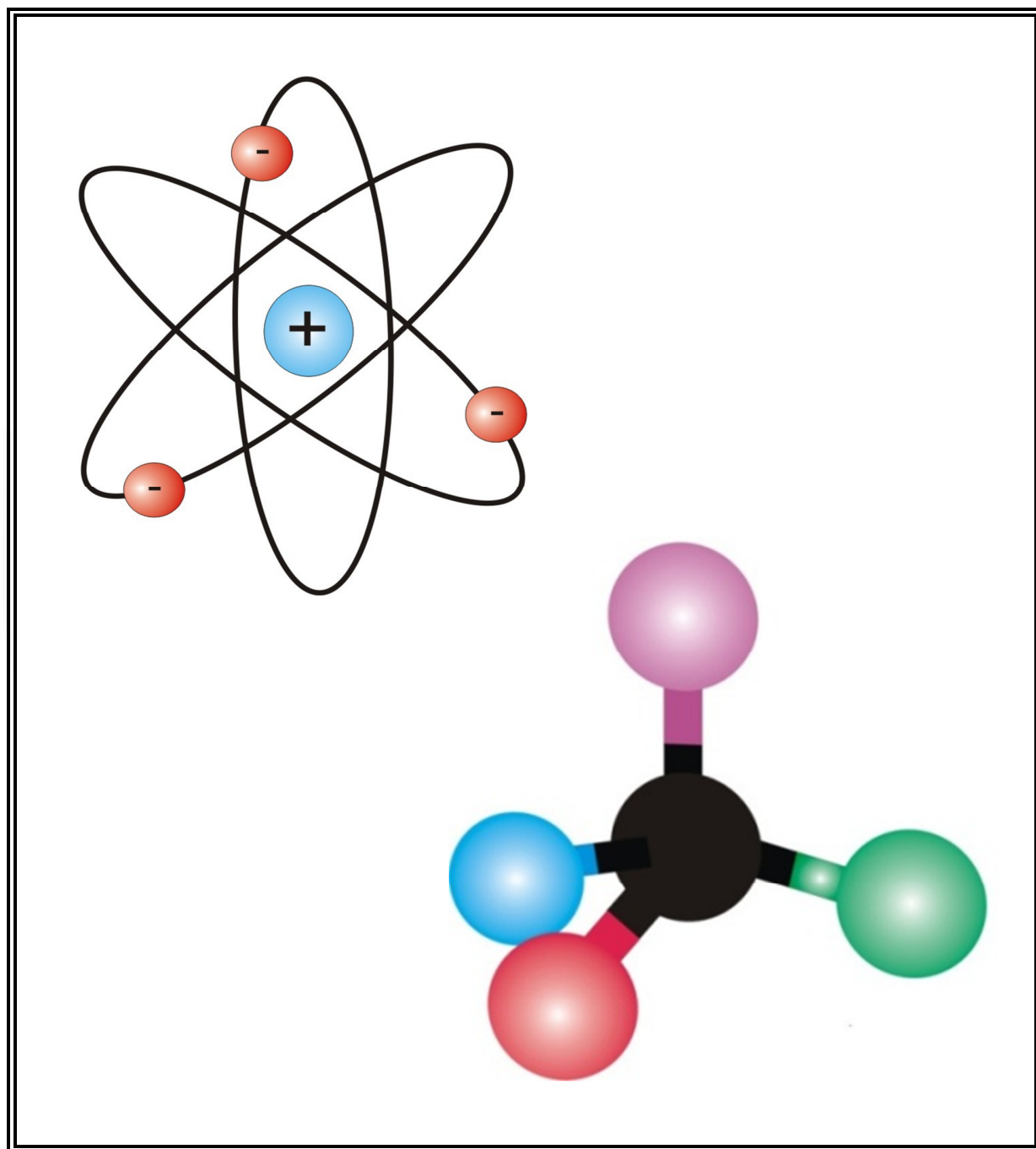


परमाणु संरचना, आबंधन,  
सामान्य कार्बनिक रसायन  
और ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बन



हाइड्रोकार्बन

4



इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय  
विज्ञान विद्यापीठ

**BCHCT-131**

**परमाणु संरचना, आबंधन,  
सामान्य कार्बनिक रसायन  
और ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बन**

खंड

**4**

**हाइड्रोकार्बन**

---

इकाई 15

ऐल्केन

5

इकाई 16

ऐल्कीन-I

28

इकाई 17

ऐल्कीन-II

47

इकाई 18

ऐल्काइन

66

इकाई 19

ऐरोमैटिकता

84

---

## कार्यक्रम अभिकल्प समिति

---

प्रो. एच. बी. सिंह (सेवा निवृत्त)  
रसायन विभाग,  
दिल्ली विश्वविद्यालय,  
दिल्ली

प्रो. ए. के. बख्शी,  
रसायन विभाग,  
दिल्ली विश्वविद्यालय,  
दिल्ली

प्रो. आमिर आजम,  
रसायन विभाग  
जामिया मिलिया इस्लामिया,  
नई दिल्ली

प्रो. तबरेज आलम  
रसायन विभाग,  
जामिया मिलिया इस्लामिया, नई दिल्ली

प्रो. जे. एम. खुराना  
रसायन विभाग,  
दिल्ली विश्वविद्यालय,  
दिल्ली

विज्ञान विद्यापीठ: इ.गा.रा.मु.वि.

प्रो. विजयश्री

प्रो. सुनीता मल्होत्रा

प्रो. जावेद ए. फारुकी

डॉ. ललिता एस. कुमार

---

## खंड निर्माण दल

---

प्रो. जावेद ए. फारुकी  
विज्ञान विद्यापीठ, इ.गा.रा.मु.वि.

प्रो. बी. एस. सारस्वत (सेवा निवृत्त) (संपादक)  
विज्ञान विद्यापीठ, इ.गा.रा.मु.वि.

---

**पाठ्यक्रम समन्वयकर्ता : प्रो. सुनीता मल्होत्रा और प्रो. जावेद ए. फारुकी**

---

## अनुवाद

---

प्रो. भारत इन्द्र फौजदार  
विज्ञान विद्यापीठ, इ.गा.रा.मु.वि.

---

## सामग्री निर्माण

---

श्री सुनील कुमार,  
सहायक कुल सचिव (मुद्रण)

---

**आभार:** टंकण कार्य हेतु श्री दीपक कुमार और सरबजीत सिंह सी.आर.सी. के लिए।  
कार्बनिक रसायन (CHE 05) पाठ्यक्रम की इकाईयों 6, 7, 8, और 9 कुछ सामग्री का उपयोग के लिए।

जुलाई, 2019

© इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019

ISBN: 978-93-88980-93-7

सर्वाधिकार सुरक्षित। इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की लिखित अनुमति के बिना इस पुस्तक के किसी भी अंश को मिमियोग्राफ अथवा किसी अन्य साधन द्वारा पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रमों के विषय में अधिक जानकारी विश्वविद्यालय के मैदान गढ़ी, नई दिल्ली स्थित कार्यालय और इग्नू वेब साइट [www.ignou.ac.in](http://www.ignou.ac.in) से प्राप्त की जा सकती है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की ओर से प्रो. एम. एस. नाथावत, निदेशक, विज्ञान विद्यापीठ द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित

मैसर्स : राज प्रिंटर्स ए-9, सैक्टर बी-2, ट्रॉनिका सिटी, लोनी, गाजियाबाद (यूपी.)

## खंड 4 : हाइड्रोकार्बन

इस पाठ्यक्रम के तीसरे खंड में आपने कार्बनिक यौगिकों के त्रिविम- रसायन और संरचना-अभिक्रियाशीलता के संबंधों का अध्ययन किया है। हमें लगभग 1 मिलियन कार्बनिक यौगिक ज्ञात हैं। सभी यौगिकों के बीच हाइड्रोकार्बन उनके रसायन विज्ञान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इस खंड में, आप हाइड्रोकार्बन यौगिकों के बारे में जानेंगे। ये यौगिक सभी कार्बनिक यौगिकों को ढांचा प्रदान कराते हैं।

हाइड्रोकार्बन शब्द का प्रयोग कार्बन और हाइड्रोकार्बन के कार्बनिक यौगिकों के लिए किया जाता है। संरचना के आधार पर हाइड्रोकार्बन को दो मुख्य वर्गों में विभाजित किया जा सकता है: एलिफैटिक और ऐरोमैटिक।

एलिफैटिक को पुनः चार वर्गों में विभाजित किया जा सकता है : ऐल्केन, ऐल्कीन, ऐल्काइन और उनके चक्रीय अनुरूप। ऐल्केन संतृप्त एलिफैटिक हाइड्रोकार्बन होते हैं। ऐल्कीन और ऐल्काइन असंतृप्त एलिफैटिक हाइड्रोकार्बन होते हैं।

इस खंड में पाँच इकाइयाँ हैं। इकाई 15, जो इस खंड को पहली इकाई है, इस में हम ऐल्केनों के रसायन की चर्चा करेंगे। ऐल्केन संतृप्त ऋजु – अथवा शाखित-शृंखला हाइड्रोकार्बन होते हैं। ऐल्केनों को ऐल्कीनों, ऐल्काइनों, ऐल्किल हैलाइडों अथवा कार्बोक्सिलिक अम्लों से बनाया जा सकता है। ये सामान्यतया अनभिक्रिय (unreactive) यौगिक होते हैं। ऐल्केन मुख्यतः प्रतिस्थापन अभिक्रियाएं करते हैं, वह भी उच्च ताप पर अथवा पराबैंगनी प्रकाश की उपस्थिति में। इसके अलावा आप पेट्रोलियम के बारे में भी पढ़ेंगे, यह ऐल्केनों की प्रमुख स्रोत है।।

इकाई 16 में आप ऐल्कीनों के विशेष लक्षणों के बारे में पढ़ेंगे। ऐल्कीन उन ऋजु-अथवा शाखित – शृंखल हाइड्रोकार्बनों को कहते हैं जिनमें एक अथवा अधिक कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध होते हैं। ऐल्कीनों को ऐल्किल हैलाइडों, ऐल्कोहॉलों और कीटोनों से बनाया जा सकता है। ऐल्कीनों की अभिलक्षणिक अभिक्रियाओं  $C=C$  आबंध पर संकलन (addition) होता है जिन्हें आप इकाई 17 में पढ़ेंगे।

इकाई 18 में आप एक और प्रकार के हाइड्रोकार्बनों के बारे में पढ़ेंगे जिन्हें ऐल्काइन कहते हैं और जिनमें कार्बन-कार्बन त्रि-आबंध होता है। ऐल्काइनों को अंतस्थ (terminal) ऐल्काइनों के ऐल्किलीकरण से अथवा डाइहाइलाइडों से  $HX$  के दोहरे विलोपन (elimination) से अथवा टेट्राहाइलाइडों के विहालोजनीकरण (dehalogenation) से बनाया जा सकता है। ऐल्काइन इलेक्ट्रॉनसन्ही अभिकर्मकों के साथ उसी प्रकार अभिक्रिया करते हैं जिस प्रकार ऐल्कीन करते हैं। इलेक्ट्रॉनसन्ही अभिक्रियाओं के अतिरिक्त ऐल्काइन ऑक्सीकरण और अपचयन अभिक्रियाएं भी करते हैं।

इकाई 19 में ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बनों की चर्चा की गई है। यहां मुख्यतः ऐरोमैटिक यौगिकों की नाम पद्धति, बेंजीन की संरचना, अनुनाद और ऐरोमैटिकता पर चर्चा की जाएगी।

## उद्देश्य

इस खंड के अध्ययन के बाद, आप:

- हाइड्रोकार्बनों का वर्गीकरण कर सकेंगे;
- हाइड्रोकार्बनों के भौतिक गुणधर्मों को सूचीबद्ध कर सकेंगे;

- हाइड्रोकार्बनों को बनानेगी विधियों की व्याख्या कर सकेंगे; और
- हाइड्रोकार्बनों के महत्वपूर्ण रासायनिक गुणधर्मों के बारे में चर्चा कर सकेंगे।



# इकाई 15

## ऐल्केन

### इकाई की रूपरेखा

|                                     |                              |
|-------------------------------------|------------------------------|
| 15.1 प्रस्तावना                     | असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों का  |
| उद्देश्य                            | हाइड्रोजनीकरण                |
| 15.2 पेट्रोलियम: ऐल्केनों का स्रोत  | ऐल्किल हैलाइडों का अपचयन     |
| पेट्रोलियम का संघटन                 | कार्बोक्सिलिक अम्ल का        |
| पेट्रोलियम                          | विकारोक्सिलकरण               |
| पेट्रोलियम का प्रभाजन               | साइक्लोऐल्केनों का विरचन     |
| ऑक्टेन संख्या                       | 15.5 ऐल्केनों की अभिक्रियाएं |
| सीटेन संख्या                        | हैलोजनीकरण                   |
| द्रवित पेट्रोलियम गैस (एलपीजी) और   | नाइट्रोकेशन                  |
| संघनित प्राकृतिक गैस (सी एन जी)     | समावयवीकरण                   |
| 15.3 भौतिक गुणधर्म                  | ऐरोमैटिकीकरण                 |
| 15.4 ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों का | ताप-अपघटन                    |
| विरचन                               | छोटे वलय वाले यौगिकों की     |
| वुर्ट्स अभिक्रिया                   | अभिक्रियाएं                  |
| कोल्बे विद्युत्-अपघटनी विधि         | 15.6 सारांश                  |
|                                     | 15.7 अंत में कुछ प्रश्न      |
|                                     | 15.8 उत्तर                   |

### 15.1 प्रस्तावना

ऐल्केन संतृप्त ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बन होते हैं। आप पिछली कक्षाओं में पढ़ चुके हैं कि संतृप्त ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बनों का सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n+2}$  होता है।  $sp^3$  संकरित कार्बन की चतुष्फलकीय ज्यामिति के कारण टेढ़े-मेढ़े (zigzag) पैटर्न के फलस्वरूप जो कार्बन परमाणु बहुत समीप होते हैं, उनसे उचित मध्यवर्ती चरणों के द्वारा दो हाइड्रोजन परमाणुओं के निकल जाने से वलय बन जाता है। ऐसे वलय-यौगिकों को चक्रीय ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बन कहते हैं। उन्हें ऐलिसाइक्लिक हाइड्रोकार्बन अथवा साइक्लोऐल्केन भी कहते हैं। इनका सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n}$  है।

ऐल्केनों को पैररफिन (paraffin) भी कहते हैं। पैररफिन नाम लैटिन शब्दों “paraum” और “affins” से बनता है जिसका अर्थ है “कम बंधूता”। यह नाम देने का कारण यह था कि ये हाइड्रोकार्बन लगभग अनभिक्रिय (unreactive) होते हैं। यह देखा गया कि साधारण अवस्थाओं में ऐल्केन, अम्लों, क्षारकों, आक्सीकारकों, अपचायकों आदि के प्रति अक्रिया (inert) होते हैं। किन्तु उपयुक्त अवस्थाओं में ऐल्केन हैलोजनीकरण, ताप-अपघटन, ऐरोमैटिकीकरण आदि विभिन्न अभिक्रियाएं करते हैं। इनमें से अधिकतर अभिक्रियाएं अत्यंत अभिक्रियाशील मुक्त मुलकों के बनने के कारण होती हैं।

इस इकाई में पहले पेट्रोलियम के संघटन की चर्चा की जाएगी क्योंकि वह ऐल्केनों की प्रमुख स्रोत है। उसके बाद ऐल्केनों को बनाने की विधियां तथा भौतिकी गुणधर्मों पर विचार किया जाएगा। अंत में आप ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों की रासायनिक अभिक्रियाओं का अध्ययन करेंगे।

## उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद, आप:

- ❖ पेट्रोलियम के संघटन का वर्णन कर सकेंगे;
- ❖ ऑक्टेन संख्या और सीटेन संख्या की परिभाषा प्रस्तुत कर सकेंगे;
- ❖ ऐल्केनों के भौतिक गुणधर्मों की चर्चा कर सकेंगे;
- ❖ ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों के विरचन की विधियों को सुचीबद्ध कर सकेंगे; और
- ❖ ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों की महत्वपूर्ण रासायनिक अभिक्रियाओं के बारे में चर्चा कर सकेंगे।

## 15.2 पेट्रोलियम : ऐल्केनों का स्रोत

पेट्रोलियम एक तैलीय, गाढ़ा, ज्वलनशील और साधारणतः गहरे रंग का द्रव है। पेट्रोलियम ऐल्केनों का एक मिश्रण है और पृथ्वी के अनेक प्राकृतिक निक्षेपों (deposits) में पर्याप्त मात्रा में पाया जाता है। भारत में पेट्रोलियम उद्योग में केवल स्वतंत्रता के बाद प्रगति हुई है। पिछले 30 वर्षों में पेट्रोलियम और परिष्करण कई गुना अधिक बढ़ा है साथही खपत भी कई गुनी बढ़ी है। परंतु उत्पादन के बढ़ने के बावजूद हमारी केवल 16.7 प्रतिशत आवश्यकताओं की पूर्ति होती है।

पेट्रोलियम को गैसोलीन, नैफ्था, किरासीन आदि अनेक प्रभाजों में प्रथक किया जा सकता है। आगामी उपभाग में आप पेट्रोलियम के संघटन का अध्यय करेंगे।

### 15.2.1 पेट्रोलियम का संघटन

संयुक्त राज्य अमरीका विश्व का सबसे बड़ा तेल-उत्पाद देश है। अन्य प्रमुख तेल उत्पादित देश हैं: वेनेजुएला, ईरान, खाड़ी के देश, रोमानिया, न्यामार, पाकिस्तान और भारत।

द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG), प्रोपेन और ब्यूटेन का मिश्रण होता है।

पेट्रोलियम का संघटन, उसके प्राप्ति-स्थान के अनुसार भिन्न-भिन्न होता है किन्तु सभी प्रतिदर्शों (samples) में ऐल्केनों का मिश्रण होता है जिनमें एक कार्बन वाले मेथेन से लेकर 40 कार्बन परमाणु लंबी श्रृंखला के हाइड्रोकार्बन होते हैं। उसमें साइक्लोहेक्सेन, नैफ्थलीन और दूसरे ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन भी अल्प मात्रा में विद्यमान रहते हैं। उनमें हाइड्रोकार्बनों के अलावा, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन और गंधक युक्त यौगिक और धात्विक

घटक भी पाए जाते हैं कभी-कभी तो पेट्रोलियम के किसी प्रतिदर्श में उपस्थित यौगिकों की संख्या 500 तक पाई गई है।

पेट्रोलियम के साथ प्राकृतिक गैस भी पाई जाती है जिसके मुख्य घटक मेथेन (80%) और एथेन (10%) हैं। शेष 10% उच्चतर हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण होता है। हाइड्रोकार्बनों के अलावा प्राकृतिक गैस में कार्बन डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन भी होती है।

जमीन से प्राप्त पेट्रोलियम का सीधे उपयोग नहीं हो सकता है क्योंकि वह अनेक यौगिकों का मिश्रण होता है। अपरिष्कृत पेट्रोलियम को उपयोगी घटकों में पृथक करने को **परिष्करण** (refining) कहते हैं। परिष्करण का पहला चरण प्रभाजी आसवन (fractional distillation) होता है।

### 15.2.2 पेट्रोलियम का प्रभाजन

सारणी 15.1 में महत्वपूर्ण पेट्रोलियम प्रभाज, उनके क्वथन-परास और मुख्य उपयोग दिए गए हैं।

सारणी 15.1 : पेट्रोलियम का प्रभाजन

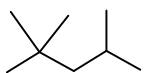
| नाम                          | क्वथन परास/K | लगभग संघटन                       | उपयोग                               |
|------------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| प्राकृतिक गैस                | -----        | C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>   | परिष्करणशाला और घरेलू ईंधन          |
| हल्का पेट्रोल                | 293-373      | C <sub>5</sub> -C <sub>7</sub>   | विलायक                              |
| बेन्जीन                      | 343-363      | C <sub>6</sub> -C <sub>7</sub>   | निर्जल धुलाई (ड्राइक्लीनिंग) विलायक |
| लिग्रोइन                     | 353-393      | C <sub>6</sub> -C <sub>8</sub>   | विलायक                              |
| पेट्रोल (गैसोलीन)            | 343-473      | C <sub>6</sub> -C <sub>11</sub>  | मोटर ईंधन                           |
| किरोसीन (पैराफिन तेल)        | 473-573      | C <sub>12</sub> -C <sub>16</sub> | प्रकाश के लिए                       |
| गैस तेल (भारी तेल)           | 573 से ऊपर   | C <sub>13</sub> -C <sub>18</sub> | ईंधन तेल                            |
| स्नेहक तेल (खनिज तेल)        | 573 से ऊपर   | C <sub>16</sub> -C <sub>20</sub> | स्नेहक                              |
| ग्रीज, वैसलीन, पेट्रोलियम    | 573 से ऊपर   | C <sub>18</sub> -C <sub>22</sub> | औषधियों के निर्माण में              |
| पैराफिन मोम (कठोर मोम)       | 573 से ऊपर   | C <sub>20</sub> -C <sub>30</sub> | मोमबत्ती, मोमी कागज आदि             |
| अवशिष्ट (ऐस्फाल्टिक बिटूमेन) | 573 से ऊपर   | C <sub>30</sub> -C <sub>40</sub> | ऐस्फाल्ट टार, पेट्रोलियम कोक        |

पेट्रोलियम परिष्करण के पहले चरण में उसे प्रभाजी आसवन द्वारा भिन्न-भिन्न क्योंकि क्वथनांक परासों के प्रभाजों (fractions) में पृथक किया जाता है। अपरिष्कृत पेट्रोलियम को 650 K पर एक भट्टी में गरम किया जाता है और गरम द्रव को स्फुर कक्ष (flash chamber) से प्रवाहित किया जाता है जिसमें क्वथनांक वाले प्रभाजों को दाब कम

करके वाष्पित किया जाता है। उसके बाद वाष्पों को एक लंबे बुद्बुद् स्तंभ (bubble-tower) में प्रविष्ट किया जाता है। इस स्तंभ में क्षैतिजतः जंगरोधी इस्पात (stainless steel) के ट्रे (tray) लगे रहते हैं। प्रत्येक ट्रे में चिमनियां लगी रहती हैं जो ढीली टोपियों से ढकी रहती हैं जिन्हें बेल कैप (bell cap) कहते हैं। जैसे-जैसे वाष्प ऊपर उठते हैं, धीरे-धीरे ठंडे होते जाते हैं, इसलिए भिन्न-भिन्न प्रभाज भिन्न-भिन्न ऊंचाईयों पर संघनित होते हैं। उच्च क्वथनांकी प्रभाज स्तंभ को निचले भाग में संघनित होते हैं। इस प्रकार, अपरिष्कृत पेट्रोलियम वाष्प अनेक प्रभाजों में पृथक् हो जाते हैं जिनमें से प्रत्येक निश्चित ताप-परास पर संघनित होता है। प्रत्येक प्रभाज विभिन्न हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण होता है। इसलिए उसका उपयोग करने से पहले शोधन करना होता है।

### 15.2.3 ऑक्टेन संख्या (Octane Number)

स्वचालित वाहनों में सर्वाधिक ईंधन गैसोलीन है। सभी ईंधन समान रूप से अच्छे नहीं होते हैं। आइए, देखें कि अच्छे और खराब ईंधनों में भेद कैसे किया जाता है। इसके लिए उनकी ऑक्टेन संख्या की तुलना की जाती है। ऑक्टेन संख्या, गैसोलीन की गुणता की माप होती है। ऑक्टेन संख्या जितनी अधिक होगी, ईंधन उतना ही अच्छा होगा।



2,2,4-ट्राइमेथिलपेन्टेन  
(आइसो-ऑक्टेन)

2,2,4-ट्राइमेथिलपेन्टेन (आइसो-ऑक्टेन) उत्तम ईंधन है और उसे 100 ऑक्टेन संख्या दी गई है जबकि हेप्टेन एक अच्छा ईंधन नहीं है उसे शून्य ऑक्टेन संख्या दी गई है। इन दो यौगिकों के मिश्रणों का उपयोग ऑक्टेन संख्या को शून्य और 100 के बीच निर्धारित करने के लिए किया जाता है। ऑक्टेन संख्या 2,2,4-ट्राइमेथिलपेन्टेन और हेप्टेन के उस मिश्रण में उपस्थित 2,2,4-ट्राइमेथिलपेन्टेन की प्रतिशत मात्रा को कहते हैं जिसके ज्वलन (ignition) गुणधर्म वही होते हैं जो जो परीक्ष्य ईंधन के। उदाहरण के लिए, यदि किसी ईंधन के ज्वलन गुणधर्म वैसे ही हों जैसे 2,2,4-ट्राइमेथिलपेन्टेन और हेप्टेन के 1:1 मिश्रण के, तो उसकी 50 ऑक्टेन संख्या होती है। व्यापारिक गैसोलीन की प्रीमियर, रेगुलर और तृतीय कोटि वाली किस्मों की ऑक्टेन संख्या क्रमशः 81, 74 और 65 होती है। आधुनिक स्वचालित वाहनों में प्रयुक्त उत्तम कोटि के मोटर ईंधनों की ऑक्टेन संख्या 87-95 परास में होती है।

यह देखा गया है कि,

- हाइड्रोकार्बन शृंखला के शाखन से ऑक्टेन संख्या से वृद्धि हो जाती है।
- शृंखला लंबाई में वृद्धि से ऑक्टेन संख्या घट जाती है।
- संतृप्त हाइड्रोकार्बनों की अपेक्षा असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों की ऑक्टेन संख्या अधिक होती है।
- संगत अचक्रीय ऐल्केनों की अपेक्षा साइक्लोऐल्केनों की ऑक्टेन संख्या उच्च होती है।

### 15.2.4 सीटेन संख्या (Cetane Number)

डीज़ल इंजन की कार्यप्रणाली, गैसोलीन इंजन की कार्यप्रणाली से भिन्न होती है। डीज़ल इंजनों में उच्च ऑक्टेन संख्या की अपेक्षा निम्न ऑक्टेन संख्या वाले ईंधन बहुत अधिक

उपयोगी होते हैं। दूसरे शब्दों में, इनके लिए शाखित-शृंखला हाइड्रोकार्बनों की अपेक्षा ऋजु-शृंखला हाइड्रोकार्बन उत्तम ईंधन होते हैं। डीज़ल ईंधन की कोटि सीटेन संख्या के रूप में व्यक्त की जाती है।

हैक्साडेकेन (सीटेन,  $C_{16}H_{34}$ ) डीज़ल इंजन के लिए उत्तम ईंधन माना जाता है जिसकी सीटेन संख्या 100 मानी गई है। 1-मेथिलनैफथलीन एक घटिया ईंधन है। उसे शून्य सीटेन संख्या दी गई है। हैक्साडेकेन और 1-मेथिलनैफथलीन के उस मिश्रण में हैक्साडेकेन के प्रतिशत को सीटेन संख्या कहते हैं जिसके ज्वलन गुणधर्म वही होते हैं। जो परीक्ष्य ईंधन के। आधुनिक डीज़ल इंजन के लिए आवश्यक उत्तम कोटि के डीज़ल ईंधन की सीटेन संख्या 45 से अधिक होती है।

### 15.2.5 द्रवित पेट्रोलियम गैस (एल.पी.जी.) और संघनित प्राकृतिक गैस (सी.एन.जी.)

1912 में एक अमेरिकन वैज्ञानिक ने एल.पी.जी. की खोज की थी उसने पाया इन गैसों को द्रव में बदला जा सकता है और सिलिन्डर में इन्हें संचय कर सकते हैं। एल.पी.जी. के मुख्य घटक प्रोपेन और ब्यूटेन हैं। इने अलावा कुछ मात्र में दूसरे हाइड्रोकार्बन भी हो सकते हैं। सामान्य ताप और दाब पर एल.पी.जी. एक गैस है। इसे कम ताप और अधिक दाब पर द्रवित किया जा सकता है। द्रवित अवस्था में इसे सिलिन्डर में संचय किया जाता है। उपयोग से पहले दाब सिलिन्डर का दाब रिलीज कर दिया जाता है जिससे द्रवित गैस वाष्प में बदल जाती है।

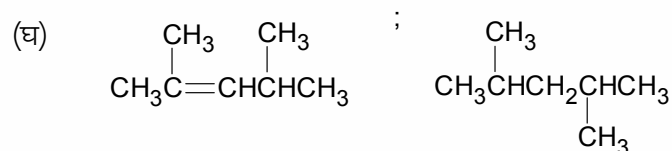
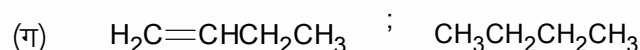
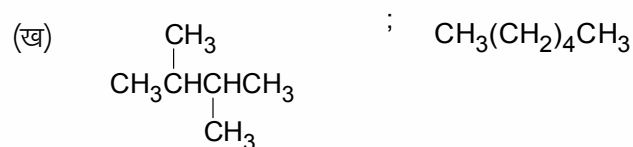
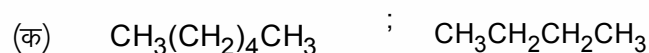
द्रवित पेट्रोलियम गैस (एल.पी.जी.) में प्रोपेन और ब्यूटेन का मिश्रण होता है।

प्रोपेन और ब्यूटेन गंधहीन गैसे होती हैं अतः इनके रिसव के जानकारी के लिए मर्काप्टान (mercaptan) मिला देते हैं जिसकी बदबूदार गंध होती है। संघनित प्राकृतिक गैस (सी.एन.जी.) वाहन उद्योगों में पेट्रोल का एक उत्तम विकल्प है।

सी.एन.जी. का मुख्य घटक मेथेन है। सीएनजी के अलावा द्रवित प्राकृतिक गैस (एल.पी.जी.) भी मोटर वाहन के लिए एक अच्छा विकल्प है।

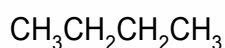
### बोध प्रश्न 1

बताइए कि निम्नलिखित युग्मों में किस यौगिक की ऑक्टेन संख्या अधिक होगी?

