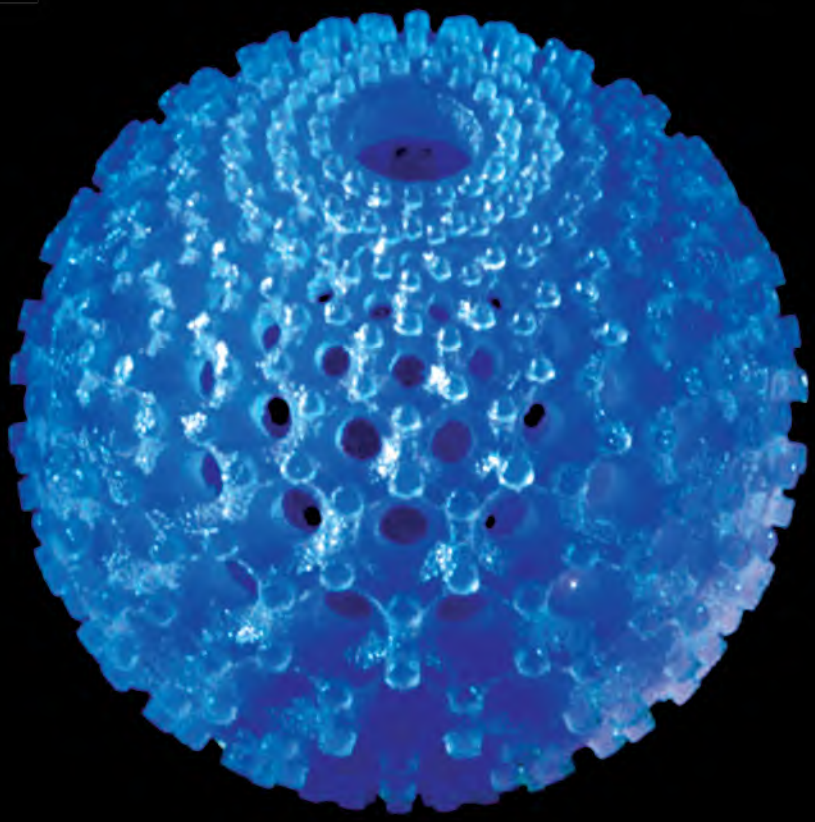
คู่มือแม็ค

New สรุปเข้ม

เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม

ใหม่ ตรงตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551

ม.6



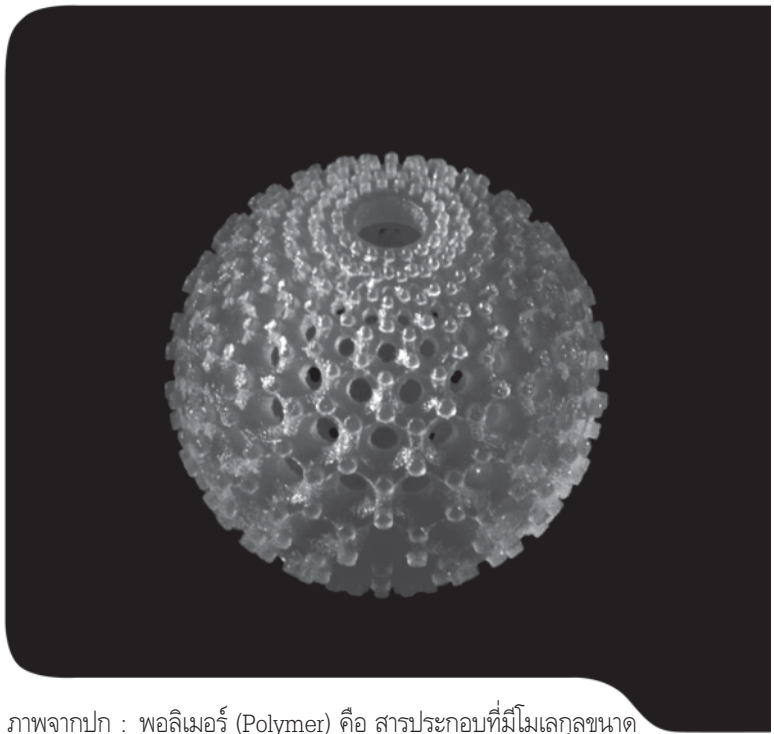
รศ.คณิตา ตังคณานุรักษ์

MACEDUCATION

New สรุปเข้ม

เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6

- สรุปเนื้อหาสาระสำคัญวิชาเคมี ม.6
- ฝึกฝนและพัฒนาวิธีคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
- แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ พร้อมเฉลยละเอียด สามารถใช้ประเมินผลได้ด้วยตนเอง
- ดัชนีท้ายเล่มช่วยในการสืบค้นข้อมูล เป็นการเพิ่มทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้
- เหมาะสำหรับเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่สนามสอบทุกสนามสอบ และ O-NET ตลอดจนเป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น



ภาพจากปก : พอลิเมอร์ (Polymer) คือ สารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีมวลโมเลกุลมาก ประกอบด้วยหน่วยเล็กๆ ของสารที่อาจจะเหมือนกันหรือต่างกันมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์

รศ.คณิตา ตังคณานุรักษ์

New สรุปเข้ม
เคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ
คณิตา ตังคณานุรักษ์.
New สรุปเข้มเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6--กรุงเทพฯ : แม็ค, 2552.
228 หน้า.

