

# แอลคีน (Alkenes)

โครงการจัดตั้งภาควิชาเคมี  
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1

1

## หัวข้อ

- สูตรทั่วไป
- แหล่งกำเนิด
- การเรียกชื่อ
- สมบัติทางกายภาพ
- Geometrical isomer
- การเตรียม
  - Dehydrohalogenation of alkyl halides
  - Dehydration of alcohols
  - Dehalogenation of vicinal dihalides
  - Reduction of alkynes
- ปฏิกิริยา
  - Addition
  - Hydroxylation
  - Ozonolysis
  - Polymerization

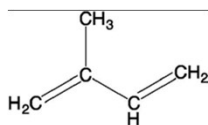
2

2

## Alkenes



- Hydrocarbon ที่ไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่ในโมเลกุล
- มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า "Olefins"
- สูตรทั่วไป  $C_nH_{2n}$  เมื่อ  $n \geq 2$
- พบในสิ่งมีชีวิต เช่น ในพืชมีสารประกอบ terpene เช่น isoprene



3

3

## การเรียกชื่อ Alkene

ชื่อแบบสามัญ (Common name)

- ลงท้ายคำบอกจำนวน C ด้วย "ylene " เช่น
 

$CH_2=CH_2$	เรียก ethylene
$CH_2=CHCH_3$	เรียก propylene
$CH_2=C(CH_3)_2$	เรียก isobutylene
- ใช้อักษรกรีก  $\alpha, \beta, \dots$  บอกตำแหน่งของพันธะคู่
 

	เรียก $\alpha$ -butylene
	เรียก $\beta$ -butylene

4

4

## การเรียกชื่อ Alkene

ชื่อแบบ IUPAC (IUPAC name)

1. หาสายโซ่ที่ยาวที่สุดที่มีพันธะคู่ในโมเลกุล นับจำนวนคาร์บอน แล้วลงท้ายด้วย ene
2. นับตำแหน่ง C ในสายโซ่ที่ยาวที่สุด จากปลายที่มีพันธะคู่อยู่ใกล้ที่สุด
3. ใส่เลขบอกตำแหน่งพันธะคู่ หน้าชื่อ



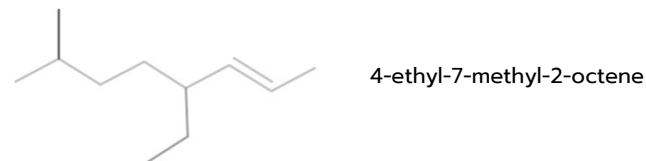
5

5

## การเรียกชื่อ Alkene

ชื่อแบบ IUPAC (IUPAC name)

4. ถ้ามีกิ่ง เรียกกิ่งตามลำดับอักษรโดยใส่ตัวเลขตำแหน่งหน้ากิ่ง



5. ถ้าพันธะคู่อยู่ตรงกลาง มีกิ่ง 1 กิ่ง เริ่มต้นนับตำแหน่งจากปลายที่ใกล้กิ่ง



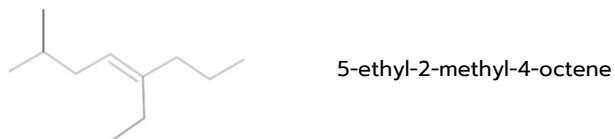
6

6

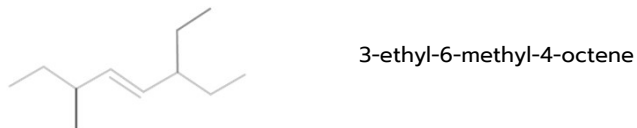
## การเรียกชื่อ Alkene

ชื่อแบบ IUPAC (IUPAC name)

6. ถ้าพันธะคู่อยู่ตรงกลาง มีกิ่ง 2 กิ่ง เริ่มต้นนับตำแหน่งจากปลายที่ใกล้กิ่ง อ่านเรียงลำดับอักษร



7. ถ้าพันธะคู่อยู่ตรงกลาง มีกิ่ง 2 กิ่ง ห่างจากพันธะคู่เท่ากัน เริ่มต้นนับตำแหน่งจากปลายที่ลำดับอักษรมาก่อน



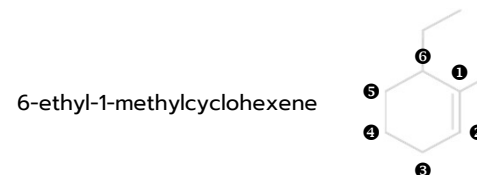
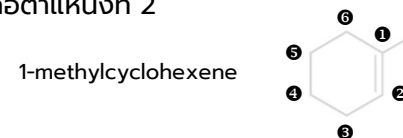
7

