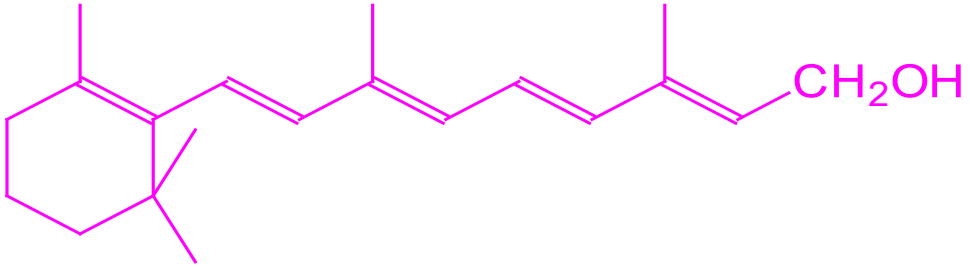
บทที่ 8
อัลคีน และไซโคลอัลคีน
(Alkenes and Cycloalkene)

Introduction : **อัลคีนที่พบได้ในธรรมชาติ**

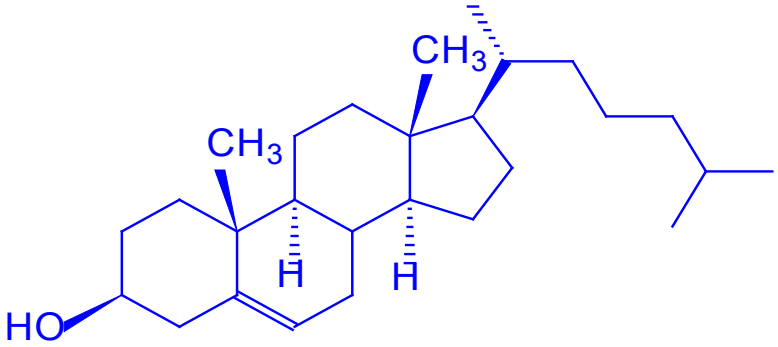
→ในพืชใบเขียว

vitamin A



→จากสัตว์

cholesterol



8.1 โครงสร้างทั่วไป

- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อะตอมคาร์บอนต่อกันด้วยพันธะคู่ (C=C)
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอะลิฟาติกชนิดไม่อิ่มตัว (Aliphatic unsaturated HC)
- โครงสร้างเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ : sp^2
- **สูตรทั่วไป**

  อัลคีน : C_nH_{2n}

  ไซโคลอัลคีน : C_nH_{2n-2}

8.1.1 สมบัติทางกายภาพ

- อัลคีนที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ(น้ำหนักโมเลกุลต่ำ)
  - C 2–5 จะมีสถานะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิห้อง
  - C 5 – 17 จะมีสถานะเป็นของเหลว
  - C มากกว่า 17 จะมีสถานะเป็นของแข็ง
- ความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ (0.6 – 0.7 g/cm^3)
- การเผาไหม้มีเขม่ามาก
- เป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วละลาย ได้ดีในตัวทำละลายไม่มีขั้ว แต่ละลายน้ำได้เล็กน้อย

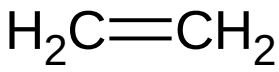
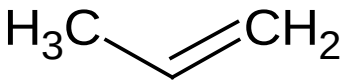
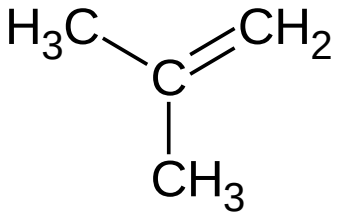
จุดเดือดและจุดหลอมเหลว

อัลคีน	จุดเดือด (^{0}C)	จุดหลอมเหลว(^{0}C)
Ethene	-103.7	-169.2
Propene	-47.7	-185.3
Butene	3.7	-138.9
Cis-butene	0.88	-105.6
Trans-butene	30.0	-165.2
Pentene	36.9	-151.4

ที่มา : Aylward G.H. and FindlayT.J.V.,*SI chemical data p.41-42.*

อัลคีนกับการใช้ประโยชน์

:เป็นมอนอเมอร์ในสายพอลิเมอร์ = พลาสติก

โครงสร้างอัลคีน	ชื่อ IUPAC	ชื่อสามัญ (นิยมใช้ทั่วไป)
	Ethene	Ethylene
	Propene	Propylene
	2–Methylpropene	Isobutylene