1. เคมี. 2. เคมี--ข้อสอบและเฉลย. I. ชื่อเรื่อง.

540
ISBN 978-974-412-572-9

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด
MAC PRESS CO., LTD.

ผู้เขียน : รศ.คณิตา ตังคณานุรักษ์
สงวนลิขสิทธิ์ : พฤษภาคม 2552
ราคาจำหน่าย : 95 บาท
การสั่งซื้อ : ส่งธนาณัติสั่งจ่าย **ไปรษณีย์ลาดพร้าว 10310** ในนาม **บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด**
เลขที่ 9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว แขวงจันทรเกษม
เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
☎ : 0-2938-2022-7 FAX : 0-2938-2028
E-mail : macpress@MACeducation.com
www.MACeducation.com
พิมพ์ที่ : บริษัท บอลส์การพิมพ์ จำกัด

(สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

คำนำ

หนังสือคู่มือ **New สรุปเข้มเคมีพื้นฐานและเพิ่มเติม ม.6** เล่มนี้ นำเสนอเนื้อหาตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย สรุปเนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญในแต่ละเรื่อง และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้พร้อมเฉลยละเอียด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาในแต่ละเรื่องด้วยตนเอง ฝึกทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถใช้ประเมินผลตนเองในท้ายหน่วยการเรียนรู้ นอกจากนี้มีแบบทดสอบพร้อมเฉลยละเอียดท้ายเล่มเพื่อให้ผู้เรียนได้เพิ่มทักษะในการเรียนรู้ สร้างความเข้าใจและความมั่นใจให้มากยิ่งขึ้นก่อนเข้าสู่สนามสอบจริงและเป็นพื้นฐานการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือชุด New สรุปเข้ม ชุดนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียนและผู้สนใจทั่วไปเป็นอย่างดี

บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เคมีอินทรีย์ **1-46**

แบบฝึกหัดที่ 1.1 2
แบบฝึกหัดที่ 1.2 3
สารประกอบไฮโดรคาร์บอน 3
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว 3
แบบฝึกหัดที่ 1.3 5
แบบฝึกหัดที่ 1.4 6
แบบฝึกหัดที่ 1.5 7
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว 7
แบบฝึกหัดที่ 1.6 8
แบบฝึกหัดที่ 1.7 9
แบบฝึกหัดที่ 1.8 12
แบบฝึกหัดที่ 1.9 16
แบบฝึกหัดที่ 1.10 18
แบบฝึกหัดที่ 1.11 19
แอลกอฮอล์ (alcohol) 20
ฟีนอล (phenol) 22
แบบฝึกหัดที่ 1.12 23
อีเทอร์ (ether) 23
แบบฝึกหัดที่ 1.13 25
แอลดีไฮด์ (aldehyde) 26
คีโตน (ketone) 26
แบบฝึกหัดที่ 1.14 31

กรดอินทรีย์ (carboxylic acid) 31
แบบฝึกหัดที่ 1.15 34
เอสเทอร์ (ester) 35
แบบฝึกหัดที่ 1.16 37
เอมีน (amine) 38
แบบฝึกหัดที่ 1.17 42
เอไมด์ (amide) 42
แบบฝึกหัดที่ 1.18 46

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ 47-92

ถ่านหิน 47
- ขั้นตอนของการเกิดถ่านหิน 47
- ประเภทของถ่านหิน 48
- การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน 49
- แหล่งถ่านหินในประเทศไทย 50

หินน้ำมัน 51
- องค์ประกอบที่สำคัญของหินน้ำมัน 51
- แหล่งหินน้ำมันในประเทศไทย 52
- การใช้ประโยชน์ของหินน้ำมัน 52

แบบฝึกหัดที่ 2.1 53
ปิโตรเลียม 55
- การกำเนิดปิโตรเลียม 56
- การสำรวจแหล่งปิโตรเลียม 57
- การกลั่นลำดับส่วน 58
- การกลั่นน้ำมันดิบ 58
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ 59
- การปรับปรุงโครงสร้างโมเลกุลของเชื้อเพลิงให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น 59
- การกำหนดคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง 61

แบบฝึกหัดที่ 2.2 62

- ชีวมวล 64
แบบฝึกหัดที่ 2.3 66
ปิโตรเคมีภัณฑ์ 68
พอลิเมอร์ 69
- ฮอมอพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์ 69
ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน 70
แบบฝึกหัดที่ 2.4 73
- พอลิเมอร์ตามธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ 74
- โครงสร้างของพอลิเมอร์ 74
- สมบัติต่างๆ ของพอลิเมอร์ 75
ผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์ 77
ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของผลิภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ 84
แบบฝึกหัดที่ 2.5 86
ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี 88
- มลพิษทางอากาศ 88
- มลพิษทางน้ำ 89
- มลพิษทางดิน 89
แบบฝึกหัดที่ 2.6 90

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สารชีวโมเลกุล 93-141

โปรตีน (protein) 93
- กรดอะมิโน (amino acid) 93
- โครงสร้างของโปรตีน (protein structure) 101
- การทดสอบพอลิเพปไทด์และโปรตีน 105
- การแปลงสภาพโปรตีน 105
- การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของโปรตีน 106
- เอนไซม์ (enzyme) 106
แบบฝึกหัดที่ 3.1 112
คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) 114

