - Dinitrophenol	113		0.6
Resorcinol	110	281	123

พวกฟีนอลส่วนใหญ่จะเป็นผลึกของแข็งไม่มีสี พวกฟีนอลถูกออกซิไดส์ได้ง่าย  
ได้สารที่มีสี

ไนโตรฟีนอลประกอบด้วย 3 ไอโซเมอร์ คือ o-, p- และ m- ไอโซเมอร์ เมื่อเปรียบเทียบจุดเดือดของทั้ง 3 ไอโซเมอร์นี้จะเห็นได้ว่า o- ไอโซเมอร์มีค่าน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะ m- และ p- ไอโซเมอร์จะเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล (intermolecular hydrogen bonding) ส่วน o- ไอโซเมอร์นั้น -OH และ -NO<sub>2</sub> อยู่ใกล้กันจึงเกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุล (intramolecular hydrogen bonding)

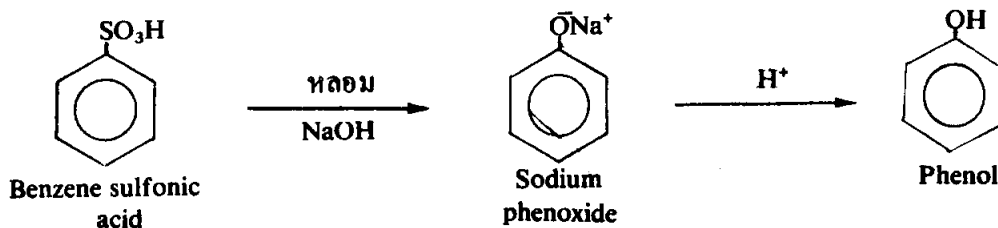


การละลายในน้ำก็เช่นกัน m- และ p- ไอโซเมอร์ละลายในน้ำได้ดีกว่า o- ไอโซเมอร์ ทั้งนี้เพราะ m- และ p- ไอโซเมอร์สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้ดีกว่า o- ไอโซเมอร์ เนื่องจาก o- ไอโซเมอร์เกิดพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลแทนที่จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ

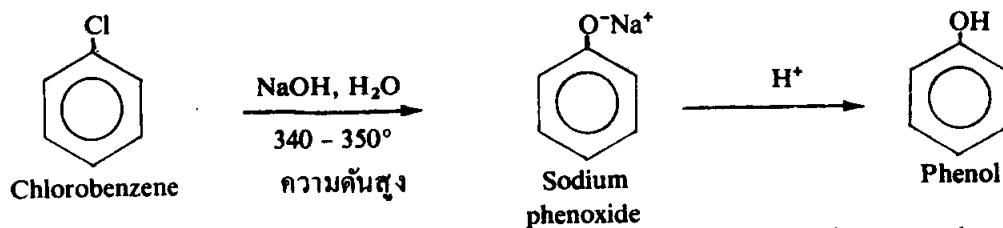
### 10.3 การเตรียม

1. การเตรียมในอุตสาหกรรม แหล่งธรรมชาติของฟีนอลและเกรซอล (cresol) คือน้ำมันถ่านหิน อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น ดังนี้

1.1 เตรียมจาก benzenesulfonic acid โดยการหลอม benzenesulfonic acid กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ของแข็ง) จะได้เกลือของฟีนอล ซึ่งเมื่อใส่กรดลงไปจะได้ฟีนอล

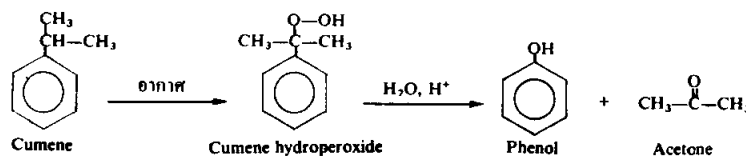


1.2 เตรียมจากคลอโรเบนซีน วิธีนี้เรียกว่า Dow process เป็นปฏิกิริยาระหว่างคลอโรเบนซีนกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิและความดันสูง ๆ ได้เกลือของฟีนอล จากนั้นเติมกรดลงไปจะได้ฟีนอล

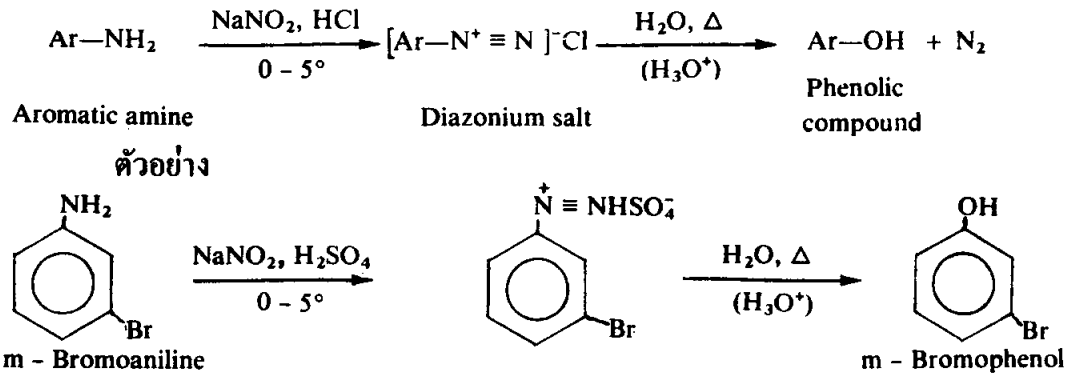


กลไกของปฏิกิริยาเป็นแบบ bimolecular displacement ดูหัวข้อที่ 8.11 ข้อที่ 3.1

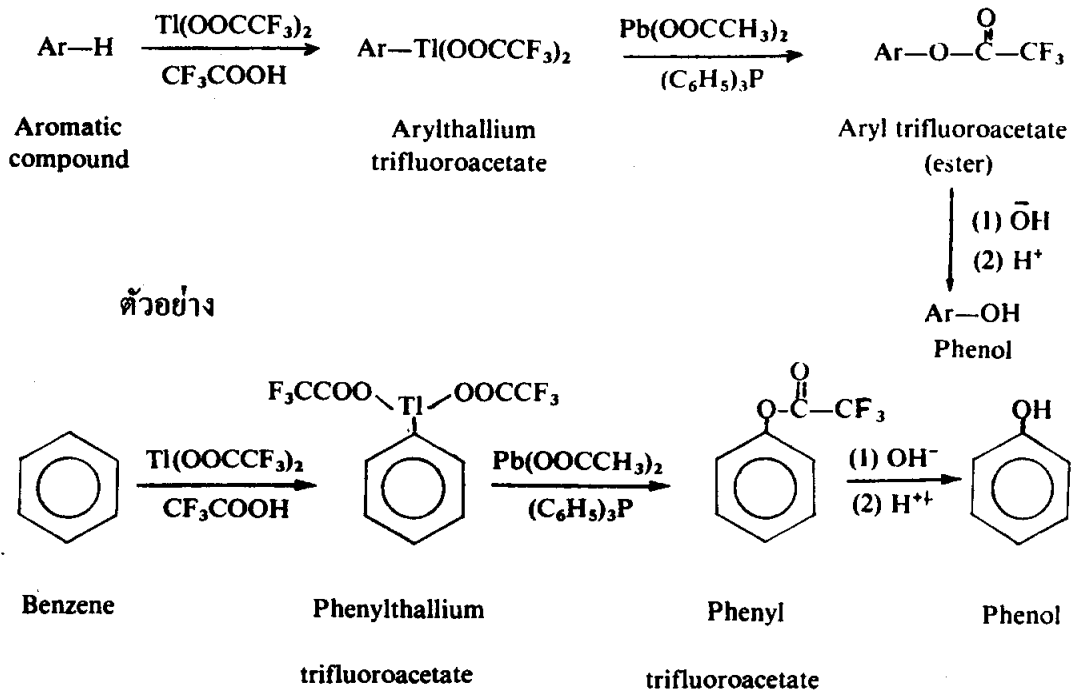
1.3 เตรียมจากคิวมีน (Cumene) โดยการออกซิไดส์คิวมีนด้วยอากาศจะได้คิวมีนไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (cumene hydroperoxide) ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรด (aqueous acid) จะได้ฟีนอลกับอะซิโตน