โพลิเอทธิลีนความหนาแน่นสูง(High density polyethylene, HDPE)

* HDPE โพลิเอทธิลีนชนิดหนาแน่นสูง (โพลิเอทธิลีนความดันต่ำ)
* มีสมบัติป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้นได้ดี
* ส่วนใหญ่ทำให้มีสีสันสวยงาม ยกเว้นขวดที่ใช้บรรจุน้ำดื่ม
* ทนสารเคมีจึงนิยมใช้ทำบรรจุภัณฑ์สำหรับน้ำยาทำความสะอาด แชมพูสระผม แป้งเด็ก และถุงหูหิ้ว (40%)
* ใช้ทำเครื่องครัว ของเด็กเล่น (20%)
* ทำฟิล์มเพื่อห่อหุ้มอาหารและของทั่วไป
* ถุงพลาสติก หุ้มสายไฟ ทำสายยาง

โพลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

➡PP เป็นพลาสติกที่แข็ง ทนต่อแรงกระแทกได้ดี ทนต่อสารเคมี ความร้อน และน้ำมัน ทำให้มีสีสันสวยงามได้

➡ส่วนใหญ่นิยมนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เช่น กล่อง ชาม

➡กระบอกสำหรับใส่น้ำแช่เย็น

➡รีไซเคิลได้ นิยมผลิตเป็นกล่องแบตเตอรี่รถยนต์ ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่น กันชน และกรวยสำหรับใช้กับน้ำมัน

พลาสติกโพลีเอทีลีนเทอเรพทาเลท (Polyethylene Terephthalate:PET)

* พลาสติกมีความโปร่งใสแข็งแรงทนทานเหนียวไม่แตกง่าย
* สามารถป้องกันการซึมผ่านของ แก๊ส(Gas)ได้ดี และทนต่ออุณหภูมิได้ไม่เกิน70 ถึง100 องศาเซลเซียส
* มีความคงทนต่อสภาพต่างๆได้ดี เช่นความเค็มของน้ำปลาอีกทั้งยังมีความใสที่ใกล้เคียงกับ ขวดแก้ว
* ขวดบรรจุน้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำมัน น้ำมันพืช น้ำปลา น้ำยาบ้วนปาก กล่องขนมฯลฯ

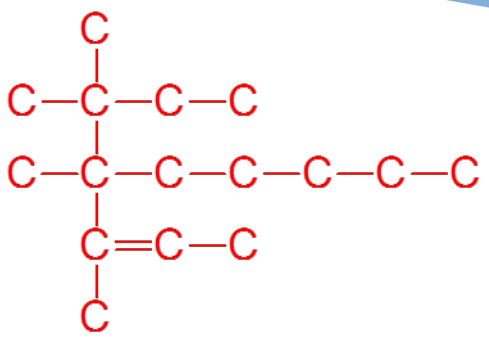
พลาสติกโพลีเอทีลีนเทอเรพทาเลท (Polyethylene Terephthalate:PET)

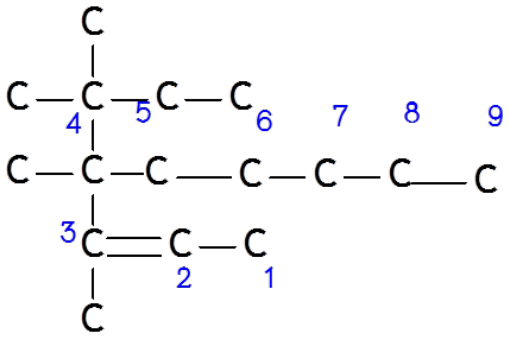
* ที่ผลิตขึ้นได้จากปฏิกิริยาเคมีระหว่าง
  * เอทิลีนไกลคอลกับไดเมทิลเทเรฟทาเลต
  * เอทิลีนไกลคอลกับกรดเทเรฟทาลิก
  * แต่ในปัจจุบันนิยมใช้ไดเมทิลเทเรฟทาเลต
    * ในการทดลองกับสัตว์พบว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ก่อการกลายพันธุ์ และเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์
    * นอกจากนี้ ยังมีการใช้ สารเร่งปฏิกิริยาเคมีเช่น แอนติโมนีไตรออกไซด์ หรือแอนติโมนีไตรแอซีเตต

