

Aromatic Hydrocarbons

อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
(Aromatic Compounds)

Paracetamol

Nicotine (สารสำคัญต้นยาสูบ)

Atropine (สารสำคัญในดอกตำลึง)

Furfural
(is an organic compound derived from a variety of agricultural byproducts)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบถึงความหมายของ Aromaticity
2. เพื่อให้ทราบชื่อสารประกอบที่มีวง Benzene
3. เพื่อให้ทราบปฏิกิริยา Electrophilic substitution (ปฏิกิริยาแทนที่ H-atom บนวง Benzene ที่ตำแหน่งต่าง ๆ)
4. เพื่อให้ทราบปฏิกิริยาเคมีที่ตำแหน่ง benzylic carbon

Aromaticity

กฎของฮุคเคิล (Huckel rule)
สารประกอบอะโรมาติกต้องมีสมบัติดังนี้

1. มีโครงสร้างเป็นวงแบนราบ
2. คาร์บอนแต่ละอะตอมในวงมี p-ออร์บิทัลอยู่ในแนวตั้งฉากกับระนาบของวงแบนราบ หรือมี p-ออร์บิทัล เหลื่อมซ้อนกันตลอดวง
3. มีจำนวน pi-อิเล็กตรอน ที่เคลื่อนที่ได้รอบวง เป็นจำนวนเท่ากับ $4n+2$ เมื่อ n คือ เลข 0 หรือ เลขจำนวนเต็มใด ๆ เช่น n = 1 pi-อิเล็กตรอน เท่ากับ 6 หรือ n = 2 pi-อิเล็กตรอน เท่ากับ 10

1. สารประกอบอะโรมาติกต้องมี โครงสร้าง เป็นวงแบนราบ และอะตอมอยู่ในระนาบเดียวกัน (atom = sp^2 หรือ trigonal planar)

benzene

วงแบนราบ

2. อะตอมแต่ละอะตอมในวงมี p-ออร์บิทัล อยู่ในแนวตั้งฉากกับระนาบของวงแหวน หรือมี p-ออร์บิทัล เหลื่อมซ้อนกันตลอดวง

p-orbital

Carbon ชนิด sp^2

• = pi - อิเล็กตรอน
— = pi - bond

3. มีจำนวน pi-อิเล็กตรอน ที่เคลื่อนที่ได้รอบวง เป็นจำนวนเท่ากับ $4n+2$ เมื่อ n คือ เลข 0 หรือ เลขจำนวนเต็มใด ๆ เช่น benzene มี pi-อิเล็กตรอน = 6 หรือ ตามสูตร $4n+2$ คือ n มีค่า = 1

Pi-bonds = 3
Pi-electrons = 6

$4n+2 = 6$ Pi-electrons
n = 1

จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>

Aromatic Hydrocarbons

ฟีแนนทรีน (Phenanthrene ; C₁₄H₁₀) 7

ฟีแนนทรีน เป็นสารประกอบอะโรมาติก

1. โครงสร้างเป็นวงแบนราบ
2. มี p-orbital เหลื่อมซ้อนกันตลอด (C-sp²)
3. Pi-electron = 14 อนุภาค ที่เคลื่อนที่ต่อกันเป็นวงแหวน

ทำไมวงแหวนต่อไปนี้จึงเป็นอะโรมาติก 8

มี Pi-electron = อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ต่อกันเป็นวงแหวน และสมบัติตามกฎของฮุคเกิล

เน้นเฉพาะ Pi-electron ที่เชื่อมต่อเป็นวง

มี Pi-electron = อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ต่อกันเป็นวงแหวน และสมบัติตามกฎของฮุคเกิล