7

## การเรียกชื่อ Cycloalkene

ชื่อแบบ IUPAC (IUPAC name)

1. ถ้ามีกิ่งที่พันธะคู่ ให้นับ C ที่มีกิ่งเป็นตำแหน่งที่ 1 และ C ที่ร่วมพันธะคู่คือตำแหน่งที่ 2



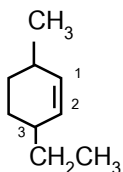
8

8

## การเรียกชื่อ Cycloalkene

ชื่อแบบ IUPAC (IUPAC name)

2. ถ้า 2 กิ่งเกาะในตำแหน่งที่ห่างกับพันธะคู่เท่ากัน ให้เริ่มนับพันธะคู่ไปหาทิศทางที่มีตำแหน่งตามตัวอักษรมาก่อน



3-ethyl-6-methylcyclohexene

9

9

## สมบัติทางกายภาพ

- alkene ที่มีคาร์บอน 2-4 อะตอม มีสถานะแก๊ส
- ถ้ามีคาร์บอน  $\geq 5$  อะตอม มีสถานะของเหลว
- ละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว
- มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ
- มีจุดเดือดสูงขึ้นตามจำนวนคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น
- alkene ที่มีกิ่งจะมีจุดเดือดต่ำกว่า alkene สายโซ่ตรง

10

10

## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

- พันธะคู่ ไม่สามารถหมุนได้อย่างอิสระ
- ดังนั้น แม้จะมีลำดับของอะตอมที่ต่อรอบพันธะคู่เหมือนกัน แต่หากจัดวางตัวในที่ว่างต่างกัน ก็จะเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต (geometric isomer)
- ไอโซเมอร์เรขาคณิต มีความแตกต่างกัน ทั้งสมบัติทางกายภาพ และเคมี

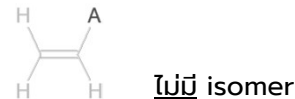
11

11

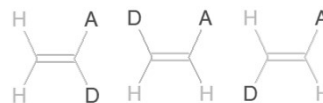
## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

- พิจารณาจำนวน geometric isomer เมื่อมีหมู่แทนที่รอบพันธะคู่จำนวนต่างๆ (กำหนด A, D, E และ G เป็นหมู่แทนที่)

### 1. Monosubstituted alkenes



### 2. Disubstituted alkenes



มี 3 isomers เป็น geometric isomers 1 คู่

12

12

## จำนวนหมู่ที่มาเกาะที่พันธะคู่และไอโซเมอร์

### 3. Trisubstituted alkenes



มี 6 isomers เป็น geometric isomer 3 คู่

### 4. Tetrasubstituted alkenes



มี 6 isomers เป็น geometric isomer 3 คู่

13

13

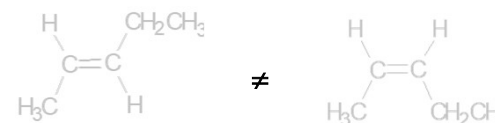
## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

### • ตัวอย่าง 1-butene



ไม่มี geometric isomer (โครงสร้างเดียวกัน)

### • ตัวอย่าง 2-butene



มี geometric isomer

14

14

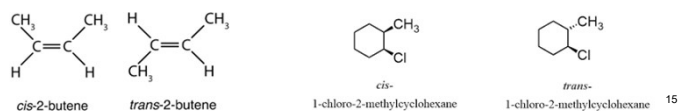
## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

- สำหรับแอลคีนที่มี geometric isomer มีระบบในการจำแนกไอโซเมอร์ 2 ระบบ
- ระบบ cis-trans สำหรับ disubstituted alkene
- ระบบ E-Z สำหรับ tri- และ tetrasubstituted alkene

ระบบ cis-trans

- หมู่แทนที่ หรือ H รอบพันธะคู่ อยู่ข้างเดียวกัน: *cis*-
- หมู่แทนที่ หรือ H รอบพันธะคู่ อยู่ตรงข้ามกัน: *trans*-

### • ตัวอย่าง



15

15

## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

ระบบ E-Z

- ใช้กฎการจัดลำดับ (Sequence rule) จัดอันดับหมู่แทนที่ของแต่ละคาร์บอนของพันธะคู่
- ถ้าหมู่แทนที่อันดับสูงของทั้งสองคาร์บอนอยู่ข้างเดียวกัน: *Z*-
- ถ้าหมู่แทนที่อันดับสูงของทั้งสองคาร์บอนอยู่ตรงข้ามกัน: *E*-