8.2 การเรียกชื่อระบบ IUPAC

8.2.1 การเรียกชื่ออัลคีน

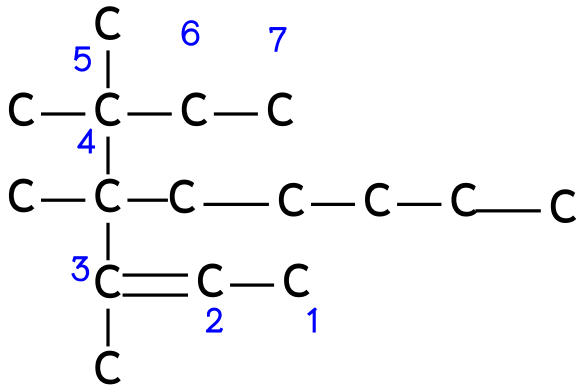
- เลือกโซ่หลักที่มีอะตอมคาร์บอนมากที่สุดที่มีพันธะคู่
  อ่านชื่อจำนวนคาร์บอนบทที่ 7= คำนำหน้า
- คำลงท้าย = ene
  โดยระบุตำแหน่งของพันธะคู่ให้เป็นตัวเลขน้อยๆ
- แสดงตำแหน่งหมู่เกาะด้วยตัวเลขน้อยๆ
- ให้ความสำคัญกับพันธะคู่เป็นอันดับแรก
- โครงสร้างเป็นวงเติมคำว่า Cyclo– หน้าชื่อหลัก
  (คำนำหน้า+ คำลงท้าย)





1. The longest chain contains 9 carbons

2. The parent chain containing the double bond contains 7 C



$CH_2=CH_2$

- โซ่หลักมีคาร์บอน 2 คำนำหน้าเรียก eth–
- คำลงท้าย –ene
- ตำแหน่งพันธะคู่อยู่ที่ C_1
- ชื่อIUPAC : 1– Ethene
- เป็นมอนอเมอร์ในสายของพอลิเมอร์เอทิลีน(PE,LDPE,HDPE)

8.2.2 การเรียกชื่อไซโคลอัลคีน

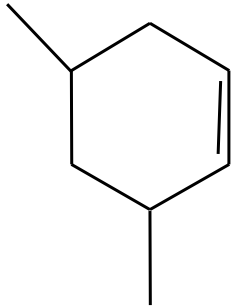
* โซ่หลักมี C 5 โครงสร้างเป็นวงเติมคำว่า “ไซโคล– ”(Cyclo–)

  คำนำหน้าเรียกว่า cyclopent–

* คำลงท้าย – ene ตำแหน่งอยู่ที่ C1 เสมอ (ไม่แสดงตัวเลข)

* เติมคำว่า “ไซโคล– ”(Cyclo–) หน้าชื่อโซหลัก

  ชื่อ IUPAC :Cyclopentene



- โซ่หลัก มีC 6 เรียกว่า Cyclohex–
- หมู่เกาะเมทิล(methyl) มี 2 หมู่ เรียกว่า dimethyl

ตำแหน่งของพันธะคู่เป็นตำแหน่งที่ 1 เสมอ

- หมู่เกาะอยู่ที่ C3 และC5

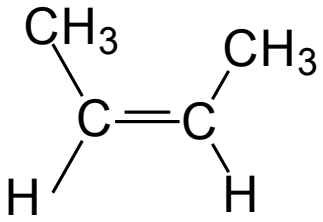
ชื่อ IUPAC 3,5–Dimethylcyclohexene

pimpor-2-2556

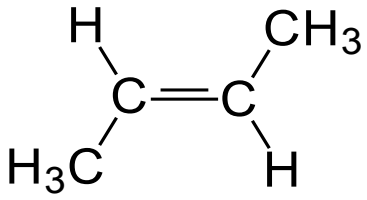
8.3 ไอโซเมอร์เรขาคณิต

(Geometrical isomer : Cis – Trans isomer)