ทำไมวงแหวนต่อไปนี้จึงเป็นอะโรมาติก 9

วงใน = 6 pi-e⁻ ตามกฎของฮุคเกิล

วงนอก = 18 pi-e⁻ ตามกฎของฮุคเกิล

Coronene

Azulene

10 pi e⁻ ตามกฎของฮุคเกิล

ทำไมวงแหวนต่อไปนี้จึงไม่เป็นอะโรมาติก 10

Pi-electron = อนุภาค สมบัติไม่ตรงตามกฎฮุคเกิล

Pi-electron = อนุภาค สมบัติไม่ตรงตามกฎฮุคเกิล

สารประกอบอะโรมาติกเฮเทอโรไซคลิก 11

Pyrrole เป็นสารที่มี N-atom ในวงที่ไม่ใช่คาร์บอนทั้งหมด แต่เป็นสารอะโรมาติก

นับ lone pair

N-sp² มี lone pair e⁻ 1 คู่

Pyrrole มีสมบัติครบตามกฎฮุคเกิล คือ มี Pi-electrons เท่ากับ 6 อนุภาค มีอะตอมต่อเป็นวง และวงแบนราบ

Furan เป็นสารอะโรมาติกที่มี O-atom ในวง 12

มี O-sp² มี lone pair e⁻ 2 คู่

นับ lone pair คู่ที่ 1

O-sp² มี lone pair e⁻ 2 คู่ คู่ที่ 1 อยู่ระนาบเดียวกับ p-orbital ของ C-atom คู่ที่ 2 อยู่ในแนวตั้งฉาก

Furan มีสมบัติครบตามกฎฮุคเกิล คือ มี 6 pi-e⁻ มีอะตอมต่อเป็นวง และวงแบนราบ

จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>

Aromatic Hydrocarbons

Pyridine เป็นอะโรมาติกที่มี $N-sp^2$ ในวง N -atom ¹³
 มี lone pair e^- 1 คู่ ซึ่งออร์บิทัลที่ e^- คู่นี้ บรรจุอยู่
 ไม่อยู่ในระนาบเดียวกับ p-orbital ของคาร์บอน

ไม่นับ lone pair

Pyridine มีสมบัติครบตามกฎฮุคเกิล
 มี 6 π - e^- อะตอมต่อเป็นวง และวงแบนราบ

13

Adenine (RNA base) มีสมบัติครบตามกฎฮุคเกิล ¹⁴
 มี 10 π - e^- อะตอมต่อเชื่อมเป็นวง และวงแบนราบ

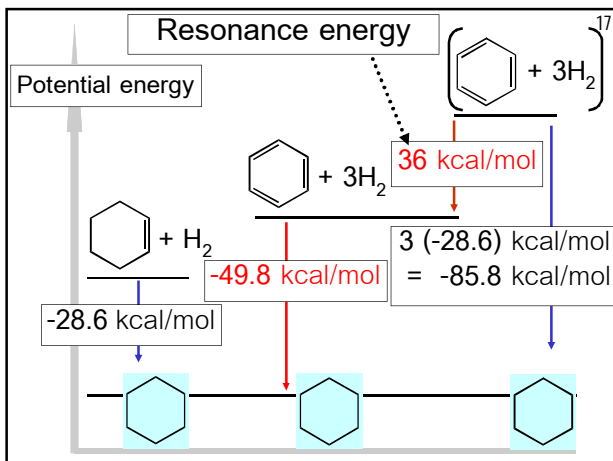
Adenine (RNA base)

lone pair electron ของ N -atom ของ Adenine ที่อยู่ในแนวระนาบเดียวกับ p-orbital กับอะตอมอื่นๆในวงแหวน คือ N -atom อะตอมใด

การเขียนสูตรโครงสร้างของเบนซีน ¹⁵
 การเกิด delocalized ของ π -อิเล็กตรอน ในวงแหวน ทำให้ตำแหน่งของพันธะคู่เปลี่ยนแปลง จึงเขียนโครงสร้างของเบนซีนได้ 2 แบบ

โครงสร้างเรโซแนนซ์ ไฮบริดเรโซแนนซ์
 (resonance structure) (resonance hybrid)