- เมื่อลำดับ A และ C สูงกว่า B และ D

16

16

## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

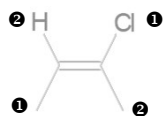
ระบบ E-Z: การพิจารณาลำดับ

1. พิจารณาเลขอะตอมของธาตุที่ติดกับแต่ละคาร์บอนของพันธะคู่

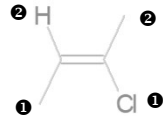
ธาตุที่มีเลขอะตอมสูงกว่าจะมีอันดับสูง

NOTE: H = high order เลขอะตอม L = low order

ธาตุ	Br	Cl	O	N	C	H
เลขอะตอม	35	17	8	7	6	1



(E)-2-chloro-2-butene



(Z)-2-chloro-2-butene

เมื่อ 1 = อันดับสูง และ 2 = อันดับต่ำ

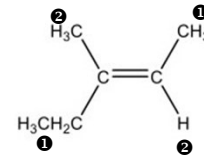
17

17

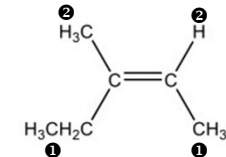
## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

ระบบ E-Z: การพิจารณาลำดับ

2. ถ้าธาตุที่ติดพันธะคู่ มีเลขอะตอมเท่ากัน ให้ดูธาตุที่ติดออกไป



(E)-3-methyl-2-pentene



(Z)-3-methyl-2-pentene

เมื่อ 1 = อันดับสูง และ 2 = อันดับต่ำ

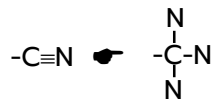
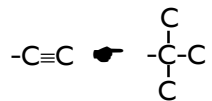
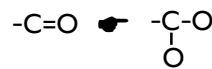
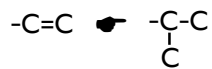
18

18

## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

ระบบ E-Z: การพิจารณาลำดับ

3. ถ้าหมู่แทนที่เป็นพหุพันธะ ให้พิจารณาดังนี้

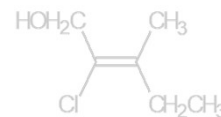
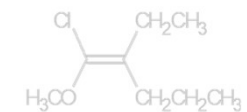
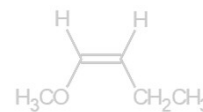


19

19

## ไอโซเมอร์เรขาคณิต (Geometrical isomer)

แบบฝึกหัด สารต่อไปนี้ มี E- หรือ Z- configuration



20

20

## การเตรียมแอลคีน

- เป็นปฏิกิริยาการขจัดออก (Elimination reaction)
  1. Dehydrohalogenation of alkyl halides
  2. Dehydration of alcohols
  3. Dehalogenation of vicinal dihalides
  4. Reduction of Alkynes

21

21

## การเตรียมแอลคีน

1. Dehydrohalogenation of alkyl halides
  - alkyl halide (RX): alkane ที่มี halogen เกาะอยู่
  - ขจัด H และ X ออกจาก RX
  - ปฏิกิริยาเกิดในสารละลายเบสแก่ในแอลกอฮอล์ โดย
    - เบสแก่ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้ alkoxide ion
    - alkoxide ion ทำปฏิกิริยากับ RX ได้ alkene



22

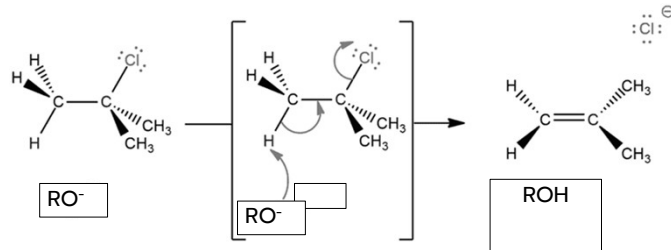
22

## การเตรียมแอลคีน

1. Dehydrohalogenation of alkyl halides
 

กลไกปฏิกิริยา: Synchronized mechanism (E<sub>2</sub>)

- เมื่อ base (alkoxide) เข้าจับกับ β-hydrogen จะเข้าสู่ transition state คือ มีการสร้างและการสลายพันธะ ไปพร้อมๆ กัน คือ เกิดพันธะคู่ พร้อมๆกับการหลุดออก halogen