2. เตรียมจากอะโรมาติกอะมีน จากอะโรมาติกอะมีนเตรียมเกลือไดอะโซเนียมก่อน แล้วให้ทำปฏิกิริยากับน้ำจะถูกไฮโดรไลสได้ฟีนอล



3. เตรียมจากสารประกอบเอริลเธลเลียม (Arylthallium compounds) โดยให้สารประกอบอะโรมาติกทำปฏิกิริยากับ thallium trifluoroacetate ใน trifluoroacetic acid จะได้ arythallium trifluoroacetate ซึ่งให้ทำปฏิกิริยาต่อไปกับ lead tetraacetate และ triphenylphosphine จะได้เอสเทอร์ เมื่อไฮโดรไลสเอสเทอร์ด้วยด่างแล้วทำสารละลายให้เป็นกลางจะได้ฟีนอล



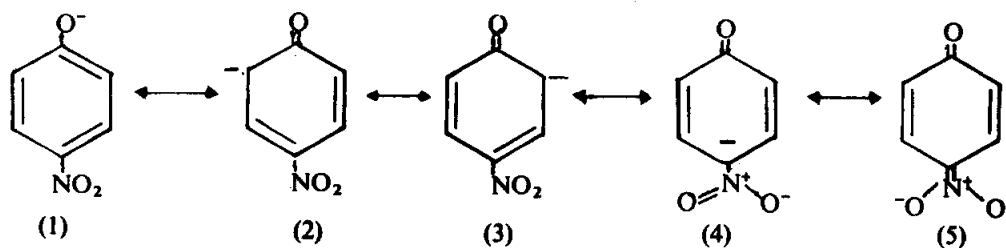


อยู่ที่ตำแหน่ง ortho และ para กับหมู่ —OH จะเพิ่มความเป็นกรดมากขึ้นกว่าที่ตำแหน่ง meta ดูตารางที่ 10.2

ตารางที่ 10.2  
ความเป็นกรดของฟีนอล

อะตอมหรือ หมู่อะตอมที่เกาะอยู่	pK <sub>a</sub> (25°)		
	ortho	meta	para
—H	10.00	10.00	10.00
—CH <sub>3</sub>	10.29	10.09	10.26
—F	8.81	9.28	9.81
—Cl	8.48	9.02	9.38
—Br	8.42	8.87	9.26
—I	8.46	8.88	9.20
—NO <sub>2</sub>	7.22	8.39	7.15

ตัวอย่างของฟีนอลที่มีหมู่ดึงอิเล็กตรอนเช่นหมู่ไนโตรเกาะที่ตำแหน่ง para จะมีโครงสร้างเรโซแนนซ์ดังนี้

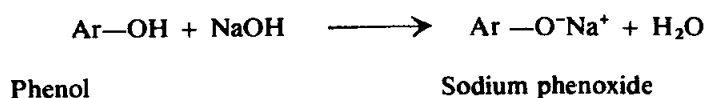


โครงสร้างเรโซแนนซ์ (4) มีประจุลบอยู่ที่คาร์บอนมีหมู่ดึงอิเล็กตรอนเกาะอยู่จึงทำให้เสถียรมากและมีโครงสร้างเรโซแนนซ์ (5) ซึ่งมีการกระจายประจุลบได้มากจะเสถียรมากเช่นกัน ดังนั้นฟีนอกไซด์ไอออนของ p - nitrophenol จึงเสถียรมากเพราะ resonance effect ของ ortho ก็เช่นเดียวกัน



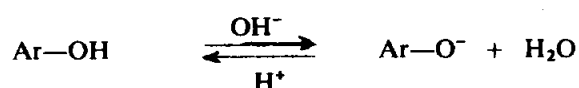
## 10.5 ปฏิกิริยา

1. ปฏิกิริยากับด่าง ฟีนอลทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เจือจางจะได้เกลือโซเดียมฟีนอกไซด์



พวกฟีนอลที่มีหมู่อะตอมเกาะอยู่ส่วนใหญ่จะไม่ค่อยละลายในน้ำ แต่ถ้าทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะได้เกลือโซเดียมฟีนอกไซด์ ซึ่งละลายในน้ำ หรือกล่าวได้ว่าฟีนอลละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

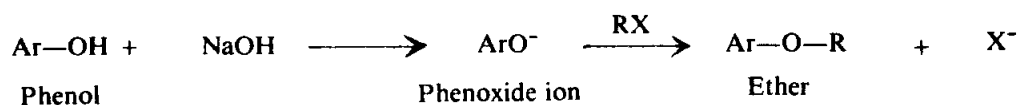
เกลือโซเดียมฟีนอกไซด์นี้เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแรงจะได้ฟีนอลกลับคืนมา ปฏิกิริยาจึงเขียนกลับได้ดังนี้



กับสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์

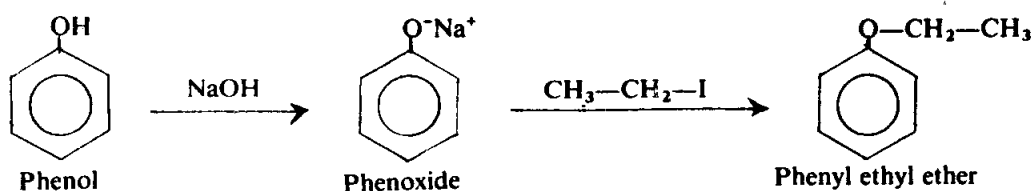
แต่กับโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) และโซเดียมไบคาร์บอเนต ( $\text{NaHCO}_3$ ) จะไม่เกิดปฏิกิริยา ซึ่งแตกต่างกับกรดคาร์บอกซิลิก ( $\text{R-COOH}$ ) ที่กรดคาร์บอกซิลิกสามารถเกิดปฏิกิริยาได้ทั้งกับพวกไฮดรอกไซด์และคาร์บอเนต

2. ปฏิกิริยาการเกิดอีเทอร์ ฟีนอลทำปฏิกิริยากับอัลคิลเฮไลด์ในสารละลายที่เป็นด่างจะได้อีเทอร์เรียกปฏิกิริยานี้ว่า Williamson synthesis ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเตรียมอีเทอร์