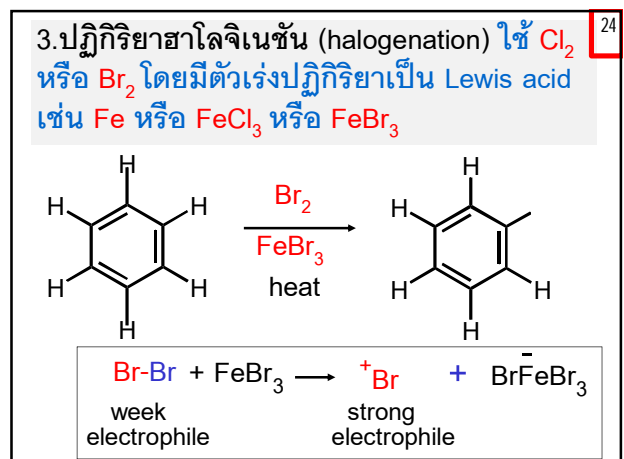
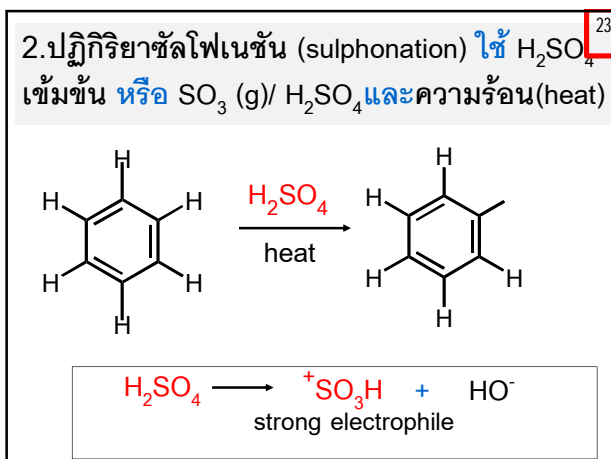
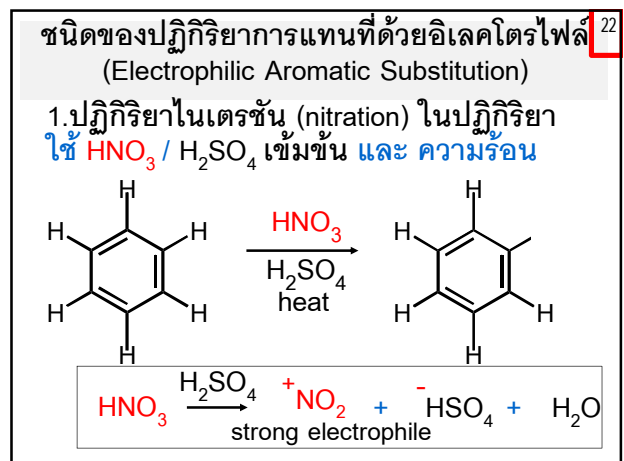
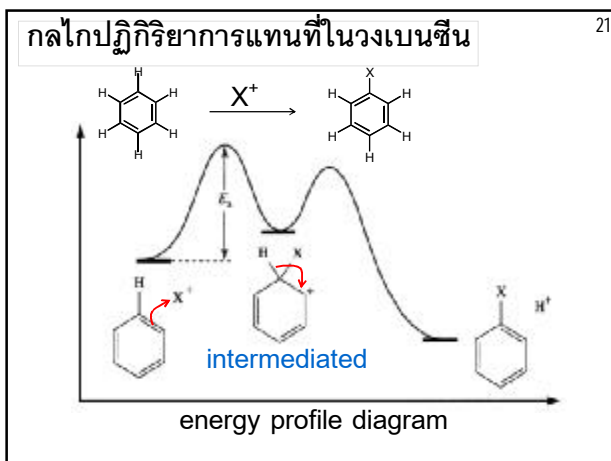
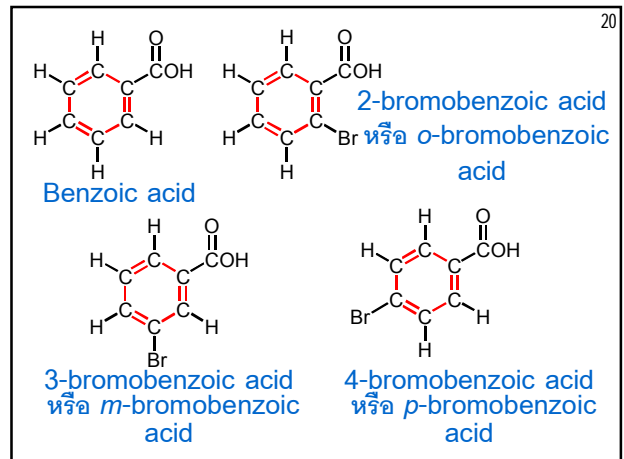
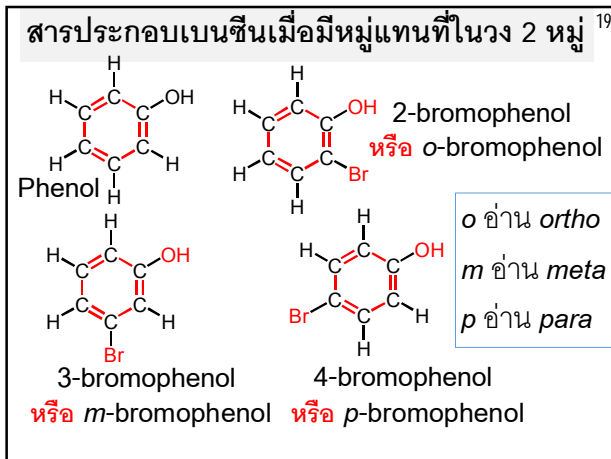
โครงสร้างเรโซแนนซ์ (resonance structures) ของ Naphthalene เขียนได้ 3 แบบ ¹⁶