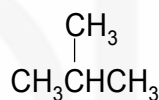


## 15.3 भौतिक गुणधर्म

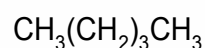
एल्केन अणु के सहसंयोजी आबंध या तो कार्बन-कार्बन आबंध होते हैं अथवा कार्बन और हाइड्रोजन के परस्पर आबंध होते हैं जिनकी विद्युत् ऋणात्मकता में बहुत कम अंतर होता है। इसलिए एल्केन अणु अध्रुवी अथवा बहुत कम ध्रुवीय होते हैं। उनके भौतिक स्थिरांकों जैसे क्वथनांक, घनत्व आदि में, कार्बन परमाणुओं की संख्या में वृद्धि के साथ, वृद्धि होती है। पहले कुछ सदस्यों को छोड़कर शेष में श्रृंखला में प्रत्येक  $\text{CH}_2$  इकाई की वृद्धि से क्वथनांक में 20 से 30 डिग्री की वृद्धि होती है। सहसंयोजी पदार्थ का क्वथनांक अंतराअणुक बलों पर निर्भर करता है। इलेक्ट्रॉनों की संख्या, द्विध्रुवी आघूर्ण के मान और पृष्ठ क्षेत्रफल में वृद्धि अंतराअणुक बलों में वृद्धि होती है। अंतराअणुक बल जितने प्रबल होंगे, क्वथनांक उतना ही अधिक होगा। किसी श्रेणी में कार्बन परमाणुओं की संख्या में वृद्धि से अणु का पृष्ठ क्षेत्रफल बढ़ जाता जिससे अंतराअणुक बल और क्वथनांक भी बढ़ जाते हैं। श्रृंखला के शासन के पृष्ठ क्षेत्रफल कम हो जाता है, इसलिए क्वथनांक घट जाता है।



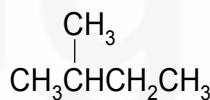
ब्यूटेन  
क्वथनांक : 273 K



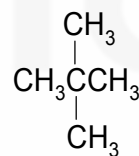
2-मेथिलप्रोपेन  
क्वथनांक : 261K



पेन्टेन  
309 K



2-मेथिलब्यूटेन  
245 K



2,2-डाइमेथिलप्रोपेन  
276.5 K

कार्बन परमाणुओं की विषम संख्या वाली कार्बन-श्रृंखला में अंतस्थ कार्बन परमाणु एक ओर स्थित रहते हैं।

क्वथनांकों के विपरीत एल्केनों के गलनांकों में नियमित वृद्धि नहीं होती है यह पाया गया है कि कार्बन परमाणुओं की सम संख्या वाले अणुओं वाले पदार्थ की अपेक्षा विषम संख्या वाले परमाणुओं वाले पदार्थ का गलनांक कम होता है। इसकी संभावित व्याख्या इस प्रकार है। एल्केनों में कार्बन परमाणु  $sp^3$  संकरित अवस्था में रहते हैं जिनमें आबंध कोण  $109.5^\circ$  होता है। कार्बन परमाणुओं की विषम संख्या वाली कार्बन श्रृंखला में अंतस्थ कार्बन परमाणु एक ओर स्थित रहते हैं जबकि कार्बन परमाणुओं की सम संख्या वाली कार्बन श्रृंखला में अंतस्थ कार्बन परमाणु विपरीत ओर स्थित रहते हैं। इसका अर्थ हुआ कि ठोस अवस्था में अणुओं के बीच संकुलन-दक्षता (packing efficiency) और अन्योन्यक्रिया, कार्बन परमाणुओं की सम संख्या वाले एल्केनों की अपेक्षा विषम संख्या वाले एल्केनों में कम होती है। यह कार्बन परमाणुओं की विषम संख्या वाले एल्केनों के कम गलनांकों से प्रदर्शित होता है। एल्केनों का अधिकतम घनत्व लगभग  $0.8 \text{ kg dm}^{-3}$  होता है। इस प्रकार सभी एल्केन जल से हल्के होते हैं। एल्केन, अध्रुवी विलायकों में विलेय किन्तु ध्रुवीय विलायकों में अविलेय होते हैं।

कार्बन परमाणुओं की सम संख्या वाली कार्बन-श्रृंखला में अंतस्थ कार्बन परमाणु विपरीत ओर स्थित रहते हैं।

सारणी 15.2 कुछ एल्केनों के भौतिक गुणधर्म दिए गए हैं।

## सारणी 15.2 : कुछ ऐल्केनों के भौतिक गुणधर्म

| कार्बनों की संख्या | ऐल्केन      | गलनांक (K) | क्वथनांक (K) | घनत्व (g/mL) |
|--------------------|-------------|------------|--------------|--------------|
| 1                  | मेथेन       | 90.5       | 109.0        | 0.5547       |
| 2                  | एथेन        | 89.7       | 184.4        | 0.509        |
| 3                  | प्रोपेन     | 83.3       | 230.9        | 0.5005       |
| 4                  | ब्यूटेन     | 134.7      | 272.5        | 0.5788       |
| 5                  | पेन्टेन     | 143.3      | 309.1        | 0.6262       |
| 6                  | हैक्सेन     | 178.0      | 341.9        | 0.6603       |
| 7                  | हेप्टेन     | 182.4      | 371.4        | 0.6837       |
| 8                  | ऑक्टेन      | 216.2      | 398.7        | 0.7025       |
| 9                  | नेनेन       | 222.0      | 423.8        | 0.7176       |
| 10                 | डेकेन       | 243.3      | 447.1        | 0.7300       |
| 4                  | आइसोब्यूटेन | 113.6      | 261.3        | 0.579        |
| 5                  | आइसोपेन्टेन | 113.4      | 300.8        | 0.6201       |
| 5                  | नियोपेन्टेन | 256.5      | 282.5        | 0.6135       |
| 8                  | आइसोऑक्टेन  | 156.6      | 372.3        | 0.6919       |

## बोध प्रश्न 2

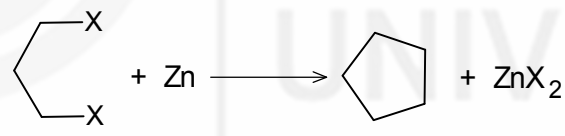
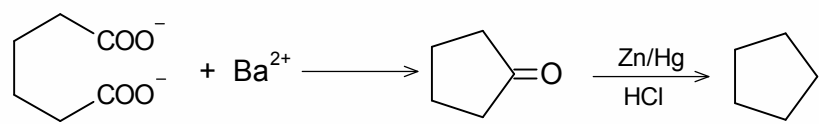
रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए:

- (क) ऐल्केन अणु बहुत कम ध्रुवीय अथवा अध्रुवीय होते हैं क्योंकि कार्बन और हाइड्रोजन परमाणुओं की.....के बीच बहुत कम अंतर होता है।
- (ख) कार्बन श्रृंखला की लंबाई में वृद्धि के साथ ऐल्केनों का क्वथनांक.....है।
- (ग) कार्बन श्रृंखला के शाखन से क्वथनांक.....है।
- (घ) ऐल्केन.....विलायकों में विलेय होते हैं।

## 15.4 ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों का विरचन

ऐल्केन सामान्यता: पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस आदि प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त किए जाते हैं। किन्तु शुद्ध ऐल्केन प्राप्त करने के लिए सांश्लेषिक विधियाँ अधिक मुख्य रूप से उपयुक्त रहती हैं। ऐल्केनों को क) ऐल्कीनों अथवा ऐल्काइनों, ख) ऐल्किल हैलाइडों और ग) कार्बोक्सिलिक अम्लों से बनाया जा सकता है। ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों को बनाने की विधियों का आपने पहले भी अध्ययन किया होगा। यहाँ केवल प्रमुख विधियों के दोहराया जाएगा। ऐल्केनों और साइक्लोऐल्केनों की बनाने की सामान्य विधियों को संक्षेप में सारणी 15.1 में दिया गया है।

## सारणी 15.3 : एल्केनों और साइक्लोएल्केनों के विरचन की विधियाँ

| एल्केन        |                                                                                                                                                                       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| i)            | <p>वुर्ट्स अभिक्रिया</p> $2RX + 2Na \longrightarrow RR + 2NaX$                                                                                                        |
| ii)           | <p>कोल्बे विद्युत्-अपघटनी विधि</p> $R'COOK + RCOOK \longrightarrow \underbrace{R'R}_{\text{ऐनोड पर}} + 2CO_2 + \underbrace{H_2 + 2KOH}_{\text{कैथोड पर}}$             |
| iii)          | <p>असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों के हाइड्रोजनीकरण से</p> $RCH=CHR + H_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} RCH_2CH_2R$                                                         |
| iv)           | <p>ऐल्किल हैलाइडों के अपचयन से</p> $RX \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{\text{अपचायक}} RH$ $RX + Mg \xrightarrow{\text{ईथर}} RMgX \xrightarrow[H_2O]{H^+} RH + Mg(OH)X$ |
| v)            | <p>कार्बोक्सिलिक अम्लों का विकार्वोक्सिलकरण</p> $RCOONa + NaOH \longrightarrow RH + Na_2CO_3$                                                                         |
| साइक्लोएल्केन |                                                                                                                                                                       |
| i)            |  <p>1, 5-डाइब्रोमोपेन्टेन                      साइक्लोपेन्टेन</p>                 |
| ii)           |                                                                                   |

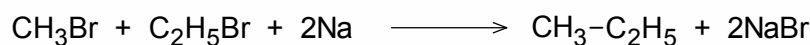
आइए इन विधियों का संक्षेप में अध्ययन करें :

### 15.4.1 वुर्ट्स अभिक्रिया

वुर्ट्स अभिक्रिया में शुष्क ईथर की उपस्थिति में ऐल्किल हैलाइड की सोडियम के साथ अभिक्रिया कराई जाती है। फलस्वरूप, ऐल्किल हैलाइड के दो अणुओं में से हैलोजनों के निकल जाने से दो ऐल्किल समूह जुड़ जाते हैं।

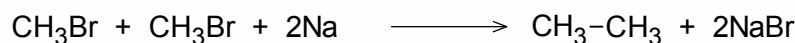


यह अभिक्रिया केवल तब उपयोगी होती है जब दो समान ऐल्किल हैलाइड अणुओं का उपयोग किया जाता है। जब दो भिन्न ऐल्किल हैलाइडों के मिश्रण का उपयोग किया जाता है तो तीन भिन्न ऐल्केनों का मिश्रण प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, यदि ब्रोमोमेथेन और ब्रोमोएथेन का मिश्रण लिया जाए तो तीन भिन्न उत्पाद प्राप्त होंगे, जिन्हें नीचे दिखाया गया है:



ब्रोमोमेथेन    ब्रोमोएथेन

*n*-प्रोपेन



ब्रोमोमेथेन    ब्रोमोमेथेन

एथेन



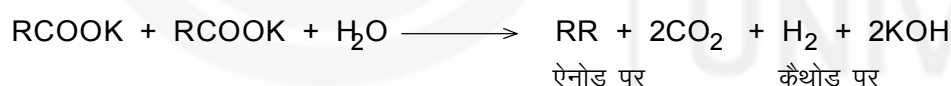
ब्रोमोएथेन    ब्रोमोएथेन

*n*-ब्यूटेन

ऐसे मिश्रण से अलग-अलग ऐल्केनों को पृथक करना बहुत कठिन है। इस प्रकार दो भिन्न ऐल्किल हैलाइडों के बीच वर्ट्स अभिक्रिया दृष्टि से उपयोगी नहीं होती है। जब केवल एक ऐल्किल हैलाइड का उपयोग किया जाता है तो संश्लेषित हाइड्रोकार्बन परमाणुओं की सम संख्या होती है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि वर्ट्स अभिक्रिया केवल उन ऐल्केनों को बनाने के लिए उपयुक्त है जिनमें कार्बन परमाणुओं की सम संख्या होती है। जैसा कि ऊपर दिखाया गया है वर्ट्स अभिक्रिया के साथ मुख्य कठिनाई यह है कि ऐसा ऐल्केन बनाना हो जिसमें कार्बन परमाणुओं की संख्या विषम हो तो अनेक पार्श्व उत्पाद (side products) प्राप्त होते हैं।

### 15.4.2 कोल्बे विद्युत्-अपघटनी विधि

जब कार्बोक्सिलिक अम्ल के सोडियम अथवा पोटेशियम लवण के सांद्र विलयन का विद्युत्-अपघटन किया जाता है तो ऐल्केन प्राप्त होता है। इस अभिक्रिया को कोल्बे विद्युत् विधि कहते हैं।

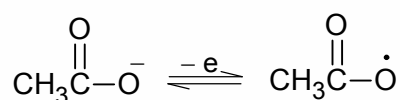
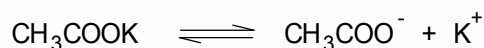


ऐनोड पर

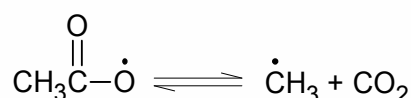
कैथोड पर

निम्नलिखित क्रियाविधि द्वारा इस विधि की व्याख्या की जा सकती है:

ऐनोड पर



ऐसीटॉक्सी मूलक

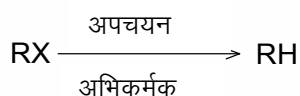


कैथोड पर

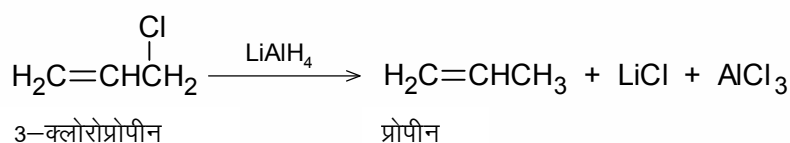


### 15.4.4 ऐल्किल हैलाइडों का अपचयन

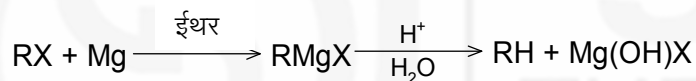
अनेक विधियों द्वारा ऐल्किल हैलाइडों के अपचयन द्वारा भी ऐल्केन बनाए जा सकते हैं। जस्ता और एथेनोइक अम्ल (ऐसीटिक अम्ल) तथा जस्ता-ताम्र जैसे अपचायकों के प्रयोग से ऐल्केन पर्याप्त मात्रा में प्राप्त होते हैं।



लीथियम ऐलुमिनियम हाइड्राइड,  $\text{LiAlH}_4$ , एक उत्तम अपचायक है। यद्यपि यह  $\text{CO}$ ,  $\text{C}\equiv\text{N}$  आदि अनेक असंतृप्त अभिलक्षणीय समूहों का अपचयन करता है किन्तु एकाकी (isolated) द्वि-आबंध अथवा त्रि-आबंध पर उसकी कोई अभिक्रिया नहीं होती है। विलायक के रूप में आमतौर पर शुष्क ईथर का प्रयोग किया जाता है। उदाहरण के लिए,



ग्रीनियार अभिकर्मकों,  $\text{RMgX}$  (ऐल्किलमैग्नीशियम हैलाइडों) को बनाने में ऐल्किल हैलाइडों का विस्तृत उपयोग किया जाता है। कार्बनिक संश्लेषण में यौगिकों के इस वर्ग का अत्यधिक महत्व है। ग्रीनियार अभिकर्मकों को बनाने के लिए शुष्क ईथर की उपस्थिति में मैग्नीशियम और ऐल्किल हैलाइड की परस्पर क्रिया की जाती है। ये जल अथवा तनु अम्ल के द्वारा ऐल्केनों में अपघटित

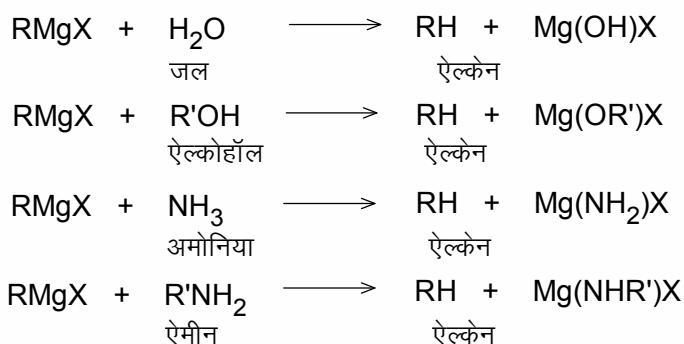


यहाँ  $\text{R}$  = ऐल्किल या ऐरिल समूह हैं

$\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$  या  $\text{I}$

ग्रीनियार अभिकर्मक अत्यंत क्रियाशील यौगिक हैं क्योंकि कार्बन-मैग्नीशियम आबंध अत्यंत ध्रुविय होता है जिससे कार्बन परमाणु नाभिकस्नेही ओर अत्यंत क्षारकीय हो जाता है। ग्रीनियार अभिकर्मकों का उपयोग अनेक प्रकार के कार्बनिक यौगिकों को बनाने में किया जाता है। जिनमें ऐल्केन भी सम्मिलित हैं।

जल, ऐल्कोहॉल, अमोनिया, एमीन आदि के साथ ग्रीनियार अभिकर्मकों की अभिक्रिया से ऐल्केन बनाए जाते हैं।



### बोध प्रश्न 3

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

- (क) लिथियम ऐलुमिनियम हाइड्राइड ..... द्वि-आबंध पर अभिक्रिया नहीं करता है।
- (ख) ग्रीनियार अभिकर्मक ..... से अभिक्रिया करके ऐल्केन देता है।
- (ग) साबात्ये-सेन्डेरेन्स अभिक्रिया से लगभग ..... % ऐल्केन प्राप्त होती हैं।

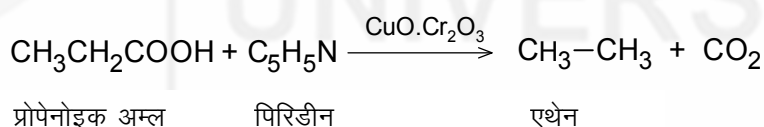
### 15.4.5 कार्बोक्सिलिक अम्ल का विकार्बोक्सिलकरण

ऐल्केनों को कार्बोक्सिलिक अम्लों से बनाया जा सकता है। इसमें कार्बोक्सिलिक अम्ल के सोडियम लवण और सोडालाइम (सोडा-चूना) के मिश्रण को गरम किया जाता है।



कार्बोक्सिलिक अम्ल से  $\text{CO}_2$  के विलोपन के इस प्रक्रम को विकार्बोक्सिलकरण कहते हैं। इस प्रकार ऐल्केनों में मूल अम्ल से कार्बन परमाणु कम होता है। ऐल्केन, RH का H, हाइड्रोजनीकरण परमाणु, सोडालाइम से प्राप्त होता है। यद्यपि एथेनोइक अम्ल से मेथेन पर्याप्त मात्रा में प्राप्त होती है, किन्तु अन्य अम्लों के केवल 10-20% संगत हाइड्रोकार्बन प्राप्त होते हैं।

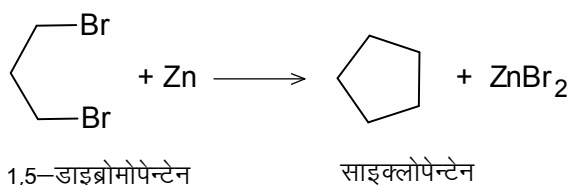
कभी-कभी अम्ल के लवण के विकार्बोक्सिलकरण की अपेक्षा स्वयं अम्ल का विकार्बोक्सिलकरण अधिक प्रभावशाली होता है। कार्बोक्सिलिक अम्ल का सीधा विकार्बोक्सिलकरण करने के लिए कॉपर क्रोमाइट ( $\text{CuO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ ) उत्प्रेरक की उपस्थिति में पिरिडीन आदि किसी कार्बनिक क्षारक के साथ गरम किया जाता है।



अब, साइक्लोऐल्केनों को बनाने की दो विधियों की चर्चा की जाएगी।

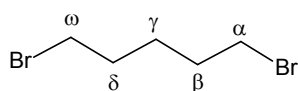
### 15.4.6 साइक्लोऐल्केनों का विरचन

- i) जब ऐल्केनों के 1, 5-डाइहैलोजन व्युत्पन्नों की सोडियम अथवा जस्ते के साथ अभिक्रिया की जाती है तो संगत साइक्लोऐल्केन प्राप्त होते हैं। जैसे की 1, 5 डाइब्रोमोपेन्टेन से साइक्लोपेन्टेन प्राप्त होती है :



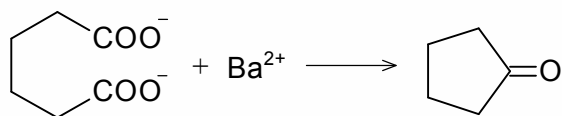
सोडालाइम, NaOH और CaO का मिश्रण होता है। इसका सक्रिय अवयव NaOH है। CaO, अभिक्रिया मिश्रण को संरक्षित रखने में सहायता करता है।

सामान्य नामों में अभिलक्षणीय समूह के सापेक्ष कार्बन ढाँचे में स्थिति को बताने के लिए बहुत पहले से ग्रीक अक्षरों का प्रयोग होता रहा है। उदाहरण के लिए,



1, 5-डाइब्रोमोपेन्टेन को व्यक्त करेंगे :  $\alpha, \omega$ -डाइब्रोमोपेन्टेन से।

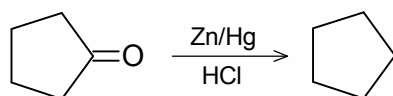
- ii) जब किसी हाइकार्बोक्सिलिक अम्ल के कैल्सियम अथवा बेरियम लवण का आसवन किया जाता है तो चक्रीय कीटोन प्राप्त होता है, उदाहरणार्थ, बेरियम हैक्सेनडइओएट से साइक्लोपेन्टेनोन प्राप्त होता है।



(डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल का लवण)

साइक्लोपेन्टेनोन

जिंक अमलगम और सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग का चक्रीय कीटोन को संगत साइक्लोऐल्केन में अपचित किया जा सकता है। इसे क्लीमेन्सन अपचयन भी कहते हैं।



साइक्लोपेन्टेनोन

साइक्लोपेन्टेन

## बोध प्रश्न 4

दिए गए पदार्थों से निम्नलिखित ऐल्केनों के संश्लेषण को प्रदर्शित करने वाले समीकरण लिखिए।

- (क) साइक्लोहैक्सीन से साइक्लोहैक्सेन  
 (ख) डोडेकेनाइक अम्ल,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$  के सोडियम लवण से अनडेकेन  
 (ग) 1,3-डाइब्रोमोप्रोपेन से साइक्लोप्रोपेन  
 (घ) 1-क्लोरोब्यूटेन से ब्यूटेन

## 15.5 ऐल्केनों की अभिक्रियाएं

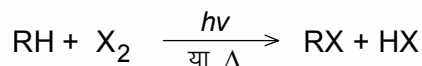
ऐल्केनों अधिकांश सामान्य अभिकर्मकों के प्रति अनभिक्रिय (unreactive) होते हैं। अभिक्रियाशील और अनभिक्रिय शब्दों की परिभाषा निश्चित करना कठिन है क्योंकि कोई यौगिक एक प्रकार की परिस्थितियों में अभिक्रियाशील और दूसरे प्रकार की परिस्थितियों में अनभिक्रिय हो सकता है। अभिक्रियाशीलता अथवा अनभिक्रियाशीलता की व्याख्या अणुओं में विद्यमान C-C और C-H आबंधों की प्रकृति के आधार पर की जा सकती है। कार्बन और हाइड्रोजन की विद्युत् ऋणात्मकताओं में विशेष अंतर नहीं होता है इसलिए C-H आबंध में आबंधित इलेक्ट्रॉन उनमें परस्पर बराबर सहभाजित रहते हैं। इस प्रकार ऐल्केनों के C-H आबंध लगभग अध्रुवी होते हैं और यही बात C-C आबंधों के लिए सही है। अतः ध्रुवीय और आयनी अभिकर्मकों को ऐल्केन अणु में अभिक्रिया करने के लिए कोई भी स्थान प्राप्त नहीं होता है। ऐल्केन मुख्यतः प्रतिस्थापन अभिक्रिया करते हैं जिसकी व्याख्या मुक्त मूलक श्रृंखला क्रियाविधि के आधार पर की जा सकती है। ये अभिक्रियाएं पराबैंगनी प्रकाश की उपस्थिति में अथवा उच्च ताप पर अथवा परऑक्साइड जैसे मुक्त मूलक प्रारंभकों की उपस्थिति में होती हैं। प्रतिस्थापन

जो रासायनिक अभिक्रियाएं प्रकाश की उपस्थिति में होती हैं वे प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाएं (photochemical reactions) कहलाती हैं।

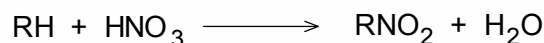
अभिक्रियाओं में ऐल्केनों के एक अथवा अधिक हाइड्रोजन परमाणु, हैलोजन अथवा अन्य समूहों द्वारा प्रतिस्थापित होते हैं। ऐल्केनों की कुछ महत्वपूर्ण अभिक्रियाएं सारणी 15.3 में दी गई हैं।

सारणी 15.3 : ऐल्केनों की अभिक्रियाएं

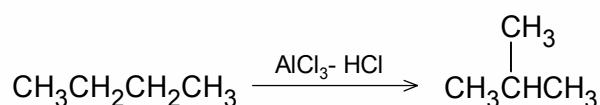
i) हैलीजनीकरण



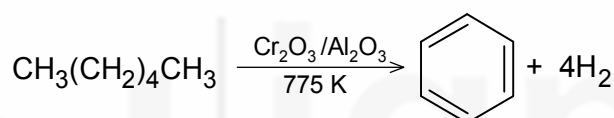
ii) नाइट्रोकरण



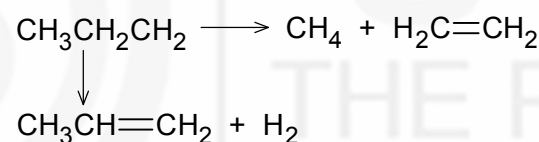
iii) समावयवीकरण



iv) ऐरोमैटिकीकरण



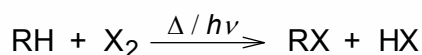
v) ताप-अपघटन



आइए, अब इन अभिक्रियाओं की विस्तार से चर्चा करें।

### 15.5.1 हैलोजनीकरण

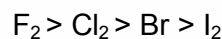
ऐल्केनों का हैलोजनीकरण एक अत्यंत महत्वपूर्ण अभिक्रिया है। ऐल्केन अणु के हाइड्रोजन परमाणुओं को हैलोजन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित करने को हैलोजनीकरण कहते हैं।



यह अभिक्रिया अंधेरे में नहीं होती है, किन्तु जब ऐल्केन और हैलोजन के मिश्रण को प्रकाश में रखा जाता है, अथवा उच्च ताप पर गरम किया जाता है तो प्रबल (vigorous) अभिक्रिया होती है। किन्तु अधिकांश स्थितियों में इस अभिक्रिया का सीमित सांश्लेषिक महत्व है क्योंकि इससे कई उत्पादों का मिश्रण प्राप्त होता है। हैलोजनीकरण में बहु-प्रतिस्थापन भी हो सकता है। उदाहरण के लिए, मेथेन के क्लोरोनीकरण से क्लोरोमेथेन, डाइक्लोरोमेथेन, ट्राइक्लोरोमेथेन और टेट्राक्लोरोमेथेन का मिश्रण प्राप्त होता है।



ऐल्केनों के हैलोजनीकरण में हैलोनो की अभिक्रियाशीलता का क्रम इस प्रकार होता है :



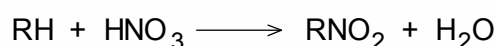
किन्तु फ्लुओरीकरण एक प्रचंड अभिक्रिया है और व्यवहारिक नहीं है और आयोडीन कोई अभिक्रिया नहीं करती है।

## बोध प्रश्न 5

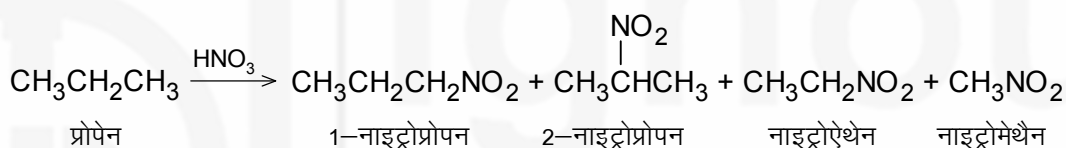
ऐल्केनों के हैलोजनीकरण की क्या सीमाएं हैं?

### 15.5.2 नाइट्रोकरण

ऐल्केनों और विशेष रूप से उच्च ऐल्केनों का 675-775 K ताप पर नाइट्रिक अम्ल के साथ नाइट्रोकरण किया जा सकता है। हैलोजनीकरण की भांति नाइट्रोकरण भी मुक्त मूलक अभिक्रिया है।

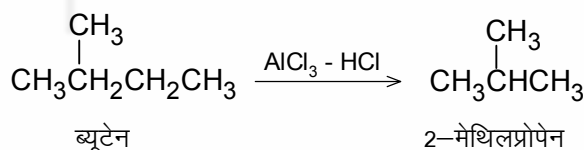


इस अभिक्रिया में प्राप्त उत्पाद प्रायः नाइट्रोऐल्केनों का मिश्रण होता है। इसमें वे नाइट्रोऐल्केन भी होते हैं। जिनकी कार्बन श्रृंखला जनक ऐल्केन की अपेक्षा छोटी होती है।

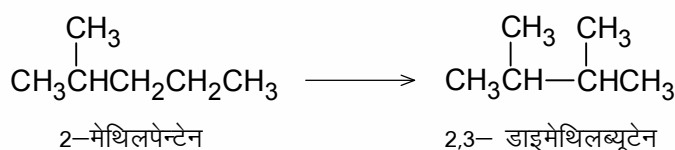


### 15.5.3 समावयवीकरण

एक यौगिक के दूसरे यौगिक में अथवा एक से अधिक यौगिकों में होने वाले आण्विक पुनर्विन्यास को समावयवीकरण कहते हैं। ऐलुमिनियम क्लोराइड और हाइड्रोजन की उपस्थिति में ऋजु-श्रृंखला ऐल्केन, शाखित-श्रृंखल समावयवों में परिवर्तित हो जाते हैं:



इसी प्रकार, अन्य कम शाखित ऐल्केन, अधिक शाखित ऐल्केनों में समावयवित हो जाते हैं।

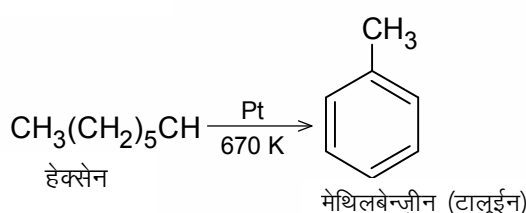
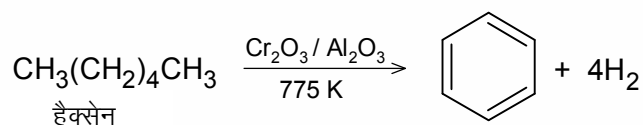


समावयवीकरण का उपयोग भंजन द्वारा उत्पन्न निम्न ऐल्केनों के शाखित श्रृंखला समावयवों को बढ़ाने के लिए किया जाता है। ये माना जाता है कि मोटर ईंधन के रूप में शाखित-श्रृंखला ऐल्केन अधिक उपयोगी होते हैं तथा इनसे गैसोलीन का ऑक्टेन संख्या सुधर जाती है।

ऑक्टेन संख्या गैसोलीन की गुणता की माप होती है। ऑक्टेन संख्या जितनी अधिक होगी, ईंधन उतना ही अच्छा होगा।

### 15.5.4 ऐरोमैटिकीकरण

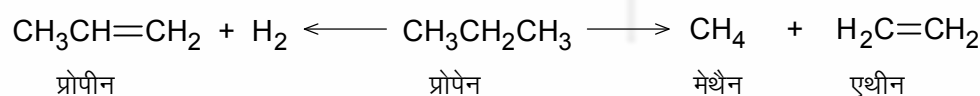
यह ऐलिफैटिक अथवा ऐलिसाइक्लिक यौगिकों को ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बनों में बदलने का प्रक्रम है। छः अथवा अधिक कार्बन परमाणु वाले ऐल्केनों को जब उत्प्रेरक की उपस्थिति में दाब पर तेज़ (strongly) गरम किया जाता है तो ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन प्राप्त होते हैं। इस प्रक्रम में चक्रीकरण, समावयमवीकरण और विहाइड्रोजनीकरण होता है। गैसोलीन के ऐरोमैटिकीकरण से उसकी ऑक्टेन संख्या में 40 से 95 तक वृद्धि होती है क्योंकि असंतृप्त हाइड्रोकार्बन अधिक उत्तम ईंधन होते हैं :



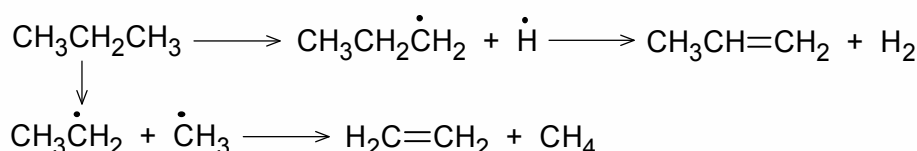
प्लैटिनम की उपस्थिति में उत्प्रेरकी ऐरोमैटिकीकरण को कभी-कभी प्लैट-भावन (platforming) अथवा हाइड्रोसंभवन (hydroforming) भी कहा जाता है। यह प्रक्रम उपयुक्त हाइड्रोकार्बनों के व्यापारिक उत्पादन की महत्वपूर्ण विधि है।

### 15.5.5 ताप-अपघटन

ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में किसी कार्बनिक पदार्थ को उच्च ताप तक गरम कर अपघटित करने का प्रक्रम ताप-अपघटन (pyrolysis) कहलाता है। पायरोलिसिस शब्द की उत्पत्ति यूनानी शब्दों पायरो (pyro, आग) और लाइसिस (lysis, विघटन) से हुई है। ऐल्केनों के ताप-अपघटन को, विशेष रूप से पेट्रोलियम के ताप-अपघटन को भंजन (cracking) कहते हैं। जब किसी ऐल्केन को 775–875 K तक गरम किया जाता है तो उसका छोटे अणुओं में अपघटन हो जाता है। उदाहरण के लिए, प्रोपेन के भंजन से प्राप्त होने वाले संभावित उत्पाद इस प्रकार हैं :



पेट्रोलियम के उच्च-क्वाथी प्रभाजों को भंजन द्वारा निम्न-क्वाथी गैसोलीन में परिवर्तित किया जाता है। प्रोपेन के C-H आबंधों के विखंडन के फलस्वरूप प्रोपीन और हाइड्रोजन प्राप्त होते हैं। उच्च ऐल्केनों में C-C आबंधों का विखंडन अधिक आसानी से होता है। क्रोमियम, वैनेडियम और मॉलिब्डेनम के ऑक्साइडों जैसे उत्प्रेरकों की उपस्थिति में C-H आबंध की विखंडन तीव्र गति से होता है। उत्प्रेरक की उपस्थिति में ताप-अपघटन द्वारा ऐल्कीनों का उत्पादन किया जाता है भंजन की क्रियाविधि अभी स्पष्ट नहीं है किन्तु यह माना जाता है कि यह मुक्त अभिक्रिया है जैसे कि नीचे स्पष्ट किया गया है :



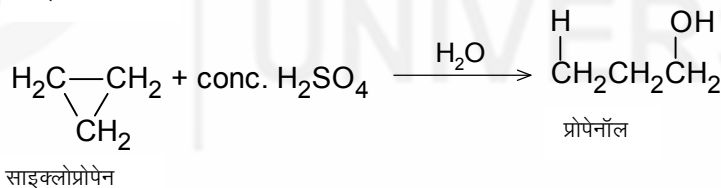
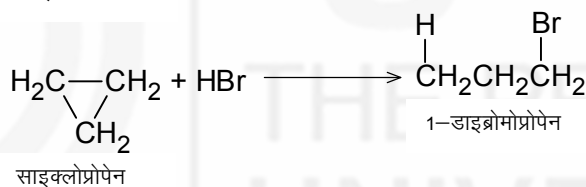
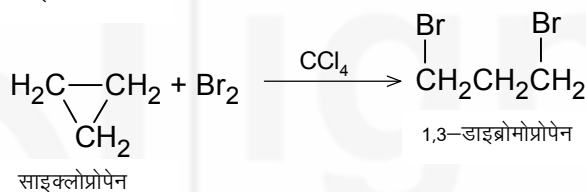
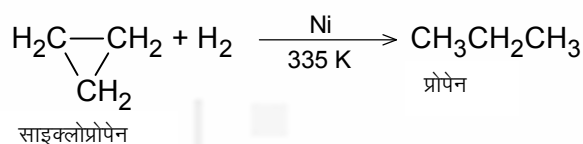
ऐल्कनों के भंजन से प्राप्त उत्पाद इन बातों पर निर्भर करते हैं (i) ऐल्केन की संरचना (ii) प्रयुक्त दाब (iii) उत्प्रेरक का होना अथवा न होना।