23

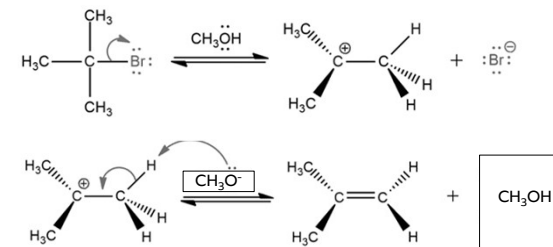
23

## การเตรียมแอลคีน

1. Dehydrohalogenation of alkyl halides
 

กลไกปฏิกิริยา: Stepwise mechanism (E<sub>1</sub>)

- Halogen หลุด เกิด carbonium ion
- base ดึง β-hydrogen หลุด สร้างพันธะคู่



ถ้า β-H มากกว่า 1 ตำแหน่ง สามารถเกิดผลผลิตได้หลายตัว

24

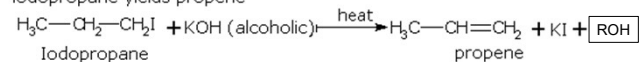
24

## การเตรียมแอลคีน

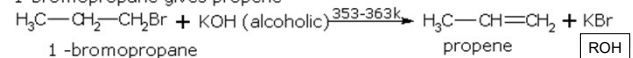
### 1. Dehydrohalogenation of alkyl halides

#### • ตัวอย่าง

Iodopropane yields propene



1-bromopropane gives propene



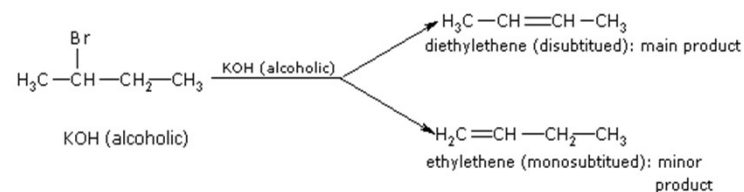
25

25

## การเตรียมแอลคีน

### 1. Dehydrohalogenation of alkyl halides

#### • ตัวอย่าง



- สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ เป็นไปตาม Zaitsev's rule คือ  
trisub- > disub- > monosub- > alkene

26

26

## การเตรียมแอลคีน

### 1. Dehydrohalogenation of alkyl halides

#### • แบบฝึกหัด

ปฏิกิริยาของ KOH/alcohol กับสารต่อไปนี้

1. 1-chloropentane
2. 2-chloropentane
3. 2-chloro-2-methylbutane
4. 3-chloro-2-methylbutane

จงเขียนโครงสร้างและชื่อของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ หากมีผลิตภัณฑ์มากกว่า 1 อย่าง ให้บอกด้วยว่า ผลิตภัณฑ์ตัวมีมากกว่า

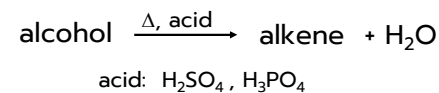
27

27

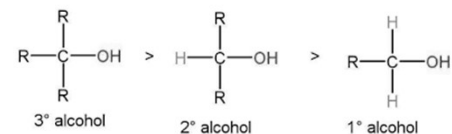
## การเตรียมแอลคีน

### 2. Dehydration of alcohols

- ขจัด H<sub>2</sub>O ออกจาก alcohol



- ความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของ alcohol



- เช่นเดียวกับปฏิกิริยา dehydrohalogenation หากเกิด alkene ได้มากกว่า 1 โครงสร้าง สัดส่วนเป็นไปตาม Zaitsev's rule. 28

28

## การเตรียมแอลคีน

2. Dehydration of alcohols

- กลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับ 3° alcohol

Breaking C-Br bond  
 Making a  $\pi$  bond  
 Removing  $\beta$ -hydrogen  
 Carbocation Intermediate  
 Alkene

- กลไกแบบ E1: เกิดสารมัธยันต์ Carbocation (C<sup>+</sup>)

29

29

## การเตรียมแอลคีน

2. Dehydration of alcohols

- กลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับ 2° alcohol

2° carbocation  
 3° carbocation more stable  
 expected  
 major

- กลไกแบบ E1: เกิดสารมัธยันต์ Carbocation (C<sup>+</sup>)
- สารมัธยันต์ C<sup>+</sup> อาจเกิด hydride shift เพื่อให้ได้ C<sup>+</sup> ที่มีโครงสร้างที่มีความเสถียรเพิ่มขึ้น