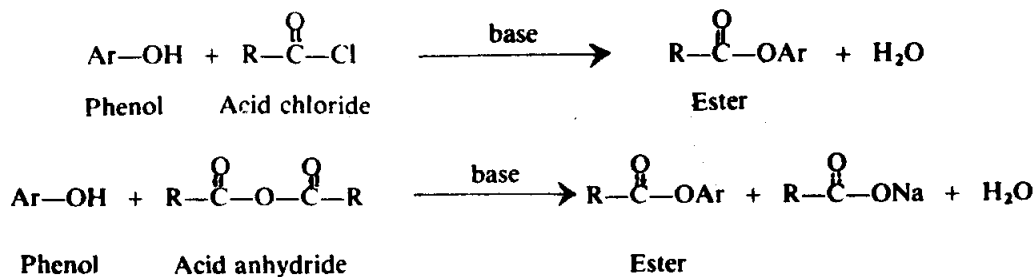


ในสารละลายที่เป็นด่างจะได้ฟีนอกไซด์ไอออนซึ่งทำหน้าที่เป็นนิวคลีโอไฟล์เข้าไปแทนที่เฮไลด์ไอออน ดูกลไกในหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 2

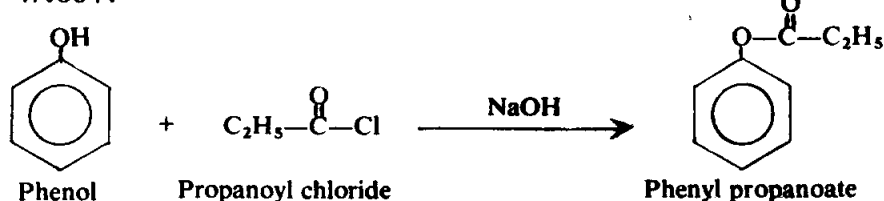
ตัวอย่าง



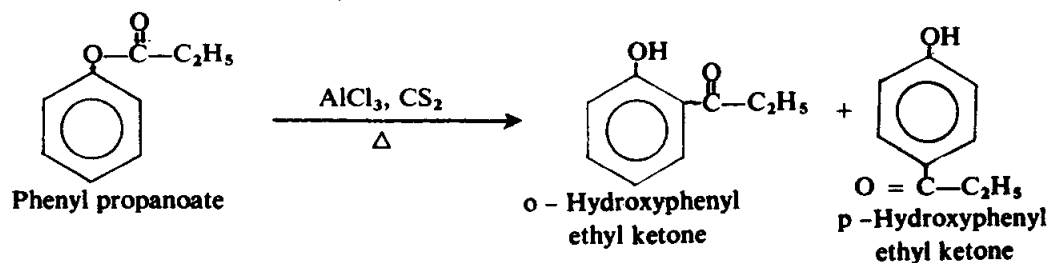
3. ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์ ฟีนอลทำปฏิกิริยากับแอซิดคลอไรด์หรือแอซิดแอนไฮไดรด์จะได้เอสเทอร์



ตัวอย่าง

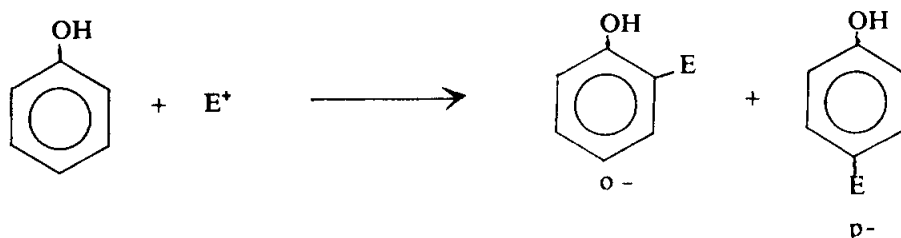


เมื่อให้ความร้อนแก่เอสเทอร์ของฟีนอลกับอะลูมิเนียมคลอไรด์ในคาร์บอนไดซัลไฟด์ จะเกิดการย้ายที่ของหมู่เอซิด (acyl group) จากออกซิเจนของฟีนอลไปที่ตำแหน่ง ortho หรือ para ในวงเบนซีน ปฏิกิริยานี้เรียกว่า Fries rearrangement



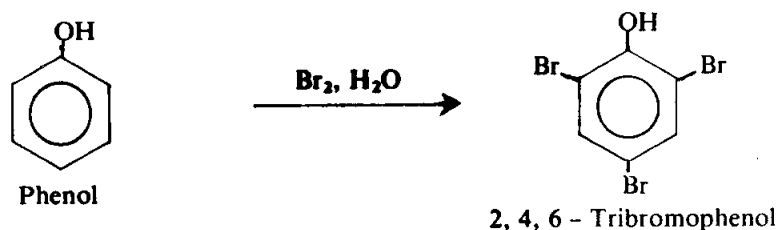
4. ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ (Electrophilic aromatic substitution) หมู่ —OH เป็น ortho, para director และ activating group คือ ให้วงเบนซีนมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์มากขึ้น

ความว่องไวของ  $\text{ArO}^- > \text{Ar-OH} > \text{Ar-OR}$

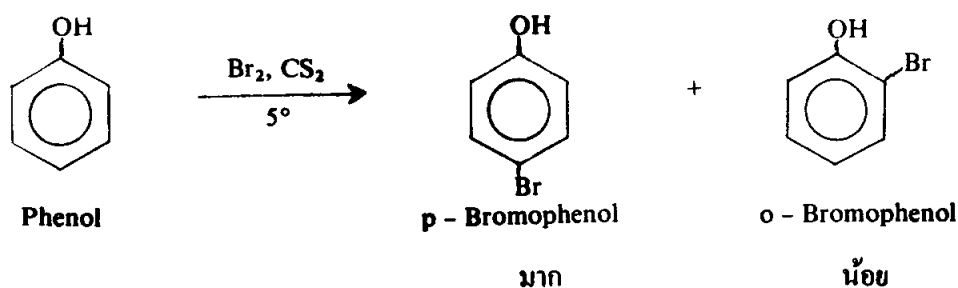


4.1 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยเฮโลเจน (Halogenation) ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยเฮโลเจนไม่ต้องใช้กรดคลอริคเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งนี้เพราะฟีนอลมีหมู่ —OH ซึ่งทำให้วงเบนซีนมีความว่องไวต่อปฏิกิริยามาก

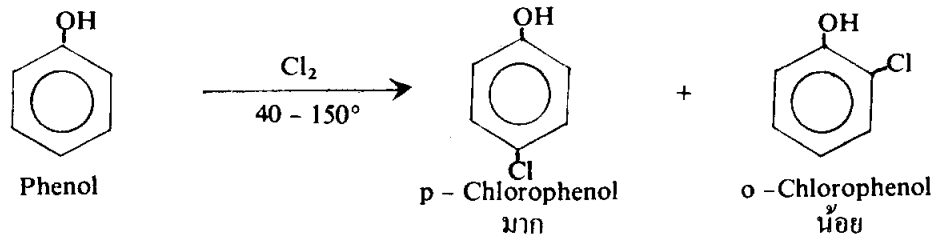
ฟีนอลทำปฏิกิริยากับน้ำโบรมีน (bromine water :  $\text{Br}_2, \text{H}_2\text{O}$ ) จะเกิด 2, 4, 6 - tribromophenol ทันที