ลิพิด (lipid) 124
- กรดไขมัน (fatty acid) 124
-ไขมันและน้ำมัน (fat and oil) 126
-ไข (wax) 130
-ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) 131
กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) 136
แบบฝึกหัดที่ 3.2 137

แบบทดสอบชุดที่ 1 142

แบบทดสอบชุดที่ 2 157

เก็งข้อสอบ O-NET ชุดที่ 1 177

เก็งข้อสอบ O-NET ชุดที่ 2 182

เฉลย 189

ดัชนี 217

MODERN ACADEMIC CENTER

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เคมีอินทรีย์

สารเคมีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารอินทรีย์ (organic compounds) และสารอนินทรีย์ (inorganic compounds) ซึ่งความแตกต่างระหว่างสารทั้งสองชนิดเป็นดังนี้

ตารางแสดงสมบัติต่าง ๆ ที่แตกต่างกันระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

สมบัติ	สารอินทรีย์	สารอนินทรีย์
พันธะภายในโมเลกุล	พันธะโคเวเลนต์	พันธะไอออนิก
แรงระหว่างโมเลกุล	ค่อนข้างอ่อน (แรงแวนเดอร์วาลส์และพันธะไฮโดรเจน)	ค่อนข้างแข็งแรง
สถานะและสมบัติทางกายภาพ	แก๊ส ของเหลว หรือของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ	ของแข็งที่มีจุดหลอมเหลวสูง
การติดไฟ	ส่วนมากติดไฟ	ส่วนมากไม่ติดไฟ
ความสามารถในการละลายน้ำ	ไม่ค่อยละลายน้ำ	ส่วนมากละลายน้ำ
ความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายในน้ำ	ไม่นำไฟฟ้า	ส่วนมากนำไฟฟ้า
อัตราการเกิดปฏิกิริยา	ค่อนข้างช้า	ค่อนข้างเร็ว

สารอินทรีย์ (organic compounds) มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก ยกเว้น CN^-, CO, CO_2, SCN^-, H_2CO_3, HCO_3^-, CO_3^{2-}, $H_2C_2O_4$, $HC_2O_4^-$, $C_2O_4^{2-}$, C_2^{2-} จัดเป็น**สารอนินทรีย์ (inorganic compounds)**

สารอินทรีย์พบในสิ่งมีชีวิต เมื่อนำมาเผาไหม้กับ O_2 จะได้ CO_2+H_2O ส่วนสารอนินทรีย์พบในแร่ธาตุต่างๆ เมื่อนำมาเผาไหม้กับ O_2 จะไม่ได้ CO_2+H_2O

- คาร์บอนอะตอมในสารอินทรีย์สามารถสร้างพันธะโคเวเลนต์ได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสามกับคาร์บอน ออกซิเจน หมู่ธาตุแฮโลเจน (หมู่ VIIA) และไฮโดรเจน

จงระบุว่าสารใดเป็นสารอินทรีย์และสารใดเป็นสารอนินทรีย์

1. NaCl
2. CH_4
3. C_6H_6
4. NaOH
5. CH_3OH
6. $Mg(NO_3)_2$
7. KBr
8. CH_3NH_2
9. LiOH

- คาร์บอนอะตอมในสารอินทรีย์มาต่อกันจะได้โครงสร้าง 2 แบบ คือ
  1. แบบโซ่เปิด (opened chain) คาร์บอนอะตอมมาต่อกันเป็นโซ่ยาว หรือคาร์บอนอะตอมมาต่อกันเป็นโซ่กิ่ง
  2. แบบโซ่ปิด (closed chain) คาร์บอนอะตอมมาต่อกันเป็นรูปเหลี่ยมทรงเรขาคณิต
- การอ่านจำนวนคาร์บอนในสารอินทรีย์

จำนวน C	อ่าน	จำนวน C	อ่าน
1	meth	6	hex
2	eth	7	hept
3	prop	8	oct
4	but	9	non
5	pent	10	dec

- สมการการเผาไหม้ของสารอินทรีย์

$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \xrightarrow{\text{heat}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

$$C_xH_yO_z + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)O_2 \xrightarrow{\text{heat}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

$C_xH_yO_z$ คือ แอลกอฮอล์ อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน เอสเทอร์ และกรดคาร์บอกซิลิก

$$C_xH_yN + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \xrightarrow{\text{heat}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O + \frac{1}{2}N_2$$

C_xH_yN คือ เอมีน

$$C_xH_yNO + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{1}{2}\right)O_2 \xrightarrow{\text{heat}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O + \frac{1}{2}N_2$$

C_xH_yNO คือ เอไมด์

แบบฝึกหัดที่ 1.2

จงดุลสมการให้สมบูรณ์

1. $C_5H_{12} + O_2 \xrightarrow{heat}$ .....
2. $C_3H_7OH + O_2 \xrightarrow{heat}$ .....
3. $C_6H_5COOCH_3 + O_2 \xrightarrow{heat}$ .....
4. $C_3H_7NH_2 + O_2 \xrightarrow{heat}$ .....
5. $CH_3CONH_2 + O_2 \xrightarrow{heat}$ .....