30

30

## การเตรียมแอลคีน

2. Dehydration of alcohols

- กลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับ 1° alcohol

Rearrangements in Dehydration of Primary Alcohols

Step 1. Protonation of the hydroxyl group

Step 2. 1,2 shift of  $\beta$ -hydrogen forming a carbocation

Step 3. Removing  $\beta$ -hydrogen to form a  $\pi$  bond

tetrasubstituted alkene

- กลไกแบบ E2: เกิดสภาวะทรานสิชัน ใน step 2 ซึ่งเป็นผลให้เกิด 2°C<sup>+</sup>

31

31

## การเตรียมแอลคีน

3. Dehalogenation of vicinal dihalides

$$\begin{array}{c} | & | \\ -C & -C- \\ | & | \\ X & X \end{array} + Zn \xrightarrow{\Delta, \text{alcohol}} \begin{array}{c} | & | \\ -C & =C- \\ & & \end{array} + ZnX_2$$

- ตัวอย่าง

$$CH_3CHBrCH_2Br \xrightarrow{Zn} CH_3CH=CH_2 + ZnBr_2$$

32

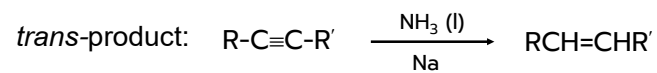
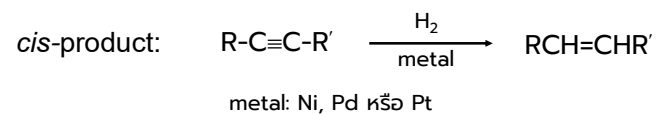
32



## การเตรียมแอลคีน

### 4. Reduction of alkynes

- สำหรับ alkyne ที่พันธะสามไม่ได้อยู่ปลายสายโซ่
- ปฏิกิริยามีความจำเพาะในการเกิดผลิตภัณฑ์ ขึ้นกับ reagent ที่ใช้



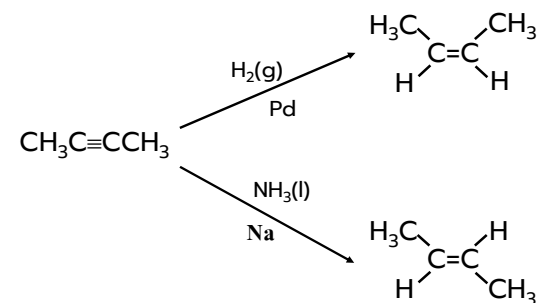
33

33

## การเตรียมแอลคีน

### 4. Reduction of alkynes

- ตัวอย่าง



34

34

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

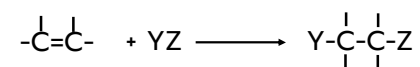
1. Addition
2. Hydroxylation
3. Ozonolysis
4. Polymerization

35

35

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1. Addition



- alkene เป็นแหล่งให้อิเล็กตรอน แก่สารที่ต้องการอิเล็กตรอน
  - ปฏิกิริยาของ alkene และ electrophile เรียก electrophilic addition
  - ปฏิกิริยาของ alkene และ free radical เรียก free radical addition

36

36

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1. Addition

Addition reactions of alkenes

- addition of halogen ( $X_2$ )
- addition of hydrogen ( $H_2$ )
- addition of unsymmetrical reagent (HZ: HBr, HI, HCl,  $H_2SO_4$ )
- addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide (HZ/ROOR)

37

37

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.1 Addition of halogen (halogenation)

$$-C=C- \xrightarrow{X_2 \text{ in } CCl_4} \begin{array}{c} X \\ | \\ -C-C- \\ | \\ X \end{array}$$

- กลไกการเติม เป็น anti-addition
- ผลิตภัณฑ์อาจมีเพียงโครงสร้างเดียว หรือหลายโครงสร้าง (มี isomer) ขึ้นกับประเภทของ alkene เช่น
  - unsubstituted alkene ได้ผลิตผลโครงสร้างเดียว
  - monosubstituted alkene หรือ disubstituted alkene แบบไม่สมมาตร ( $RHC=CHR'$ ) ได้ผลิตผลสองโครงสร้าง
  - disubstituted alkene แบบสมมาตร ( $RHC=CHR$ )
    - cis-isomer ได้ผลิตผล 2 โครงสร้าง
    - trans-isomer ได้ผลิตผลโครงสร้างเดียว

38

38

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.1 Addition of halogen (halogenation)

- ตัวอย่าง กลไกและผลผลิตของ trans-symmetrical disubstituted alkene

**Step 1: formation of bromonium ion**

**Step 2: Br attacks from the direction that is anti to bromonium ion**

cis-product

identical

39

39

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.1 Addition of halogen (halogenation)