ชื่อสารประกอบเบนซีนที่สำคัญ ¹⁸

Bromobenzene Toluene Benzaldehyde
 Nitrobenzene Aniline Phenol

Aromatic Hydrocarbons



จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

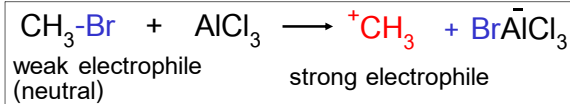
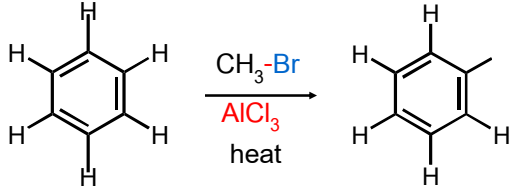
ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>

Aromatic Hydrocarbons

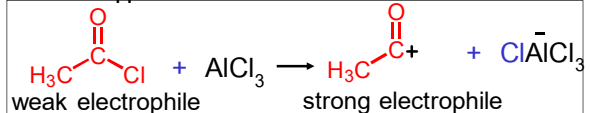
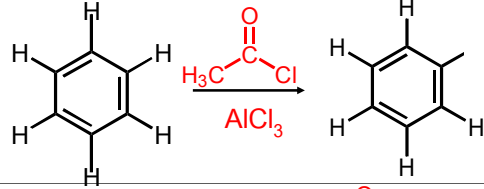
4. อัลคิลเลชันของฟริเดิล-คราฟท์ (alkylation) 25

ใช้ อัลคิลเฮไลด์ โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น Lewis acid เช่น $AlCl_3$