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (C_xH_y) มี 2 ประเภท คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว ได้แก่ แอลเคนและไซโคลแอลเคน

แอลเคน

แอลเคน (alkane) มีสูตรทั่วไปเป็น C_nH_{2n+2} ประกอบด้วยพันธะเดี่ยวระหว่าง C−C และ C−H เป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว ไม่ละลายน้ำ คาร์บอนทุกอะตอมเป็นทรงเหลี่ยมสี่หน้า

การอ่านชื่อแอลเคนโซ่ยาวอ่านจำนวน C +ane เช่น CH_4 อ่านว่า methane C_2H_6 อ่านว่า ethane

ข้อควรทราบ

ไอโซเมอริซึม (isomerism) เป็นปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรเคมีเหมือนกัน แต่เขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 โครงสร้าง สารที่เป็นไอโซเมอร์กันจะมีสมบัติทางเคมีเหมือนกันแต่มีสมบัติทางกายภาพต่างกัน

การอ่านชื่อสารประกอบแอลเคนตามระบบ IUPAC ระบบ IUPAC (IUPAC อ่านว่า ไอยูแพค ย่อมาจาก The International Unions of Pure and Applied Chemistry) มีหลักการดังนี้

1. เลือกโซ่คาร์บอนที่ยาวที่สุดเป็นโครงสร้างหลัก พร้อมทั้งกำหนดตำแหน่งของคาร์บอนโดยให้คาร์บอนที่มีหมู่สาขาเป็นตัวเลขแสดงตำแหน่งที่น้อยที่สุด ชื่อของโครงสร้างหลักเขียนไว้ข้างท้ายสุดของชื่อจัดเป็นชื่อหลัก เช่น

$$^{1}CH_3-\overset{}{\overset{^{2}}{CH}}(CH_3)-{}^{3}CH_2-{}^{4}\overset{}{\overset{}{CH}}(CH_2CH_3)-{}^{5}CH_2-{}^{6}CH_3$$

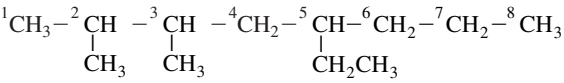
จะเห็นว่าโซ่คาร์บอนที่ยาวที่สุด คือ มีจำนวน C 6 ตัว เรียกว่า “เฮกเซน”

ตำแหน่งของคาร์บอนที่มีหมู่สาขาเป็นตัวเลขต่ำสุดก็จะต้องนับตำแหน่งจากซ้ายไปขวา ดังนั้นตำแหน่งในโมเลกุลจะเป็นดังที่แสดงไว้ และชื่อหลักคือเฮกเซน

2. อ่านหมู่แอลคิลไว้หน้าชื่อหลัก ถ้ามีหลายหมู่ให้เรียงตามลำดับพยัญชนะ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งที่หมู่แอลคิลต่ออยู่กับโครงสร้างหลักโดยใช้ตัวเลขเขียนไว้ข้างหน้าหมู่นั้น จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นว่าหมู่แอลคิลมี 2 หมู่ คือ หมู่ที่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 คือ $-CH_3$ เรียกว่า เมทิล (methyl) และหมู่ที่อยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 4 คือ C_2H_5 เรียกว่า เอทิล (ethyl) เมื่อนำมาเรียงตามลำดับพยัญชนะ ตัว e จะมาก่อนตัว m ดังนั้นจึงอ่านชื่อโมเลกุลดังกล่าวโดยอ่านหมู่แอลคิลนำหน้า ดังนี้

4−ethyl−2−methylhexane

3. ถ้าหมู่แอลคิลที่เป็นสาขาในโมเลกุลเหมือนกันหลายหมู่ให้นำมารวมกันและบอกจำนวนหมู่ โดยใช้คำว่าได (di) แทน 2 หมู่ ไตร (tri) แทน 3 หมู่ และเตตระ (tetra) แทน 4 หมู่ นำหน้าชื่อหมู่แอลคิลนั้น พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของหมู่เหล่านั้นไว้ข้างหน้าชื่อโครงสร้างหลัก เช่น



5−ethyl−2, 3−dimethyloctane

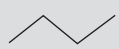
การอ่านชื่อหมู่แอลคิล ให้อ่านจำนวนคาร์บอนแล้วลงท้ายด้วย −yl (อิล)

CH_3-	methyl	CH_3CH_2-	ethyl	C_3H_7-	propyl
C_4H_9-	butyl	$C_5H_{11}-$	pentyl	$C_6H_{13}-$	hexyl
$C_7H_{15}-$	heptyl	$C_8H_{17}-$	octyl	$C_9H_{19}-$	nonyl
$C_{10}H_{21}-$	decyl				

พวกที่ไม่ใช่หมู่แอลคิล เมื่อมาเกาะที่คาร์บอนอะตอมในแอลเคน ให้อ่านดังนี้

− F fluoro	− Cl chloro	− Br bromo
− I iodo	− NO_2 nitro	− NH_2 amino

การเขียนสูตรโครงสร้างของสารอินทรีย์ มี 2 แบบ คือ

1. สูตรโครงสร้างแบบเส้น (Lewis structure) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \Longrightarrow$ 

2. สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม (line and angle structure) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_3 \Longrightarrow$

แบบฝึกหัดที่ 1.3

ตอนที่ 1 *จงอ่านชื่อแอลเคนต่อไปนี้ตามระบบ IUPAC*

1. $CH_3CH_2CH_2\underset{\displaystyle CH_2CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3$

2. $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2\underset{\displaystyle CH_2CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3$

ตอนที่ 2 *จงเขียนสูตรโครงสร้างต่อไปนี้*

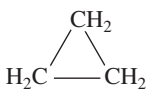
1. 1, 3−dimethylbutane
2. 5−butyl−2, 2−dimethylnonane