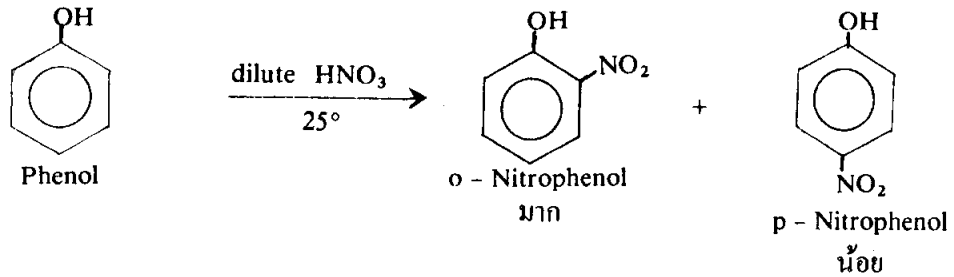
ถ้าต้องการให้โบรมีนเข้าแทนที่เพียงอะตอมเดียวให้ใช้โบรมีนในตัวทำละลายชนิดไม่มีขั้วเช่นคาร์บอนไดซัลไฟด์ ( $\text{CS}_2$ ) และที่อุณหภูมิต่ำจะได้ p - bromophenol มาก



ฟีนอลทำปฏิกิริยากับคลอรีน โดยไม่ต้องมีตัวทำละลายแต่ต้องทำที่อุณหภูมิสูงจะได้ o- และ p - chlorophenol ซึ่งจะได้ p - chlorophenol มากกว่า

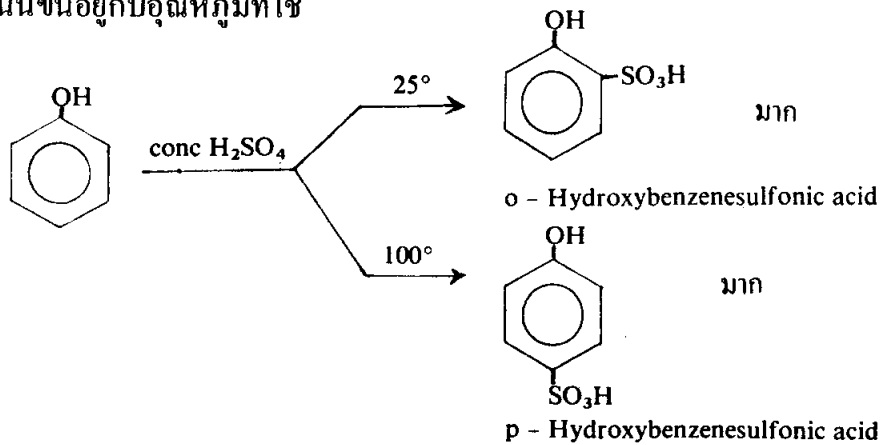


4.2 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยหมู่ไนโตร (Nitration) ฟีนอลทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกเจือจางที่อุณหภูมิห้องจะได้ o- และ p - nitrophenol ซึ่งจะได้ o - nitrophenol มากกว่า

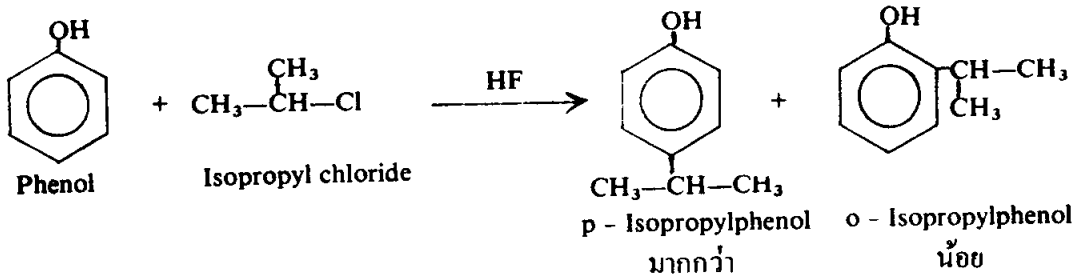


อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากปฏิกิริยานี้ไม่ค่อยดีเพราะอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้โดยกรดไนตริก

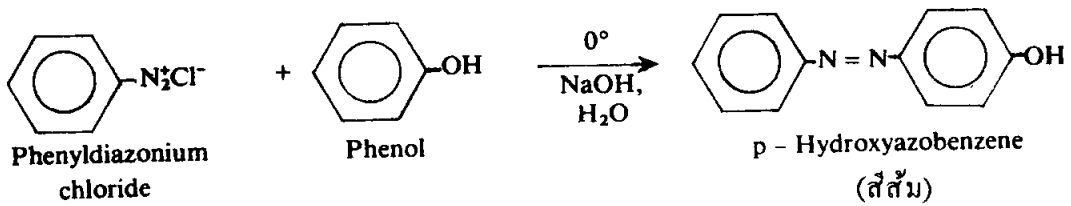
4.3 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยหมู่กรดซัลฟอนิก (Sulfonation) ฟีนอลทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกเข้มข้นจะได้ o- และ p - hydroxybenzenesulfonic acid ซึ่งจะได้ไอโซเมอร์ใดมากนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้



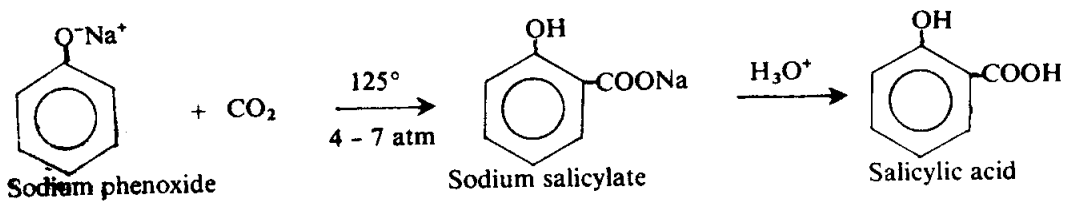
4.4 Friedel - Crafts Alkylation ฟีนอลทำปฏิกิริยากับอัลคิลเฮไลด์โดยมีกรดลิวอิสที่อ่อนเช่น HF จะได้อัลคิลฟีนอล



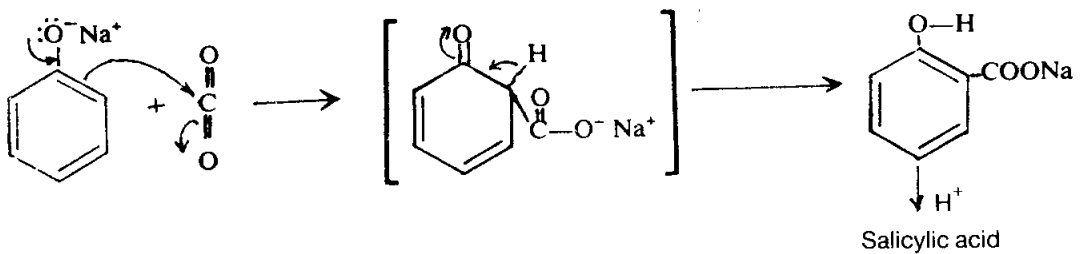
5. ปฏิกิริยา coupling กับเกลือไดอะโซเนียม ฟีนอลเกิดปฏิกิริยา coupling กับเกลือไดอะโซเนียมในสารละลายที่เป็นด่างเล็กน้อย จะได้สารประกอบเอโซ (azo compounds)