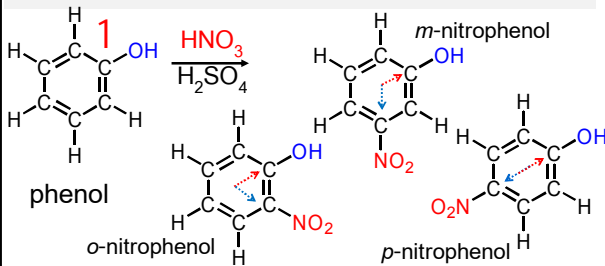


5. เอซิลเลชันของฟริเดิล-คราฟท์ (acylation) 26

ใช้ Acid halide ($R-CO-Cl$) โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็น Lewis acid เช่น $AlCl_3$



อิทธิพลของหมู่เกาะหรือหมู่แทนที่บนวง (substituted) ต่อปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ เกิดปฏิกิริยาแตกต่างกัน 3 ตำแหน่ง 27



เช่น phenol มี หมู่-OH อยู่ หมู่-NO₂ จะแทนที่ H-atom ในวงเบนซีนที่ตำแหน่งต่างกัน ได้ทั้งหมด 3 แบบหรือ 3 isomers คือ แบบ ortho (1กับ2) , meta (1กับ3) หรือ para (1กับ4)

หมู่เกาะหรือหมู่แทนที่บนวงแหวนแบ่งได้ 3 ประเภท 28

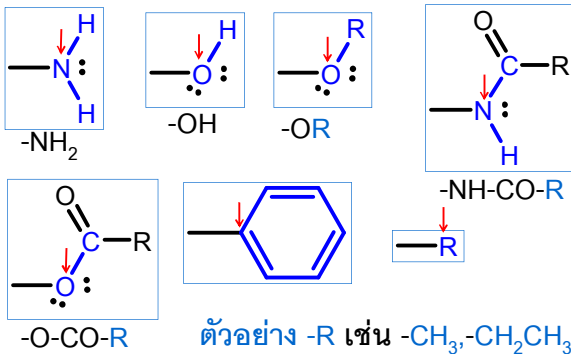
1. หมู่ให้อิเล็กตรอน หรือหมู่กระตุ้น (Electron donating groups or Activating groups)
 -ปฏิกิริยาเกิดรวดเร็วกว่าเบนซีนและหมู่อื่นๆ
 -อิเล็กโตรไฟล์จะเข้าที่ตำแหน่งออร์โธ และพารา

2. หมู่ดึงอิเล็กตรอน หรือหมู่ลดการกระตุ้น (Electron withdrawing groups or Deactivating groups)
 -ปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าเบนซีนและหมู่ฮาโลเจน
 -อิเล็กโตรไฟล์จะเข้าที่ตำแหน่งเมตา

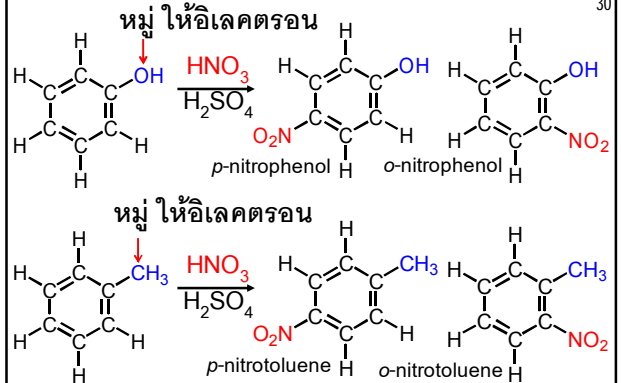
3. หมู่ฮาโลเจน (halogens)
 -ปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าเบนซีน แต่เร็วกว่าหมู่ดึง e⁻
 -อิเล็กโตรไฟล์จะเข้าที่ตำแหน่งออร์โธ และพารา

1. หมู่ให้อิเล็กตรอน หรือหมู่กระตุ้น 29

(Electron donating groups or Activating groups)