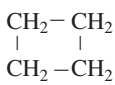
ตอนที่ 3 *จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบมุมและเส้นของสารที่มีชื่อดังต่อไปนี้*

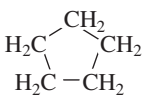
1. 2, 2, 4−trimethylhexane
2. 2−propylpentane

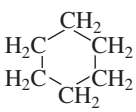
ไซโคลแอลเคน

ไซโคลแอลเคน (cycloalkane) สูตรทั่วไปคือ C_nH_{2n} จัดเป็นแอลเคนโซ่ปิด การอ่านชื่อคือ ไซโคล+จำนวน C+ane

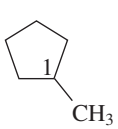
$C_3H_6 \Longrightarrow$  $\Longrightarrow$ อ่านว่า cyclopropane

$C_4H_8 \Longrightarrow$  $\Longrightarrow$ อ่านว่า cyclobutane

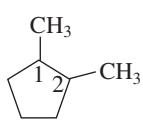
$C_5H_{10} \Longrightarrow$  $\Longrightarrow$ อ่านว่า cyclopentane

$C_6H_{12} \Longrightarrow$  $\Longrightarrow$ อ่านว่า cyclohexane

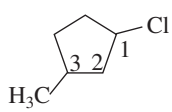
การอ่านชื่อสารไซโคลแอลเคนที่มีหมู่แอลคิลมาเกาะ ให้บอกตำแหน่ง (ระบุเป็นตัวเลข) บนวงไซโคล แล้วอ่านชื่อเหมือนการอ่านชื่อแอลเคนตามระบบ IUPAC เช่น



1−methylcyclopentane



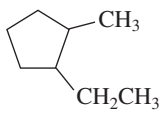
1, 2−dimethylcyclopentane

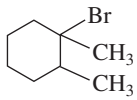


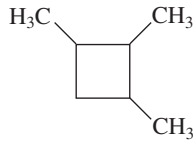
1−chloro−3−methylcyclopentane

แบบฝึกหัดที่ 1.4

ตอนที่ 1 *จงอ่านชื่อสารอินทรีย์ต่อไปนี้ตามระบบ IUPAC*

1. 

2. 

3. 

ตอนที่ 2 *จงเขียนสูตรโครงสร้างต่อไปนี้*

1. 2−bromo−2, 4, 6−trimethyloctane
2. 1, 1−dimethylcyclobutane
3. 1, 2, 4−trimethylcyclohexane

สมบัติและปฏิกิริยาเคมีของแอลเคน

1. มีได้ทั้งสามสถานะ คือ แก๊ส (C_1-C_4) ของเหลว (C_5-C_{20}) และของแข็ง (C_{21} ขึ้นไป)
2. พบในน้ำมันเชื้อเพลิง คือ น้ำมันเบนซิน (C_5-C_{12}) น้ำมันก๊าด ($C_{12}-C_{16}$) และน้ำมันดีเซล ($C_{16}-C_{18}$)
3. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนคาร์บอนอะตอมเพิ่มขึ้น
4. เกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้กับ O_2 ได้ CO_2 + H_2O + พลังงาน และไม่มีเขม่า (ติดไฟให้เปลวไฟสว่างแต่ไม่มีควันเขม่า)

$$C_nH_{2n+2}+\left(\frac{3n}{2}+\frac{1}{2}\right)O_2 \xrightarrow{\text{heat}} nCO_2+(n+1)H_2O$$

$$C_6H_{14}+\frac{19}{2}O_2 \xrightarrow{\text{heat}} 6CO_2+7H_2O$$

5. เกิดปฏิกิริยาแทนที่ H ทุกอะตอมในแอลเคนสามารถถูกแทนที่ได้หมด นิยมใช้ธาตุหมู่ VIIA ไปแทนที่ โดยมีแสงหรือความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ X_2 แทน Cl_2, Br_2 และ I_2 ไปแทนที่ H ในแอลเคนจะได้ผลิตภัณฑ์ HX ด้วย ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสชื้นจะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง เช่น

$$CH_4+4Cl_2 \xrightarrow{\text{แสง}} CCl_4+4HCl$$

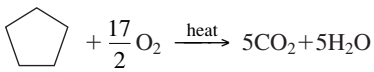
ถ้าโจทย์ไม่ได้กำหนดว่า H ในแอลเคนถูกแทนที่ไปกี่ตัว นิยมให้ H ถูกแทนที่ไป 1 อะตอม

$$CH_4+Cl_2 \xrightarrow{\text{แสง}} CH_3Cl+HCl$$

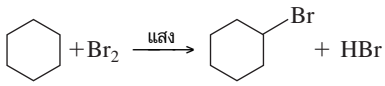
สารละลาย Br_2/CCl_4 มีสีส้ม สีของมันจะถูกฟอกจางลงด้วยแอลเคน

$$C_3H_8+Br_2 \xrightarrow{\text{แสง}} C_3H_7Br+HBr$$

ไซโคลแอนเคนมีสมบัติเหมือนแอลเคน



$$+\frac{17}{2}O_2 \xrightarrow{\text{heat}} 5CO_2+5H_2O$$



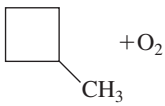
$$+Br_2 \xrightarrow{\text{แสง}} \text{(Br)} + HBr$$

แบบฝึกหัดที่ 1.5

จงเติมปฏิกิริยาให้สมบูรณ์

1. $+Cl_2 \xrightarrow{\text{แสง}}$ .....