### 15.5.6 छोटे वलय वाले यौगिकों की अभिक्रियाएँ

साइक्लोप्रोपेन और साइक्लोब्यूटेन जैसे छोटे वलय वाले यौगिकों की अभिलक्षणिक अभिक्रियाओं का अध्ययन करें।

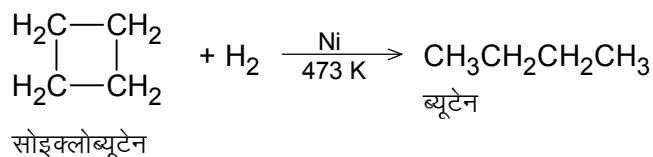
साइक्लोप्रोपेन में कार्बन परमाणुओं के  $sp^3$  कक्षकों का एक-दूसरे के साथ पूर्णतः अतिव्यापन नहीं हो सकता है क्योंकि साइक्लोप्रोपेन के कार्बन परमाणुओं के बीच के कोणों को ज्यामितीय रूप से  $60^\circ$  होना चाहिए। साइक्लोप्रोपेन वलय के सिग्मा आबंध चतुष्फलीय कोणों वाले  $sp^3$  आबंधों से कम स्थायी होते हैं।

साधारण रूप से साइक्लोऐल्केनों और ऐल्केनों की अभिलक्षणिक मुक्त मूलक अभिक्रियाओं के अतिरिक्त, साइक्लोप्रोपेन और कुछ हद तक साइक्लोब्यूटेन संकलन अभिक्रियाएँ भी करते हैं। पिछली कक्षाओं में अध्ययन से आपको याद होगा कि साइक्लोप्रोपेन और साइक्लोब्यूटेन में आबंधन इतना मजबूत नहीं होता है जितना उनके उच्च सजातों (homologue) में होता है। इसलिए साइक्लोप्रोपेन और साइक्लोब्यूटेन, विशिष्ट अभिकर्मकों द्वारा आक्रमण के प्रति संवेदनशील होते हैं। ये संकलन अभिक्रियाएँ साइक्लोप्रोपेन और साइक्लोब्यूटेन के वलय-तंत्र को नष्ट कर विवृत श्रृंखल (open chain) उत्पाद बनाती हैं।



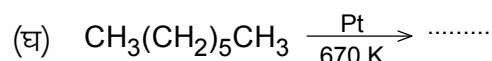
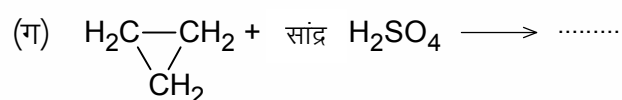
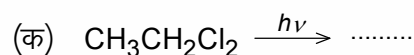
इनमें से प्रत्येक अभिक्रिया में कार्बन-कार्बन आबंध टूट जाता है और अंतिम परमाणुओं पर अभिकर्मक के दो परमाणु जुड़ जाते हैं।

साइक्लोप्रोपेन की वलय को खोलने वाली अधिकांश अभिक्रियाएँ साइक्लोब्यूटेन में नहीं होती हैं। इसका हाइड्रोजनीकरण कठोर (rigorous) परिस्थितियों में होता है।



आप देख सकते हैं कि साइक्लोप्रोपेन की अपेक्षा साइक्लोब्यूटेन में संकलन अभिक्रियाएँ कम शीघ्रता से होती हैं और कुछ अपवादों को छोड़कर, साइक्लोप्रोपेन में ऐल्कीनों से कम आसानी से होती हैं।

## बोध प्रश्न 6



## 15.6 सारांश

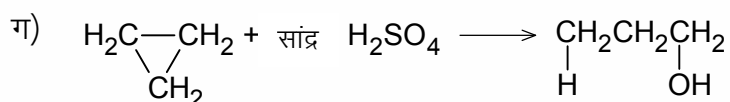
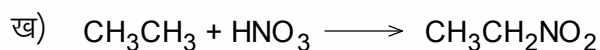
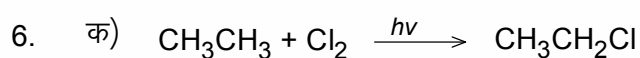
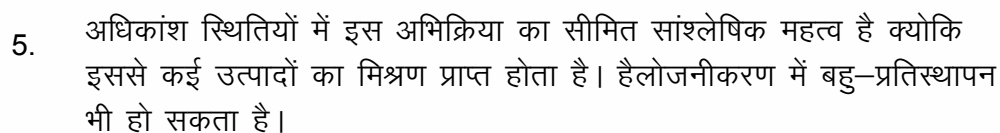
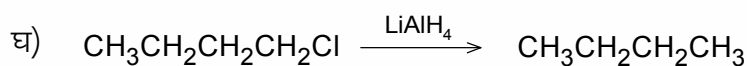
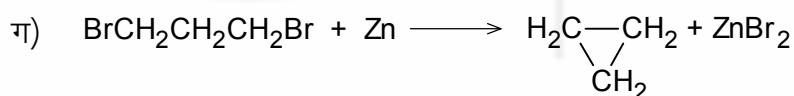
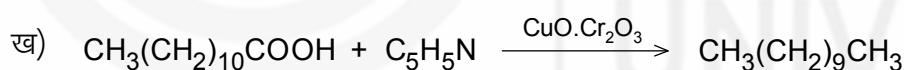
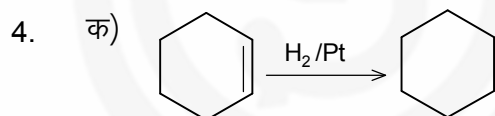
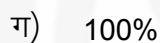
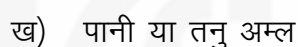
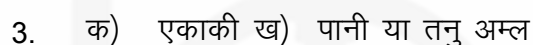
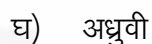
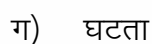
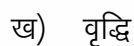
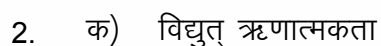
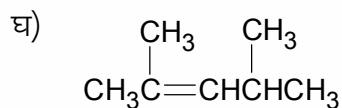
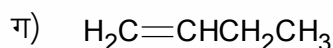
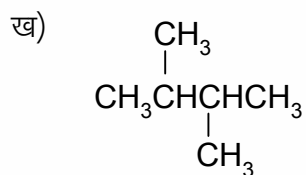
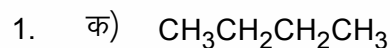
इस इकाई में आपने पढ़ा कि :

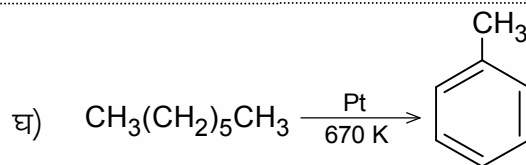
- ऐल्केन यौगिकों का सामान्य सूत्र  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  होता है। साइक्लोऐल्केनों में कार्बन परमाणुओं का वलय होता है और उनका सामान्य सूत्र  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  है।
- ऐल्केनों का प्रमुख स्रोत पेट्रोलियम है।
- ऐल्केन अध्रुवी होते हैं। कार्बन परमाणुओं की संख्या में वृद्धि उनके क्वथनांक, घनत्व आदि भौतिक स्थिरांकों में भी वृद्धि को जाती है।
- शृंखला के शाखन से क्वथनांक कम हो जाता है।
- ऐल्केनों को बनाने के लिए निम्नलिखित विधियों का प्रयोग किया जाता है: i) वुट्स अभिक्रिया; ii) कोल्बो विद्युत्-अपघटनी विधि; iii) असंतृप्त हाइड्रोकार्बनों का हाइड्रोजनीकरण; iv) कार्बोक्सिलिक अम्लों का विकार्बोक्सिलकरण; v) ऐल्किल हैलाइडों का अपचयन और vi) ग्रीनियार अभिकर्मकों का जल-अपघटन।
- ऐल्केनों के हैलोजनीकरण से बहु-प्रतिस्थापित यौगिक प्राप्त होते हैं। हैलोजन की अभिक्रिया की क्रम इस प्रकार है  $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ । आयोडीन कोई अभिक्रिया का नहीं करती है।
- ऐलूमिनियम क्लोराइड और हाइड्रोजन क्लोराइड की उपस्थिति में ऐल्केन को संगत शाखित-समावयव में परिवर्तित किया जा सकता है।
- जब ऐल्केन को उच्च ताप (लगभग 875 K) तक गरम किया जाता है तो वह छोटे अणुओं में अपघटित हो जाता है। इस प्रक्रम को ताप-उपघटन कहते हैं।
- जब छः या अधिक कार्बन परमाणु वाले ऐल्केलों को दाब पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में गरम किया जाता है तो ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन प्राप्त होते हैं।



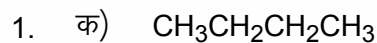
## 15.8 उत्तर

### बोध प्रश्न

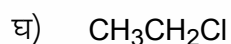
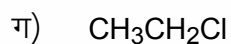




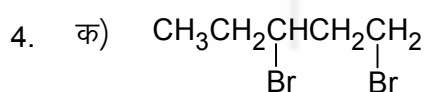
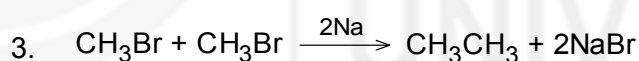
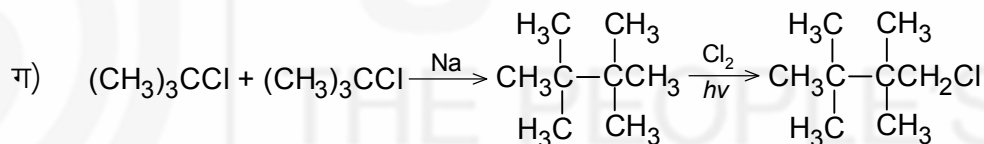
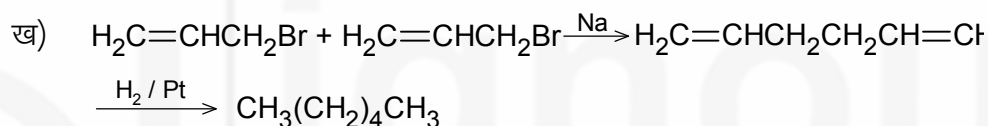
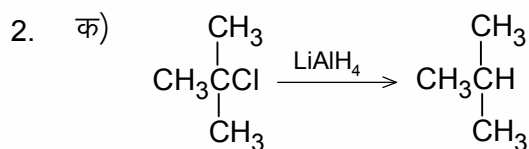
### अंत में कुछ प्रश्न



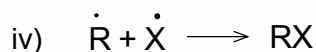
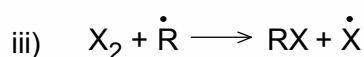
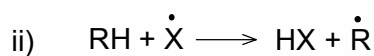
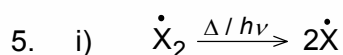
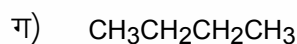
ख) कोई अभिक्रिया नहीं होती है।



ड.) कोई अभिक्रिया नहीं होती है।



ख) कोई अभिक्रिया नहीं होती है।





## ऐल्कीन-I

## इकाई की रूपरेखा

|                                        |                            |
|----------------------------------------|----------------------------|
| 16.1 प्रस्तावना                        | ऐल्काइनों का हाइड्रोजनीकरण |
| उद्देश्य                               | बर्च अपचयन                 |
| 16.2 ऐल्कीनों और उनका वर्गीकरण         | विटिंग अभिक्रिया           |
| 16.3 भौतिकी गुणधर्म                    | डाई-ईनों का विरचन          |
| 16.4 ऐल्कीनों और डाई-ईनों का विरचन     | 16.5 सारांश                |
| ऐल्किल हैलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण | 16.6 अंत में कुछ प्रश्न    |
| ऐल्कोहॉलों का निर्जलीकरण               | 16.7 उत्तर                 |

## 16.1 प्रस्तावना

पहले की इकाई में हमने ऐल्केनों के रसायन की चर्चा की थी साथ ही संक्षिप्त में ऐल्कीनों का भी उल्लेख किया था। इस इकाई और इकाई 17 में उनके रसायन का विस्तृत अध्ययन किया जाएगा। एथीन सबसे सरलतम ऐल्कीन है जिसकी जानकारी रसायनज्ञों को अठारहवीं शताब्दी में थी। इसे शुद्ध अवस्था में सन् 1795 में प्राप्त किया गया था। ऐल्कीनों को **ओलिफिन** भी कहते हैं। ऐल्कीन ऐसे हाइड्रोकार्बन हैं जिनमें एक या अधिक कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध होते हैं। क्योंकि ऐल्कीनों में प्रति कार्बन परमाणु, हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या अधिकतम संख्या से कम होती है, अतः वे **असंतृप्त हाइड्रोकार्बन** होते हैं।

ऐल्कीन बहुधा पादप-उत्पादों के रूप में और पेट्रोलियम में पाए जाते हैं अनेक ऐल्कीन जैव-सक्रिय यौगिक होते हैं उदाहरण के लिए, एथीन, फलों के पकने में सहायक होती है।

इस इकाई में संक्षिप्त में विभिन्न प्रकार के ऐल्कीनों, उनकी संरचना और भौतिकी गुणधर्म का वर्णन किया जायेगा। इसके उपरांत ऐल्कीनों को बनाने की विभिन्न विधियों की चर्चा की जाएगी। अगली इकाई में ऐल्कीनों के प्रमुख रासायनिक अभिक्रियाओं का अध्ययन किया जाएगा।

## उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद, आप

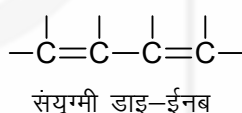
- ❖ ऐल्कीनों का वर्गीकरण कर सकेंगे;
- ❖ मोनो-ईनों और डाइ-ईनों की संरचना की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ ऐल्कीनों के भौतिकी गुणधर्मों को सूचीबद्ध कर सकेंगे; और
- ❖ ऐल्कीनों को बनाने की विभिन्न विधियों को सूचीबद्ध कर सकेंगे।

## 16.2 ऐल्कीनों और उनका वर्गीकरण

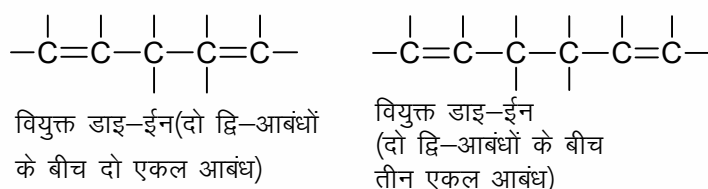
ऐल्कीनों को उनके अणु में विद्यमान द्वि-आबंधों की संख्या के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। जिन हाइड्रोकार्बनों में एक कार्बन-द्वि-आबंध होता है उन्हें मोनो-ईन (monoene) कहते हैं। मोनो-ईनों का सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n}$  होता है।

जिन हाइड्रोकार्बनों में दो द्वि-आबंध होते हैं, उन्हें डाइओलिफिन अथवा ऐल्कडाइ-ईन अथवा डाइ-ईन कहते हैं। उनका सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n-2}$  होता है और वे ऐल्काइनों के समावयवी होते हैं। ट्राइ-ईनों में तीन द्वि-आबंध होते हैं और टेट्रा-ईनों में चार द्वि-आबंध होते हैं पॉलि-ईन शब्द का प्रयोग हाइड्रोकार्बन के लिए किया जाता है जिनमें चार से अधिक द्वि-आबंध होते हैं।

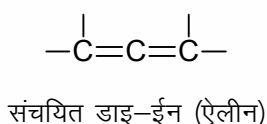
डाइ-ईनों को तीन प्रमुख बर्गों में विभाजित किया जाता है जो अणु में द्वि-आबंधों की अपेक्षित स्थिति पर निर्भर करता है। ये हैं: वियुक्त (isolated) अथवा असंयुग्मित (non-conjugated), डाइ-संयुग्मी (conjugated) डाइ-ईन और संचयित (cumulated) डाइ-ईन। संयुग्मी डाइ-ईनों में दो द्वि-आबंध एक एकल आबंध द्वारा पृथक रहते हैं। प्ररूपी संयुग्मी डाइ-ईन का ढांचा इस प्रकार होता है:



वियुक्त डाइ-ईनों में दो द्वि-आबंध कम से कम दो एकल आबंधों द्वारा पृथक रहते हैं। इसके दो प्ररूपी ढाँचे इस प्रकार हैं:



संचयित डाइ-ईनों में दो द्वि-आबंध कम से कम एकल आबंधों द्वारा पृथक रहते हैं। इसके दो प्ररूपी ढाँचे इस प्रकार हैं:

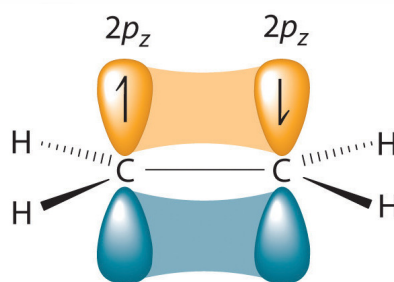


संचयित द्वि-आबंध वाले यौगिक ज्ञात हैं किन्तु वे बहुत कम हैं। संयुग्मी डाइ-ईन सबसे महत्वपूर्ण डाइ-ईन हैं। वे कुछ अभिक्रियाएं करते हैं जो मोनो-ईन नहीं करते हैं। अतः इस इकाई और अगली इकाई 17 में हम अपना ध्यान मोनो-ईनों और संयुग्मी डाइ-केंद्रित करेंगे।

### मोनो-ईनों और डाइ-ईनों की संरचना

कार्बनिक रसायन में कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध, महत्वपूर्ण संरचनात्मक इकाई और प्रमुख अभिलक्षणीय समूह दोनों हैं। कार्बनिक अणु के आकार पर द्वि-आबंध की उपस्थिति का प्रभाव पड़ता और ऐल्कीनों में अधिकांश रासायनिक अभिक्रियाएं द्वि-आबंध पर ही होता है। अतः इन अणुओं की संरचना को जानना आवश्यक है।

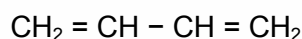
कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध मोनो-ईनों और डाइ-ईनों का विविक्त (distinguishing) लक्षण है। इस पाठ्यक्रम के खंड 2 की इकाई 7 और 8 में आप मोनो-ईनों के आबंधन के बारे में पढ़ चुके हैं। उसमें आपने देखा कि द्वि-आबंध निर्माण में सम्मिलित कार्बन परमाणु  $sp^2$  होते हैं।  $sp^2$  संकरित कार्बन परमाणुओं में आबंध परमाणुओं में आबंध कोण  $120^\circ$  होता है। (देखें चित्र 16.1)।



चित्र 16.1: एथीन का कक्षीय चित्र

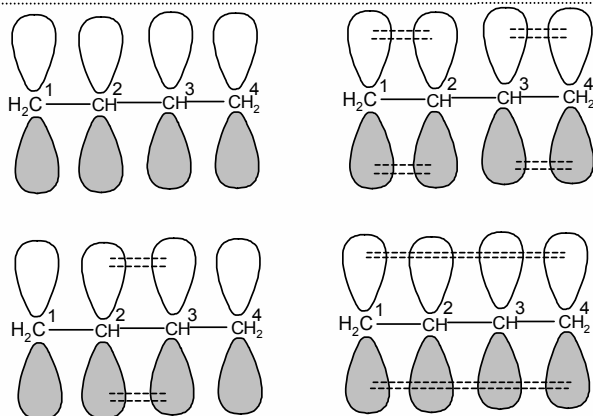
वियुक्त द्वि-आबंधों वाले डाइ-ईनों का आबंधन मोनो-ईनों के समान ही होता है। यहाँ हम संयुग्मी और संचयित तंत्रों में  $\pi$  आबंधों की चर्चा करेंगे।

आइए, संयुग्मी डाइ-ईनों के उदाहरण के रूप में 1,3-ब्यूटाडाइईन पर विचार करें,



#### 1,3 -ब्यूटाडाइईन

ब्यूटाडाइईन के चार कार्बन परमाणुओं में से प्रत्येक में एक विसंकरित  $p$ -कक्षक होता है। विसंकरित  $p$ -कक्षकों के पार्श्व अतिव्यापन से दो स्थानागत (localised)  $\pi$ -आबंध प्राप्त होते हैं अर्थात्  $\text{C}_1$  और  $\text{C}_2$  तथा  $\text{C}_3$  और  $\text{C}_4$  के बीच के आबंध (देखें चित्र 16.2)। ब्यूटाडाइईन के चार कार्बन परमाणु और छः हाइड्रोजन परमाणु एक ही तल में स्थिर रहते हैं जिससे  $\text{C}_2$  और  $\text{C}_3$  के  $p$ -कक्षकों के इलेक्ट्रॉन-अभ्रों (electron clouds) के बीच अतिव्यापन की निश्चित मात्रा रहती है। इससे पूर्णतया विस्थानित  $\pi$  कक्षक प्राप्त होते हैं जो चारों कार्बन परमाणुओं पर फैले रहते हैं।  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों का यही अस्थानीकरण, 1,3-ब्यूटाडाइईन को स्थायित्व प्रदान करता है।



चित्र 16.2 : 1,3-ब्यूटाडाईन का कक्षीय चित्र।

### बोध प्रश्न 1

नीचे दिए गए वाक्यांशों में रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए।

- क) डाइ-ईन..... के साथ समावयवी होते हैं।  
 ख) पॉलि-ईनों में..... से अधिक द्वि-आबंध होते हैं।  
 ग) ..... डाइ-ईनों में एकल आबंधों के एकांतरतः द्वि-आबंध होते हैं।

## 16.3 भौतिकी गुणधर्म

साधारण तौर पर ऐल्कीनों के भौतिकी गुणधर्म संगत ऐल्केनों के समान होते हैं। ऐल्केनों की भांति ऐल्कीनों की सजातीय श्रेणी में भी क्वथनांक प्रति  $\text{CH}_2$  समूह 20-30 K बढ़ते हैं, केवल बहुत छोटे सजातों में यह नियत लागू नहीं होता है। ऐल्केनों की भांति ऐल्कीनों में भी शाखन से क्वथनांक कम हो जाता है। एथीन से ब्यूटीन तक निम्न ऐल्कीन रंगहीन गैसें होती हैं।  $\text{C}_5\text{-C}_{15}$  तक उच्चतर ऐल्कीन द्रव हैं और शेष सामान्य ताप पर ठोस होते हैं। ऐल्केनों के समान, ऐल्कीनें अत्यधिक ज्वलनशील और अधुवीय हाते हैं। संगत ऐल्केनों की अपेक्षा ऐल्कीन जल में किंचित अधिक विलेय होते हैं क्योंकि  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन, जल-अणुओं के अंशतः धनात्मक हाइड्रोजन की ओर आकर्षित होते हैं।

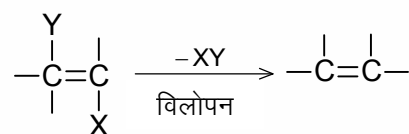
### बोध प्रश्न 2

निम्नलिखित कथनों में से कौन से सही/गलत है? सही के लिए (T) और गलत के लिए (F) दिए कोष्ठ में लिखें।

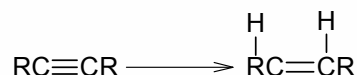
- क) ऐल्कीन के भौतिक गुणधर्म एल्किल हैलाइडो के समारूप हैं। ☐  
 ख) पेन्टीन एक द्रवीय हाइड्रोकार्बन है। ☐  
 ग) अक्टीन से हैक्सीन का क्वथनांक अधिक है। ☐  
 घ) अक्टीन जल में ऑक्टेन के मुकाबले ज्यादा धुलनशील है। ☐  
 ङ) 1-ब्यूटीन का 2-मैथिल-1-प्रोपीन से कम क्वथनांक होता है। ☐

## 16.4 ऐल्कीनों का विरचन

संतृप्त हाइड्रोकार्बनों में दो निकटवर्ती कार्बन परमाणुओं अथवा समूहों के विलोपन से द्वि-आबंध प्राप्त करके ऐल्कीनों का संश्लेषण किया जा सकता है।



ऐल्काइन पर दो हाइड्रोजन परमाणुओं के संकलन से बना सकते हैं।

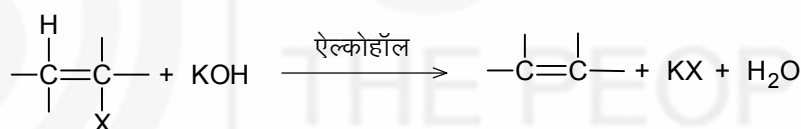


ऐल्कीनों को विभिन्न अभिकर्मकों द्वारा बनाया जा सकता है। यहाँ हम महत्वपूर्ण विधियों की चर्चा करेंगे जैसे कि ऐल्किल हैलाइडो का विहाइड्रोहैलोजनीकरण और ऐल्कोहॉलो का निर्जलीकरण। ऐल्कीनों को ऐल्कइनों के हाइड्रोजनीकरण और विटिक अभिक्रिया से भी बनाते हैं। हम डाइ-ईनों को बनाने की भी कुछ विधियों की चर्चा करेंगे, जैसे कि पाश्च डील्स अभिक्रिया, डाइऑल के निर्जलीकरण और भंजन प्रक्रिया। ऐल्कीनों और डाइ-ईनों को बनाने की कुछ महत्वपूर्ण विधियाँ संक्षेप में सारणी 16.1 में दी गई हैं :

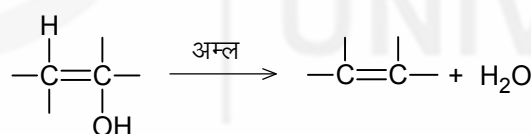
सारणी 16.1 : ऐल्कीनों और डाइ-ईनों को बनाने की विधियाँ

क) ऐल्कीनों का विरचन

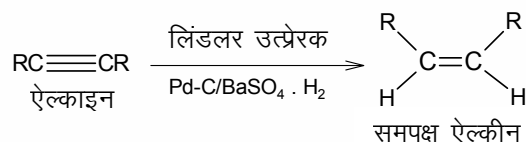
i) ऐल्किल हैलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण



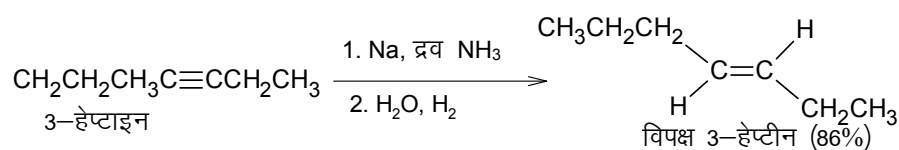
ii) ऐल्कोहॉलो का निर्जलीकरण



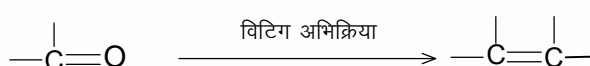
iii) ऐल्कइनों हाइड्रोजनीकरण

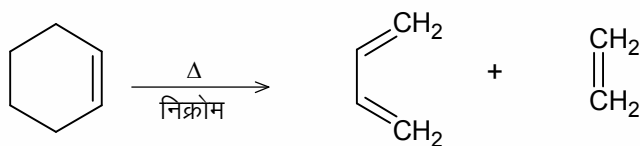
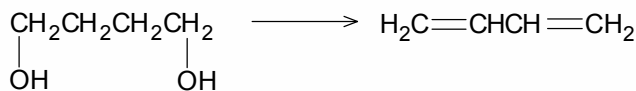
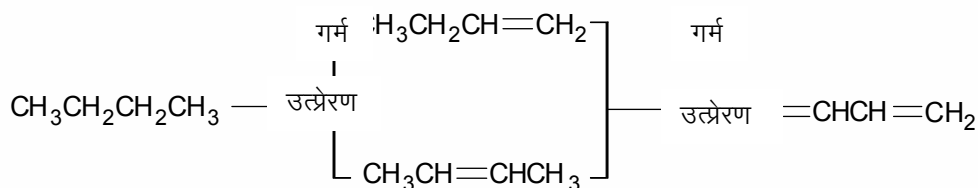


iv) बर्च अपचयन



v) विटिंग अभिक्रिया

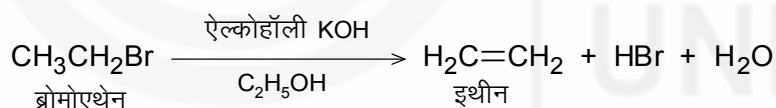


**ख) डाइ-ईनों का विरचन****i) पश्च डील्स अभिक्रिया****ii) 1,4-डाइहड्रॉक्सीब्यूटेन से****iii) भंजन प्रक्रिया**

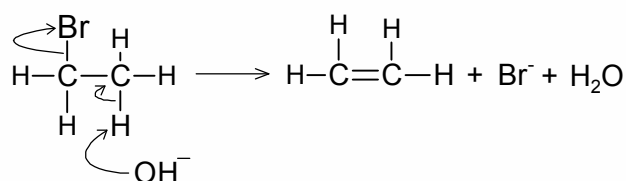
आइए, प्रत्येक विधि की विस्तृत चर्चा करें।

**16.4.1 ऐल्किल हैलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण**

विहाइड्रोहैलोजनीकरण द्वारा ऐल्किल हैलाइडों को ऐल्कीनों में परिवर्तित किया जा सकता है। विहाइड्रोहैलोजनीकरण में हैलोजन परमाणु के साथ-साथ निकटवर्ती कार्बन परमाणु से हाइड्रोजन परमाणु का विलोपन होता है। विलोपन के लिए ऐल्किल हैलाइड की प्रबल क्षारक के साथ अभिक्रिया की जाती है। इस प्रकार, ब्रोमोएथेन के ऐल्कोहॉली विलयन की पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया से एथीन प्राप्त होती है।

**क्रियाविधि**

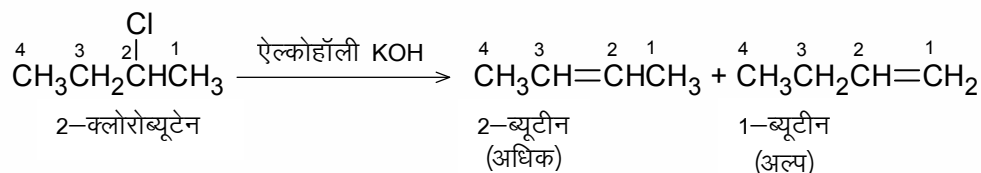
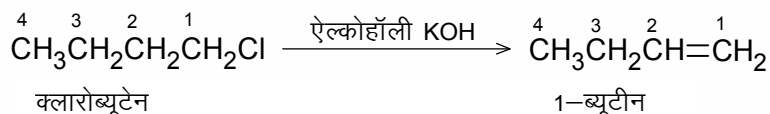
हाइड्रॉक्साइड आयन का कार्य हैलोजनयुक्त कार्बन के अगले कार्बन परमाणु से एक हाइड्रोजन को पृथक करना है। उसके बाद कार्बन-हाइड्रोजन आबंध के विदलन से द्वि-आबंध प्राप्त होता है। यह अभिक्रिया E2 विलोपन क्रियाविधि को अपनाती है।



ऐल्किल हैलाइडों में विहाइड्रोहैलोजनीकरण की सुगमता का क्रम इस प्रकार है:

तृतीयक हैलाइड > द्वितीयक हैलाइड > प्राथमिक हैलाइड

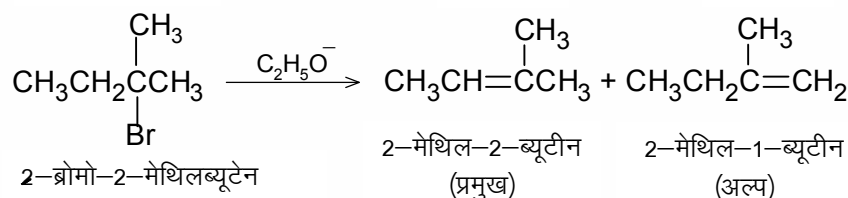
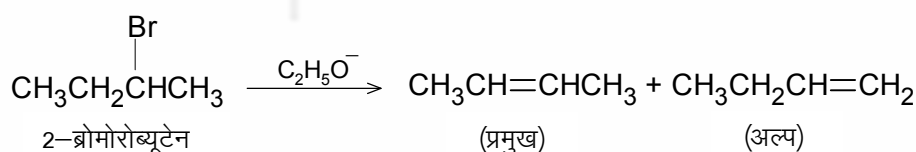
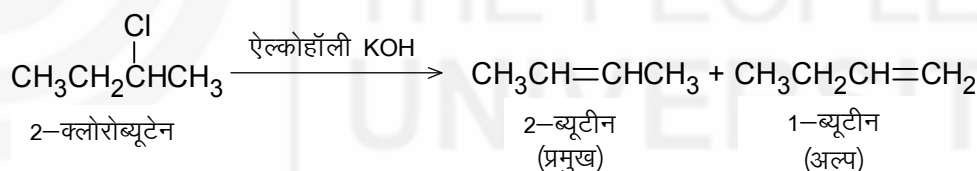
जिन ऐल्किल हैलाइडों में हैलोजन अंतस्थ कार्बन के साथ संलग्न रहता है, वे एक ही ऐल्कीन बनाते हैं। किन्तु जिन ऐल्किल हैलाइडों परमाणु गैर-अंतस्थ कार्बन परमाणु के साथ संलग्न रहता है जिसके दोनों निकटवर्ती कार्बन परमाणु पर हाइड्रोजन परमाणु होता है वे ऐल्कीनों का मिश्रण बनाते हैं।