- ตัวอย่าง กลไกและผลผลิตของ cis-symmetrical disubstituted alkene

**Step 1: formation of bromonium ion**

**Step 2: attack of Br to bromonium ion from anti direction**

trans-product

and

trans-product

racemic mixture

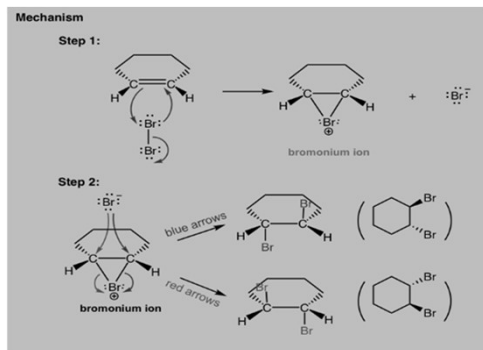
40

40

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.1 Addition of halogen (halogenation)

- ตัวอย่าง กลไกและผลผลิตของ unsubstituted cyclic alkene (เทียบได้กับ cis-symmetrical disubstituted alkene)



41

41

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.1 Addition of halogen (halogenation)

- แบบฝึกหัด: จงเขียนชื่อและโครงสร้างของสารตั้งต้น

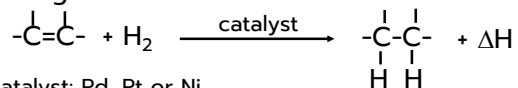


42

42

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

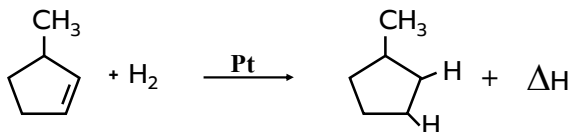
### 1.2 Hydrogenation



catalyst: Pd, Pt or Ni

- H 2 อะตอม สร้างพันธะกับ C-C ด้านเดียวกัน (syn-addition)
- $\Delta\text{H}$  (heat of hydrogenation) คือ ปริมาณความร้อนที่คายออกเมื่อสาร 1 โมล ทำปฏิกิริยากับ  $\text{H}_2$

- ตัวอย่าง



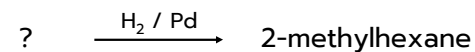
43

43

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.2 Hydrogenation

- แบบฝึกหัด: จงเขียนโครงสร้างและชื่อของสารตั้งต้น

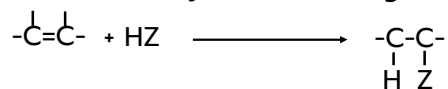


44

44

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.3 Addition of unsymmetrical reagent (HZ)



HZ: HBr, HI, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, HClO

- alkene รับ H<sup>+</sup> จาก HZ เกิด C<sup>+</sup>
- unsymmetrical alkene เกิด C<sup>+</sup> ตาม Markovnikov's rule
- Markovnikov's rule: H<sup>+</sup> เกาะ C=C ด้านที่มี H มากกว่า เพื่อเกิด C<sup>+</sup> ที่เสถียร

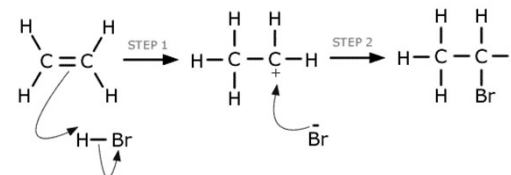
45

45

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.3 Addition of unsymmetrical reagent (HZ)

- ตัวอย่างและกลไก



- Alkene แบบสมมาตร ไม่ว่า H<sup>+</sup> เกาะกับ C อะตอมใด ก็จะได้ C<sup>+</sup> ที่มีโครงสร้างเหมือนกัน

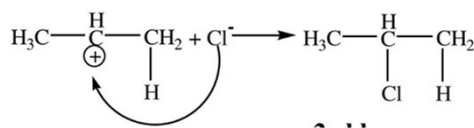
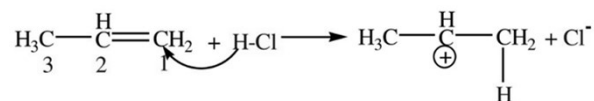
46

46

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.3 Addition of unsymmetrical reagent (HZ)

- ตัวอย่างและกลไก



- Alkene แบบไม่สมมาตร H<sup>+</sup> เกาะกับ C1 เกิด 2<sup>o</sup>C<sup>+</sup> มีความเสถียรกว่า 1<sup>o</sup>C<sup>+</sup>

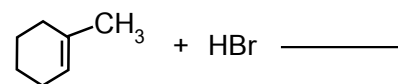
47

47

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.3 Addition of unsymmetrical reagent (HZ)