2. $CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_3 + Br_2 \xrightarrow{\text{แสง}}$ .....

3.  $+O_2 \xrightarrow{\text{heat}}$ .....

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว

สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว ได้แก่ แอลคีน ไซโคลแอลคีน แอลไคน์ และสารประกอบอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

แอลคีน

แอลคีน (alkene) จัดเป็นไฮโดรคาร์บอนที่มี C=C อย่างน้อย 1 พันธะตรงไหนก็ได้ในโมเลกุล ส่วนที่เหลือเป็น C−C และ C−H มีสูตรทั่วไปคือ C_nH_{2n} เป็นไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว ไม่ละลายน้ำ ตรง C=C จะเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ (120°)

อ่านชื่อตาม IUPAC เหมือนแอลเคน แต่ C=C ต้องเป็นตำแหน่งเลขน้อยที่สุด โดยอ่านจำนวน C+ene เช่น

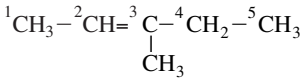
$C_2H_4 \Longrightarrow \overset{1}{C}H_2=\overset{2}{C}H_2$ 1−ethene นิยมอ่าน ethylene

$C_3H_6 \Longrightarrow \overset{1}{C}H_2=\overset{2}{C}H-\overset{3}{C}H_3$ 1−propene นิยมอ่าน propylene

การอ่านชื่อสารประกอบแอลคีนตามระบบ IUPAC

มีหลักการดังนี้

1. เลือกโซ่คาร์บอนที่ยาวที่สุด และให้มีพันธะคู่อยู่ด้วยเป็นโครงสร้างหลัก
2. ให้หมายเลขแสดงตำแหน่งของคาร์บอนในโซ่หลักโดยนับจากปลายที่ทำให้ตำแหน่งของพันธะคู่เป็นตัวเลขที่น้อยที่สุด
3. ใช้คำลงท้ายชื่อหลักด้วยอีน (−ene) เพื่อแสดงพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง หรืออะไดอีน (−adiene) สำหรับพันธะคู่ 2 ตำแหน่ง หรืออะไตรอีน (−atriene) เมื่อมีพันธะคู่ 3 ตำแหน่ง
4. บอกตำแหน่งของพันธะคู่ โดยใช้ตำแหน่งของคาร์บอนอะตอมแรกที่มีพันธะคู่
5. ระบุหมู่ที่เป็นสาขาอื่นเช่นเดียวกับการอ่านชื่อแอลเคน

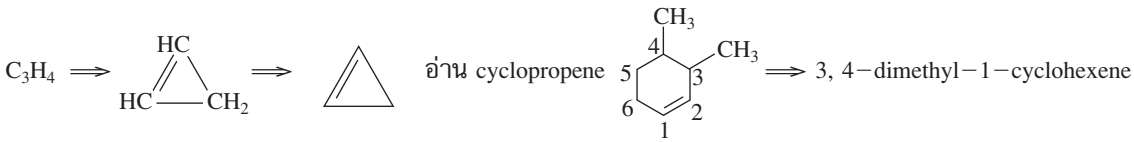


3−methyl−2−pentene

ไซโคลแอลคีน

ไซโคลแอลคีน (cycloalkene) มีสูตรทั่วไป คือ C_nH_{2n-2} ในโมเลกุลมี C=C 1 พันธะ และโมเลกุลมีลักษณะเป็นรูปเหลี่ยมต่างๆ

การอ่านชื่อ อ่านไซโคล+ชื่อจำนวน C+ene เช่น

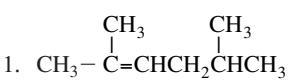
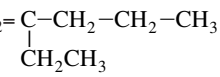


แบบฝึกหัดที่ 1.6

ตอนที่ 1 *จงเขียนสูตรโครงสร้างตามระบบ IUPAC*

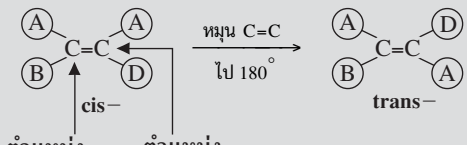
1. 2−methyl−3−hexene
2. 3−ethyl−3−methyl−1−pentene
3. 1−chlorocyclohexene

ตอนที่ 2 *จงอ่านชื่อสารตามระบบ IUPAC*

1. 
2. $(CH_3)_2CHCH=C(CH_3)_2$
3. 

ข้อควรทราบ

การเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต (geometry isomerism) หรือที่เรียกว่า **ซิส-ทรานส์ ไอโซเมอร์ (cis-trans isomer)** ลักษณะการเกิดไอโซเมอร์เรขาคณิต ให้ดูแบบนี้



ตำแหน่งคาร์บอนนี้จะติดอยู่กับที่ **ตำแหน่งคาร์บอนตัวนี้หมุนไป 180° ⟶ จะเปลี่ยน cis เป็น trans**

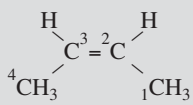
เมื่อปลายด้านหนึ่งของคาร์บอนอะตอมตรงพันธะคู่มีหมู่อะตอมที่ต่างกัน สามารถเกิด cis−trans isomer ได้

cis- หมายถึง อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดตัวอยู่ด้านเดียวกันในโครงสร้าง