पहली अभिक्रिया में क्लोरोब्यूटेन केवल C<sub>2</sub> से हाइड्रोजन को खो सकता है इसलिए वह केवल एक उत्पाद अर्थात् 1-ब्यूटीन बनाता है। किन्तु दूसरी अभिक्रिया में 2-क्लोरोब्यूटेन दो β-कार्बन परमाणुओं, यानि कि C<sub>1</sub> और C<sub>3</sub> में से किसी से भी हाइड्रोजन खो सकता है, अतः उससे 2-ब्यूटेन (80%) और 1-ब्यूटीन (20%) का मिश्रण प्राप्त होता है। आप पूछ सकते हैं कि 2-ब्यूटीन प्रमुख उत्पाद क्यों होता है? विहाइड्रोहैलोजनीकरण सैत्ज़ेफ नियम (Saytzeff rule) का अनुसरण करता है जिसके अनुसार अधिक उच्च प्रतिस्थापित ऐल्कीन प्रमुख उत्पाद होता है।

### सैत्ज़ेफ का नियम

सैत्ज़ेफ का नियम, उदासीन क्रियाधारों की विलोपन अभिक्रियाओं के अभिविन्यास की दिशा का निर्धारण करता है। इसके अनुसार – ऐल्किल हैलाइड के समान उदासीन क्रियाधार विलोपन अभिक्रिया में मुख्यतः अधिक प्रतिस्थापित ऐल्कीन में परिवर्तित होता है। अतः 2-क्लोरोब्यूटेन की विलोपन अभिक्रिया में 2-ब्यूटीन प्रमुख उत्पाद होगा जैसे कि

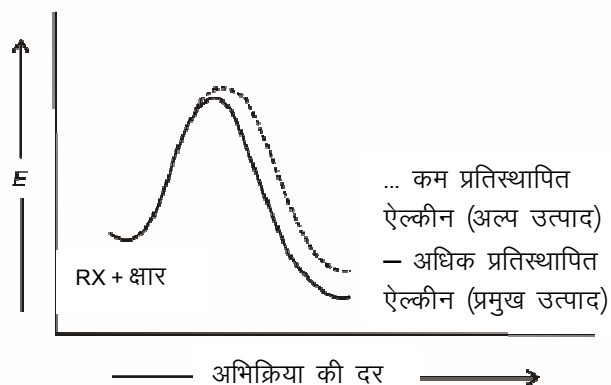


निम्नलिखित तर्कों द्वारा इन भिन्नताओं की व्याख्या की जा सकती है। आइए पहले दो ऐल्कीनों के बनने के लिए संक्रमण अवस्थाओं (transition states) को लें। यह दो ऐल्कीनें हैलाइड से बनी कम व अधिक प्रतिस्थापित ऐल्कीन हैं। E2 विलोपन अभिक्रिया की दोनों संक्रमण अवस्थाओं की ऐल्किल आंशिक द्विआबंध प्रकृति होती है जैसा कि नीचे दर्शाया गया है :



ऐल्कीन की कम प्रतिस्थापित संक्रमण अवस्था      ऐल्कीन की अधिक प्रतिस्थापित संक्रमण अवस्था

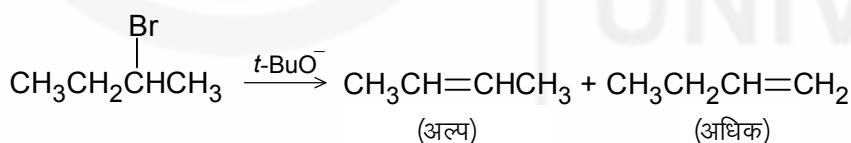
चूंकि दोनों संक्रमण अवस्थाओं की द्विआबंध प्रकृति है इसलिए जिस संक्रमण अवस्था से अधिक ऐल्कीन प्राप्त होती है वह अधिक स्थायीकृत तथा निम्न ऊर्जा की होती है (चित्र 16.3)।



चित्र 16.3 : ऊर्जा आरेख दर्शाता है कि मुख्यतः अधिक प्रतिस्थापित ऐल्कीन क्यों प्राप्त होती है।

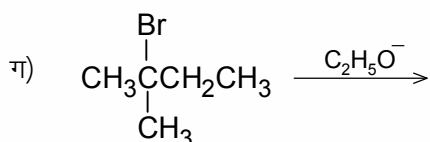
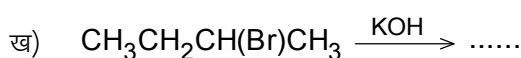
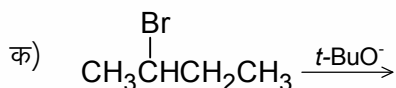
इसलिए, अधिक स्थायी ऐल्कीन मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है। द्विआबंध के आस-पास ऐल्किल प्रतिस्थापियों की अधिक संख्या होने से प्राप्त ऐल्कीन का स्थायित्व अधिक होता है। इस प्रकार सैत्जेफ के नियम को एक और तरीके से परिभाषित किया जा सकता है जिसके अनुसार संभव ऐल्कीनों में अधिक स्थायी ऐल्कीन बनती है। यह गतिक नियंत्रण की भी एक उदाहरण है क्योंकि उत्पादों का संयोजन उनके बनने की तुलनात्मक दरों को दर्शाता है।

स्थूल क्षारक की उपस्थिति में ऐल्किल हैलाइडों के विहाइड्रोहैलोजनीकरण से अंतिम (terminal) ऐल्कीन मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है (त्रिविमी प्रभाव)। इस प्रकार के विलोपन का एक उदाहरण निम्न है :



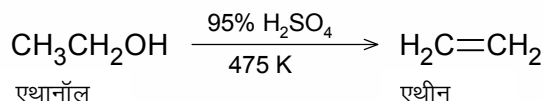
### बोध प्रश्न 3

सैत्जेफ नियम का उल्लेख कीजिए। निम्नलिखित अभिक्रियाओं के मुख्य उत्पाद लिखिए।

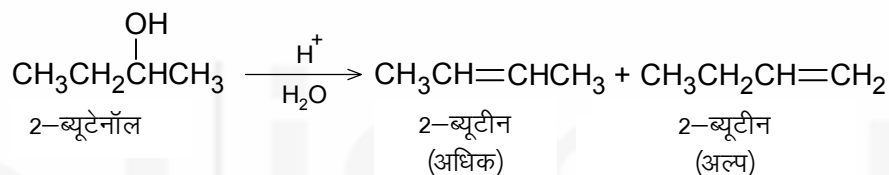


### 16.4.2 ऐल्कोहॉलों का निर्जलीकरण

ऐल्कोहॉल निर्जलीकरण द्वारा ऐल्कीनों में परिवर्तित हो जाते हैं। निर्जलीकरण में जल के अणु का विलोपन होता है निर्जलीकरण के लिए अम्ल की उपस्थिति की और ऊष्मा प्रयुक्त करने की आवश्यकता होती है। ऐल्कोहॉल को सल्फ्यूरिक अम्ल अथवा फास्फोरिक अम्ल के साथ 475 K तप तक गरम किया जाता है। 625–675 K पर ऐल्कोहॉल वाष्प को ऐल्यूमिना ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) के ऊपर प्रवाहित करने से भी निर्जलीकरण किया जाता है। उदाहरण के लिए,



2-प्रोपेनॉल को छोड़कर द्वितीयक और तृतीयक ऐल्कोहॉलों के मामले में, एक से अधिक ऐल्कीनों के बनने की संभावना रहती है। उदाहरण के लिए, 2-ब्यूटान का विलोपन  $\text{C}_1$  अथवा  $\text{C}_2$  से हो सकता है। अभिक्रिया की दिशा और दर सैत्जेफ नियम का पालन करते हैं। इसलिए 2-ब्यूटेन, जो अधिक प्रतिस्थापित ओलाफिन है, प्रमुख उत्पाद होता है तथा 1-ब्यूटेन अल्प उत्पाद होता है।



विभिन्न ऐल्कोहॉलों के निर्जलीकरण की सुगमता का क्रम इस प्रकार है :

तृतीयक > द्वितीयक > प्राथमिक

जो कार्बोधनायनों के आपेक्षिक स्थायित्व के अनुरूप होता है।

#### बोध प्रश्न 4

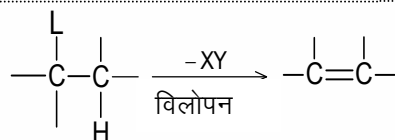
निम्नलिखित रिक्त स्थानों को पूरा कीजिए।

- तृतीयक ऐल्कोहॉल का निर्जलीकरण प्राथमिक ऐल्कोहॉल से ..... होता है।
- ..... से एक ऐल्कोहॉल को ऐल्कीन में परिवर्तित करते हैं।
- निर्जलीकरण में ..... की उपस्थिति की आवश्यकता होती है।
- ..... ऐल्कोहॉलों के मामले में, एक से अधिक ऐल्कीनों के बनने की संभावना रहती है।

पर क्योंकि विलोपन अभिक्रियाएं ऐल्कीनों के बनाने की प्रमुख विधि है अतः इन अभिक्रियाओं को कुछ और विस्तार से चर्चा करेंगे। इन अभिक्रियाओं पर और अधिक विस्तार से चर्चा आगे के सेमेस्टर के पाठ्यक्रम की इकाई 13 में की जाएगी।

#### विलोपन अभिक्रियाएं

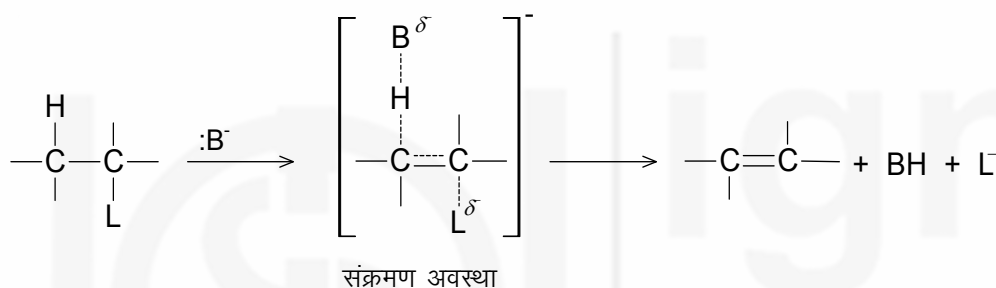
विलोपन अभिक्रियाओं के कई प्रकार होते हैं, जैसे, 1,1-विलोपन, 1,2-विलोपन, 1,3-विलोपन, इत्यादि।



विलोपन अभिक्रियाएं भी दो में से किस एक क्रियाविधि द्वारा होती है अर्थात्, एकाणुक विलोपन (E1) अथवा द्विअणुक (E2) विलोपन। E1 तथा E2 क्रियाविधियों की क्रमशः S<sub>N</sub>1 तथा S<sub>N</sub>2 क्रियाविधियों से काफी समानता है। E1 व E2 क्रियाविधियों में C-H तथा C-L आबंध के टूटने के समय में भिन्नता है। इसलिए उनकी अणुगतिकी भी भिन्न होती है। आइए अब हम प्रत्येक क्रियाविधि की अलग-अलग चर्चा करें।

## E2 अभिक्रियाएं

E2 क्रियाविधि में C-L तथा C-H आबंध एक साथ टूटते हैं। क्षारक, हाइड्रोजन परमाणु को प्रोटॉन के रूप में खींचता है तथा इसके साथ-साथ ही अवशिष्ट समूह भी निकलता है और द्विआबंध बन जाता है। अवशिष्ट समूह अपने साथ इलेक्ट्रॉन युग्म को ले जाता है तथा हाइड्रोजन अपना इलेक्ट्रॉन युग्म द्विआबंध बनाने के लिए छोड़ जाता है। इस प्रकार यह एक पदीय क्रियाविधि है जिसकी संक्रमण अवस्था में आंशिक द्विआबंध होता है।



चूंकि यह एक पदीय अभिक्रिया है, दोनों अभिकाकरण संक्रमण अवस्था के बनने में हिस्सा लेते हैं तथा संपूर्ण अभिक्रिया की दर क्रियाधार व क्षारक, दोनों की सांद्रता पर निर्भर करती है अर्थात्,

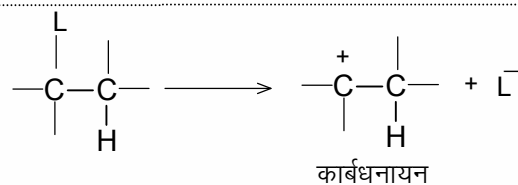
$$\text{दर} \propto [\text{क्रियाधार}] [\text{क्षारक}]$$

यह अभिक्रिया द्विअणुक विलोपन अथवा E2 अभिक्रिया कहलाती है। इस अभिक्रिया की अणुगतिकी की कोटि दो होती है: क्षारक व क्रियाधार, प्रत्येक के प्रति कोटि एक होती है।

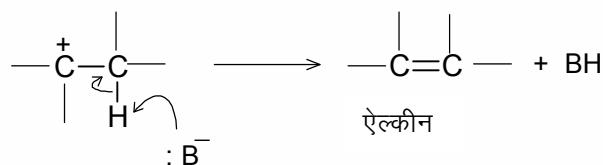
## E1 अभिक्रियाएं

E1 क्रियाविधि में पहले C-L आबंध टूटता है जिसके बाद C-H आबंध टूटता है तथा दो कार्बन परमाणुओं बीच एक नया  $\pi$ -आबंध बनता है। इस क्रियाविधि में टूटने व बनने वाली आबंध वही हैं जो E2 क्रियाविधि में होती हैं। परन्तु आबंध का टूटना व बनना E2 क्रियाविधि की तरह एक साथ नहीं होता है। इसलिए जबकि, E2 एक पदीय प्रक्रिया होती है E1 क्रियाविधि के दो पद होते हैं।

E1 क्रियाविधि का पहला पद S<sub>N</sub>1 क्रियाविधि के पहले पद समान ही होता है अर्थात्, क्रियाधार के विषमांशन द्वारा कार्बधनायन का बनना :



दूसरे पद में कार्बधनायन तीव्रता से क्षारक को एक प्रोटॉन देकर ऐल्कीन बनाता है। सामान्यतः विलायक स्वयं क्षारक का कार्य करता है।



E1 क्रियाविधि का पहला पद धीमा व वेग निर्धारक होता है। जैसा कि ऊपर दर्शाया गया है, वेग निर्धारण पद में केवल क्रियाधार ही सम्मिलित होता है। इसलिए अभिक्रिया की दर केवल क्रियाधार की सांद्रता पर ही निर्भर करती है। यह क्षारक की सांद्रता पर निर्भर नहीं करती है।

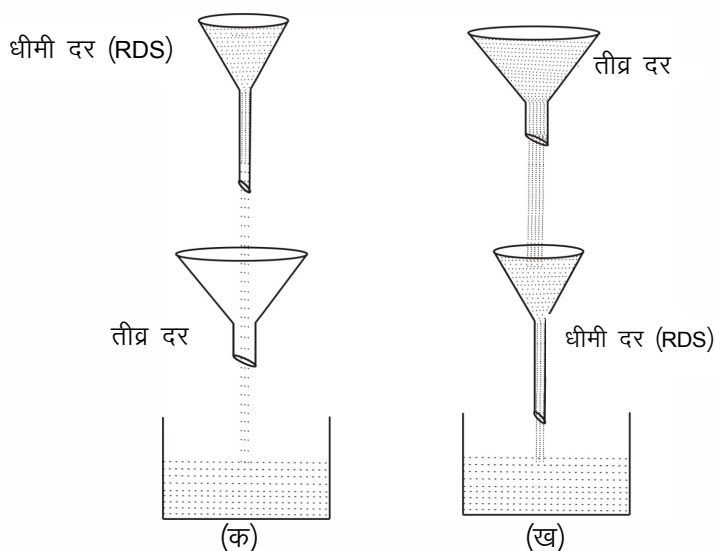
$$\text{दर} \propto [\text{क्रियाधार}]$$

इसलिए इसे एकाणुक विलोपन या E1 कहते हैं तथा इसकी गतिकीय कोटि एक होती है।

आप पूछ सकते हैं कि धीमा पद क्यों वेग निर्धारक होता है? इसे बहुत साधारण गतिविधि से समझा जा सकता है।

### गतिविधि

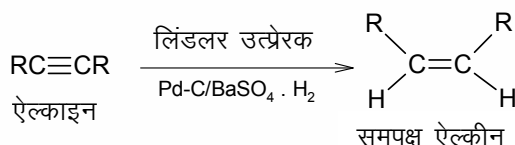
मान लीजिए कि आप एक बीकर से दूसरे बीकर में जल स्थानांतरित करना चाहते हैं। एक छोटा और दूसरा बड़े आकार के दो कीप ले लो। सर्वप्रथम छोटे कीप को बड़े की के ऊपर रखकर जल को ऊपर से डालें (चित्र 16.4क). आप देखेंगे कि जल के हस्तांतरण में लगा समय छोटे जल कीप से निगलने वाले जल को गति से निर्धारित होता है। अब दोनों कीपों की स्थितियों का बदल लें। (चित्र 16.4ख). आप पायेंगे कि छोटा कीप ही जल हस्तांतरण की गति को निर्धारित करता है। यह गतिविधि साबित करती है कि अभिक्रिया की दर धीमी गति के पद द्वारा ही निर्धारित होती है।



चित्र 16.4 : अभिक्रिया की दर निर्धारित करने का स्पष्टीकरण

### 16.4.3 ऐल्काइनों हाइड्रोजनीकरण

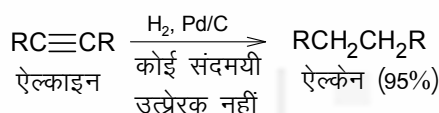
ऐल्कीनों के समान ऐल्काइनों का भी उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण होता है। ऐल्काइन के साथ हाइड्रोजन का संकलन दो चरणों में होता है। पहले संकलन से ऐल्कीन बनता है। क्योंकि ऐल्कीन का भी उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण हो सकता है अतः दूसरे संकलन से ऐल्केन प्राप्त होते हैं। हाइड्रोजन की परिकलित मात्र और विषक्त उत्प्रेरक का उपयोग कर हाइड्रोजनीकरण को समपक्ष ऐल्कीन के चरण पर रोका जा सकता है। ये उत्प्रेरक ऐल्कीनों के हाइड्रोजनीकरण को वरणात्मक रूप से रोकते हैं।



एक चुनिदां अवरोधक अभिकर्मक के साथ मिश्रित उत्प्रेरक को विषक्त उत्प्रेरक कहते हैं।

यह त्रिविमवरणात्मक (stereoselective) संकलन अभिक्रिया है। इसमें मुख्यतः सिस-ऐल्कीन प्राप्त होते हैं। संदमयी कर्मक की अनुपस्थिति में ऐल्काइन से उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण से ऐल्केन प्राप्त होता है।

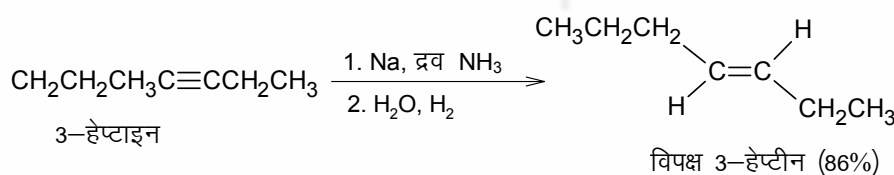
त्रिविमवरणात्मक वे अभिक्रियाएं हैं जिसमें मुख्य रूप से एक समावयव प्राप्त होता है।



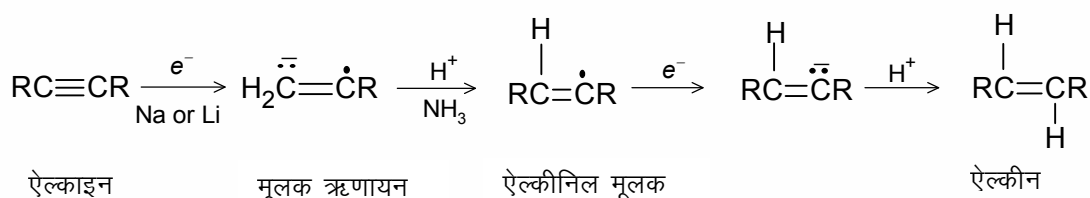
### 16.4.4 बर्च अपचयन

आप पूछ सकते हैं कि क्या ऐल्काइनों के अपचयन को इस प्रकार रूपांतरित किया जा सकता है जिससे केवल विपक्ष उत्पाद (ट्रांस ऐल्कीन) प्राप्त हो। इसका उत्तर हाँ है। हम केवल विपक्ष उत्पाद प्राप्त कर सकते हैं। किन्तु यह भिन्न अपचायक और भिन्न क्रियाविधि द्वारा संभव है।

यदि ऐल्काइन का अपचयन द्रव अमोनिया में सोडियम धातु अथवा लीथियम धातु के साथ किया जाए तो केवल विपक्ष ऐल्कीन उत्पाद प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, 3-हेप्टाइन के अपचयन से विपक्ष 3-हेप्टीन इस प्रकार प्राप्त होता है।

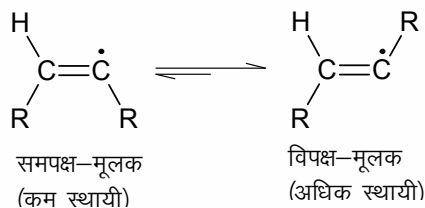


इस क्रियाविधि के पहले चरण में ऐल्काइन एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर मूलक ऋणायन बनाता है। अमोनिया विलायक द्वारा मूलक ऋणायन के प्रोटॉनीकरण से ऐल्कीनिक मूलक प्राप्त होता है। यह एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर अपचित होकर ऐल्कीनिल ऋणायन बनाता है। इस स्पीशीज के पुनः प्रोटॉनीकरण से ऐल्कीन प्राप्त होता है।

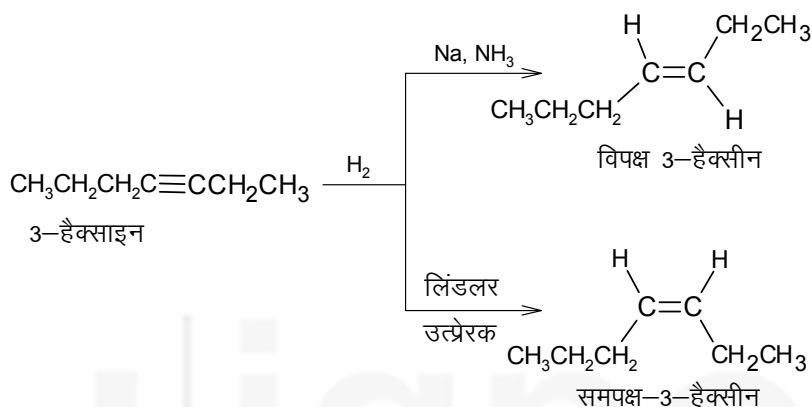


मध्यवर्ती ऐल्कीनिल मूलक के समपक्ष और विपक्ष रूपों के बीच साम्य से विपक्ष ऐल्कीन प्राप्त होता है। साम्य अधिक स्थायी विपक्ष स्पीशीज़की ओर रहता है।

मूलक ऋणायन में एक ऋण आवेश का केंद्र होता है और अयुग्मित इलेक्ट्रॉन का।



दूसरे शब्दों में, हम कह सकते हैं कि ऐल्काइन के द्वि-आबंध में अपचयन से समपक्ष-ऐल्कीन अथवा विपक्ष-ऐल्कीन प्राप्त होता है जो प्रयुक्त अपचायक के चयन पर निर्भर करता है।

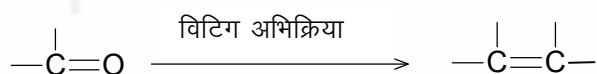


## बोध प्रश्न 5

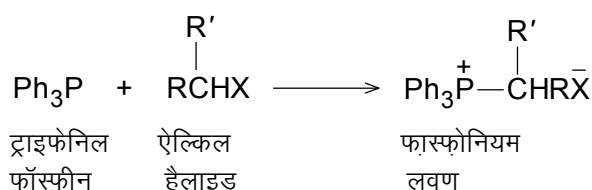
ऐल्काइन से समपक्ष और विपक्ष ऐल्कीन कैसे प्राप्त करेंगे?

### 16.4.5 विटिग अभिक्रिया

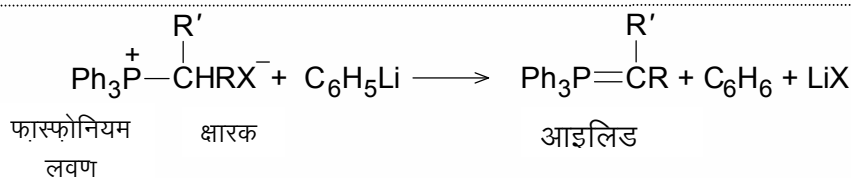
सन् 1950 में जार्ज विटिग ने कार्बोनिल यौगिकों से ऐल्कीनों के संश्लेषण की एक विधि प्रतिवेदित की। यह अभिक्रिया ऐल्डिहाडों व कीटोनों के लिए मान्य है तथा इसमें कार्बोनिल ऑक्सीजन, =CRR' समूह द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।



विटिग अभिक्रिया में दो मुख्य पद हैं। पहले पद में नाभिकस्नेही अभिकर्मक, ट्राइफेनिलफॉस्फीन, प्राथमिक अथवा द्वितीयक ऐल्किल हैलाइड से अभिक्रिया द्वारा फॉस्फोनियम लवण देता है।

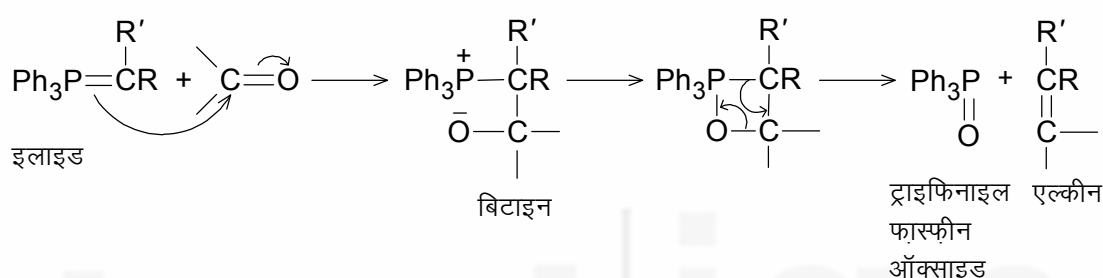


यह फॉस्फोनियम लवण प्रबल क्षारक से अभिक्रिया करता है। इस क्षारक द्वारा अल्प अम्लीय  $\alpha$ -हाइड्रोजन के अपाहरण द्वारा ऐल्किलिडीनट्राइफेनिलफॉस्फोरेन (एक फॉस्फोरस आइलिड) प्राप्त होता है इसे सामान्यतः **विटिग अभिकर्मक** कहते हैं।



फॉस्फोरस आइलिड, कार्बोनिल कार्बन पर आक्रमण द्वारा द्विध्रुवीय मध्यवर्ती देता है जिसे **बिटाइन** कहते हैं। बिटाइन में अधिकतर स्वतः विलोपन होता है तथा ऐल्कीन प्राप्त होती है।

विटिंग अभिक्रिया की क्रियाविधि काफी चर्चा का विषय रही है परन्तु बिटाइन मध्यवर्ती के बनने के अनुकूल प्रबल साक्ष्य उपलब्ध हैं। यह बिटाइन मध्यवर्ती अस्थायी होता है तथा तीव्रता से खंडित हो जाता है। ऐसा संभवतः चार सदस्यीय वलय वाले एक दूसरे मध्यवर्ती द्वारा होता है। इसके खंडन से ऐल्कीन तथा ट्राइफेनिलफॉस्फीन ऑक्साइड प्राप्त होते हैं।



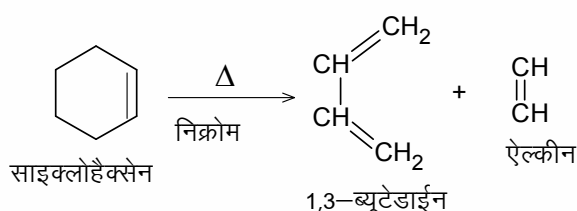
## बोध प्रश्न 6

विटिंग अभिक्रिया में फॉस्फोरस लवण की क्या भूमिका है?

### 16.4.6 डाइ-ईनों का विरचन

#### i) पश्च-डील्स-ऐल्डर अभिक्रिया

डाइ-ईनों को प्रायः उन्हीं विधियों द्वारा बनाया जाता है जो सरल ऐल्कीनों को बनाने के लिए प्रयुक्त होती है। किन्तु 1,3-ब्यूटाडाइईन को बनाने के लिए गरम निक्रोम (Ni-Cr-Fe मिश्रण) के ऊपर सइक्लोहैक्सीन के वाष्प प्रविष्ट किए जाते हैं।

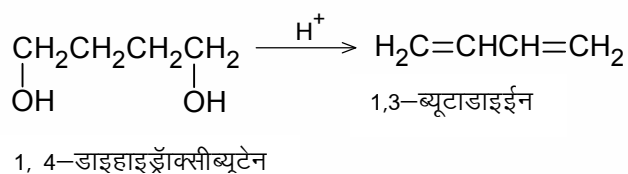


इस अभिक्रिया को पश्च-डील्स-ऐल्डर अभिक्रिया भी कहते हैं क्योंकि यह डील्स-ऐल्डर की विपरीत होती है।

#### ii) डाइ-ईन का डाइहाइड्रॉक्सीब्यूटेन से

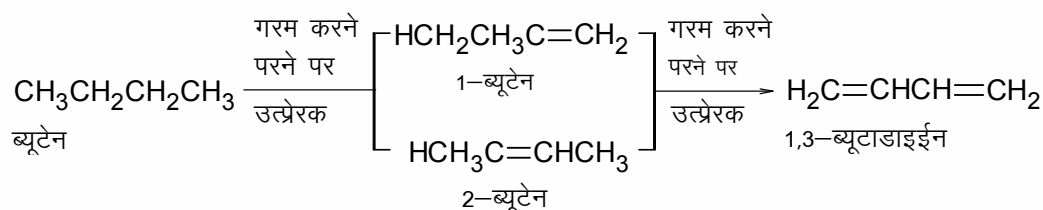
जैसा कि ऊपर बताया गया है डाइ-ईनों को प्रायः उसी विधि द्वारा बनाया जाता है जिसका उपयोग साधारण ऐल्कीनों को बनाने के लिए किया जाता है। उदाहरण के

लिए, 1,4-डाइहाइड्रॉक्सीब्यूटेन की सलफ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया से 1,3-ब्यूटाडाइईन प्राप्त होता है।



### i) भंजन विधि से

1,3-ब्यूटाडाइईन को  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  का प्रयोग कर ब्यूटेन से भंजन द्वारा भी प्राप्त किया जा सकता है, जैसा कि नीचे दिया गया है:



### बोध प्रश्न 7

1,3-ब्यूटेडाइईन को निम्नलिखित से कैसे प्राप्त करेंगे?