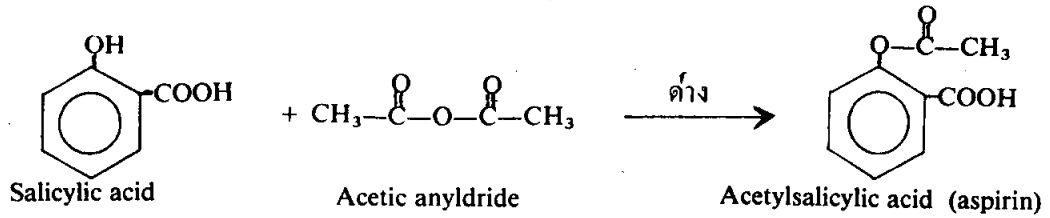
6. Kolbe reaction เป็นปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมฟีนอกไซด์กับคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิและความดันสูงแล้วไฮโดรไลส์ด้วยกรดจะได้ o - hydroxybenzoic acid หรือเรียกชื่อเฉพาะว่า salicylic acid



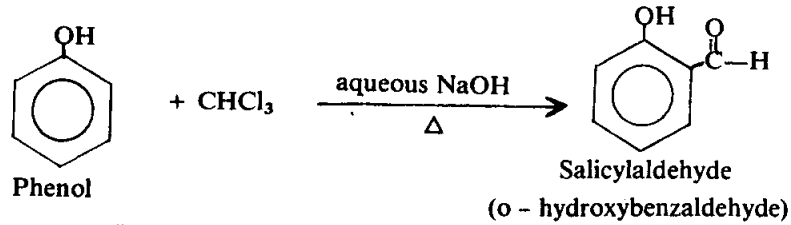
กลไกเกิดดังนี้



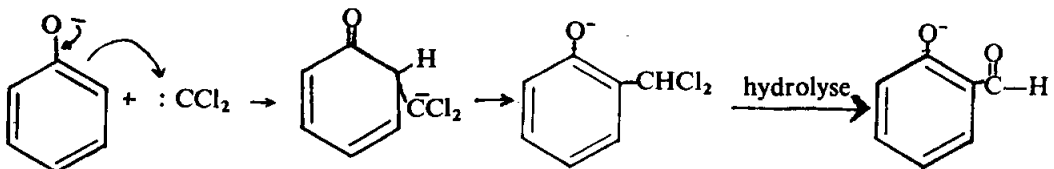
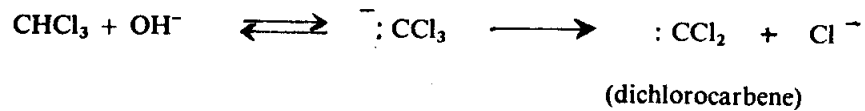
น้ำใช้เตรียมยาแอสไพริน (aspirin) ดังนี้



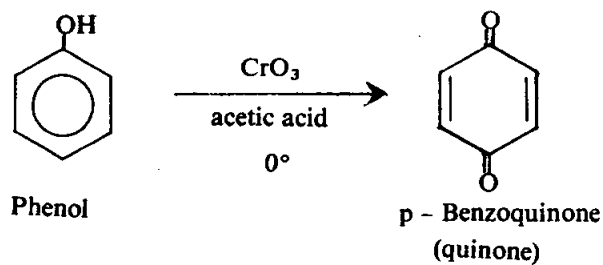
7. Reimer - Tiemann reaction เป็นปฏิกิริยาระหว่างฟีนอลกับคลอโรฟอร์มในสารละลายที่เป็นด่างจะได้ o - hydroxybenzaldehyde หรือเรียกชื่อเฉพาะว่า salicylaldehyde



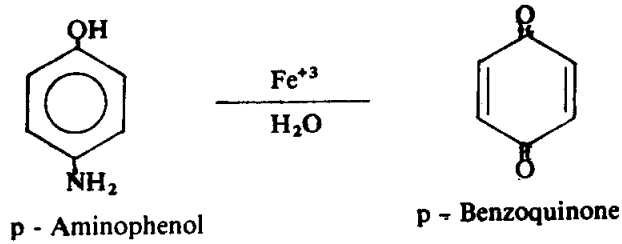
กลไกเกิดขึ้นดังนี้



8. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน พวกฟีนอลถูกออกซิไดส์ได้ง่าย ผลิตผลที่ได้มักจะเป็น 1, 4 - benzoquinone หรือบางที่เรียกว่า p - benzoquinone โดยใช้กรดโครมิก ( $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$ , chromic acid) ซึ่งเตรียมโดยละลายโครเมียมไดออกไซด์,  $\text{CrO}_3$  ในสารละลายกรดอะซิติกในน้ำ



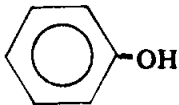
ถ้ามีหมู่ที่ให้อิเล็กตรอนเกาะอยู่จะถูกออกซิไดส์ง่ายขึ้น เช่น p - aminophenol สามารถถูกออกซิไดส์ได้ด้วยตัวออกซิไดส์อย่างอ่อน เช่น เฟอร์ริกไอออน



### สรุปเนื้อหาสาระสำคัญ

1. สารประกอบพวกฟีนอลเป็นสารประกอบพวกที่มีหมู่ —OH เกาะอยู่ที่วงอะโรมาติก มีสูตรโดยทั่วไป Ar—OH

สารประกอบพวกฟีนอลตัวแรกได้แก่ตัวฟีนอลเองมีสูตร  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—OH}$  หรือ

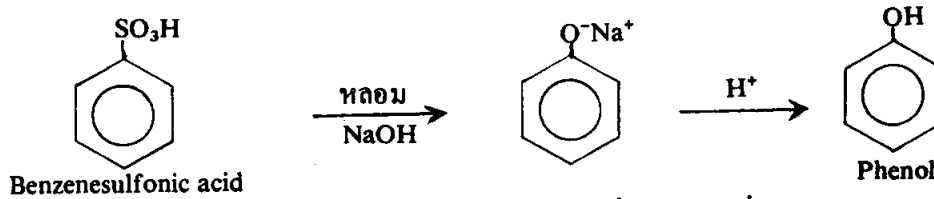


การเรียกชื่อ ดูหัวข้อที่ 10.1

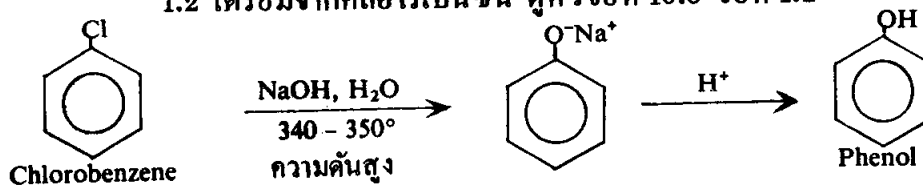
2. คุณสมบัติทางกายภาพของพวกฟีนอล ดูหัวข้อที่ 10.2
3. การเตรียม