- อัลคีนที่มีหมู่เกาะที่แต่ละอะตอมคาร์บอนตรงพันธะคู่ต่างกันทำให้เกิดไอโซเมอร์ขึ้น เรียกว่า ซีส (Cis –) และทรานส์ (Trans)
- ใช้กับโครงสร้างอัลคีนที่มีหมู่อะตอมหรือหมู่เกาะเหมือนกัน 2 หมู่ เกาะที่พันธะคู่แต่คนละอะตอมคาร์บอน
  - ถ้าหมู่เกาะ 2 หมู่อยู่ด้านเดียวกันของพันธะคู่เรียกว่า ซีส (Cis–) ให้เขียนไว้หน้าชื่อIUPAC
  - ถ้าหมู่เกาะ 2 หมู่อยู่ตรงข้ามกันเรียกว่า ทรานส์(Trans–) ให้เขียนไว้หน้าชื่อIUPAC

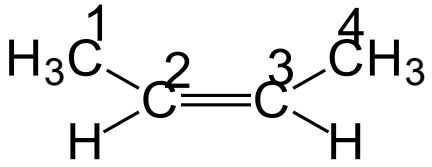


Cis-2-butene

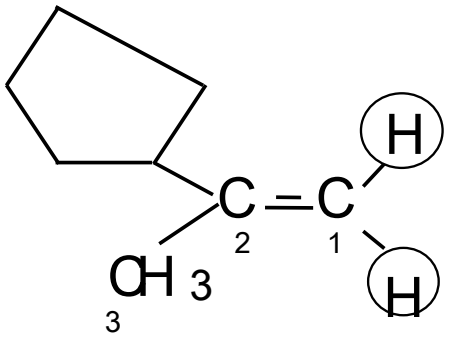


Trans-2-butene

$CH_3–CH=CH–CH_3$



2-butene



ชื่อIUPAC : 2–Cyclopentyl–2–propene

✔ชื่อ IUPAC : 2–Cyclopentyl–1–propene

➡กรณีที่อะตอมคาร์บอนที่มีพันธะคู่อะตอมใดอะตอมหนึ่งมีหมู่อะตอมหรืออะตอมเกาะที่คาร์บอนนั้นทั้งสองแขนเหมือนกันทุกประการ ดังนั้นโครงสร้างไม่มีจีโอเมตริกไอโซเมอร์

8.3 ปฏิกิริยาอัลคีน

ปฏิกิริยาส่วนใหญ่เป็น

- ปฏิกิริยาการเพิ่ม (Addition)
  - ปฏิกิริยาการเพิ่มไฮโดรเจน
  - การเพิ่มแฮโรเจน
  - การเพิ่มน้ำ
- ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation)
- ปฏิกิริยาการแทนที่ (Substitution)
- ปฏิกิริยาการแตกหัก (Cleavage)

8.3.1. ปฏิกิริยาการเพิ่มของอัลคีน(Addition reaction of alkenes)

ก. ปฏิกิริยาการเพิ่มไฮโดรเจน (Addition of hydrogen)

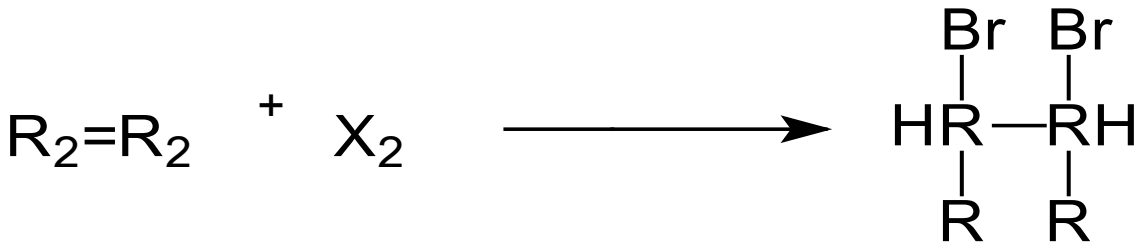
(Catalytic hydrogention)

* เป็นปฏิกิริยาการเพิ่มไฮโดรเจนของอัลคีน
* ในห้องปฏิบัติการ ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt,Pd ความดัน 1–3 บรรยายกาศ ,ในอุตสาหกรรมใช้ Ni แต่ใช้ความดันสูงกว่า
* ใช้ในการเตรียมอัลเคนจากอัลคีน