- क) 1-ब्यूटीन
- ख) 1, 4-डाइहाइड्रॉक्सीब्यूटेन
- ग) साइक्लोहैक्सीन

### 16.5 सारांश

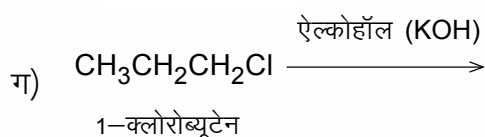
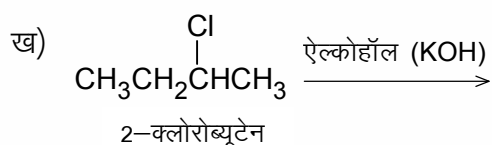
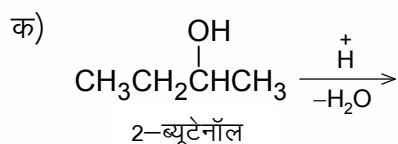
इस इकाई में आपने पढ़ा कि :

- जिन हाइड्रोकार्बनों में एक कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध होता है, उन्हें मोनो-इन या ओलोफिन कहते हैं।
- जिन हाइड्रोकार्बनों में दो द्वि-आबंध होते हैं, उन्हें ऐल्काडाइ-ईन अथवा डाइ-ईन कहते हैं। इनका सामान्य सूत्र  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  होता है और वे ऐल्काइनों के समावयवी होते हैं।
- ट्राइ-ईनों में तीन द्वि-आबंध होते हैं और टेट्रा-ईनों में चार द्वि-आबंध होते हैं।
- पॉलि-ईन शब्द का प्रयोग उन हाइड्रोकार्बनों के लिए किया जाता है जिनमें चार से अधिक द्वि-आबंध होते हैं।
- डाइ-ईनों को तीन वर्गों में विभाजित किया जाता है, अर्थात् संयुग्मी डाइ-इन, वियुक्त डाइ-ईन और संचयित डाइ-ईन।

- साधारणतः ऐल्कीनों के भौतिक गुणधर्म—संगत ऐल्कीनों के समान होते हैं।
- ऐल्केन के संगत ऐल्कीनों में भी क्वथनांक प्रति  $\text{CH}_2$  समूह 20-30 K बढ़ते हैं।
- ऐल्कीन अत्यधिक ज्वलनशील और अध्रुवीय होते हैं।
- ऐल्कीनों को बनाने के लिए निकटवर्ती कार्बन परमाणुओं से, परमाणुओं अथवा समूहों का विलोपन किया जाता है। इस प्रकार की दो अभिक्रियाएँ हैं: ऐल्किल हैलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण और ऐल्कोहॉलों का निर्जलीकरण।
- ऐल्किल हैलाइडों के विहाइड्रोहैलोजनीकरण और ऐल्कोहॉलों के निर्जलीकरण का सुगमता क्रम इस प्रकार है: तृतीयक > द्वितीयक > प्राथमिक।
- विलोपन अभिक्रियाएँ और दो प्रकार की क्रियाविधि अपना सकती है यानि कि E1 या E2।
- समपक्ष ऐल्कीनों को ऐल्काइनों के आंशिक हाइड्रोजनीकरण से प्राप्त किया जा सकता है।
- विपक्ष ऐल्कीनों को बर्च अपचयन से बना सकते हैं।
- डाइ-ईनों को पश्च डील्स-ऐल्डर अभिक्रियाओं द्वारा बनाया जा सकता है।
- डाइ-ईनों को साधारण ऐल्कीनों को बनाने की विधियों का रूपांतर करके बना सकते हैं।
- 1,4-डाइहाइड्रॉक्सीब्यूटेन की सलफ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया से 1,3-ब्यूटाडाइ-ईन प्राप्त कर सकते हैं।
- 1,3-ब्यूटाडाइन को  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  का प्रयोग कर ब्यूटेन से भंजन द्वारा भी प्राप्त किया जा सकता है।

## 16.6 अंत में कुछ प्रश्न

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के उत्पादों का पूर्वानुमान कीजिए :



2. सामान्य ऐल्किल हैलाइड की विलोपन अभिक्रिया मुख्य रूप से अधिक प्रतिस्थापित ऐल्कीन देती है। समझाइए।
3. ऐल्कीन को क) ऐल्किल हैलाइड और ख) ऐल्कोहॉल से कैसे प्राप्त करेंगे। प्रत्येक के लिए एक-एक समीकरण लिखिए।
4. नीचे दिए गए यौगिक के जलयोजन/विहाइड्रोहैलोजनीकरण से प्राप्त ऐल्कीन की पहचान कीजिए।
 

क)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$

ख)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{CCH}(\text{CH}_3)_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$

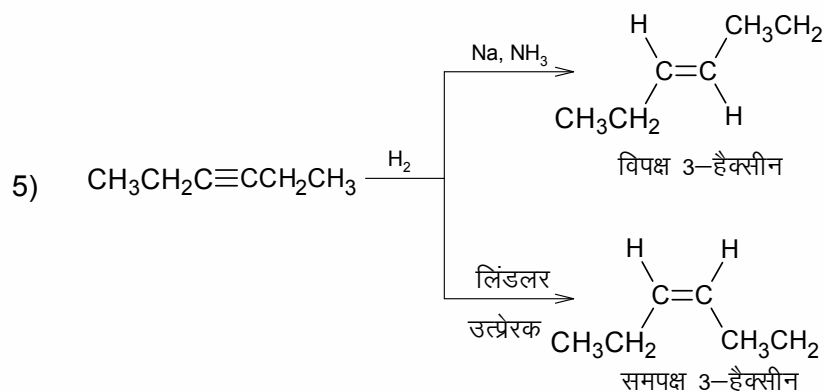
ग)  $\text{CH}_3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
5. किस अवस्था में ऐल्किल हैलाइड कम प्रतिस्थापित ऐल्कीन बनाती है?

## 16.7 उत्तर

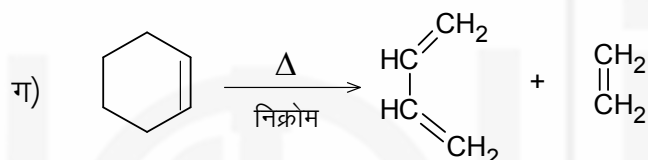
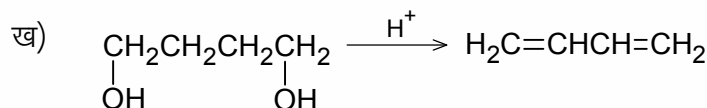
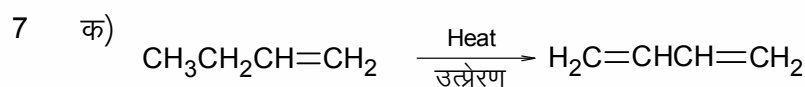
### बोध प्रश्न

1. क) ऐल्काइन  
ख) चर  
ग) संयुग्मी
2. क) (F) गलत  
ख) (F) गलत  
ग) (F) गलत  
घ) (T) सही  
ड) (T) सही
3. सैत्जेफ़ नियम के अनुसार अधिक प्रतिस्थापित ऐल्कीन अधिक मात्रा में बनती है।
  - i)  $\text{CH}_3\text{CHCH}=\text{CH}_3$
  - ii)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
  - iii)
 
$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$$
4. क) कठिन  
ख) निर्जलीकरण  
ग) अम्ल

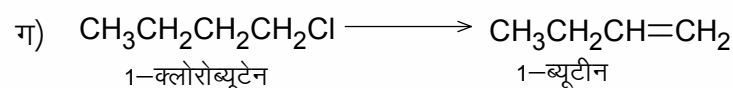
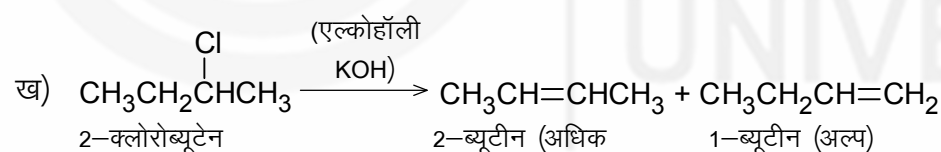
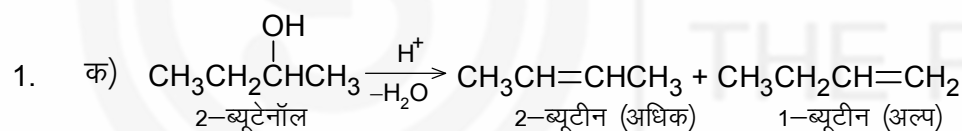
घ) माध्यमिक ऐल्कोहॉल, 2-प्रोपेनॉल या तृतीयक के अलावा



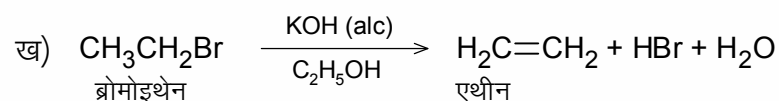
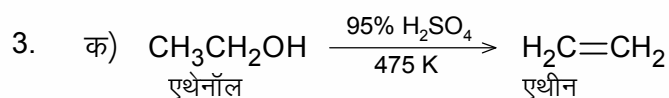
6. फॉस्फोरस लवण प्रबल क्षारक से अभिक्रिया करता है। इस क्षारक द्वारा अल्प अम्लीय  $\alpha$ -हाइड्रोजन के अपहरण द्वारा ऐल्किलिडीनट्रीफेनिलफॉस्फोरेन (एक फॉस्फोरस आइलिड)

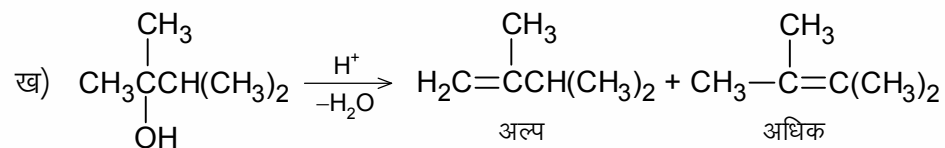
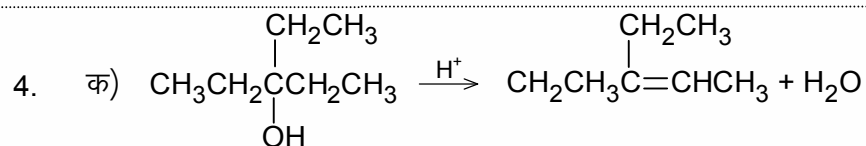


### अंत में कुछ प्रश्न

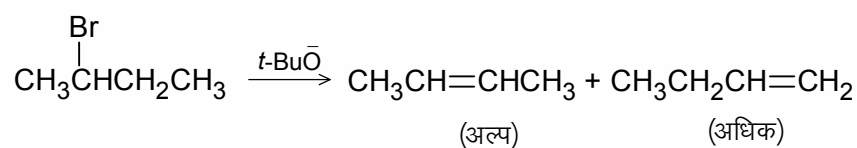


2. जिस संक्रमण अवस्था से अधिक ऐल्कीनें प्राप्त होती हैं वह अधिक स्थायीकृत तथा निम्न ऊर्जा की होती है। इसलिए, अधिक स्थायी ऐल्कीन मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है।





5. स्थूल क्षारक की उपस्थिति में ऐल्किल हैलाइडों के विहाइड्रोहैलोजनीकरण से अंतिम (terminal) ऐल्कीन मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है (त्रिविमी प्रभाव)। इस प्रकार के विलोपन का एक उदाहरण निम्न है :



## ऐल्कीन-II

### इकाई की रूपरेखा

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| 17.1 प्रस्तावना                          | हाइड्रोबोरॉनन           |
| उद्देश्य                                 | ओज़ोनोलिसिस             |
| 17.2 ऐल्कीनों की अभिक्रियाएँ             | हाइड्रोक्सिलीकरण        |
| हैलोजनीकरण                               | इपॉक्सीकरण              |
| हाइड्रोजनहैलोजनीकरण                      | 17.3 सारांश             |
| जलयोजन                                   | 17.4 अंत में कुछ प्रश्न |
| ऑक्सीपारद निवेशन—विपारद निवेशन अभिक्रिया | 17.5 उत्तर              |

### 17.1 प्रस्तावना

पहली इकाई में आपने ऐल्कीन और उनके बनाने की विधियों के बारे में अध्ययन किया था। यह इकाई ऐल्कीनों की विभिन्न अभिकर्मकों के साथ महत्वपूर्ण अभिक्रियाओं से संबंधित है। ऐल्कीन असंतृप्त हाइड्रोकार्बन है और इनका कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध अभिलक्षणीय समूह है। असंतृप्त कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध पर इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रिया अभिलक्षणीक अभिक्रिया हैं।

इस इकाई में सबसे पहले ऐल्कीन की इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रिया की चर्चा की जायेगी जिसमें सम्मिलित हैं: हैलोजनीकरण, हाइड्रोजनहैलोजनीकरण और जलयोजन। इसके उपरान्त हम सम्मिलित संकलन अभिक्रियाओं की चर्चा करेंगे जिनमें हाइड्रोबोरॉनन, ओज़ोनोलिसिस और हाइड्रोक्सिलीकरण के कुछ उदाहरण ही लेंगे। अगली इकाई में ऐल्काइन के रसायन का अध्ययन करेंगे।

### उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद, आप

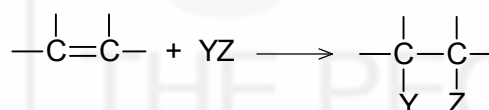
- ❖ ऐल्कीनों को इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रियाओं की व्याख्या कर सकेंगे;

- ❖ ऐल्कीनों को इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रियाओं की क्रियाविधि लिख सकेंगे;
- ❖ ऐल्कीनों को हैलोजनीकरण और हाइड्रोजनहैलोजनीकरण अभिक्रियाओं की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ मार्कोनीकॉफ नियम की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ परऑक्साइड प्रभाव की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ ऐल्कीनों की जलयोजन और ऑक्सीपरद निवेशन-विपारद निवेशन अभिक्रियाओं की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ हाइड्रोबोरॉनन के महत्व की चर्चा कर सकेंगे; और
- ❖ ओज़ोनोलिसिस और हाइड्रॉक्सिलीकरण अभिक्रियाओं का वर्णन कर सकेंगे।

## 17.2 ऐल्कीनों की अभिक्रियाएँ

ऐल्कीन की अभिलक्षणिक अभिक्रियाएँ कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध पर इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रियाएँ होती हैं। इन इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रियाओं के साथ ही कुछ सम्मिलित संकलन अभिक्रियाएँ भी महत्वपूर्ण हैं। इस इकाई में हम इन्हीं दो प्रकार की अभिक्रियाओं पर विशेष ध्यान केंद्रित करेंगे।

द्वि-आबंध में एक प्रबल  $\sigma$  आबंध और एक दुर्बल  $\pi$ -आबंध होता है। इसलिए ऐल्कीनों की अधिकांश अभिक्रियाओं में दुर्बल  $\pi$ -आबंध टूटता है।



ऐल्कीन की संकलन अभिक्रियाओं में  $\pi$ -आबंध टूट जाता है और उसका इलेक्ट्रॉन युग्म दो नए  $\sigma$ -आबंधों को बनाने में प्रयुक्त होता है। इस प्रकार दो  $sp^2$  संकरित परमाणु  $sp^3$  कार्बनों में पुनः संकरित हो जाते हैं।  $\sigma$ -आबंधों वाले यौगिकों की अपेक्षा  $\pi$ -आबंधों वाले यौगिकों की उच्च ऊर्जा होती है। फलस्वरूप संकलन अभिक्रियाएँ प्रायः ऊष्माक्षेपी होती हैं।

द्वि-आबंधों के क्षेत्र में आबंधित परमाणुओं के तल के ऊपर और नीचे इलेक्ट्रॉन-अभ्र होता है।  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन नाभिक के साथ कम मजबूती से जुड़े होते हैं और इस प्रकार इलेक्ट्रॉन की तलाश करने वाले अभिकर्मकों के लिए आसानी से उपलब्ध रहते हैं। ऐसे अभिकर्मकों को इलेक्ट्रॉनस्नेही अभिकर्मक कहते हैं और इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन ऐल्कीनों की अभिलक्षणिक अभिक्रिया है।

इलेक्ट्रॉनस्नेही अभिक्रियाओं के विपरीत, कुछ अभिकर्मक ऐसे होते हैं जो द्वि-आबंध पर समान दिशा से अभिक्रिया करते हैं। इन अभिक्रियाओं में अति आवेशित कार्बोधनायन मध्यवर्ती शामिल नहीं होते हैं। इस प्रकार की अभिक्रियाएँ सम्मिलित संकलन अभिक्रियाएँ (concerted addition reactions) कहलाती हैं।

ऐल्कीनों की प्रमुख अभिक्रियाएँ सारणी 17.1 में दी गई हैं जिनकी चर्चा नीचे की गई है।

## सारणी 17.1: ऐल्कीनों की अभिक्रियाएँ

| अभिक्रिया |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.        | <p>हैलोजनीकरण</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + X_2 \longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \\ X \quad X \end{array}$                                                                                                                                                                         |
| 2.        | <p>हाइड्रोजनहैलोजनीकरण</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + HX \longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \\ H \quad X \end{array}$ <p>ऐल्किल हैलाइड</p>                                                                                                                                            |
| 3.        | <p>जलयोजन</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + H_2O \longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \\ H \quad OH \end{array}$ <p>ऐल्कोहॉल</p>                                                                                                                                                           |
| 4.        | <p>ऑक्सीपारद निवेशन-विपारद निवेशन</p> $\begin{array}{c}   \quad   \quad   \quad   \\ -C-C-C=C- \\   \quad   \quad   \quad   \end{array} + H_2O + Hg(\overset{O}{\parallel}CCH_3)_2 \xrightarrow{NaBH_4} \begin{array}{c}   \quad   \quad   \quad   \\ -C-C-C-C- \\   \quad   \quad   \quad   \\ \quad \quad \quad OH \\ \quad \quad \quad H \end{array}$ |
| 5.        | <p>हाइड्रोबोरॉन</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + (BH_3) \longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \\ H \quad B- \\ \quad   \end{array}$                                                                                                                                                        |
| 6.        | <p>ओज़ोनोलिसिस</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + O_3 \longrightarrow \begin{array}{c}   \\ -C=O \\   \end{array} + \begin{array}{c}   \\ O=C- \\   \end{array}$ <p>ऐल्डिहाइट / कीटोन</p>                                                                                                                               |
| 7.        | <p>हाइड्रॉक्सिलीकरण</p> $\begin{array}{c}   \quad   \\ -C=C- \\   \quad   \end{array} + KMnO_4 \text{ or } OsO_4 \longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -C-C- \\   \quad   \\ OH \quad OH \end{array}$ <p>डाइऑल</p>                                                                                                                               |

आइए इन अभिक्रियाओं की विस्तार से चर्चा करें।

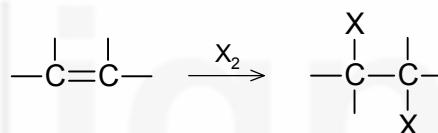
## बोध प्रश्न 1

निम्नलिखित में रिक्त स्थानों को पूर्ण कीजिए

- एल्कीन की अभिलक्षणिक अभिक्रियाएं ..... संकलन अभिक्रियाएं होती हैं।
- एल्कीन की अधिकतर अभिक्रियाओं में ..... आबंध टूट जाता है।
- $\sigma$ -आबंधों वाले यौगिकों की अपेक्षा  $\pi$ -आबंधों वाले यौगिकों की ..... ऊर्जा होती है।
- अभिक्रियाएं जिनमें अभिकर्मक द्वि-आबंध पर समान दिशा से अभिक्रिया करते हैं उन्हें ..... संकलन अभिक्रियाएं कहते हैं।

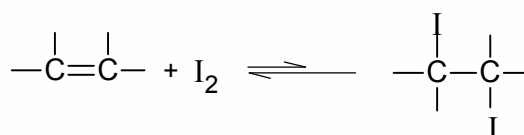
### 17.2.1 हैलोजनीकरण

एल्कीनों के प्रति हैलोजन बहुत अभिक्रियाशील होते हैं। हैलोजनों के साथ एल्कीनों की अभिक्रिया से 1, 2-डाइहैलोजनित एल्कीन प्राप्त होते हैं।



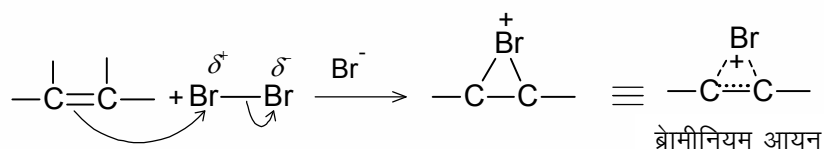
यह अभिक्रियाएं सामान्यतः अक्रिय विलायकों (उदाहरणार्थ,  $CCl_4$ ) में की जाती हैं। चूंकि उच्च ताप पर प्रतिस्थापन उत्पाद बन सकते हैं। इसलिए इन अभिक्रियाओं को कक्ष ताप पर किया जाता है।

इलेक्ट्रॉनस्नेही अभिक्रियाओं के लिए ब्रोमीन और क्लोरीन विशेष रूप से प्रभावकारी होते हैं। फ्लोरीन बहुत अधिक अभिक्रियाशील होती है तथा प्रयोगशाला की अधिकांश प्रक्रियाओं में उसकी अभिक्रिया को नियंत्रित करना कठिन होता है। अतः इस अभिक्रिया के लिए विशेष तकनीक की आवश्यकता होती है। आयोडीन की एल्कीनों के साथ व्युत्क्रमणीय अभिक्रिया होती है, अर्थात् 1,2-डाइआयोडो उत्पाद अस्थायी होता है तथा आयोडीन खोकर दोबारा एल्कीन दे देता है।

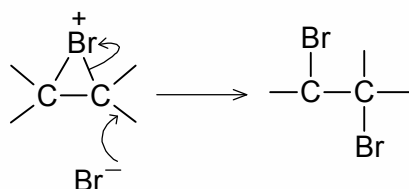


### क्रियाविधि

यद्यपि ब्रोमीन अध्रुवी किन्तु वह अत्यंत ध्रुवणीय (polarisable) है तथा नाभिकस्नेही द्वि-आबंध के सामीप्य में ब्रोमीन अणु ध्रुवित हो जाता है। इसके फलस्वरूप एक ब्रोमीन परमाणु में आंशिक धन आवेश ( $\delta^+$ ) और दूसरे परमाणु में आंशिक ऋण आवेश ( $\delta^-$ ) उत्पन्न हो जाता है। एल्कीन के  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन ध्रुवित ब्रोमीन अणु के धनात्मक सिरे पर आक्रमण करते हैं जिससे ब्रोमीन आयन के विस्थापन द्वारा चक्रीय ब्रोमीनियम आयन प्राप्त होता है।



चक्रीय संरचना अणु के एक पार्श्व की रक्षा करती है इसलिए ब्रोमाइड आयन द्वि-आबंध के विपरीत पार्श्व से आक्रमण करता है।



ब्रोमीन की संकलन कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध की पहचान करने में अत्यंत उपयोगी होता है। ब्रोमीन विलनयन का द्रुत विरंजीकरण (decolourisation) यौगिक में कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध की उपस्थिति ज्ञात करने का परीक्षण है।

## बोध प्रश्न 2

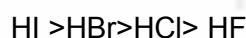
Br<sub>2</sub> का ऐल्कीन में संकलन विपक्ष उत्पाद देता है। समझाइए।

### 17.2.2 हाइड्रोजनहैलोजनीकरण

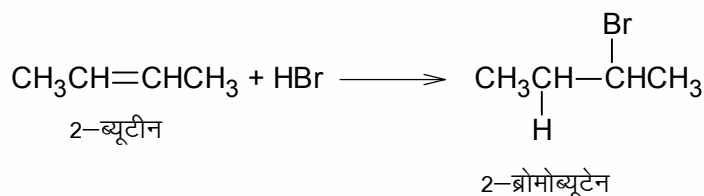
हाइड्रोजन हैलाइड (हैलोजन अम्ल) के संकलन से ऐल्कीन संगत ऐल्किल हैलाइड में परिवर्तित हो जाती है। इस प्रकार की अभिक्रियाओं को हाइड्रोहैलोजनीकरण (hydrohalogenation) कहते हैं।



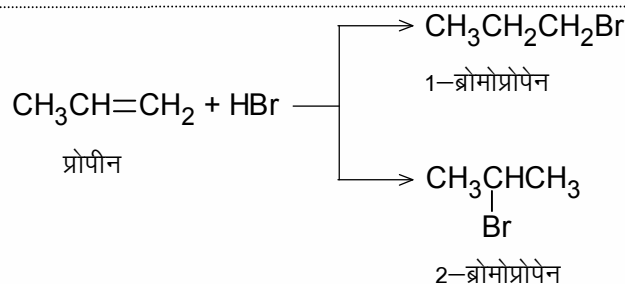
ऐल्कीन के प्रति HX की क्रियाशीलता का क्रम इस प्रकार है:



जब ऐल्कीन सममित होता है, तब केवल एक उत्पाद प्राप्त होता है। असमिता ऐल्कीनों में नाभिकस्नेही के संकलन की स्थिति प्रतिस्थापियों की प्रकृति पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, 2-ब्यूटीन (समयित ऐल्कीन) पर HBr के संकलन से केवल एक उत्पाद, 2-ब्रोमोब्यूटेन प्राप्त होता है :



जबकि असमिता ऐल्कीन में संकलन से जैसे कि प्रोपीन में HBr के संकलन से दो उत्पाद प्राप्त होते हैं :



स्थान-वरणात्मक

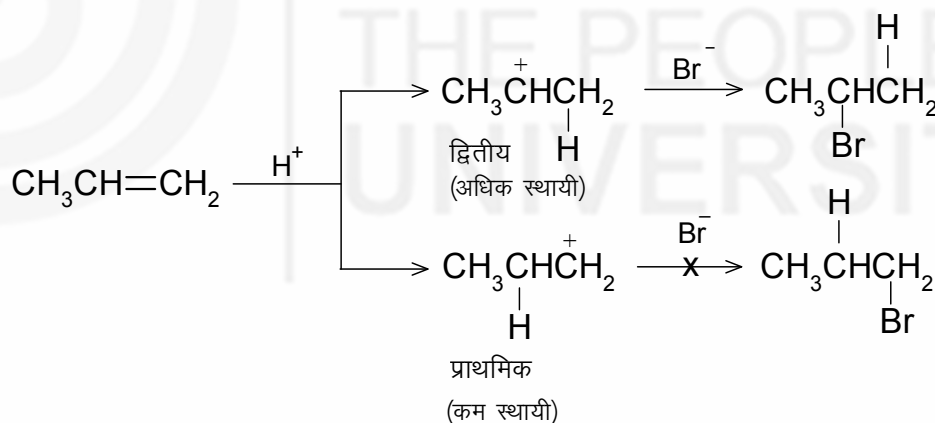
(Regioselectivity): यदि किसी अणु में एक से अधिक अभिक्रियाशील स्थल हों किन्तु अभिक्रिया में प्रमुख रूप से केवल एक उत्पाद प्राप्त हों तो ऐसी अभिक्रिया को स्थान-वरणात्मक अभिक्रिया कहते हैं।

किन्तु वास्तव में केवल एक उत्पाद, 2-ब्रोमोप्रोपेन, प्राप्त होता है। इस प्रकार की अभिक्रियाओं को **स्थान-वरणात्मक (regiospecific) अभिक्रिया** कहते हैं। केवल एक उत्पाद के बनने को स्पष्ट करने के लिए मार्कोनीकाफ नाम के रूसी रसायनज्ञ ने एक नियम प्रस्तुत किया जिसे मार्कोनीकाफ नियम नियम कहते हैं।

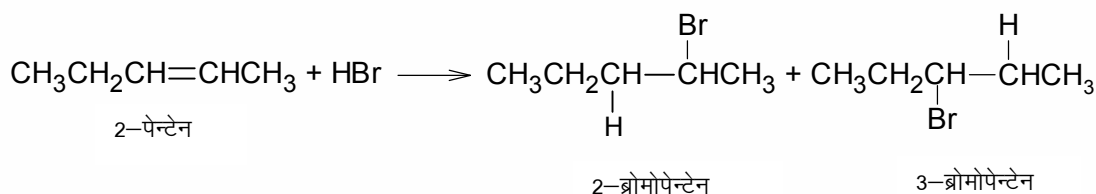
### मार्कोनीकाफ नियम

**मार्कोनीकाफ नियम** नियम के अनुसार हाइड्रोजन हैलाइड अभिकर्मक का धनात्मक भाग असममित ऐल्कीन के उस कार्बन परमाणु के साथ संयुक्त होती है जिसमें हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या अधिक होती है।

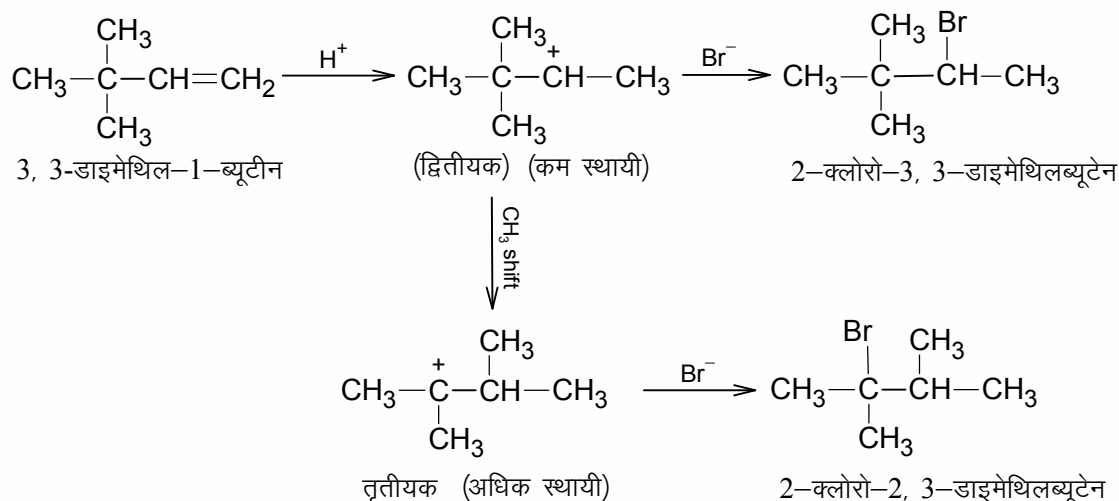
मार्कोनीकाफ नियम की व्याख्या कार्बोधनायनों के आपक्षिक स्थायित्व के आधार पर की जा सकती है जिसका क्रम इस प्रकार है: तृतीयक > द्वितीयक > प्राथमिक। तदनुसार मध्यवर्ती के रूप में कम प्रतिस्थापित कार्बोधनायन की अपेक्षा अधिक प्रतिस्थापित कार्बोधनायन बनता है। उदाहरण के लिए प्रोपीन के साथ  $\text{H}^+$  के संकलन में प्राथमिक अथवा द्वितीयक दोनों कार्बोधनायन संभव हैं। क्योंकि द्वितीयक कार्बोधनायन अधिक स्थायी होता है अतः  $\text{H}^+$  के संकलन से अधिक स्थायी मध्यवर्ती द्वितीयक कार्बोधनायन द्वारा केवल 2-ब्रोमोप्रोपेन प्राप्त होता है।



यद्यपि जब असममित ऐल्कीन के द्विआबंध बनाने वाले दोनों कार्बन परमाणुओं पर हाइड्रोजन के परमाणुओं की संख्या समान हो तब उत्पादों का मिश्रण प्राप्त होता है। उदाहरणार्थ, 2-पेन्टीन में हाइड्रोजन ब्रोमाइड के संकलन से 2-ब्रोमोपेन्टेन तथा 3-ब्रोमोपेन्टेन का मिश्रण प्राप्त होता है।

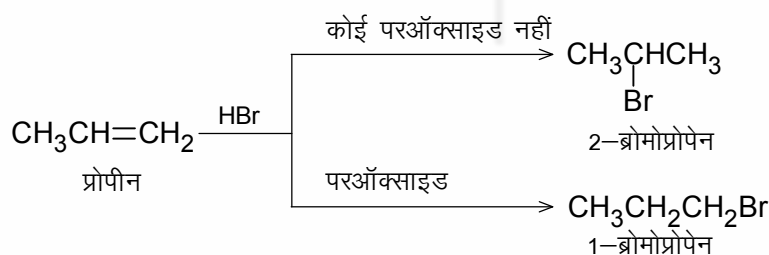


**पुनर्विन्यास :** पुनर्विन्यास कार्बधनायन का एक विशिष्ट लक्षण है। असममित ऐल्कीन में हाइड्रोजन की संकलन अभिक्रिया के समय बना कार्बधनायन अधिकतर पुनर्विन्यास ऐल्किल या हाइड्राइड सृति (shift) द्वारा एक अधिक स्थायी कार्बधनायन देता है। उदाहरणार्थ, 3, 3-डाइमेथिल-1-ब्यूटीन पर HCl के संकलन से दो उत्पाद प्राप्त होते हैं, 2-क्लोरो-3, 3-डाइमेथिलब्यूटेन (सामान्य उत्पाद) तथा 2-क्लोरो-2, 3-डाइमेथिलब्यूटेन (पुनर्व्यवस्थ उत्पाद) जैसा कि निम्न रूपरेखा में दिया गया है।