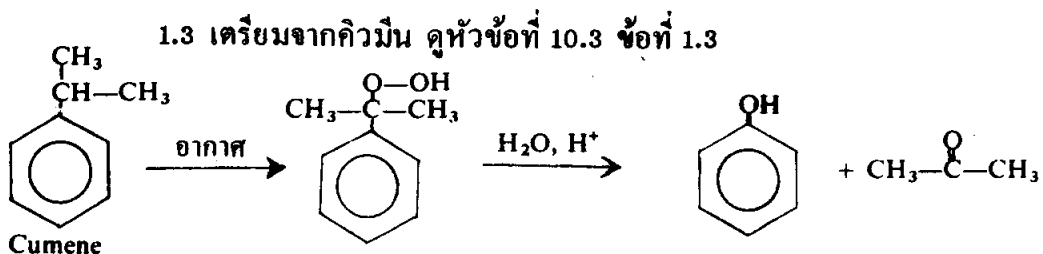
1. การเตรียมในอุตสาหกรรม

1.1 เตรียมจาก benzenesulfonic acid ดูหัวข้อที่ 10.3 ข้อที่ 1.1

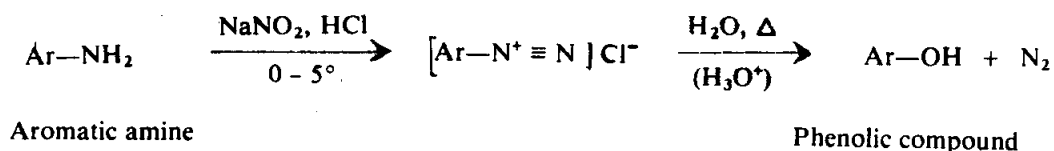


1.2 เตรียมจากคลอโรเบนซีน ดูหัวข้อที่ 10.3 ข้อที่ 1.2

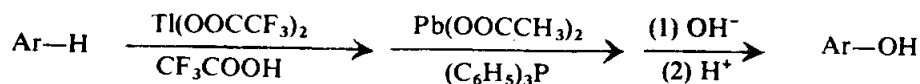




2. เตรียมจากอะโรมาติกอะมีน ดูหัวข้อที่ 10.3 ข้อที่ 2



3. เตรียมจากสารประกอบเฮริลแซลเตียม ดูหัวข้อที่ 10.3 ข้อที่ 3



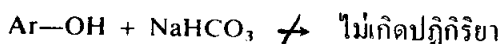
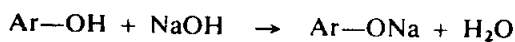
4. ความเป็นกรดของฟีนอล

ฟีนอลมีความเป็นกรดมากกว่าแอลกอฮอล์เพราะฟีนอกไซด์ไอออนมี resonance stabilization จึงเสถียรมากกว่าแอลกอฮอล์ไอออน ถ้ามีหมู่ดึงอิเล็กตรอนเกาะอยู่ที่วงเบนซีนจะทำให้ฟีนอกไซด์ไอออนเสถียรขึ้นนั่นคือมีความเป็นกรดมากขึ้น แต่ถ้ามีหมู่ให้อิเล็กตรอนเกาะอยู่จะลดความเป็นกรด ส่วนตำแหน่งที่เกาะอยู่จะมีผลไม่เท่ากัน ถ้าเกาะอยู่ที่ตำแหน่ง ortho และ para กับหมู่ -OH จะมีผลมากกว่าที่ตำแหน่ง meta

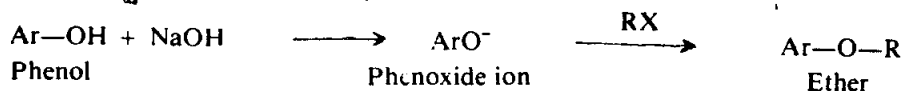
ดูหัวข้อที่ 10.4

5. ปฏิกริยาของสารประกอบพวกฟีนอล

1. ปฏิกริยากับด่าง ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 1



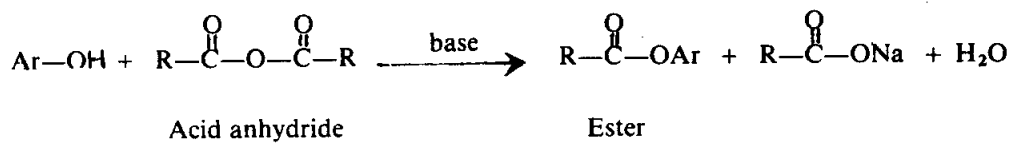
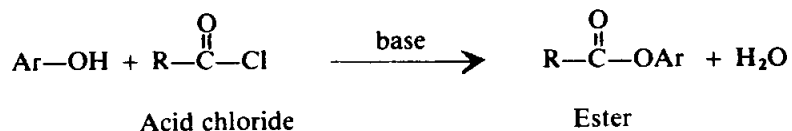
2. ปฏิกริยาการเกิดอีเทอร์



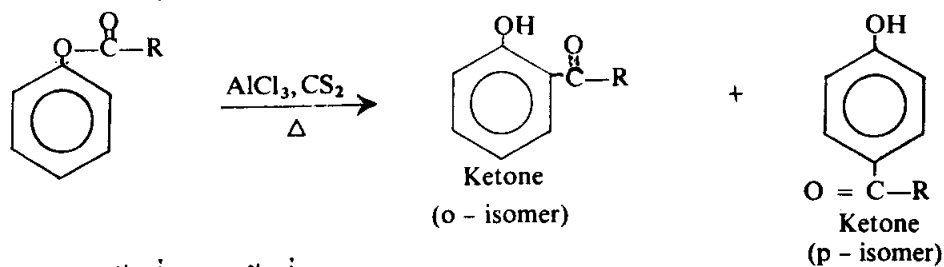


ดูกลไกในหัวข้อที่ 11.3 ข้อที่ 2

3. ปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์



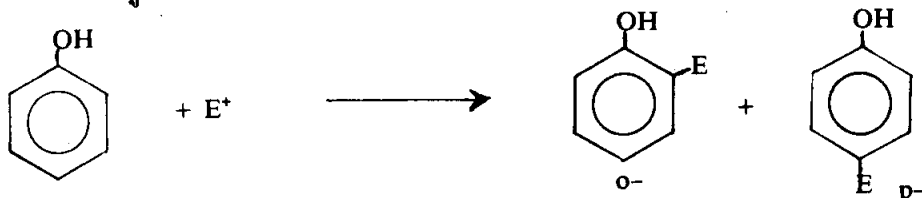
Fries rearrangement :-



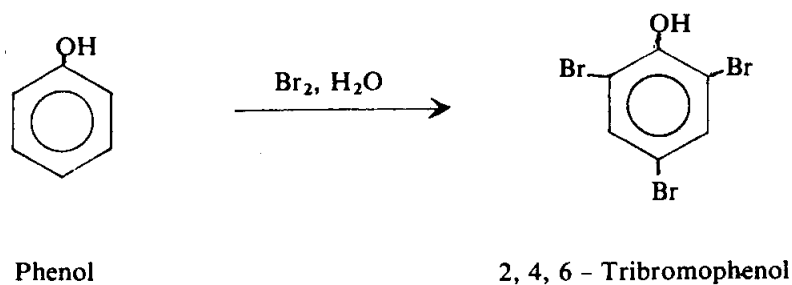
ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 3

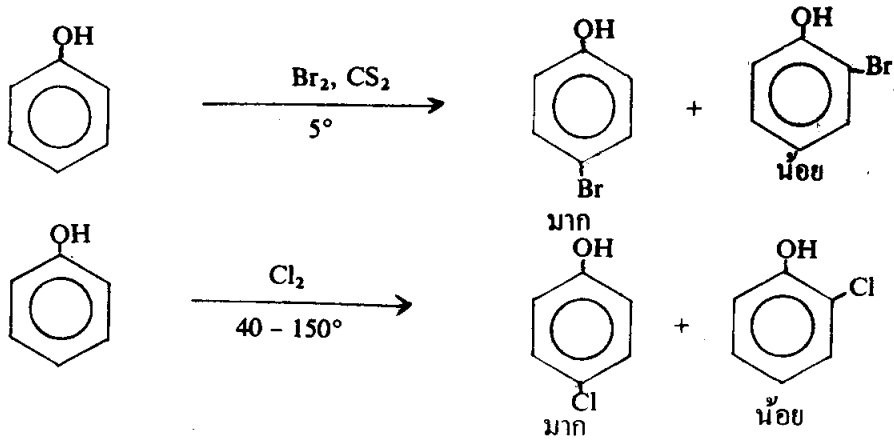
4. ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์