เช่นการผลิตเนยเทียมจากน้ำมันพืช

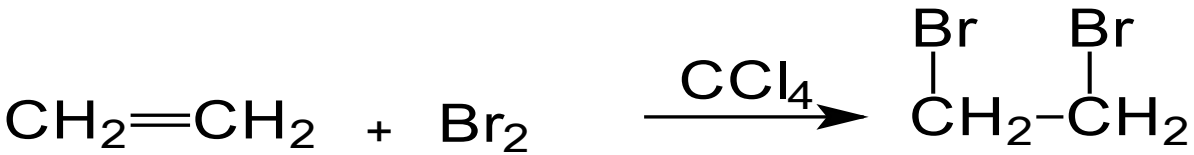
$$CH_2{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3{-}CH_3$$

ข. ปฏิกิริยาการเพิ่มฮาโลเจน(Halogenation of alkene)



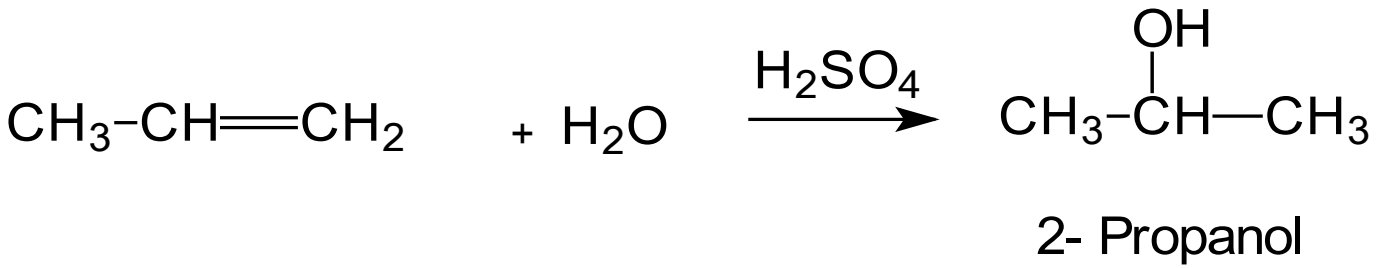
: Cl_2,Br_2 หรือ I_2 ในตัวทำละลาย

: สังเกตสีของสารละลายฮาโลเจนที่จางหายไป



ค.ปฏิกิริยาการเพิ่มน้ำของอัลคีน (Addition reaction of alkene) หรือไฮเดรชัน (Hydration of alkene)

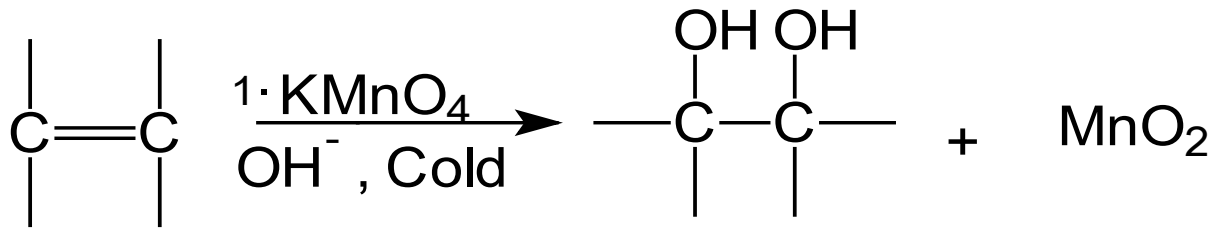
- อัลคีนทำปฏิกิริยาเติมน้ำ เมื่อมีกรดแก่ เช่น H_2SO_4 หรือ $HClO_4$
- อัลคีนที่อสมมาตรจะเติมน้ำเข้าที่ตำแหน่งของอะตอมคาร์บอนตาม Markovnikov ‘ rule