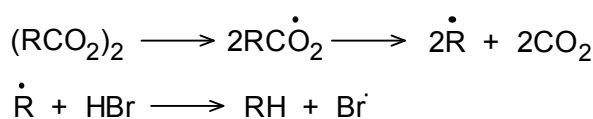


### परऑक्साइड प्रभाव

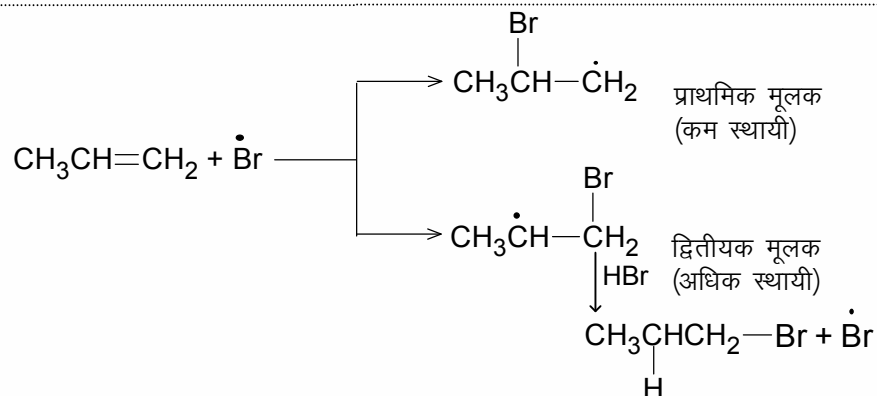
आप यह सोच रहे होंगे कि ऐल्कीन में संकलन से हमेशा मार्कोनीकोफ उत्पाद प्राप्त होता है। किन्तु ऐसा नहीं है। ऐल्कीन के साथ के संकलन की क्रियाविधि का विस्तृत अध्ययन करने के बाद खैरेश (Kharasch) और मायो (Mayo) ने देखा कि परऑक्साइड की उपस्थिति में प्राप्त उत्पाद वह नहीं था जिसकी प्रागुक्ति मार्कोनीकोफ नियम के अनुसार की गई थी। बल्कि उसके विपरीत था। इस प्रकार के संकलन को **प्रतिमार्कोनीकोफ (anti-Markownikoff)** संकलन कहते हैं। क्योंकि संकलन का उत्क्रमण (reversal) परऑक्साइडों की उपस्थिति में होता है अतः इसे परऑक्साइड प्रभाव कहते हैं। उदाहरण के लिए परऑक्साइडों की उपस्थिति में प्रोपीन के साथ हाइड्रोजन ब्रोमाइड के संकलन से 2-ब्रोमोप्रोपेन के बजाए 1-ब्रोमोप्रोपेन प्राप्त होता है।



ऐसे संकलन में अभिक्रिया का मध्यवर्ती कार्बधनायन के बजाए मुक्त मूलक होता है। परऑक्साइड का कार्य मुक्त मूलक को उत्पन्न करना होता है।



ब्रोमीन मूलक कार्बन के दोनों परमाणुओं से क्रिया कर सकता है तथा एक प्राथमिक अथवा एक द्वितीयक मूलक उत्पन्न करता है।



ब्रोमीन मूलक मुख्यतः अंतिम कार्बन से क्रिया करके द्वितीयक मूलक देता है क्योंकि प्राथमिकता की तुलना में द्वितीयक मूलक अधिक स्थायी है। मुक्त मूलक के संकलन का अभिविन्यास इस नियम पर आधारित है कि संकलन इस प्रकार होता है जिससे संभव विकल्पों में से अधिक स्थायी मूलक उत्पन्न होगा। फलस्वरूप HBr की अभिक्रिया (परॉक्साइड की उपस्थिति में) सामान्यतः अंतिक उत्पाद होगा जिसमें ब्रोमीन का संकलन कम प्रतिस्थापित कार्बन परमाणु पर होता है।

सारणी 17.2 में कुछ प्रतिस्थापित ऐल्कीनों में HBr के संकलन से प्राप्त उत्पाद दिए गए हैं।

सारणी 17.2: प्रतिस्थापित ऐल्कीनों में HBr के संकलन का अभिविन्यास पैटर्न

| ऐल्कीन                                         | उत्पाद                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. $\text{HCH}_3\text{C}=\text{CH}_2$          | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$       | $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Br})\text{CH}_3$                                                                                                                                                                                                                               |
| 3. $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}=\text{CH}_2$     | $  \begin{array}{ccc}  \text{CH}_3 & \text{CH}_3 & \\    &   & \\  \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 & \text{और/या} & \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\    & &   \\  \text{Br} & & \text{CH}_3 \\  & &   \\  & & \text{Br}  \end{array}  $ |
| 4. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$                                                                                                                                                                                                                         |

### बोध प्रश्न 3

HCl की 3, 3-डाइमेथिल-1-ब्यूटीन के साथ अभिक्रिया से 2-ब्रोमो-2, 3-डाइमेथिलब्यूटेन मुख्य उत्पाद प्राप्त होता है। समझाइए।

### बोध प्रश्न 4

रिक्त स्थानों पूर्ण कीजिए:

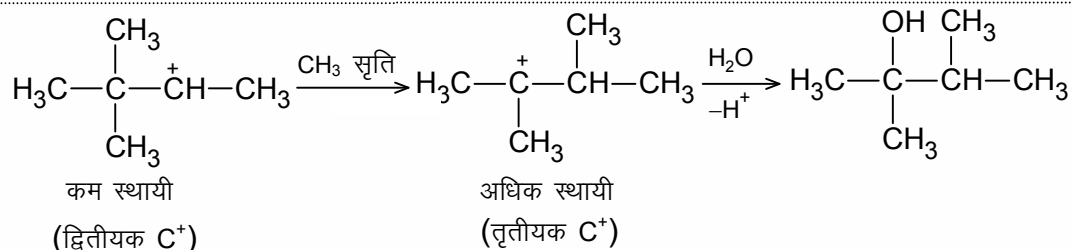
क) ब्रोमीन का संकलन का.....आबंध की पहचान के लिए उपयोगी है।

ख) .....ऐल्कीन से क्रिया नहीं करता है।

ग) HBr का असममित ऐल्कीन से संकलन पर.....उत्पाद देता है।

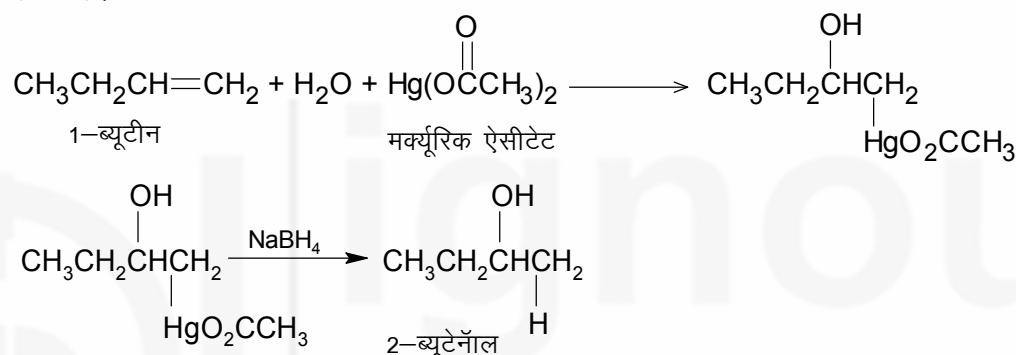
घ) परॉक्साइड की उपस्थिति में HBr की प्रोपीन से अभिक्रिया .....उत्पाद देती है।





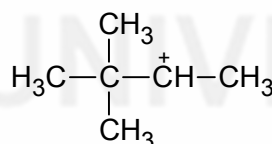
### 17.2.4 ऑक्सीपारद निवेशन-विपारद निवेशन अभिक्रिया

ऐल्कीन के मार्कोनीकॉफ जलयोजन की एक दूसरी विधि ऑक्सीपारद निवेशन-विपारद निवेशन (oxymercuration-demercuration) है। जल की उपस्थिति में ऐल्कीन, मर्क्यूरिक ऐथेनोएट (मर्क्यूरिक ऐसीटेट) के साथ अभिक्रिया कर हाइड्रॉक्सीमर्क्यूरियल (हाइड्रॉक्सी पारदीय) यौगिक बनाता है जो अपचयन द्वारा विपारद निवेशन से ऐल्कोहॉल उत्पन्न करता है। ऑक्सीपारद निवेशन के उत्पाद का सामान्यतः सोडियम बोरोहाइड्राइड ( $\text{NaBH}_4$ ) द्वारा अपचयन किया जाता है।  $\text{H}_2\text{SO}_4$  की उपस्थिति में जल के संकलन की अपेक्षा ऑक्सीपारद निवेशन-विपारद निवेशन से ऐल्कोहॉल की अधिक मात्रा में प्राप्त होती है।



### बोध प्रश्न 5

निम्नलिखित के लिए पुनर्विन्यासित कार्बधनायन को लिखिए :



### बोध प्रश्न 6

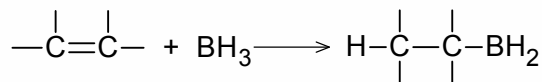
इनमें से कौन सा कथन सही/गलत है? कोष्ठ में सही के लिए 'T' और गलत के लिए 'F' लिखें।

- क) अम्ल उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऐल्कीन पर  $\text{H}_2\text{O}$  का संकलन एक ऐल्कोहॉल देता है। ☐
- ख) असममित ऐल्कीन पर  $\text{H}_2\text{O}$  का संकलन मार्कोनीकॉफ नियम का पालन करता है। ☐
- ग) डाइ-डाइमेथिल-1-ब्यूटीन पर  $\text{H}_2\text{O}$  का संकलन पुनर्विन्यासित उत्पाद यानी की 2-ब्रोमो-2, 3-डाइमेथिलब्यूटेन प्राप्त होता है। ☐
- घ) ऑक्सीपारद निवेशन-विपारद निवेशन मार्कोनीकॉफ नियम का पालन नहीं करता है। ☐

### 17.2.5 हाइड्रोबोरॉनन

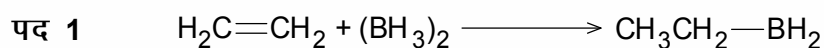
जब कोई ऐल्कीन, बोरेन (borane) के साथ अभिक्रिया करती है तो कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध पर संकलन होता है जिससे कार्बोबोरेन प्राप्त होता है। कार्बोबोरेन में कार्बन-बोरॉन आबंध होता है। इस अभिक्रिया को **हाइड्रोबोरॉनन (hydroboration)** कहते हैं।

बोरेन (BH<sub>3</sub>) द्वितय (dimer), डाइबोरेन (B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) के रूप में रहता है और यह काल्पनिक एकलक (monomer) भांति काम करता है।

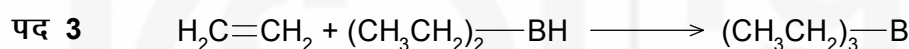
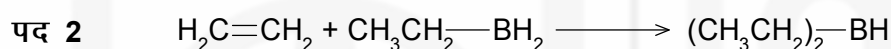


यह अभिक्रिया बहुत आसानी से होती है और 273 K पर कुछ ही सैकंडों में पूर्ण हो जाती है। इसमें कार्बोबोरेन बहुत अधिक मात्रा में प्राप्त होते हैं।

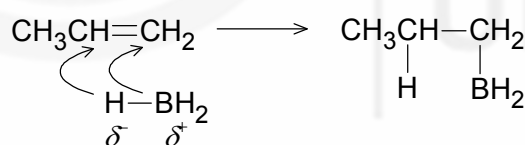
यह संकलन विभिन्न पदों में होता है जिससे प्रत्येक वोरॉन हाइड्रोजन आबंध का उत्तरोत्तर संकलन होता है।



BH<sub>3</sub> में तीन हाइड्रोजन परमाणु हैं, अतः संकलन तीन बार होता है, जिससे ट्राइऐल्किल बोरेन उत्पाद प्राप्त होता है।



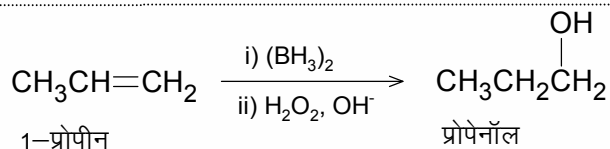
हाइड्रोबोरॉनन अभिक्रिया को प्रतिकोर्नीकोफ संकलन अभिक्रिया माना जाता है। यह केवल शब्दिक अर्थ में सही है क्योंकि इसमें हाइड्रोजन, अणु का विद्युत धनात्मक भाग न होकर विद्युत ऋणात्मक भाग होता है।



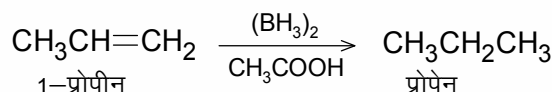
जैसा कि ऊपर दिखाया गया है, हाइड्राइड (H<sup>-</sup>) के रूप में हाइड्रोजन अधिक प्रतिस्थापित कार्बन के साथ संलग्न होता है। यह मार्कोनीकोफ नियम के विपरीत प्रतीत होता है।

साधारण: कार्बोबोरेनों को पृथक नहीं किया जाता है बल्कि सांश्लेषिक अभिक्रियाओं के लिए अभिक्रियाशील मध्यवर्ती के रूप में उनका सीधे उपयोग किया जाता है। कार्बोबोरॉनों की कुछ महत्वपूर्ण अभिक्रियाएं नीचे दी गई हैं।

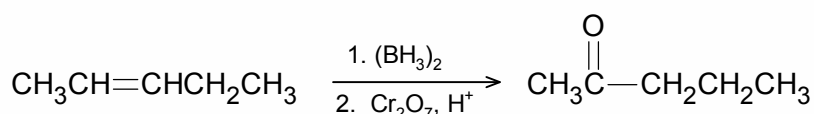
- i) कार्बोबोरेनों का H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> से उपचयन एक अत्यधिक महत्वपूर्ण अभिक्रिया है। क्षारकीय H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> द्वारा कार्बोबोरेन के उपचयन द्वारा उसके संगत ऐल्कोहॉल प्राप्त होता है। ऐसा प्रतीत होता है जैसे कि द्वि-आबंध पर प्रति-मार्कोनीकोफ रूप से जल का संकलन हुआ हो।



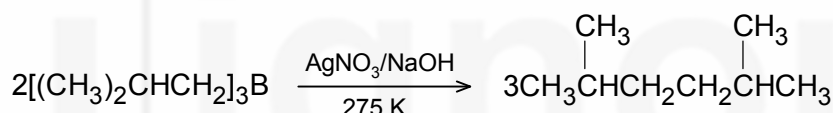
- ii) कार्बोक्सिल अम्ल के साथ अभिक्रिया द्वारा कार्बोबोरेन आसानी से ऐल्केनों में विदलित हो जाते हैं। इस प्रकार, कार्बोबोरेनों का अम्लीय जल अपघटन, ऐल्कीनों के हाइड्रोजनीकरण के लिए एक उपयोगी विधि प्रदान करता है।



- iii) क्रोमिक अम्ल द्वारा कार्बोबोरेन के उपचयन से कार्बोक्सिल यौगिक प्राप्त होते हैं।



- iv) ट्राइऐल्किल बोरेनों की क्षारकीय सिल्वर नाइट्रेट से अभिक्रिया द्वारा एक युग्मन अभिक्रिया प्रेरित होती है तथा उच्च ऐल्केनों के संश्लेषण की एक विधि प्रदान करती है।



## बोध प्रश्न 7

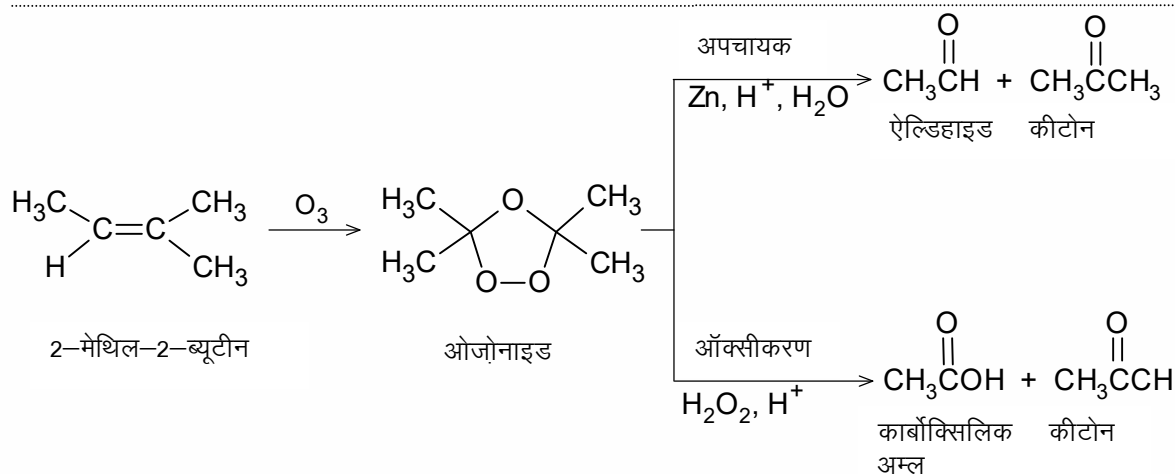
हाइड्रोबोरॉनन अभिक्रिया प्रति मार्कोनीकोफ संकलन के रूप में प्रतीत होती है। समझाइए।

## 17.2.6 ओज़ोनोलिसिस

अब तक आपने ऐल्कीनों की जितनी भी अभिक्रियाओं का अध्ययन किया, उन सब में प्रारंभिक कार्बन-ढांचा नहीं बदला। आपने पढ़ा कि विभिन्न अभिकर्मकों द्वारा कार्बन-कार्बन द्वि-आबंध, हैलाइड, ऐल्कोहॉल आदि नए अभिलक्षकीय समूहों में परिवर्तित हो जाते हैं, किन्तु उनमें कार्बन ढांचा न तो टूटता है और न उसका पुनर्विन्यास होता है। ओज़ोनोलिसिस (ozonolysis) एक विदलन (cleavage) अभिक्रिया है अर्थात् इसमें द्वि-आबंध पूरी तरह टूट जाता है और ऐल्कीन अणु, दो छोटे अणुओं में परिवर्तित हो जाता है।

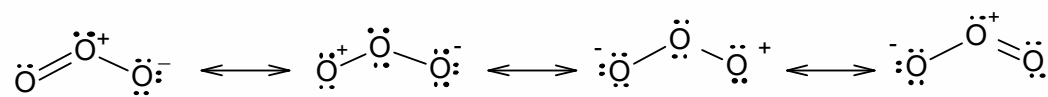
ओज़ोनोलिसिस में से दो पृथक अभिक्रियाएं होती हैं: पहली में ओज़ोन द्वारा ऐल्कीन के ऑक्सीकरण से ओज़ोनाइड का बनना और दूसरी में ओज़ोनाइड के अपचयन अथवा आक्सीकरण द्वारा विदलन-उत्पाद का बनना।

उदाहरण के लिए, 2-मेथिल-2-ब्यूटीन के अपचयक ओज़ोन अपघटन द्वारा एक ऐल्डिहाइड व एक कीटोन प्राप्त होता है। जबकि ओज़ोन के ऑक्सीकरण अपघटन द्वारा एक कार्बोक्सिलिक अम्ल व एक कीटोन प्राप्त होता है।

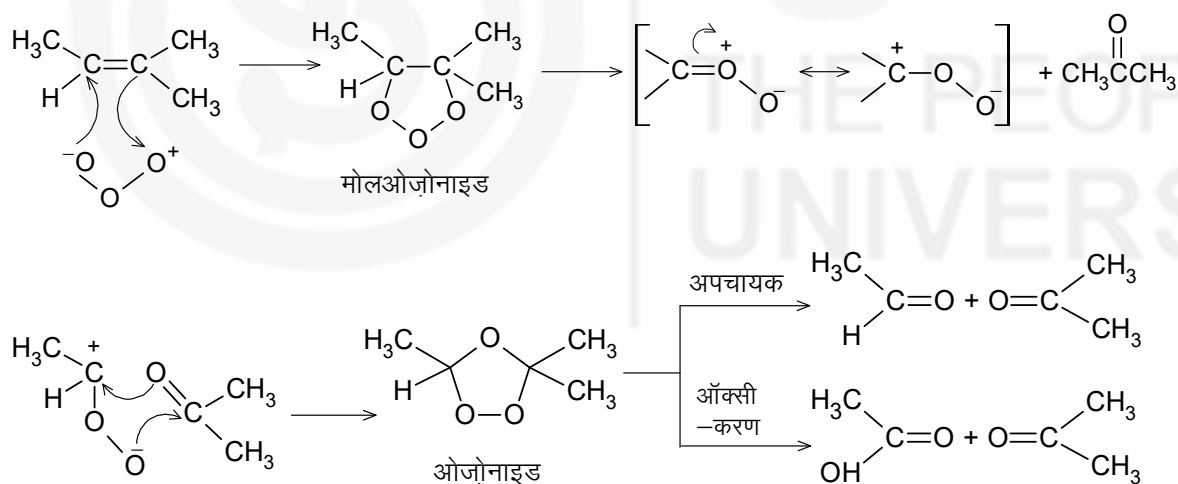


## क्रियाविधि

ओज़ोन को निम्नलिखित के अनुनाद संकर (hybrid) के रूप में दर्शाया जा सकता है।

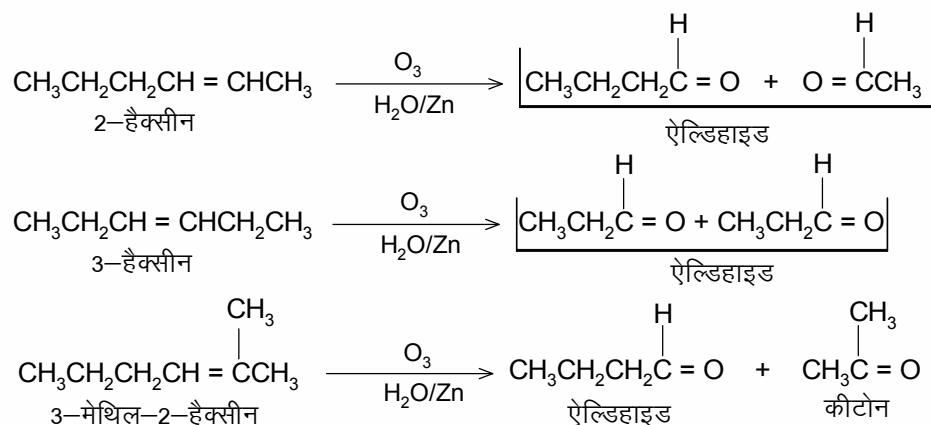


ओज़ोन अपघटन अभिक्रिया के पहले पद में द्वि-आबंध पर ओज़ोन का 1,3-द्विध्रुवीय सकलन होता है। इसमें मोलओज़ोनाइड प्राप्त होता है। अस्थायी होने के कारण मोलओज़ोनाइट टुकड़ों में विभाजित हो जाता है। इन टुकड़ों के एक वैकल्पिक तरह से पुनः संयोग द्वारा ओज़ोनाइड प्राप्त होता है।



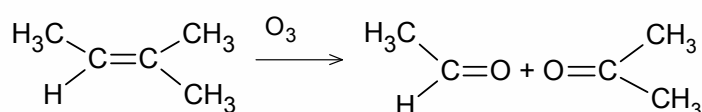
कम आण्विक द्रव्यमान वाले ओज़ोनाइड अत्यंत विस्फोटक होते हैं तथा इन्हें वियोजित नहीं किया जाता है। इसकी अपेक्षा ओज़ोनाइड की किसी अपचायक (जैसे कि एथानोइक अम्ल में जिंक धातु) अथवा हाइड्रोजन परॉक्साइड जैसे किसी अपचायक से क्रिया की जाती है तथा विदलित उत्पाद प्राप्त किए जाते हैं। इस संपूर्ण अभिक्रिया को ओज़ोन अपघटन कहा जाता है।

विदलित उत्पादों में कार्बन परमाणुओं की संख्या व व्यवस्था के ज्ञान से मूल ऐल्कीन में द्वि-आबंध की स्थिति का पता लगाया जा सकता है। ओज़ोन अपघटन के कुछ उदाहरण नीचे दिए गए हैं।



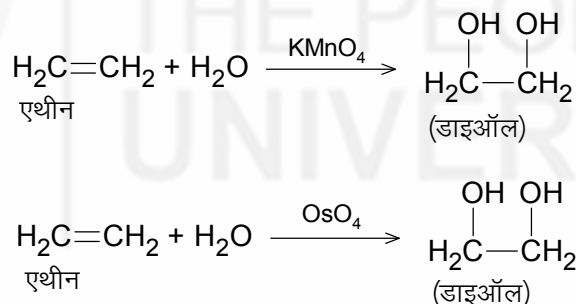
### बोध प्रश्न 8

निम्नलिखित अभिक्रिया की क्रियाविधि दीजिए।



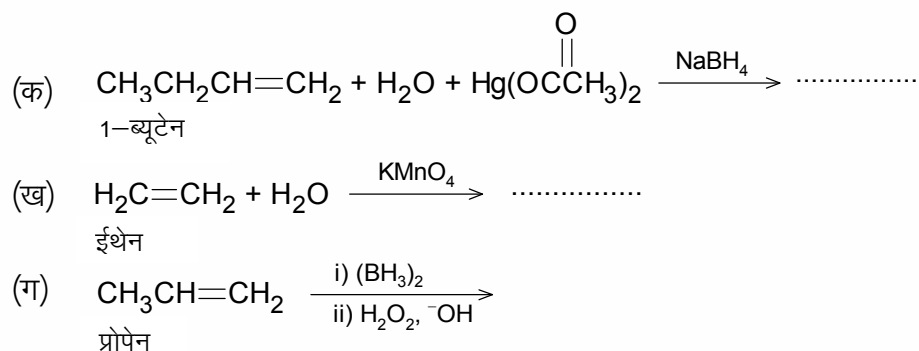
### 17.2.7 हाइड्रॉक्सिलीकरण

ऐल्कीनों के शीघ्रतापूर्वक हाइड्रॉक्सिलीकरण (अर्थात्, हाइड्रॉक्सिल समूह का संकलन) से डाइहाइड्रॉक्सी यौगिक (डाइऑल) जिन्हें ग्लाइकॉल कहा जाता है, प्राप्त होते हैं। ऐल्कीन के डाइऑल के रूपांतरण के लिए अधिकतर पोटेशियम परमैंगनेट या ऑसमियम टेट्राऑक्साइड को अभिकर्मक के रूप में उपयोग किया जाता है।  $\text{KMnO}_4$  के साथ  $\text{OsO}_4$  की तुलना में यह अत्यधिक कम मात्रा में प्राप्त होता है लेकिन  $\text{OsO}_4$  का उपयोग सीमित है क्योंकि यह महंगा तथा विषैला होता है।



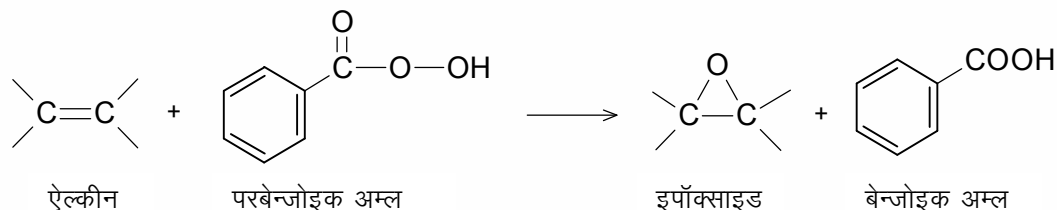
### बोध प्रश्न 9

निम्नलिखित अभिक्रियाओं में संभावित उत्पाद बताइए।

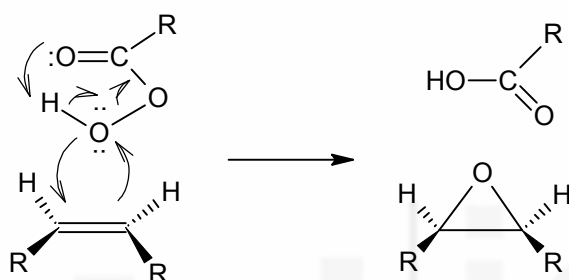


### 17.2.8 इपॉक्सीकरण

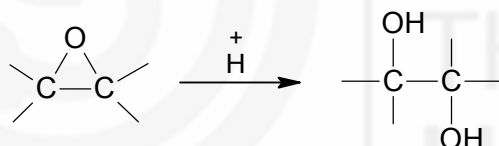
ऐल्कीन का द्वि-आबंध पर अम्लों (peracids) द्वारा इपॉक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इपॉक्साइड को ऑक्सीरेन के नाम से भी जाना जाता है। परन्तु अम्लों में परबेन्जोइक अम्ल ( $C_6H_5COOH$ ) और मोनोपरथैलिक मेटा-क्लोरोबेन्जोइक अम्ल ( $m\text{-ClC}_6\text{H}_4\text{CO}_3\text{H}$ , MCPBA) का मुख्य रूप से प्रयोग में लाए जाते हैं।



#### क्रियाविधि



अम्ल के उपचार से इपॉक्साइड को सरलता से डाइऑल (ग्लाइकॉल) में बदला जा सकता है। इस अभिक्रिया से प्राप्त डाइऑल सदैव ट्रांस होता है। इस का तात्पर्य यह है कि  $-OH$  समूह द्वि-आबंध के विपरीत दिशा से आता है।



### 17.3 सारांश

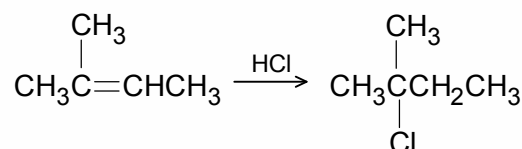
इस इकाई में आपने पढ़ा कि :

- इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन अभिक्रियाएं ऐल्कीनों की प्रमुख अभिक्रियाएं हैं।
- इन अभिक्रियाओं में हैलोजनों का संकलन हाइड्रोजन हैलाइडों का संकलन और जल संकलन शामिल है।
- हाइड्रोजन हैलाइड/जल का संकलन मार्कोनिकॉफ नियम का पालन करते हैं।
- परऑक्साइड की उपस्थिति में  $HBr$  का ऐल्कीन पर संकलन प्रतिमार्कोनीकॉफ उत्पाद देता है।
- ऐल्कीन पर बोरेन के संकलन से हाइड्रोबोरेन प्राप्त होते हैं जो कि विभिन्न प्रकार के रासायनिक रूपांतरणों में सक्षम होते हैं।

- ऐल्कीन को ओजोन से ऑक्सीकरण कर सकते हैं। हमें इस अभिक्रिया से ऐलिहाइड और कीटोन अथवा कार्बोक्सिलिक अम्ल और कीटोन प्राप्त होते हैं।
- पोटेशियम परमेगनेट और ऑस्मियम टेट्राक्साइड द्वारा ऐल्कीन के ऑक्सीकरण से 1,2-डाइऑल प्राप्त होते हैं।

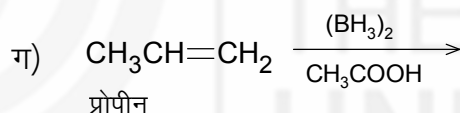
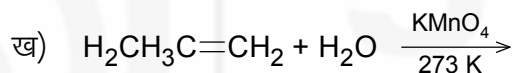
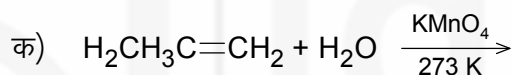
## 17.4 अंत में कुछ प्रश्न

1. निम्नलिखित अभिक्रिया में प्रमुख उत्पाद बनाने वाले मध्यवर्ती कार्बोधनायन का संरचना सूत्र लिखिए:



2. जब 2-मेथिल-2-ब्यूटीन के साथ HBr (1) परऑक्साइड की उपस्थिति में और (2) परऑक्साइड की अनुपस्थिति में अभिक्रिया करता है तो प्राप्त होने वाले उत्पाद बताइए।

3. निम्नलिखित अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए :



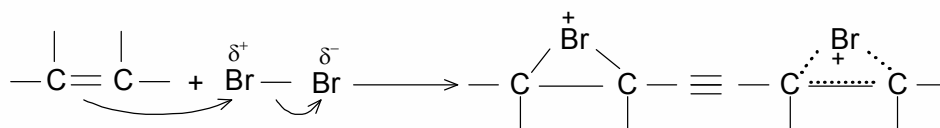
4. क, ख तथा ग सामावयवी हेप्टीनें हैं। ओजोन उपघटन से क, एथेनैल तथा पेन्टेनैल देती है। ख, प्रोपेनोन तथा ब्यूटेनोन देती है तथा ग, एथेनैल तथा पेन्टा-3-ओन देती है। क, ख और ग के संरचना सूत्र लिखिए।
5. आयोडीन ऐल्कीन से अभिक्रिया नहीं करती। समझाइए।

## 17.5 उत्तर

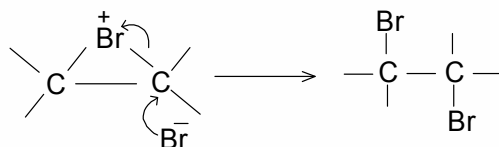
### बोध प्रश्न

1. i) इलेक्ट्रॉनस्नेही  
ii) कमजोर  $\pi$   
iii) अधिक  
iv) सम्मिलित

2. अभिक्रिया में सम्मिलित पदों को देखें।



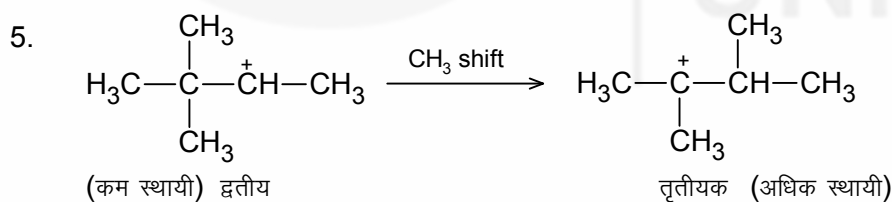
चक्रीय संरचना अणु के एक पार्श्व की रक्षा करती है इसलिए ब्रोमीन द्वि-आबंध के विपरीत पार्श्व से आक्रमण करती है। इस प्रक्रम को विपक्ष संकलन कहते हैं।