หมู่ -OH เป็น ortho director และ activating group

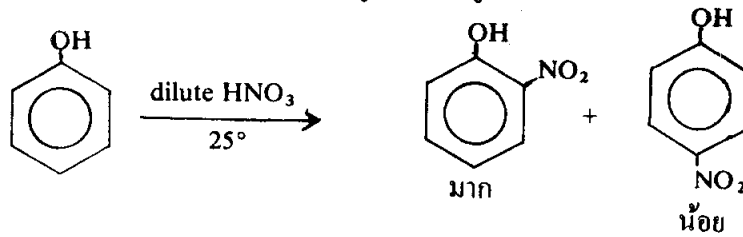


4.1 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยเฮโลเจน ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 4.1

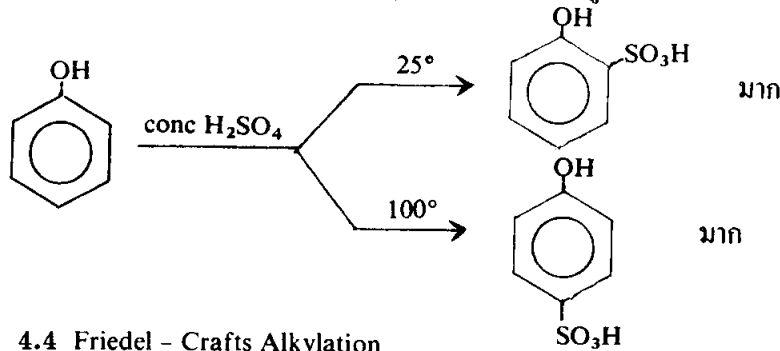




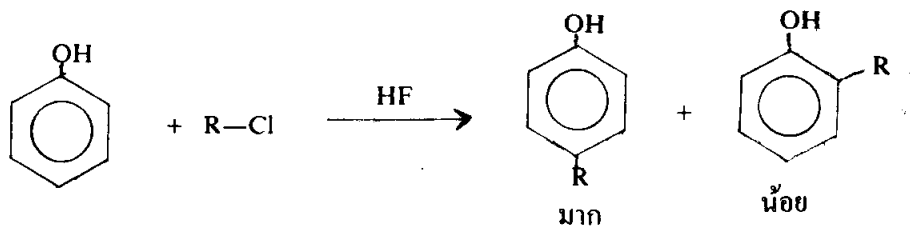
4.2 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยหมู่ไนโตร ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 4.2



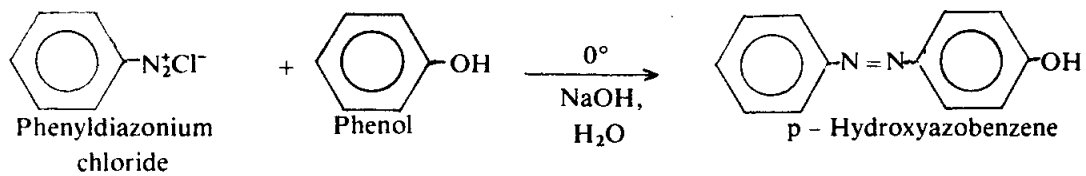
4.3 ปฏิกริยาการแทนที่ด้วยหมู่กรดซัลโฟนิก ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 4.3



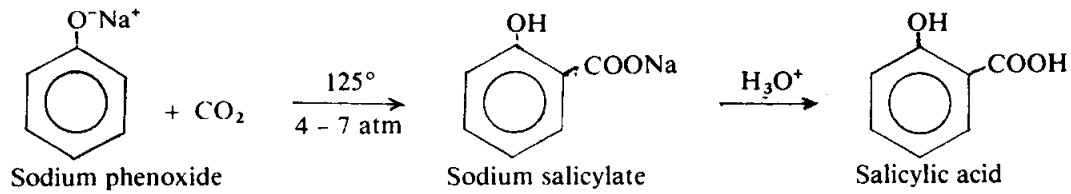
4.4 Friedel - Crafts Alkylation



5. ปฏิกิริยา coupling กับเกลือไดอะโซเนียม ดูหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 5

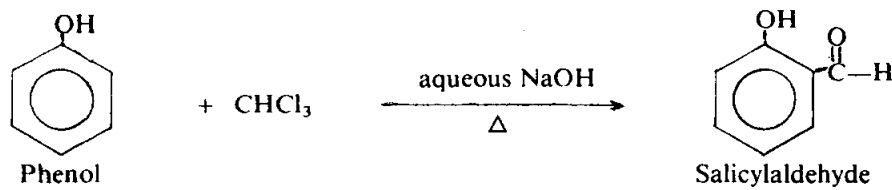


6. Kolbé reaction



ดูกลไกในหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 6

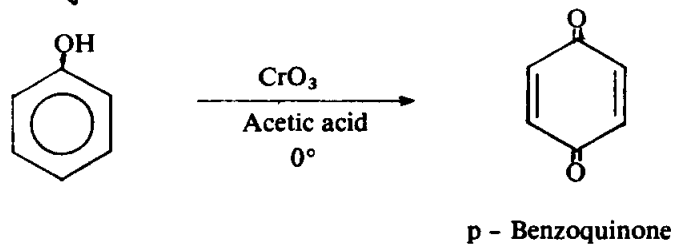
7. Reimer - Tiemann reaction



ดูกลไกของปฏิกิริยาจากหัวข้อที่ 10.5 ข้อที่ 7

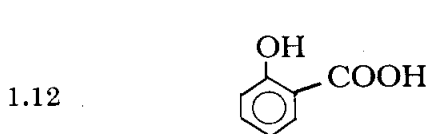
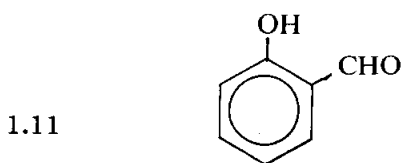
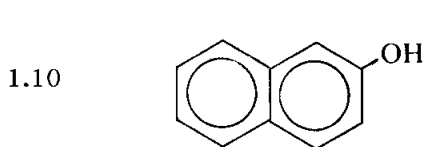
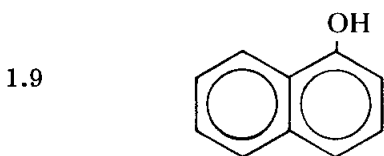
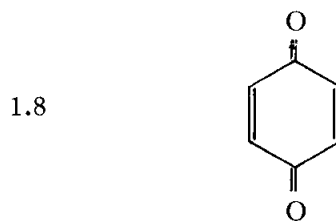
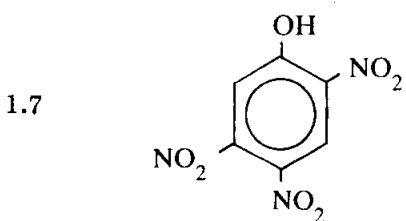
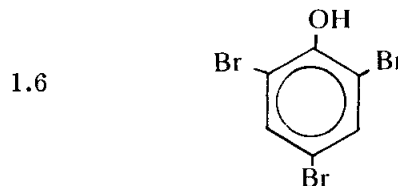
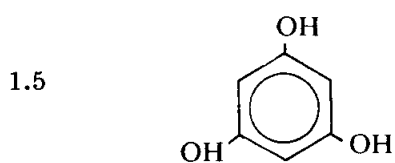
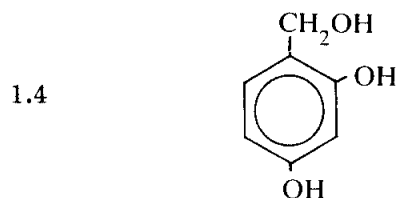
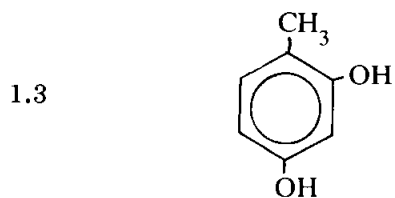
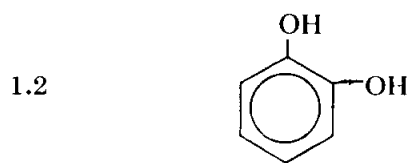
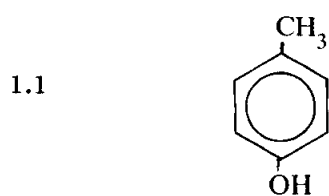
8. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ฟีนอลถูกออกซิไดส์ได้ง่าย ผลิตผลมักจะเป็น 1, 4 - benzoquinone



## แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 10

1. จงอ่านชื่อสารประกอบต่อไปนี้ตามระบบที่เหมาะสม

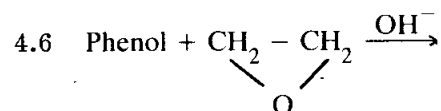
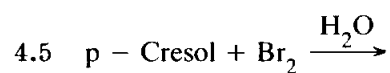
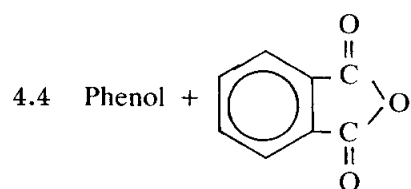
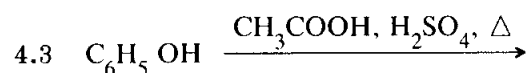
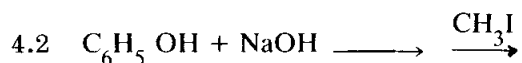
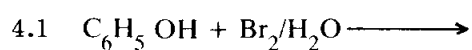


2. จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบต่อไปนี้
- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 2.1 m - Cresol               | 2.2 Resorcinol               |
| 2.3 2, 3, 4 - Trinitrophenol | 2.4 p - Methoxyphenol        |
| 2.5 Catechol                 | 2.6 Hydroquinone             |
| 2.7 2, 4 - Dibromophenol     | 2.8 2, 4, 6 - Trinitrophenol |
| 2.9 4 - Methylcatechol       | 2.10 Quinone                 |

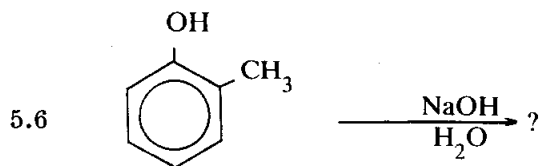
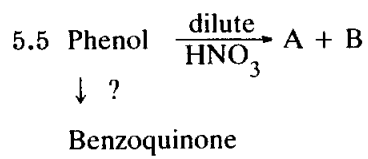
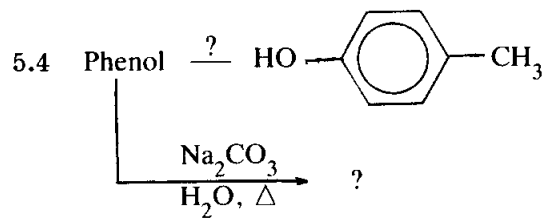
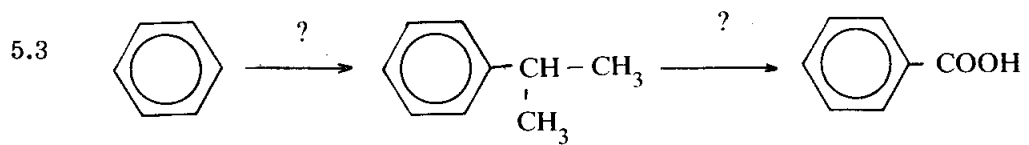
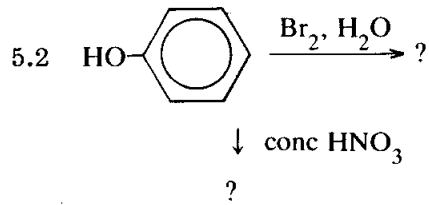
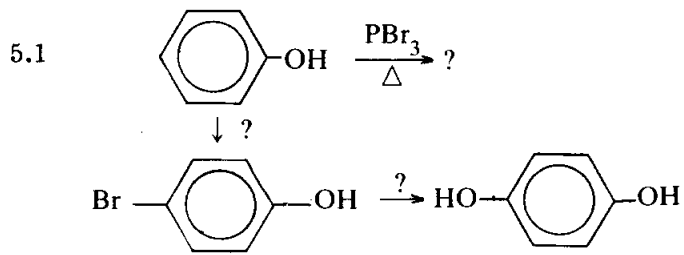
3. จงเขียนปฏิกิริยาการเตรียมสารประกอบต่อไปนี้จากสารตั้งต้นที่กำหนดให้

- 3.1 Phenol จาก benzenesulfonic acid  
 3.2 Phenol จาก Chlorobenzene  
 3.3 Anisole จาก phenol  
 3.4 m - Nitrophenol จาก benzene sulfonic acid  
 3.5 2, 4 - Dinitrophenol จาก Chlorobenzene  
 3.6 Cyclohexanone จาก Phenol

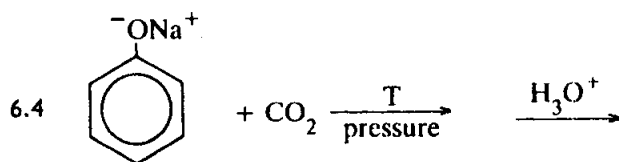
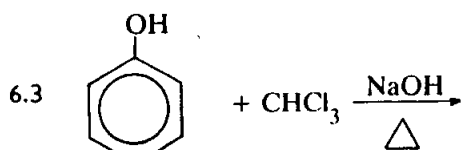
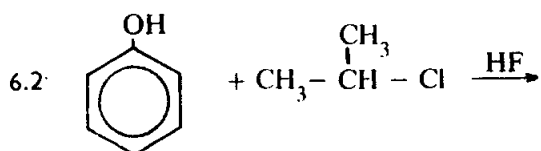
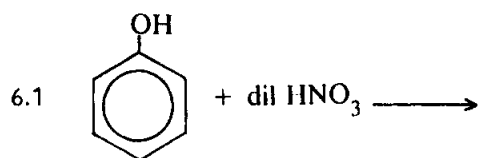
4. จงเขียนปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



5. จงเติมสมการปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



6. จงเขียนกลไกของปฏิกิริยาต่อไปนี้



7. จงอธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

- 7.1 Phenolic compound
- 7.2 ความเป็นกรดของฟีนอล
- 7.3 Fries rearrangement
- 7.4 Kolbe reaction
- 7.5 Reimer – Tiemann reaction