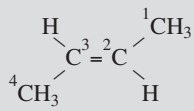
trans- หมายถึง อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกันในโครงสร้าง

(cis มีจุดเดือดสูงกว่า trans isomer จึงแยกออกจากกันโดยการกลั่น)

การอ่านชื่อแอลคีนที่มีไอโซเมอร์เป็นซิสและทรานส์ จะใช้คำว่า “cis−” หรือ “trans−” นำหน้าชื่อแอลคีนตามชื่อ IUPAC เช่น



cis−2−butene
จุดเดือด 37°C
ความหนาแน่น 0.62 g/cm^3



trans−2−butene
จุดเดือด 0.9°C
ความหนาแน่น 0.60 g/cm^3

แบบฝึกหัดที่ 1.7

ตอนที่ 1 *จากสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้ สารใดให้ซิสทรานส์ไอโซเมอร์*

1. $CH_3CH{=}CHCH_3$
2. $CH_3CH{=}CHCH_2CH_3$
3. $CH_2{=}CH(CH_2)_2CH_3$
4. $CH_3CH_2CH{=}CH_2$
5. $(CH_3)_2C{=}CH_2$
6. $CH_2{=}CHCH(CH_3)_2$

ตอนที่ 2 ***จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้***

1. trans−3, 4−dibromo−3−heptene
2. cis−1, 4−dichloro−2−methyl−2−butene

สมบัติของแอลคีน

มีดังนี้

1. เมื่อพิจารณาตรง C=C แอลคีนมีรูปร่างโมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ
2. มีได้ทั้งสามสถานะเหมือนแอลเคน
3. ไม่ละลายน้ำ ไม่ละลายใน NaOH และ H_2SO_4
4. มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามจำนวนคาร์บอนอะตอมที่เพิ่มขึ้น (เหมือนแอลเคน)
5. ถ้าจำนวนคาร์บอนเท่ากัน เปรียบเทียบจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนและแอลคีนพบว่า จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแอลเคนมากกว่าแอลคีน
6. แอลคีนจัดเป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว เนื่องจากมี C=C อยู่ในโมเลกุล

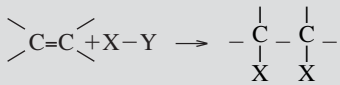
ปฏิกิริยาเคมีของแอลคีน

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้ของแอลคีนหรือปฏิกิริยาออกซิเดชัน แอลคีนเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้กับแก๊ส O_2 จะได้แก๊ส CO_2 ไอน้ำ และพลังงาน (แอลคีนติดไฟให้เปลวไฟสว่าง และมีควันเขม่า)

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \xrightarrow{\text{heat}} nCO_2 + nH_2O$$

$$C_5H_{10} + \frac{15}{2}O_2 \xrightarrow{\text{heat}} 5CO_2 + 5H_2O$$

2. ปฏิกิริยาการเติมหรือการรวมทั้งในที่มีดและสว่าง หมายความว่าตรง C=C จะถูกเปลี่ยนเป็น C−C



X−Y อาจเป็น H_2 หรือ Cl_2 หรือ Br_2 หรือ HCl หรือ HBr

● ถ้าแอลคีนทำปฏิกิริยากับ H_2 โดยมี Ni เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เรียกปฏิกิริยานี้ว่า **ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation reaction)** จัดเป็นปฏิกิริยาการเติม จะได้แอลเคน (หรืออาจเรียกว่า **ปฏิกิริยารีดักชัน**)

$$\text{แอลคีน} + H_2 \xrightarrow{Ni} \text{แอลเคน}$$

$$CH_3CH{=}CHCH_3 + H{-}H \xrightarrow{Ni} CH_3\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}}CH_3$$

2−butene butane

● ถ้าแอลคีนทำปฏิกิริยากับ Cl_2 หรือ Br_2 ใน CCl_4 จะเรียกปฏิกิริยานี้ว่า **ปฏิกิริยาแฮโลจิเนชัน (halogenation reaction)** จัดเป็นปฏิกิริยาการเติม จะได้สาร halogenated hydrocarbon (ฟอกจางสี Br_2)

แอลคีน + แฮโลเจน $\xrightarrow[\text{สว่าง}]{\text{มืดหรือ}}$ แอลคิลแฮไลด์

$$CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 + Br{-}Br \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}}$$

1−butene **1, 2−dibromobutane**

● ถ้าแอลคีนทำปฏิกิริยากับ HCl หรือ HBr หรือ HI จะได้สารประกอบแอลคิลแฮไลด์ หรือแฮโลแอลเคน (haloalkane)

$$CH_2{=}CH{-}CH_2 + H{-}Br \longrightarrow \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH_2}} - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}} - CH_3$$

หรือ $\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH_2}} - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - CH_3$

3. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) โดยทั่วๆ ไปแอลคีนถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าแอลเคน โดยตัวออกซิไดส์ที่นิยมใช้คือสารละลาย $KMnO_4$ จะได้สารไกลคอล (glycol) ซึ่งเป็นสารที่มี −OH ไปเกาะที่คาร์บอนอะตอมที่อยู่ติดกัน (ดูตรงพันธะคู่ C=C) สารละลายสีม่วงของ $KMnO_4$ ถูกฟอกจาง และได้ตะกอนดำ MnO_2 (manganese (IV) oxide)

$$3\diagdown C{=}C\diagup + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}{-} + 2MnO_2 + 2KOH$$