ब्रोमीन का संकलन कार्बन-कार्बन-द्वि-आबंध की पहचान करने के लिए अत्यंत उपयोगी होता है। ब्रोमीन विलयन का विरंचीकरण यौगिक में कार्बन-कार्बन-द्वि-आबंध की उपस्थिति ज्ञात करते का परीक्षण है।

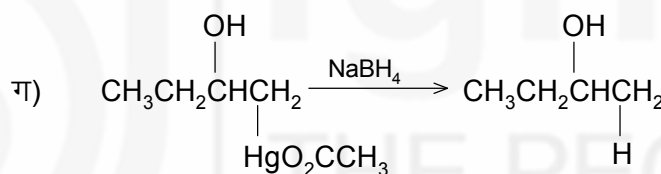
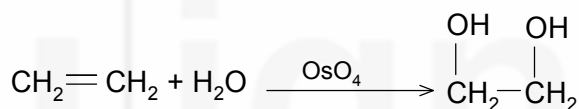
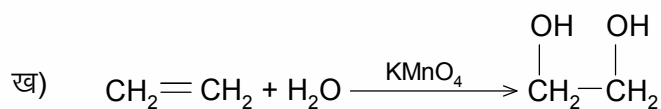
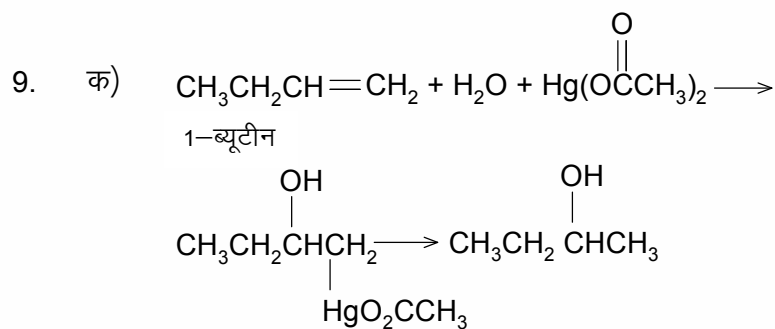
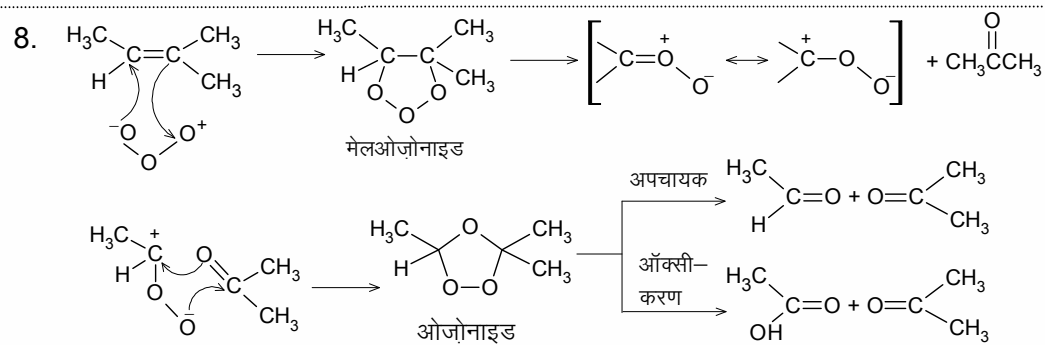
3. असममित ऐल्कीन में हाइड्रोजन हैलाइड की संकलन अभिक्रिया के समय बना कार्बोधनायन अधिकतर पुनर्विन्यास (ऐल्किल सूति) द्वारा अधिक स्थायी कार्बनधनायन देता है। अतः डाइ-डाइमेथिल-1-ब्यूटीन पर HCl के संकलन से दो तरह के उत्पाद बनते हैं। एक 2-क्लोरो-3, 3-डाइमेथिल ब्यूटेन (सामान्य उत्पाद) दूसरा 2-क्लोरो-2, 3-डाइमेथिल ब्यूटेन (पुनर्विन्यासित उत्पाद)।

4. क) द्वि-आबंध  
ख) आयोडीन  
ग) दो  
घ) प्रतिमार्कोनीकोफ



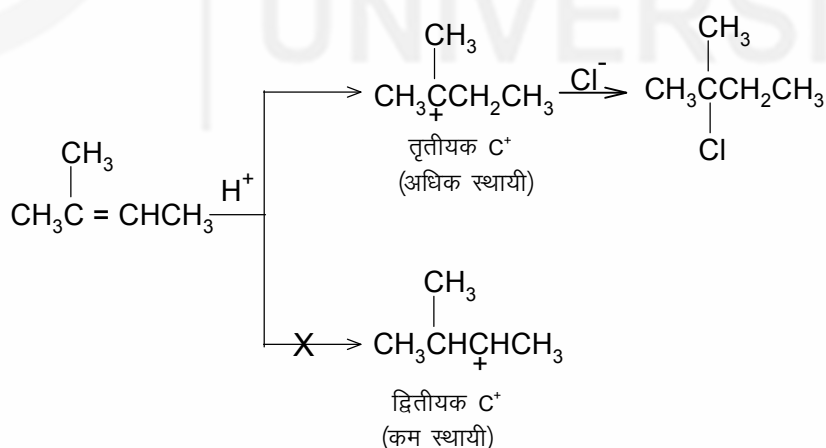
6. क) T  
ख) T  
ग) F  
घ) F

7. यह केवल शब्दिक अर्थ में सही है क्योंकि इसमें हाइड्रोजन अभिक्रिया में हाइड्रोजन अणु का विद्युत् धनात्मक भाग न होकर विद्युत् ऋणात्मक भाग होता है।

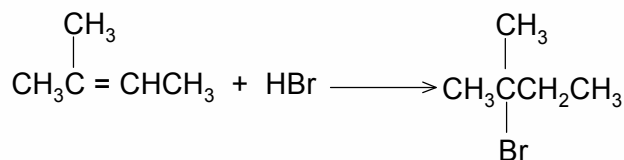


### अंत में कुछ प्रश्न

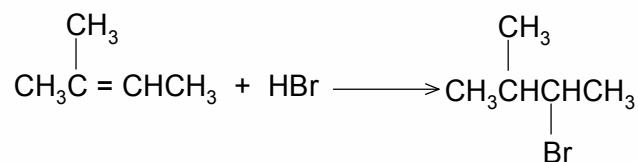
1.



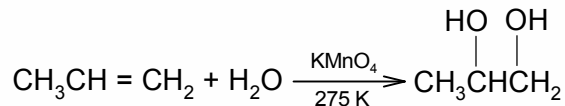
2. परऑक्साइड की अनुपस्थिति में HBr का संकलन मार्कोनीकोफ उत्पाद देता है।



परऑक्साइड की उपस्थिति में HBr का संकलन प्रतिमार्कोनीकॉफ उत्पाद देता है।

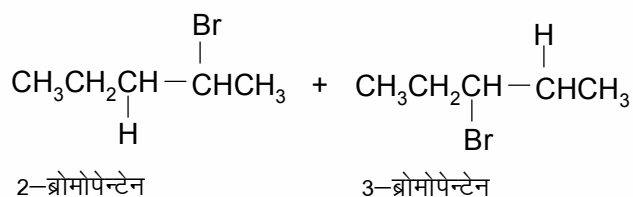


3. क)



ख)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{CHCH}_3 + \text{HBr} \longrightarrow$

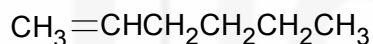
2-पेन्टीन



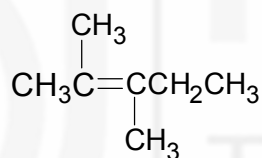
ग)  $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2 \xrightarrow[\text{CH}_3\text{COOH}]{(\text{BH}_3)_2} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$

1-प्रोपीन                      प्रोपेन

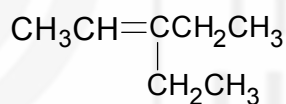
4. यौगिक क



यौगिक ख



यौगिक ग



5. आयोडीन का एल्केन पर संकलन व्युत्क्रमणीय अभिक्रिया है। अर्थात् 1,2-डाइआयोडो उत्पाद अस्थायी होता है तथा आयोडीन खोकर दोबारा ऐल्कीन दे देता है।

## ऐल्काइन|

## इकाई की रूपरेखा

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| 18.1 प्रस्तावना                    | 18.5 ऐल्काइनों की अभिक्रियाएँ |
| उद्देश्य                           | हाइड्रोजनन                    |
| 18.2 ऐल्काइनों के प्रकार           | हैलोजनन                       |
| 18.3 भौतिक गुणधर्म                 | हाइड्रोहैलोजनीकरण             |
| 18.4 ऐल्काइनों का विरचन            | जलयोजन                        |
| डाइहालाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण | ओजोनोलिसिस                    |
| टेट्राहालाइडों का विहाइलोजनीकरण    | हाइड्रोबोरॉनन                 |
| एथाइन का एल्किलीकरण                | 18.6 सारांश                   |
|                                    | 18.7 अंत में कुछ प्रश्न       |
|                                    | 18.8 उत्तर                    |

## 18.1 प्रस्तावना

पिछली तीन इकाइयों में आपने ऐल्केनों और ऐल्कीनों के रसायन का अध्ययन किया। अब हम एक अन्य प्रकार के हाइड्रोकार्बनों का अध्ययन करेंगे जिन्हें ऐल्काइन कहते हैं और जिनमें कार्बन-कार्बन त्रि-आबंध होता है।

विद्युत्-दीपों (electric lamps) के विकास से पहले, सरलतम ऐल्काइन, एथाइन,  $\text{CH}\equiv\text{CH}$  को खनन-दीपों (minor's lamp) में जलाया जाता था। इसका उपयोग ऑक्सी ऐसीटिलीन टॉर्चों में, धातुओं को काटने और वेल्ड (weld) करने के लिए किया जाता है। ईंधन-गैस के रूप में इसका विस्तृत उपयोग होता है। उद्योग में इसका उपयोग एथेनॉइक अम्ल, क्लोरोएथीन (वाइनिल क्लोराइड), प्रोपेनोन, ब्यूटेनॉल, एथानॉल आदि अनेक रसायनों को बनाने में आरंभिक पदार्थ के रूप में किया जाता है।

प्रकृति में त्रि-आबंधों वाले असंख्य यौगिक वनस्पति जगत से प्राप्त किए गए हैं। उदाहरण के लिए करडी, (safflower) से प्राप्त ट्राइआईन (triyne) सूत्रकृमियों (nematodes) के विरुद्ध क्रियाशील होता है और इस प्रकार जीव जंतुओं के विरुद्ध पादपों की रासायनिक सुरक्षा का काम करता है।

पहले हम ऐल्काइनों के प्रकार और इनके भौतिक गुणधर्मों की चर्चा करेंगे। इस इकाई के अगले भाग में ऐल्काइनों को बनाने की विभिन्न विधियों को सीखेंगे और फिर हम देखेंगे कि कार्बन-कार्बन त्रि-आबंध उन अनेक अभिकर्मकों के साथ अभिक्रिया करता है जो ऐल्कीनों से करते थे। यहाँ आप ऐल्काइन रसायन के सभी पहलुओं का अध्ययन करेंगे।

## उद्देश्य

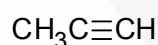
इस इकाई के अध्ययन के बाद, आप

- ❖ अनेक प्रकार की ऐल्काइनों की सूची बना सकेंगे;
- ❖ ऐल्काइनों के भौतिक गुणधर्मों की सूची बना सकेंगे;
- ❖ ऐल्काइनों को बनाने की अनेक विधियों की व्याख्या कर सकेंगे; और
- ❖ ऐल्काइनों की रासायनिक अभिक्रियाओं की व्याख्या कर सकेंगे।

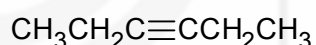
## 18.2 ऐल्काइनों के प्रकार

ऐल्काइनों को ऐसिटिलीनों के रूप में भी जाना जाता है और ये खुले श्रृंखला वाले असंतृप्त हाइड्रोकार्बन की समजातीय श्रेणी बनाते हैं। जिनमें एक या एक से अधिक त्रि-आबंध होते हैं। एक त्रि-आबंध के साथ ऐल्काइन का सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n-2}$  होता है।

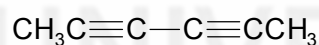
ऐल्काइन दो प्रकार के होते हैं: अंतस्थ (terminal) और आंतरिक (internal)। अंतस्थ ऐल्काइनों में त्रि-आबंध कार्बन श्रृंखला के अंत में होता है जबकि आंतरिक ऐल्काइनों में त्रि-आबंध अंतस्थ स्थिति के अतिरिक्त कहीं भी स्थित होता है।



1-प्रोपाइन  
(अंतस्थ ऐल्काइन)



3-हैक्साइन  
(आंतरिक ऐल्काइन)



2,4-हैक्साडाइआइन  
(आंतरिक ऐल्काइन)

## 18.3 भौतिक गुणधर्म

ऐल्काइनों के भौतिक गुणधर्म, संगत ऐल्कीनों के समान होते हैं। वे सब रंगहीन और एथाइन को छोड़कर सब गंधहीन होते हैं। सामान्य ताप पर पहले तीन सदस्य अर्थात् एथाइन, प्रोपाइन और 1-ब्यूटाइन गैस होते हैं, अगले आठ सदस्य द्रव हैं और उनके बाद के सदस्य ठोस होते हैं। अणु भार में वृद्धि के साथ गलनांक, क्वथनांक और घनत्व जैसे भौतिक स्थिरांकों में धीरे-धीरे वृद्धि होती रहती है। संगत ऐल्कीनों और ऐल्केनों की अपेक्षा ऐल्काइनों के क्वथनांक किंचित अधिक होते हैं। अंतस्थ ऐल्काइनों के समावयवी आंतरिक ऐल्काइनों की अपेक्षा, निम्न क्वथनांक होते हैं और उन्हें सावधानीपूर्वक प्रभाजी आसवन द्वारा पृथक किया जा सकता है। ऐल्केनों और ऐल्कीनों की भांति ऐल्काइनों का घनत्व और जल-विलेयता कम होते हैं। वे अध्रुवी होते हैं और डाइमैथिल ईथर, क्लोरीनित हाइड्रोकार्बनों आदि विशिष्ट कार्बनिक विलायकों में शीघ्र घुल जाते हैं।

## बोध प्रश्न 1

इनमें से कौन सा कथन सही/गलत है? कोष्ठ में सही के लिए (T) और (F) लिखें।

- एथाइन एक रंगहीन और गंधहीन गैस है।
- कक्ष ताप पर 1-ब्यूटाइन द्रव है।
- संगत ऐल्कीन और ऐल्केन की तुलना में एल्काइनों का कुछ अधिक क्वथनांक होता है।
- प्रोपाइन अधुवीय है और डाइएथिल ईथर में सुगमता से नहीं घुलता है।
- एल्काइनों की अधिक घनत्व और जल में अधिक विलेय होती है।

## 18.3 ऐल्काइनों का विरचन

कार्बनिक संश्लेषण में मुख्यतः दो प्रकार की अभिक्रियाओं का उपयोग किया जाता है। एक अभिलक्षणीय समूह रूपांतरण और दूसरा कार्बन-कार्बन आबंध निर्माण अभिक्रिया। ऐल्काइनों को बनाने में इन दोनों का उपयोग किया जाता है। इस इकाई में हम चर्चा करेंगे कि विलोपन अभिक्रियाओं द्वारा और छोटी एथाइन इकाई के साथ ऐल्किल समूह का संकलन करके ऐल्काइन किस प्रकार बनाए जाते हैं। ऐल्काइनों को बनाने की कुछ महत्वपूर्ण विधियों की रूपरेखा सारणी 18.1 में दी गई है।

सारणी 18.1: ऐल्काइनों का विरचन

|      |                                                                                                                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| i)   | डाइहाइलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण                                                                                                                                                                  |
|      | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{X} \quad \text{X} \end{array} \xrightarrow[-2\text{HX}]{\text{क्षारक}} -\text{C}\equiv\text{C}-$ |
| ii)  | टेट्राहाइलाइडों का विहाइलोजनीकरण                                                                                                                                                                     |
|      | $\begin{array}{c} \text{X} \quad \text{X} \\   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{X} \quad \text{X} \end{array} \xrightarrow[-2\text{X}_2]{\text{Zn}} -\text{C}\equiv\text{C}-$    |
| iii) | एथाइन का ऐल्किलीकरण                                                                                                                                                                                  |
|      | $-\text{C}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{NaNH}_2} -\text{C}\equiv\text{C}^+ \text{Na}^- \xrightarrow{\text{RX}} -\text{C}\equiv\text{CR}$                                                        |

### युग्मी (geminal)

डाइहाइलाइड – वह डाइहाइलाइड है जिनमें दोनों हैलोजन परमाणु एक ही कार्बन परमाणु पर प्रतिस्थापित होते हैं।

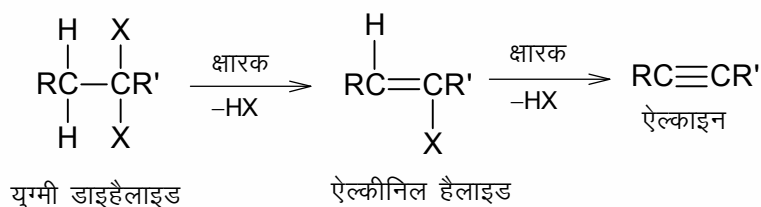
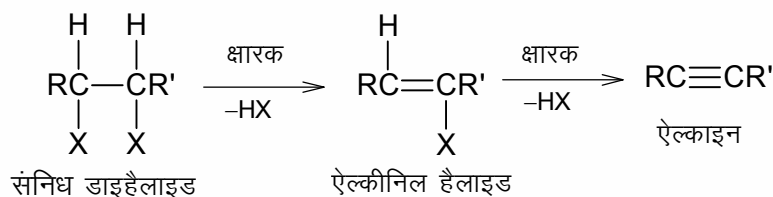
### संनिध (vicinal)

डाइहाइलाइड – वह डाइहाइलाइड है जिनमें हैलोजन परमाणु संलग्न (निकटवर्ती, adjacent) कार्बन परमाणुओं पर प्रतिस्थापित रहते हैं।

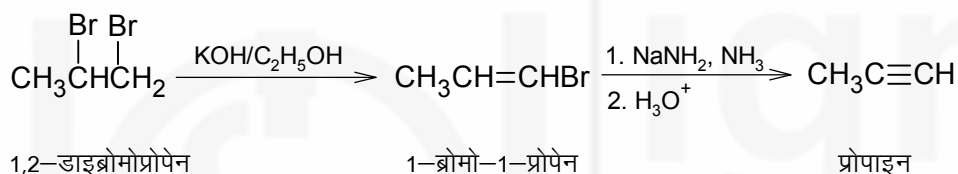
### 18.4.1 डाइहाइलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण

इकाई 16 में आप पढ़ चुके हैं कि ऐल्किल हैलाइडों से HX के विलोपन द्वारा ऐल्कीन बनाए जा सकते हैं। इसी प्रकार, किसी डाइहाइलाइड से HX के दो अणुओं को

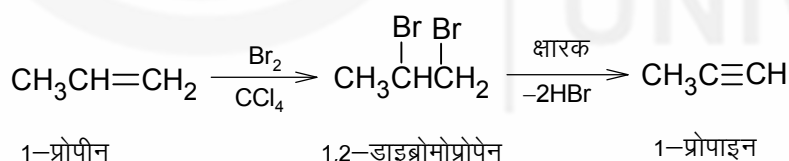
निकालकर ऐल्काइन बनाया जा सकता है। डाइहैलाइड, युग्मी (geminal) अथवा संनिध (vicinal) प्रकार के हो सकते हैं।



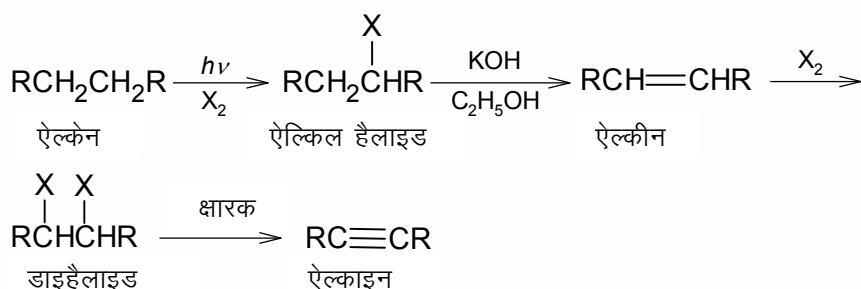
ऐल्काइनों में त्रि-आबंध होता है जबकि ऐल्कीनों में द्वि-आबंध होता है, इसलिए HX के दो अणुओं का विलोपन होना चाहिए। अतः दूसरे HX अणु के विलोपन के लिए अधिक प्रबल परिस्थितियों की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, जब 1,2-डाइब्रोमोप्रोपेन, प्रबल क्षारक के साथ क्रिया करता है तो दोहरा विलोपन और फलस्वरूप प्रोपाइन प्राप्त होता है।



इकाई 17 में आप पढ़ चुके हैं कि ऐल्कीन में हैलोजन के संकलन से डाइहैलाइड बनते हैं। इस प्रकार, हैलोजनीकरण-विहाइड्रोहैलोजनीकरण का समग्र अनुक्रम (overall sequence) ऐल्कीन से ऐल्काइन प्राप्त करने की उत्कृष्ट विधि प्रस्तुत करता है, उदाहरण के लिए,



आपको याद होगा कि ऐल्कीनों को ऐल्किल हैलाइडों की विलोपन अभिक्रियाओं द्वारा बनाया जा सकता है जबकि ऐल्किल हैलाइडों को ऐल्कीनों से बनाया जा सकता है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि ऐल्काइनों को बनाने के लिए ऐल्केन आरंभिक पदार्थों का काम करते हैं।

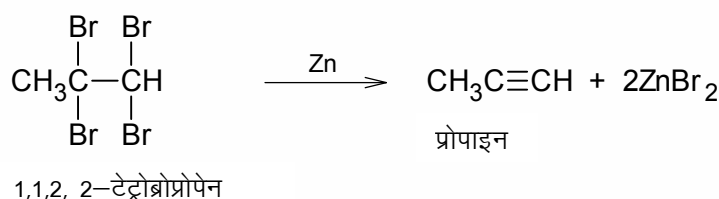


विहाइड्रोहैलोजनीकरण के लिए विभिन्न क्षारकों का प्रयोग किया जा सकता है। किन्तु सोडियम ऐमाइड को प्रमुखता दी जाती है क्योंकि उससे उत्पाद अधिक मात्रा में प्राप्त होता है।

दोहरे विहाइड्रोहैलोजनीकरण की क्रियाविधि वही है जैसी इकाई 17 में ऐल्किल हैलाइड के ऐल्कीनों में विहाइड्रोहैलोजनीकरण के लिए बताई गई है।

### 18.4.2 टेट्राहैलाइडों का विहैलोजनीकरण

ऐल्काइनों को टेट्रोहैलाइडों के विहैलोजनीकरण द्वारा भी प्राप्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए 1, 1, 2, 2-टेट्रोब्रोप्रोपेन के वाष्पों को तप्त जस्ते के ऊपर प्रवाहित करने से प्रोपाइना प्राप्त होता है।



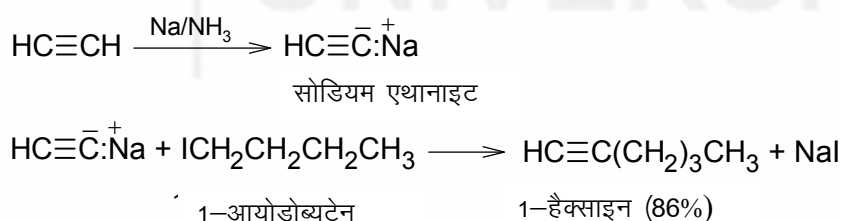
इस अभिक्रिया का कोई भी सश्लेषित महत्व नहीं है क्योंकि टेट्राहैलाइडों को अधिकांशतः ऐल्काइन से बनाया जाता है। लेकिन यह अभिक्रिया ऐल्काइनों के शुद्धीकरण के लिए एक विधि संभव करती है।

### 18.4.3 एथाइन का ऐल्किलीकरण

ऐल्काइन के रसायन और ऐल्कीन या ऐल्केन के बीच एक बड़ा अंतर यह है कि अंतस्थ ऐल्काइन में त्रि-आबंध से आबंधित हाइड्रोजन काफी अधिक अम्लीय होता है। इसे कठोर क्षारक द्वारा हटाया जा सकता है जैसे कि सोडियम ऐमाइड जिससे एथानाइट आयन बनाता है। एथाइन जल की तुलना में कम अम्लीय है लेकिन अमोनिया से  $10^{13}$  गुना और एथीन या एथेन से  $10^{18}$  गुना अधिक अम्लीय होता है।

जैसा कि आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा होगा कि त्रि-आबंध से आबंधित हाइड्रोजन का अम्लीय लक्षण त्रि-आबंधित कार्बन (sp संकर) का अधिक विद्युत ऋणात्मक होना है।

जिन अभिक्रियाओं में ऐल्किल समूह किसी अणु से संलग्न होता है उन्हें ऐल्किलीकरण कहते हैं। इस उपभाग में हम पढ़ेंगे कि छोटी इकाइयों के संयोजन से बड़ी शृंखलाएं बनाकर किस प्रकार ऐल्काइन प्राप्त किए जाते हैं। ऐसी ही एक संरचनात्मक इकाई स्वयं एथाइन है। एथाइन पर ऐल्किल समूह से संयोजन से अधिक जटिल ऐल्काइन बनाए जा सकते हैं। उदाहरण के लिए,



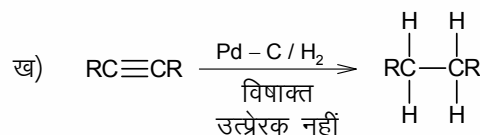
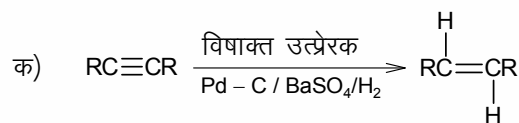
ऐल्किलीकरण प्रक्रम दो चरणों में होता है। पहले चरण में एथाइन, सोडियम ऐमाइड के साथ अभिक्रिया कर एथानाइट आयन बनाता है जो एथाइन का संयुग्मी क्षारक है।

दूसरे चरण में एथानाइट आयन, 1-आयोडोब्यूटेन के C-1 कार्बन परमाणु पर आक्रमण कर आयोडाइड आयन को बाहर कर देता है जिससे अंतस्थ ऐल्काइन, 1-हैक्साइन प्राप्त होता है। 1-हैक्साइन कुल 86% लब्धि देता है। ऊपर प्राप्त 1-हैक्साइन को ऐल्काइनाइड ऋणायन में परिवर्तित किया जा सकता है और दोबारा ऐल्किलीकरण से आंतरिक ऐल्काइन प्राप्त होता है। इस बार भिन्न ऐल्किल हैलाइड का भी उपयोग किया जा सकता है।

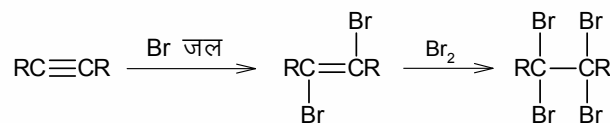


## सारणी 18.2: ऐल्काइनों की अभिक्रियाएँ

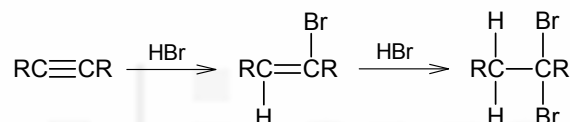
## i) हाइड्रोजनन



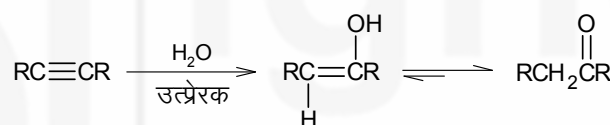
## ii) हैलोजनन



## iii) जलयोजन



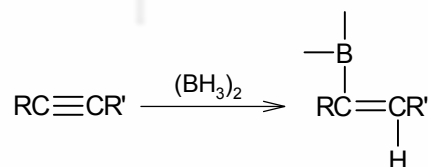
## iv) जलयोजन



## v) ओज़ोनोलिसिस



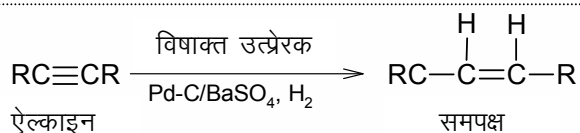
## vi) हाइड्रोबोरॉनन



## 18.5.1 हाइड्रोजनीकरण

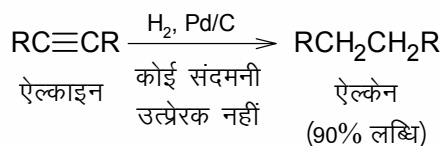
यदि किसी उत्प्रेरक में वरणात्मक संदमनी कर्मक (inhibiting) मिला हो तो उसे विषाक्त उत्प्रेरक (poisoned catalyse) कहते हैं।

ऐल्कीनों के समान ऐल्काइनों का भी उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण होता है। ऐल्काइन के साथ हाइड्रोजन का संकलन दो चरणों में होता है। पहले संकलन से ऐल्कीन बनता है। क्योंकि ऐल्कीन का भी उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण हो सकता है अतः दूसरे संकलन से ऐल्केन प्राप्त होता है। हाइड्रोजन की परिकलित मात्रा और विषाक्त उत्प्रेरक का उपयोग कर हाइड्रोजनीकरण को ऐल्कीन के चरण पर रोका जा सकता है। ये उत्प्रेरक ऐल्कीनों के हाइड्रोजनीकरण को वरणात्मक रूप से रोकते हैं।



यह त्रिविमवर्णात्मक संकलन अभिक्रिया है। इसमें मुख्यतः समपक्ष-ऐल्कीन प्राप्त होते हैं। संदमनी कर्मक की अनुपस्थिति में ऐल्काइन के उत्प्रेरकी हाइड्रोजनीकरण से ऐल्केन प्राप्त होता है।

त्रिविमवर्णात्मक अभिक्रिया वह अभिक्रिया है जिसमें प्रमुख रूप से एक समावयव प्राप्त होता है।



यदि ऐल्काइन का अपचयन द्रव अमोनिया में सोडियम धातु अथवा लीथियम धातु के साथ किया जाए तो केवल विपक्ष ऐल्कीन उत्पाद प्राप्त होता है। यह अभिक्रिया बर्च अपचयन कहलाती है जिसकी चर्चा इकाई 16 के उप-भाग 16.4.4 में की जा चुकी है।

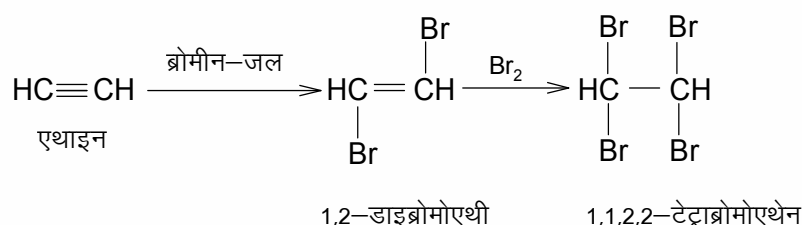
### बोध प्रश्न 3

2-हैक्साइन से निम्नलिखित यौगिकों के संश्लेषण की विधि बताइए:

- क) समपक्ष-2-हैक्सीन
- ख) विपक्ष-2-हैक्सीन
- ग) हैक्सेन

### 18.5.2 हैलोजनीकरण

ऐल्काइन, क्लोरीन और ब्रोमीन के साथ अभिक्रिया कर टेट्रोहैलोऐल्केन बनाते हैं। हैलोजन के दो अणु त्रि-आबंध पर संयुक्त हो जाते हैं। इस अभिक्रिया में डाइहैलोऐल्कीन मध्यवर्ती होता है और उपयुक्त अभिक्रिया अवस्थाओं में उसे पृथक् किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, एथाइन की ब्रोमीन-जल के साथ अभिक्रिया से केवल 1,2-डाइब्रोमोएथीन प्राप्त होता है जबकि केवल ब्रोमीन के साथ अभिक्रिया से -टेट्राब्रोमोएथेन प्राप्त होता है।



एथाइन के साथ हैलोजनों का संकलन त्रिविम वर्णात्मक होता है जिसमें विपक्ष समावयव प्रमुख उत्पाद होता है।