- แบบฝึกหัด จงเขียนโครงสร้างและชื่อของผลิตภัณฑ์



48

48

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.4 Addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide compound (HZ/ROOR)

- การเติม ROOR ทำให้ผลผลิตของปฏิกิริยาไม่เป็นไปตาม Markovnikov's rule (Anti-Markovnikov)
- กลไกเกิดผ่าน free radical ดังนี้
  - ROOR แตกตัวเป็น RO•
  - RO• ดึง H• จาก HZ เกิด Z•
  - เข้าทำปฏิกิริยากับ alkene เกิด C• ที่เสถียร
  - C• ดึง H• จาก HZ เกิดผลผลิต

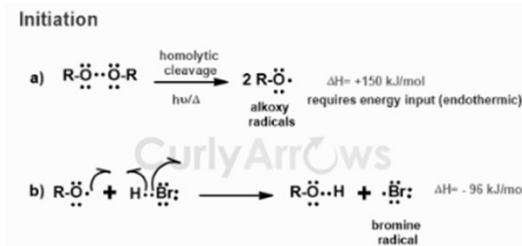
49

49

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.4 Addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide compound (HZ/ROOR)

- ตัวอย่างและกลไก



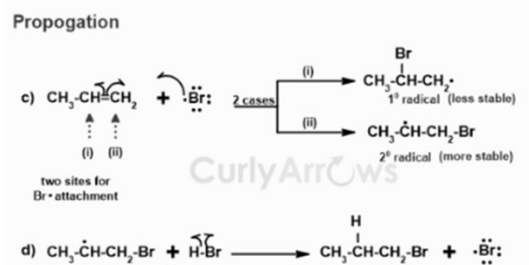
50

50

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.4 Addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide compound (HZ/ROOR)

- ตัวอย่างและกลไก



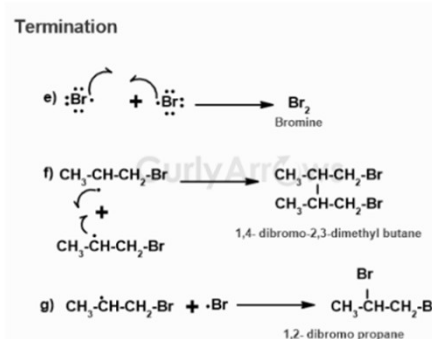
51

51

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

1.4 Addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide compound (HZ/ROOR)

- ตัวอย่างและกลไก



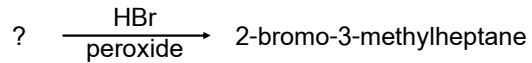
52

52

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 1.4 Addition of unsymmetrical reagent in the presence of peroxide compound (HZ/ROOR)

- แบบฝักหัด จงเขียนโครงสร้างและชื่อของสารตั้งต้น



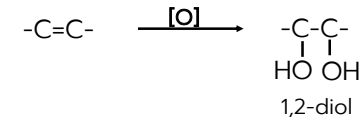
53

53

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 2. Hydroxylation

- เป็นปฏิกิริยาการเติมหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ที่พันธะคู่ของ alkene โดย ใช้  $\text{KMnO}_4$  หรือ  $\text{OsO}_4$



$[\text{O}] = \text{KMnO}_4$  หรือ  $\text{OsO}_4$

- อาจเติมกรด (เช่น  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) หรือด่าง (NaOH) เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยา
- เกิดการเติม แบบ Syn addition และได้ผลิตภัณฑ์เป็น cis-product

54

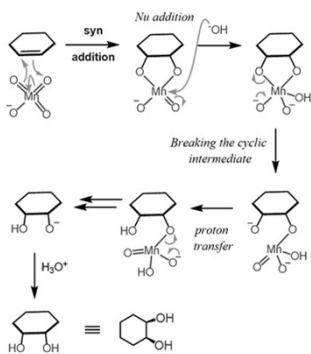
54

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

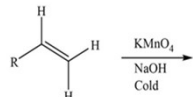
### 2. Hydroxylation

- ตัวอย่างและกลไก

The Mechanism of Syn Dihydroxylation with  $\text{KMnO}_4$



- แบบฝักหัด จงเขียนโครงสร้างผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา

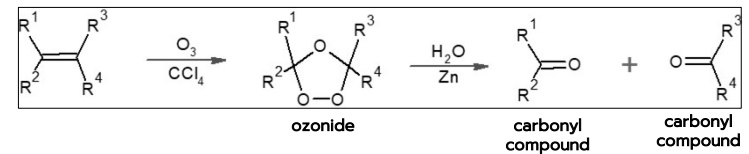


55

55

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 2. Ozonolysis



- carbonyl compound
  - ถ้า หมู่ R จำนวน 1 หมู่ขึ้นไป เป็น H เรียกว่า aldehyde
  - ถ้า หมู่ R ทั้ง 2 หมู่เป็น hydrocarbon เรียกว่า ketone
- Zn เป็น reducing agent (สามารถใช้ dimethyl sulfide,  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$  แทนได้)

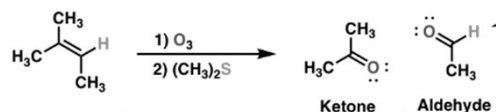
56

56

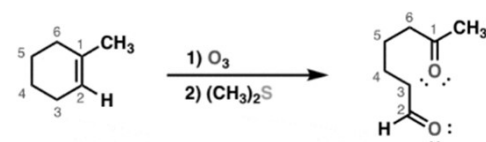
## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 3. Ozonolysis

- ตัวอย่าง



- ตัวอย่าง



57

57

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 3. Ozonolysis

- แบบฝึกหัด จงเขียนโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ เมื่อทำปฏิกิริยา ozonolysis กับสารตั้งต้นต่อไปนี้

- 2-methyl-2-pentene
- 3-hexene

- แบบฝึกหัด จงเขียนสูตรโครงสร้างของ alkene ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  ที่ทำปฏิกิริยา ozonolysis แล้วให้ผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

- propionaldehyde
- Acetone
- ของผสมระหว่าง acetaldehyde และ ethyl methyl ketone

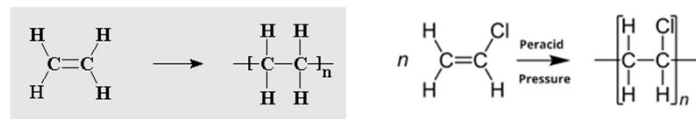
แนะ ถ้าคำถามเกี่ยวข้องกับชื่อสารที่ยังไม่ได้เรียน ให้นำ ชื่อสาร ไปค้นหา โครงสร้าง ใน อินเทอร์เน็ต

58

## ปฏิกิริยาของแอลคีน

### 4. Polymerization

- โมเลกุลหน่วยเล็กๆ (monomer) หลายหน่วยรวมตัวกันเป็นสารโมเลกุลใหญ่ (polymer)
- Alkene เป็น monomer เกิดปฏิกิริยาการเติมกับ alkene ด้วยกัน และต่อเนื่องกันไป เกิดเป็นสายโซ่ที่มีความยาวนับพันนับหมื่นคาร์บอน (โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 4,000-40,000 คาร์บอน)
- ตัวอย่าง polyethylene
- ตัวอย่าง polyvinylchloride



59

59

## ประโยชน์ของแอลคีน

- Alkene โดยเฉพาะ ethylene และ propylene ถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารอินทรีย์อื่นที่มีประโยชน์มากมาย

(ethene)

Chemical	Uses
ethanol	solvent; constituent of cleaning preparations; in synthesis of esters
acetaldehyde	slug killer, in the form of methaldehyde $(\text{CH}_3\text{CHO})_4$
acetic acid	manufacture of vinyl acetate polymers, ethyl acetate solvent and cellulose acetate polymers
ethylene oxide	"cellosolves" (industrial solvents)

60

60

## ประโยชน์ของแอลคีน

- Alkene โดยเฉพาะ ethylene และ propylene ถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารอินทรีย์อื่นที่มีประโยชน์มากมาย

(ethene)

Chemical	Uses
ethylene glycol	anti-freeze; production of Dacron <sup>®</sup>
ethylene dichloride	solvent; production of vinyl chloride
vinyl chloride	manufacture of poly (vinyl chloride)—PVC
vinyl acetate	manufacture of poly (vinyl acetate) used in paint emulsions, plywood adhesives and textiles
polyethylene	"plastic" bags; toys; packaging

61

61

## ประโยชน์ของแอลคีน

- Alkene โดยเฉพาะ ethylene และ propylene ถูกนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารอินทรีย์อื่นที่มีประโยชน์มากมาย

(propene)

Chemical	Uses
isopropyl alcohol	rubbing alcohol; cosmetics; synthesis of acetone
propylene oxide	manufacture of polyurethanes; polyesters
cumene	industrial preparation of phenol and acetone
polypropylene	molded articles (e.g., kitchenware); fibres for indoor-outdoor carpeting

62

62