2- Propanol

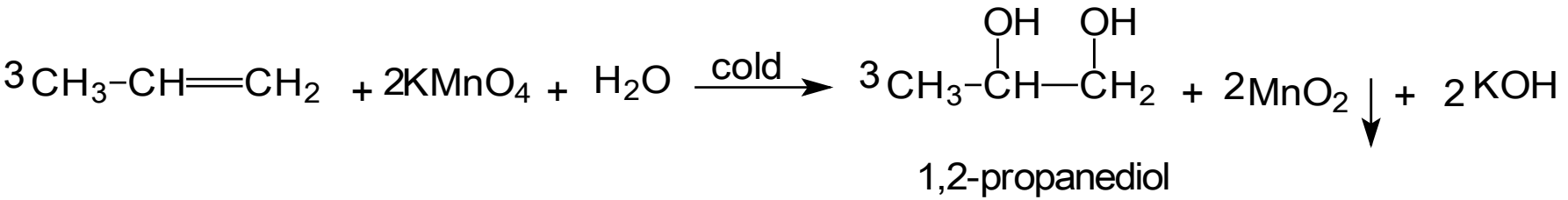
ง. ปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) ออกซิเดชัน (Oxydation)

- อัลคีนเกิดออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ กับตัวออกซิไดซ์เป็นจำนวนมาก เช่น สารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนส ($KMnO_4$)
- อัลคีนทำปฏิกิริยากับ$KMnO_4$ ที่เจือจาง ในสภาวะที่เย็นของสารละลายที่เป็นกลางหรือเป็นด่าง จะได้ไกลคอล (glycol)
- ใช้ทดสอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวเพราะเมื่อเติม $KMnO_4$ ลงอัลคีน สารละลายสีม่วงของ $KMnO_4$ จะเปลี่ยนเป็นสารละลายใส และได้ตะกอนสีน้ำตาลดำของแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) **การตรวจสอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวหรือพันธะคู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนกับคาร์บอน มีชื่อเรียกว่า Baeyer test for unsaturation**



glycol

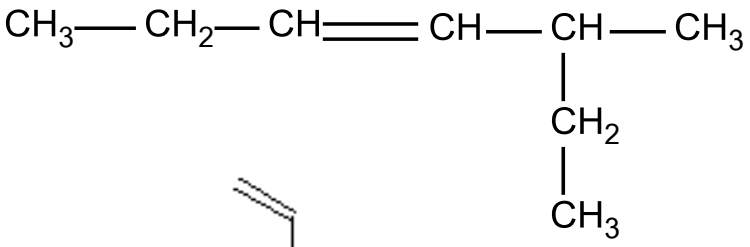
สารละลายใส ตะกอนสีน้ำตาลดำ

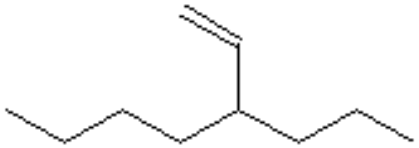


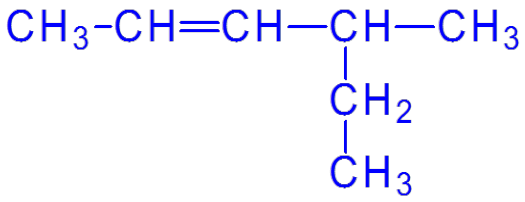
1,2-propanediol

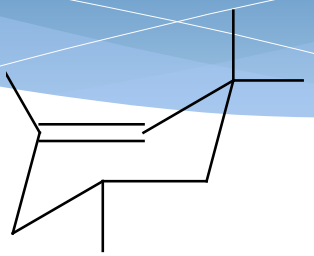
สารละลายใส ตะกอนสีน้ำตาลดำ

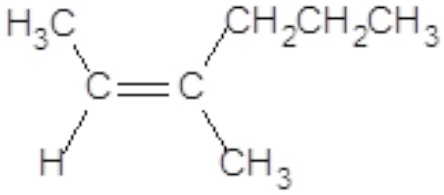
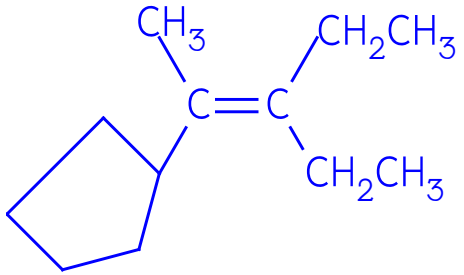
อ่านชื่อของโครงสร้างที่กำหนด ตามระบบ IUPAC

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

6.