30

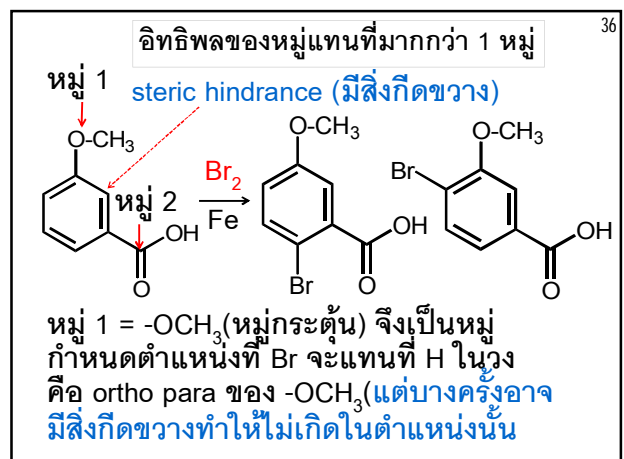
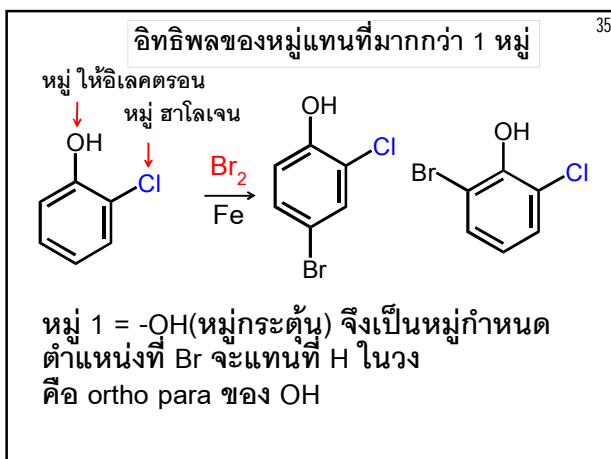
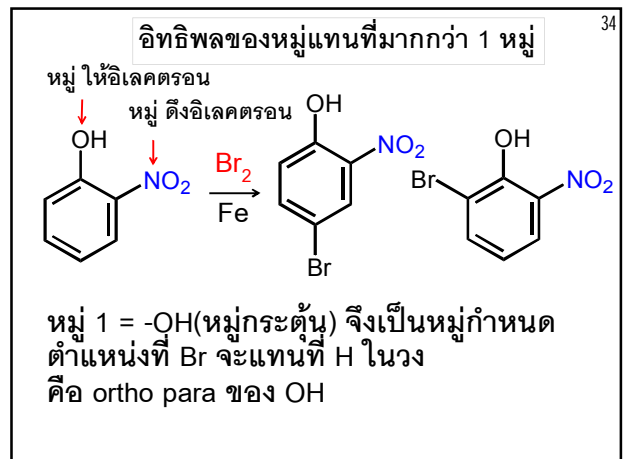
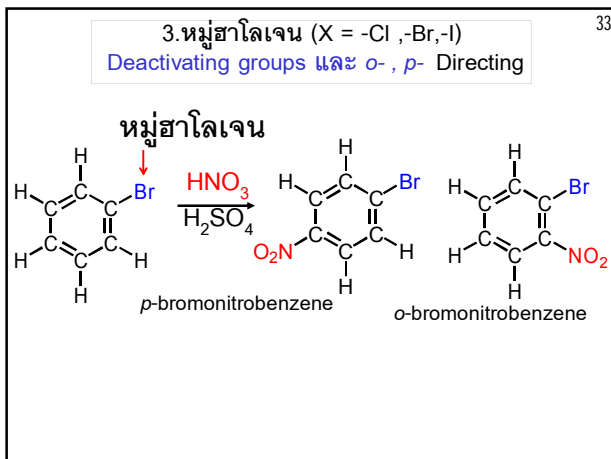
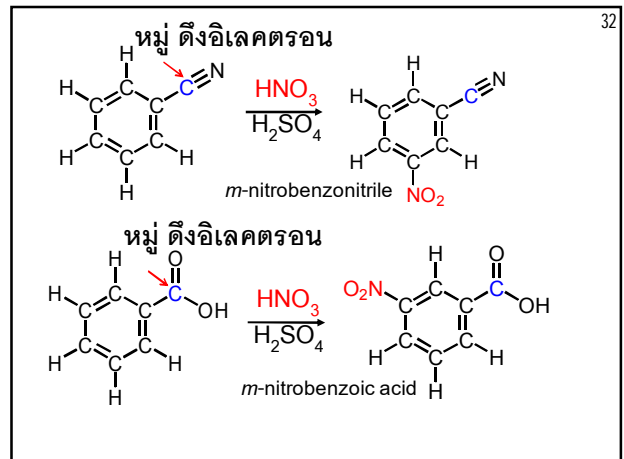
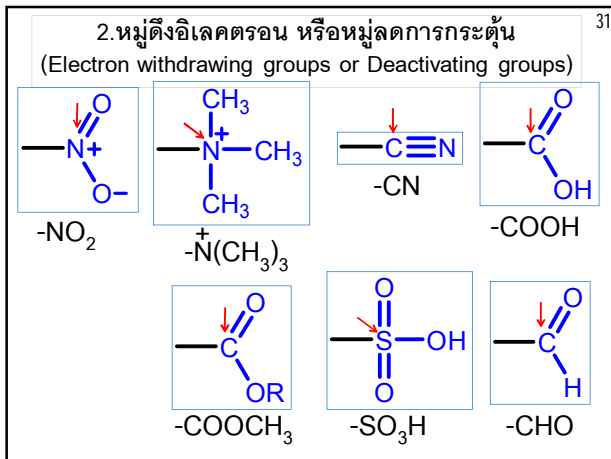


จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>

Aromatic Hydrocarbons

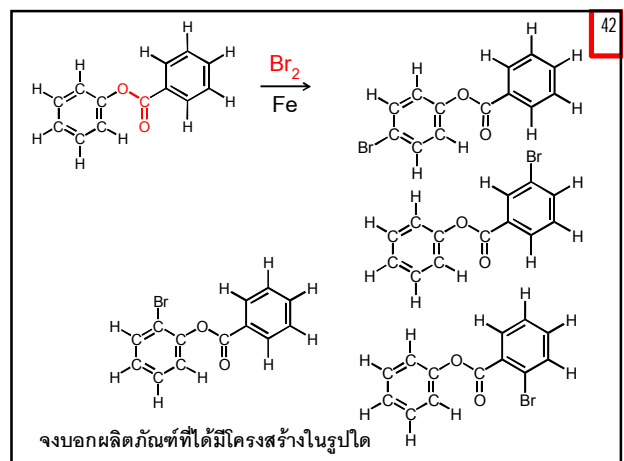
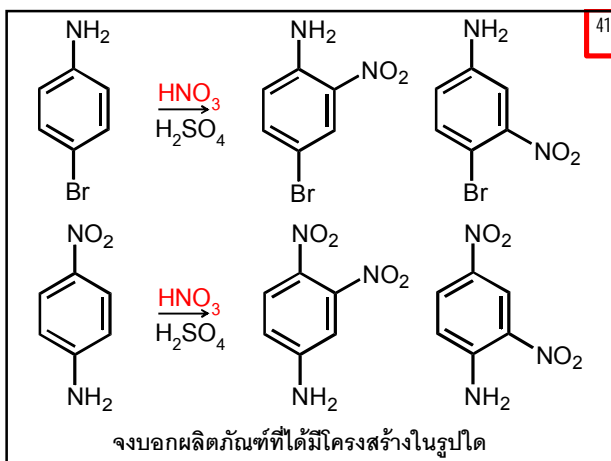
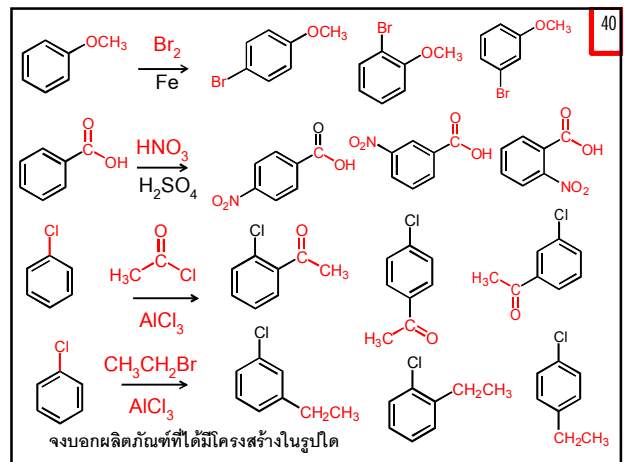
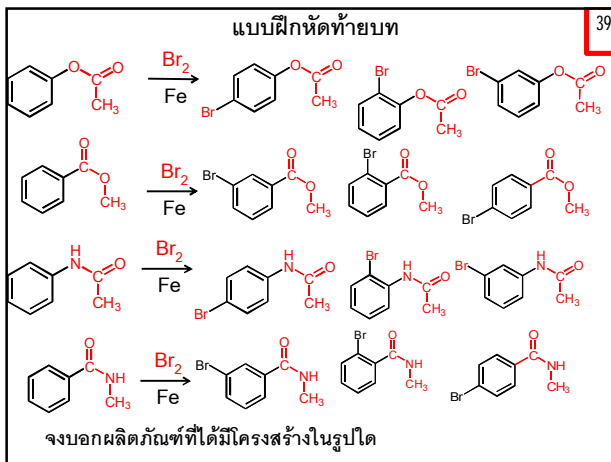
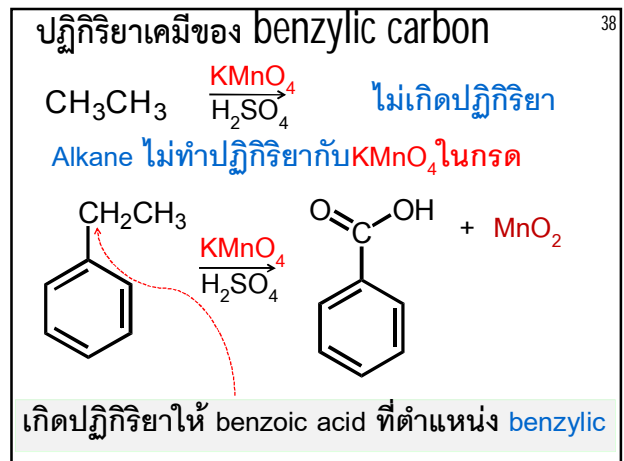
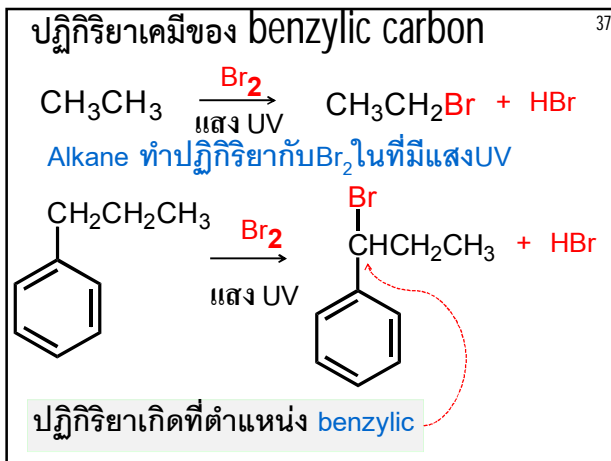


จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>

Aromatic Hydrocarbons



จัดทำโดยอาจารย์ อารยัน จันศรี

ปีการศึกษา 2559

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม <http://e-learning.kku.ac.th>