แอลคีน **สีม่วง** **สารไกลคอล** **ตะกอนสีดำ**

$$3CH_3{-}CH{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH_2}} + 2KOH + 2MNO_2$$

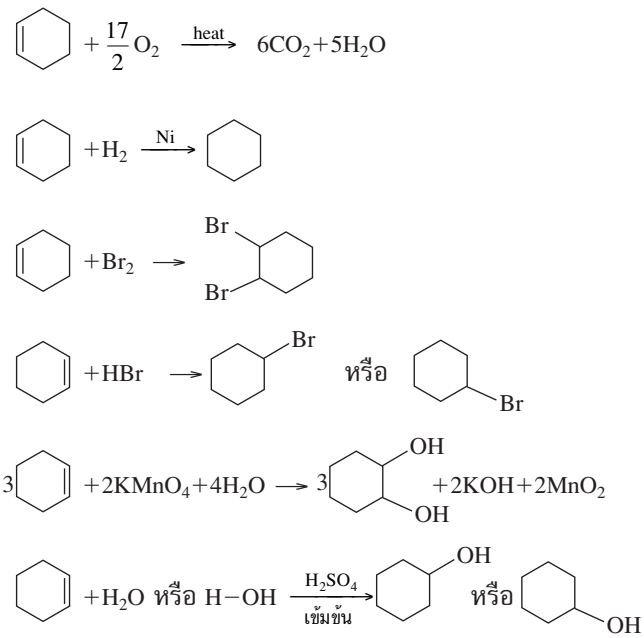
4. ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration reaction) เกิดจากแอลคีนทำปฏิกิริยากับน้ำมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้สารประกอบแอลกอฮอล์

แอลคีน + H_2O $\xrightarrow[\text{เข้มข้น}]{H_2SO_4}$ แอลกอฮอล์

$$CH_3CH{=}CHCH_3 + H{-}OH \xrightarrow{H_2SO_4} \overset{4}{CH_3} - \underset{\displaystyle H}{\overset{3}{\underset{|}{CH}}} - \underset{\displaystyle OH}{\overset{2}{\underset{|}{CH}}}\overset{1}{CH_3}$$

2−butene **2−butanol**

ปฏิกิริยาของไซโคลแอลคีนเหมือนแอลคีน ใช้ cyclohexene เป็นตัวอย่าง

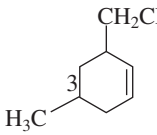


แบบฝึกหัดที่ 1.8

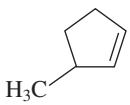
จงเติมปฏิกิริยาต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + Cl_2 \longrightarrow$ .....

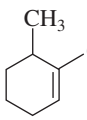
2. $CH_3CH_2C(CH_3){=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4}$ .....

3. 

$+ 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow$ .....

4. 

$+ O_2 \xrightarrow{\text{heat}}$ .....

5. 

$+ HBr \longrightarrow$ .....

แอลไคน์

แอลไคน์ (alkyne) มีสูตรทั่วไปคือ C_nH_{2n-2} แอลไคน์มี C≡C 1 พันธะในโมเลกุลซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งก็ได้ เฉพาะตรง C≡C จะมีโครงสร้างเป็นเส้นตรง

การอ่านชื่อแอลไคน์โซ่ตรง : อ่านชื่อจำนวน C +yne เช่น C_2H_2 อ่านว่า ethyne หรือ acetylene C_3H_4 อ่านว่า propyne

การอ่านชื่อสารประกอบแอลไคน์ตามระบบ IUPAC ใช้หลักการเดียวกันกับการอ่านชื่อแอลคีน เพียงแต่ใช้คำลงท้ายเป็น −yne เพื่อแสดงพันธะสาม เช่น

$$^{1}CH\equiv{}^{2}C-{}^{3}\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-{}^{4}CH_2-{}^{5}CH_3$$

3−methyl−1−pentyne

สมบัติของแอลไคน์

มีดังนี้

1. เมื่อพิจารณาตรง C≡C โมเลกุลแอลไคน์มีรูปร่างเป็นเส้นตรง
2. มีได้ทั้ง 3 สถานะเหมือนแอลเคน
3. ไม่ละลายน้ำ ไม่ละลายใน H_2SO_4 และ NaOH
4. จุดหลอมเหลวและจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามจำนวนคาร์บอนอะตอมที่เพิ่มขึ้น ถ้าจำนวนคาร์บอนเท่ากัน พิจารณาเฉพาะสูตรโครงสร้างโซ่ยาว จะได้ว่า

จุดเดือด จุดหลอมเหลว : แอลไคน์ > แอลเคน > แอลคีน

ปฏิกิริยาของแอลไคน์

ปฏิกิริยาของแอลไคน์เหมือนแอลคีน

$$C_nH_{2n-2}+\left(\frac{3n}{2}-\frac{1}{2}\right)O_2 \xrightarrow{heat} nCO_2+(n-1)H_2O$$

เช่น $C_8H_{14}+\frac{23}{2}O_2 \xrightarrow{heat} 8CO_2+7H_2O$

$$-C\equiv C-+2H_2 \xrightarrow{Ni} -\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-$$

เช่น $CH_3C\equiv CH+2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_2CH_3$

$$-C\equiv C-+2Br_2 \xrightarrow[\text{สว่าง}]{\text{มืดหรือ}} -\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-\underset{\underset{Br}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}-$$