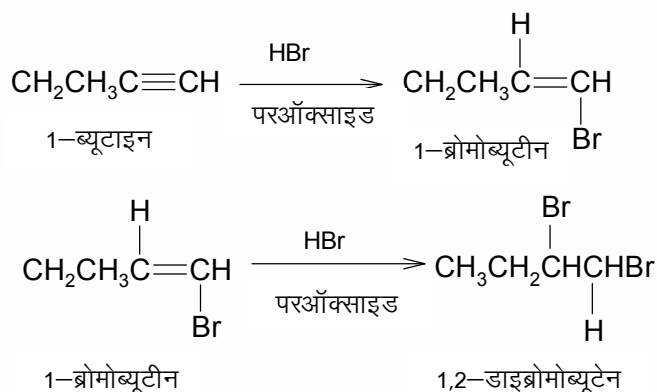
### 18.5.3 हाइड्रोहैलोजनीकरण

ऐल्काइनों के साथ हैलोजन अम्लों (HX) का संकलन संभव है। यह अभिक्रिया हाइड्रोहैलोजनीकरण कहलाती है। ऐल्कीनों की भाँति, संकलन की अभिक्रिया

यदि एक कार्बन परमाणु दूसरे कार्बन परमाणु के साथ द्वि-आबंध बनाता हो और साथ ही उस पर धन आवेश हो तो इस स्पीषीज़ को ऐल्कीनिल धनायन कहते हैं।



परऑक्साइडों आदि मुक्त मूलक प्रारंभकों को उपस्थिति में HBr का प्रतिमार्कोनीकोफ संकलन होता है जैसाकि ऐल्कीनों में होता है। उदाहरण के लिए, परऑक्साइडों की उपस्थिति में 1-ब्यूटाइन में HBr के संकलन से 1,2-डाइब्रोमोब्यूटेन प्राप्त होता है। जैसा कि नीचे दिखाया गया है:



#### बोध प्रश्न 4

प्रोपाइन की निम्नलिखित अभिकर्मकों के साथ होने वाली अभिक्रियाओं के लिए रासायनिक समीकरण लिखिए:

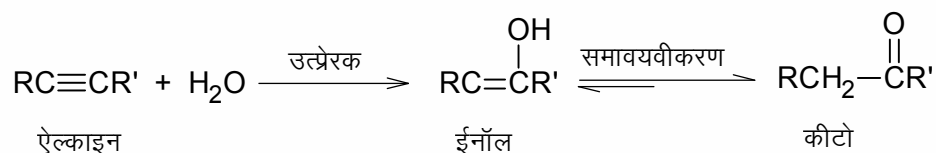
- क) HCl
- ख) Cl<sub>2</sub>
- ग) HBr (परऑक्साइड की उपस्थिति में)

#### बोध प्रश्न 5

HBr का एथीन पर संकलन 1-ब्रोमोएथीन की अपेक्षा अधिक तीव्रता से होता है। समझाइए।

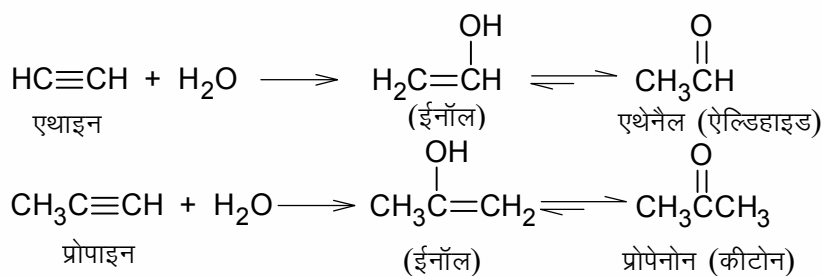
### 18.5.4 जलयोजन

इकाई 17 में आप पढ़ चुके हैं कि ऐल्कीन के साथ जल अणु के संकलन से ऐल्कोहॉल प्राप्त होता है। उसी प्रकार, ऐल्काइन के साथ जल अणु के संकलन से ईनॉल प्राप्त होता है। ईनॉल में द्वि-आबंधित कार्बन परमाणु के साथ -OH समूह संलग्न रहता है।



वास्तव में ईनॉल अत्यंत अस्थायी होते हैं और समावयवीकरण (अथवा चलावयवन) द्वारा ऐल्डिहाइड अथवा कीटोन बनाते हैं। इस प्रकार का समावयवीकरण अथवा चलावयवता का उदाहरण है। जिस प्रक्रम द्वारा ईनॉलों के रूपांतरण से ऐल्डिहाइड और कीटोन प्राप्त होते हैं, उसे कीटो-ईनॉल समावयवता अथवा कीटो-ईनॉल चलावयवता कहते हैं।

उदाहरण के लिए, जब एथाइन का जलयोजन होता है तो एक ऐल्डिहाइड (एथेनैल) प्राप्त होता है जबकि प्रोपाइन के जलयोजन से एक कीटोन (प्रोपेनोन) प्राप्त होता है।

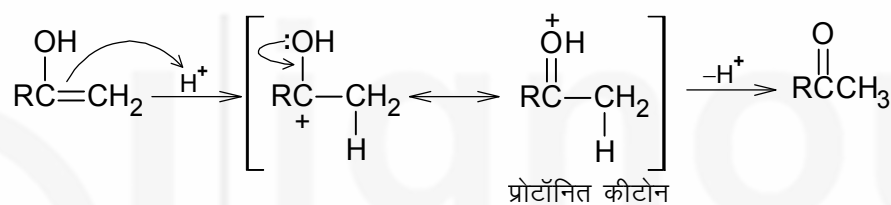


ऐल्डिहाइड अथवा कीटोन की ओर तीर लंबा होता है जो इस बात को प्रदर्शित करता है कि साम्य उस दिशा में अधिक होता है।

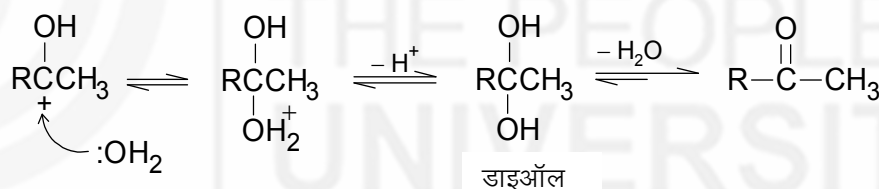
असममित ऐल्काइनों में जल का संकलन मार्कोनीकॉफ नियम के अनुसार होता है।

### क्रियाविधि

ईनॉल के ऐल्डिहाइड और कीटोन में रूपांतरण की क्रियाविधि उसी प्रकार है जिस प्रकार द्वि-आबंध के जलयोजन की। ईनॉल द्वि-आबंध के प्रोटोनीकरण से कार्बोधनायन प्राप्त होता है। नीचे दिये गए उदाहरण में कार्बोधनायन, एक प्रोटोनिट कीटोन होता है। जल के संकलन के बजाए इस आयन से प्रोटॉन के निकल जाने से कीटोन प्राप्त होता है।

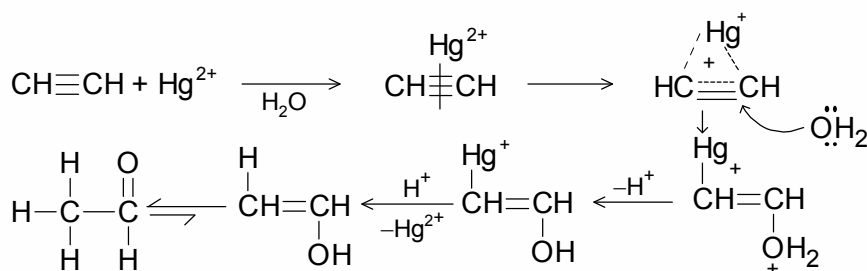


अब आप पूछ सकते हैं कि कार्बोधनायन की जल से अभिक्रिया क्यों नहीं होती है जिससे डाइऑल प्राप्त हो, अर्थात्



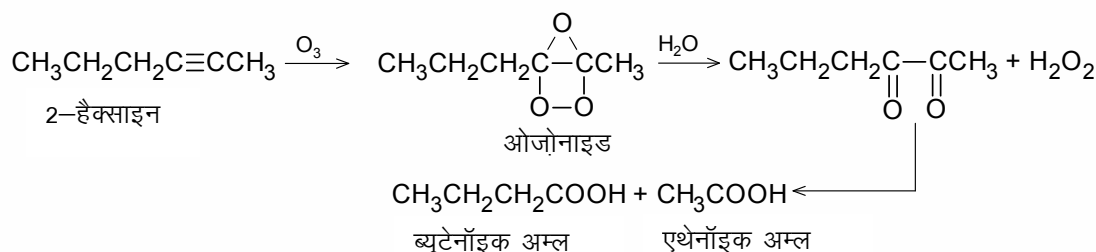
यह अभिक्रिया इसलिए नहीं होती है क्योंकि यह उत्क्रमणीय है तथा बहुधा कीटोनों और संगत डाइऑल के बीच साम्य, कीटोनों के निर्माण की ओर स्थित होता है।

सामान्य एल्कीन की भांति एल्काइन का जलयोजन इतना आसान नहीं होता है यह एल्कीन की तुलना में इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन के प्रति कम क्रियाशीलता के कारण है। लेकिन मरकरी सल्फेट उत्प्रेरक की उपस्थिति में जलयोजन काफी सुगमता से होता है। इस का प्रमुख कारण  $\text{Hg}^{2+}$  आयन के बड़े आकार के कारण यह काफी सुगमता से सेत्विक् आयन (bridged ion) बनाता है, और यह  $\pi$  सम्मिश्र निम्न प्रकार से आगे अभिक्रिया करता है।

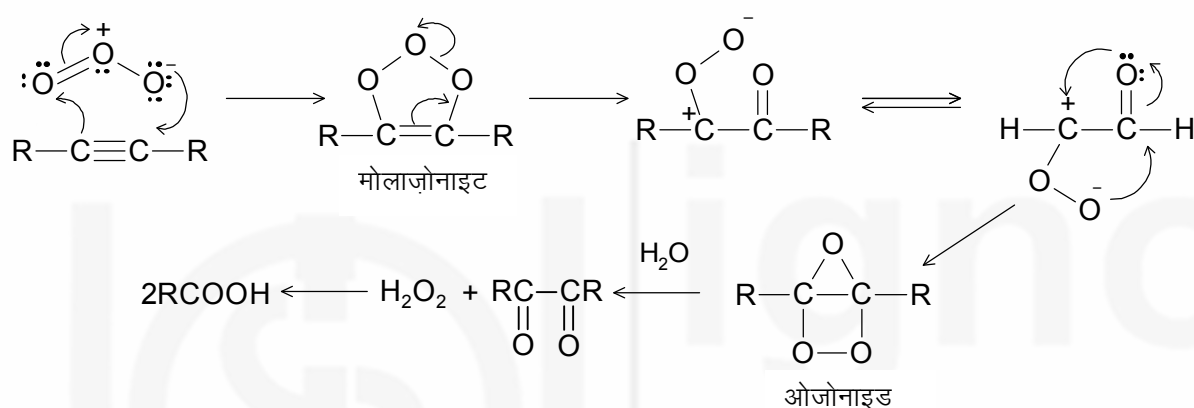


### 18.5.5 ओज़ोनोलिसिस

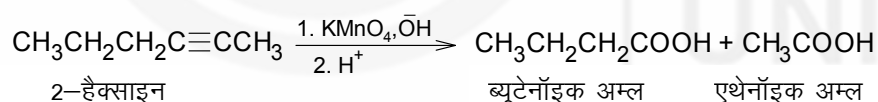
ऐल्काइन में ओज़ोन के संकलन से ओज़ोनाइड बनता है। ओज़ोनाइडों के जल-अपघटन से 1,2-डाइकार्बोनिल यौगिक प्राप्त होते हैं जो कि अभिक्रिया में बने हाइड्रोजन परॉक्साइड द्वारा ऑक्सीकारी विदलन से कार्बोक्सिलिक अम्ल प्राप्त होते हैं। उदाहरण के लिए 2-हैक्साइन के ओज़ोनिकरण से ब्यूटेनॉइक और एथेनॉइक अम्ल प्राप्त होते हैं।



### क्रियाविधि



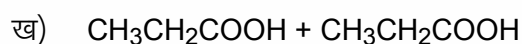
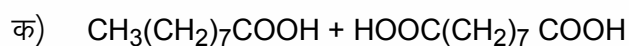
यदि ऐल्काइनों को क्षारीय परमैंगनेट द्वारा ऑक्सीकृत कर खनिज अम्लों द्वारा जल योजित किया जाए तो भी यही उत्पाद प्राप्त होते हैं।



ऑक्सीकारी विदलन अभिक्रियाओं का उपयोग संरचना निर्धारण में किया जाता है। प्राप्त कार्बोक्सिलिक अम्लों से ज्ञात होता है कि आरंभिक ऐल्काइन में कौन-से कार्बन परमाणु परस्पर त्रि-आबंध द्वारा संयुक्त हैं।

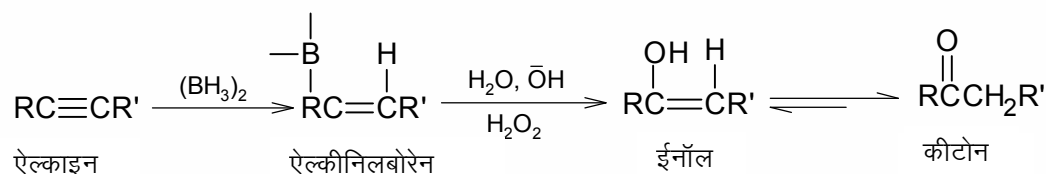
### बोध प्रश्न 6

उन ऐल्काइनों की संरचना बताइए जिनके ऑक्सीकारी विदलन से निम्नलिखित उत्पाद प्राप्त होते हैं :



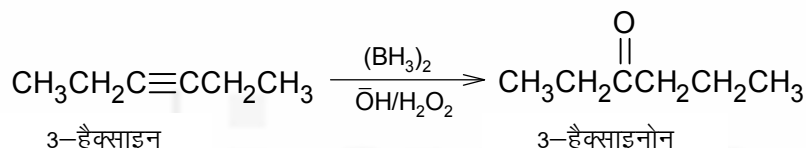
### 18.5.6 हाइड्रोबोरॉन

ऐल्काइनों में बोरेन के संकलन से ऐल्कीनिलबोरेन प्राप्त होते हैं जिन्हें क्षारीय हाइड्रोजन परऑक्साइड द्वारा ईनॉल रूप के द्वारा कीटोनों में ऑक्सीकृत किया जा सकता है।

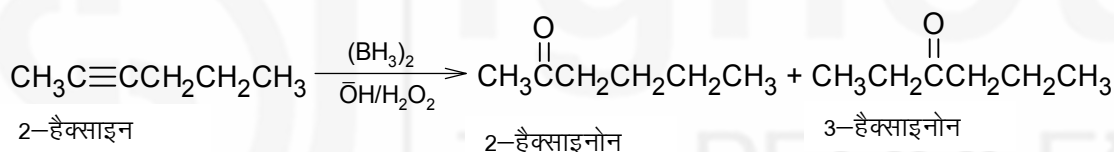


सममित आंतरिक ऐल्काइनों से केवल एक उत्पाद प्राप्त होता है जबकि असममित आंतरिक ऐल्काइनों से दोनों संभावित कीटोनों का मिश्रण प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, 3-हैक्सानोन से 3-हैक्सानोन प्राप्त होता है जबकि 2-हैक्साइन से 2-हैक्सानोन और 3-हैक्सानोन का मिश्रण प्राप्त होता है।

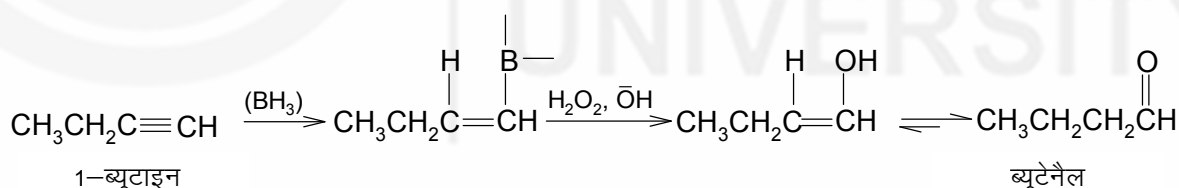
#### सममित आंतरिक ऐल्काइन



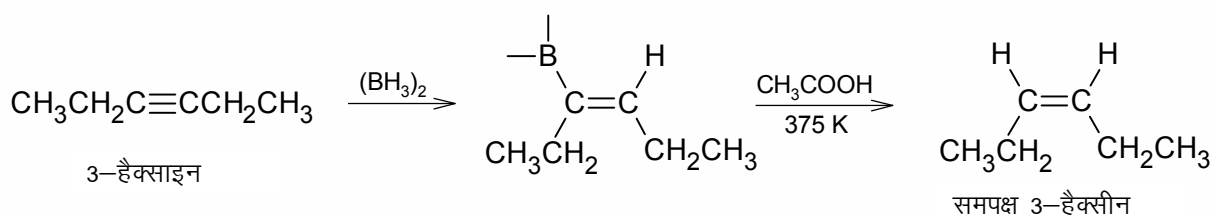
#### अंतस्थ आंतरिक ऐल्काइन



अंतस्थ ऐल्काइनों के हाइड्रोबोरॉन से ऐलिडहाइड प्राप्त होते हैं।



कार्बोबोरेनों की एक अन्य अभिक्रिया प्रोटॉन-अपघटन (protonolysis) है। अर्थात् ऐल्काइनों में बोरेन के संकलन के फलस्वरूप प्राप्त ऐल्कीनिलबोरेनों की एथानोइक अम्ल के साथ अभिक्रिया करने से समपक्ष ऐल्कीन प्राप्त होते हैं। यह अभिक्रिया-अनुक्रम, ऐल्काइनों को समपक्ष-ऐल्कीनों में रूपांतरित करने की एक और विधि प्रस्तुत करता है।



## बोध प्रश्न 7

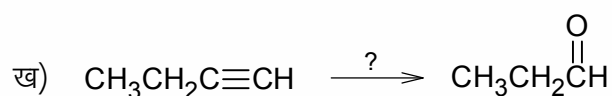
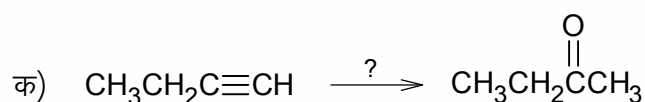
अंतस्थ ऐल्काइनों के हाइड्रोबोरोनन का समीकरण लिखिए।

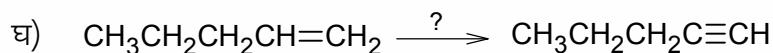
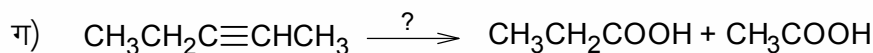
## 18.6 सारांश

- ऐल्काइन उन हाइड्रोकार्बनों को कहते हैं जिनमें एक या अधिक कार्बन-कार्बन त्रि-आबंध होते हैं।
- ऐल्काइन दो प्रकार के होते हैं, अर्थात् अंतस्थ, और आंतरिक।
- ऐल्काइनों में भौतिक गुणधर्म लगभग ऐल्कीनों के समान होते हैं।
- डाइहालाइड से HX के दोहरे विलोपन से अथवा टेट्राहालाइडों के विहैलोजनीकरण से भी बनाया जाता है।
- उच्चतर ऐल्काइनों को अंतस्थ ऐल्काइनों के ऐल्किलीकरण से बनाते हैं।
- Pd, Pt अथवा Ni उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऐल्काइन के हाइड्रोजनीकरण से ऐल्केन प्राप्त होता है। विषाक्त के उपयोग से मध्यवर्ती समपक्ष-ऐल्कीन प्राप्त किया जा सकता है। द्रव अमोनिया में सोडियम अथवा लीथियम द्वारा ऐल्काइन के अपचयन से विपक्ष ऐल्कीन प्राप्त होता है।
- इलेक्ट्रॉनसनेही संकलन अभिक्रिया हैलोजन, हाइड्रोहैलोजनीकरण और हाइड्रोबोरोनन मार्कोनीकॉफ नियम के अनुसार होता है।
- ऐल्काइनों के साथ हैलोजनों के संकलन से टेट्राहैलोऐल्केन प्राप्त होते हैं। उपयुक्त अभिक्रिया परिस्थितियों में डाइहालोऐल्कीनों को पृथक किया जा सकता है।
- ऐल्काइन के जलयोजन से अस्थायी ईनॉल प्राप्त होता है जिसके चलावयवन से ऐलिडहाइड अथवा कीटोन प्राप्त होता है।
- ऐल्काइनों के ओज़ोनोलिसिस से कार्बोक्सिलिक अम्ल प्राप्त होते हैं।
- ऐल्काइनों के हाइड्रोबोरोनन से कीटोन अथवा ऐलिडहाइड प्राप्त होते हैं जो अभिक्रिया-परिस्थितियों और प्रयुक्त ऐल्काइन की किस्म पर निर्भर करता है।

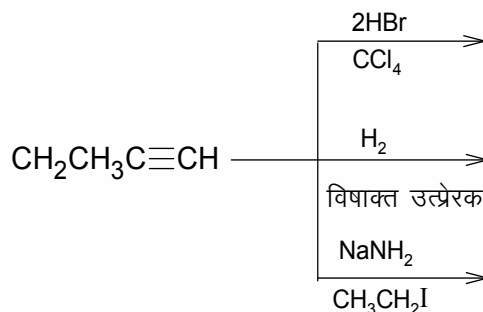
## 18.7 अंत में कुछ प्रश्न

- ऐल्काइन के तीन उपयोग लिखिए।
- आप निम्नलिखित अभिक्रियाएं कैसे करेंगे :





3. 1-ब्यूटाइन की निम्नलिखित अभिक्रियाओं में उत्पाद की प्राप्ति कीजिए।



4. आप निम्नलिखित को कैसे प्राप्त करेंगे :

क) 2-ब्रोमोप्रोपेन से 1-प्रोपाइन।

ख) 1-ब्रोमोप्रोपेन से 2-हैक्साइन।

5. निम्नलिखित रूपांतरणों को किन चरणों में किया जा सकता है, स्पष्ट कीजिए।

क) 2,3-डाइब्रोमोपेन्टेन से विपक्ष-2-पेन्टीन

ख) 3-मोथिल-1-ब्यूटाइन से विपक्ष-2-मेथिल-3-हेप्टीन

6. उपयुक्त रासायनिक समीकरणों द्वारा बताइए कि निम्नलिखित यौगिकों को 1-हैक्साइन में कैसे रूपांतरित किया जा सकता है:

क) 1,2-डाइब्रोमोहैक्सेन

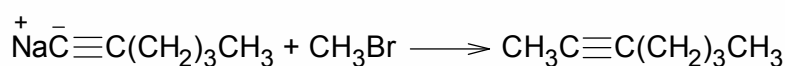
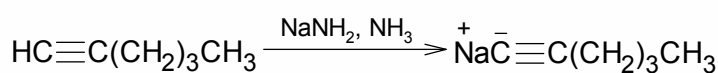
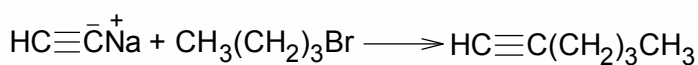
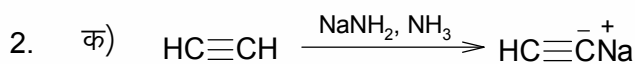
ख) 1-हेक्सीन

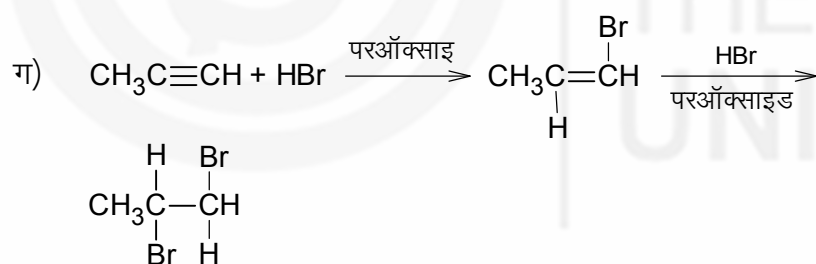
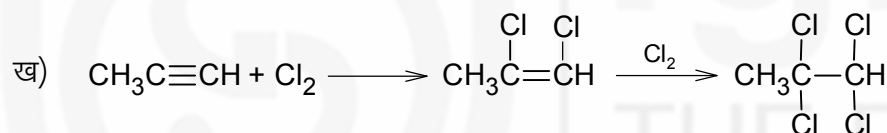
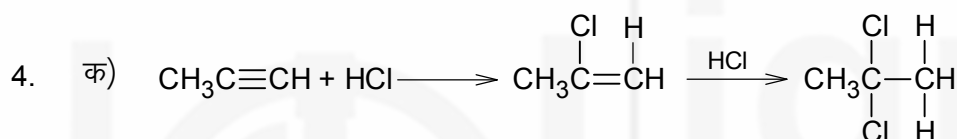
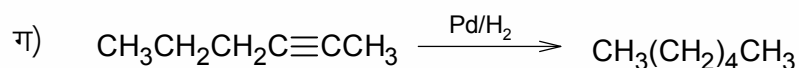
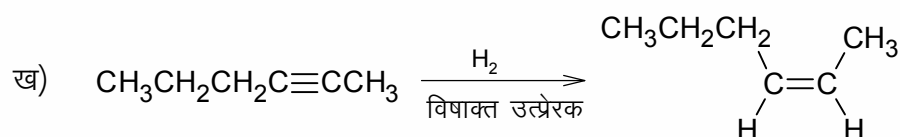
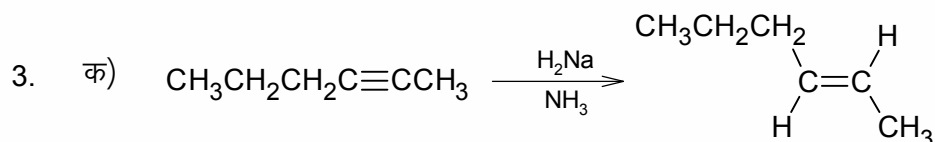
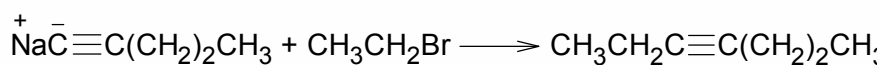
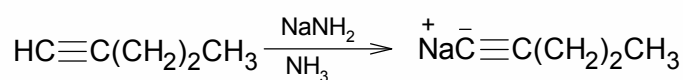
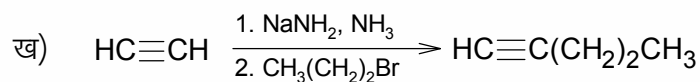
ग) हैक्सेन

## 18.8 उत्तर

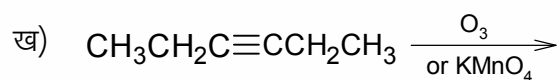
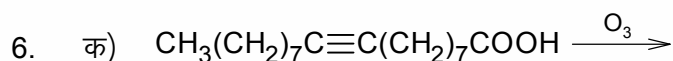
### बोध प्रश्न

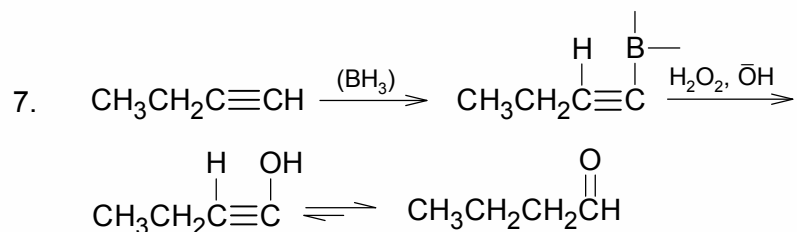
1. i) F, ii) F, iii) T, iv) F, v) F





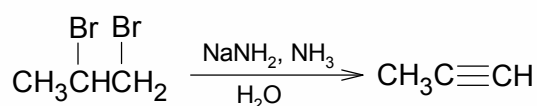
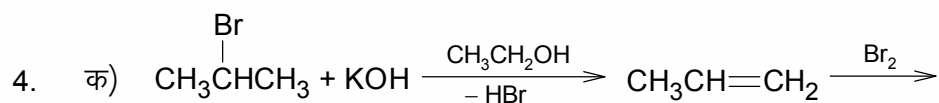
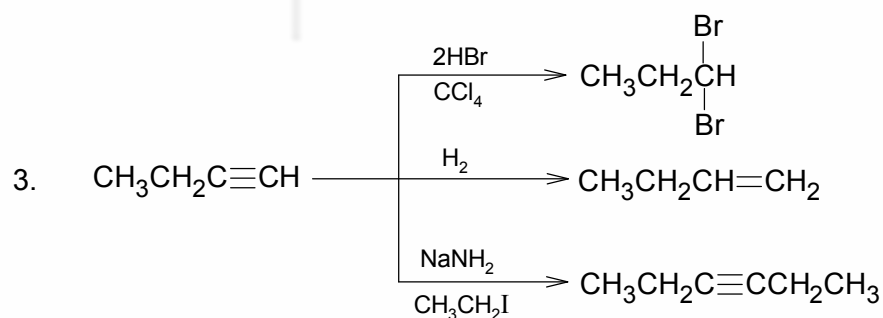
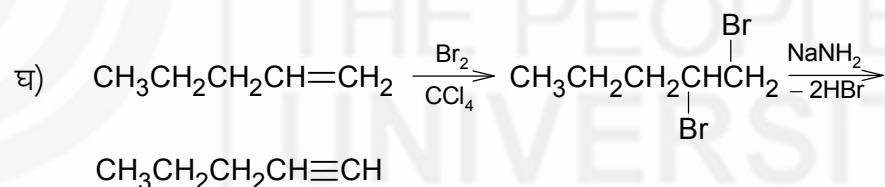
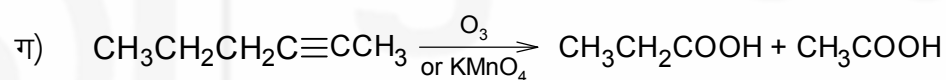
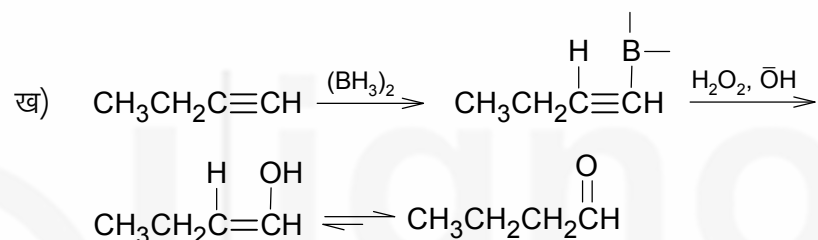
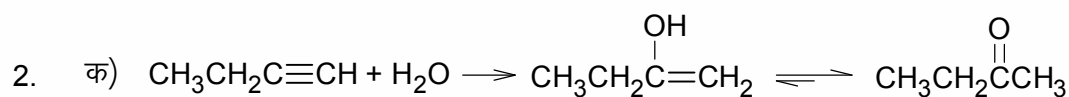
5. ब्रोमीन परमाणु के इलेक्ट्रॉन उपचयक होने के कारण 1-ब्रोमोएथीन में  $\pi$  इलेक्ट्रॉनों की उपलब्धता एथीन की अपेक्षा कम होती है अतः ब्रोमोएथीन में HBr का इलेक्ट्रॉनस्नेही संकलन एथीन की अपेक्षा धीरे होता है।

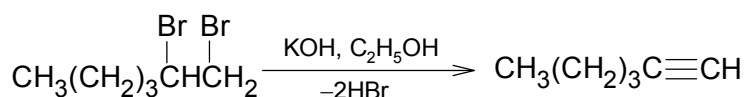
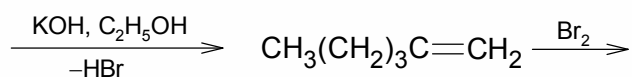
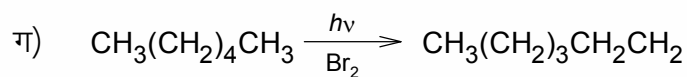
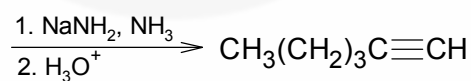
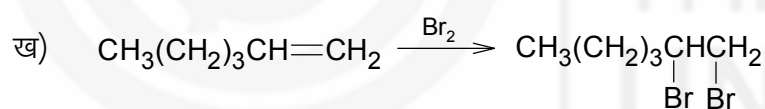
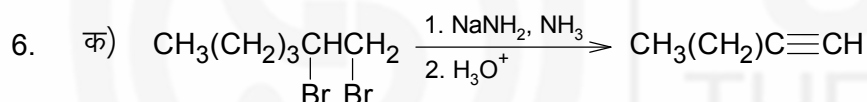
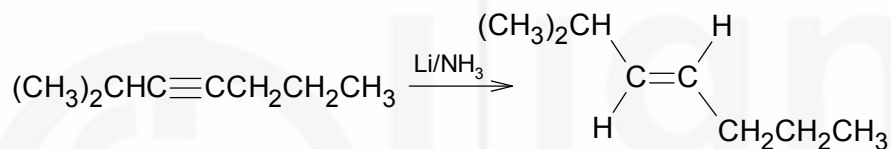
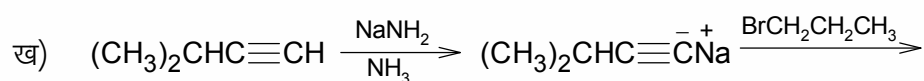
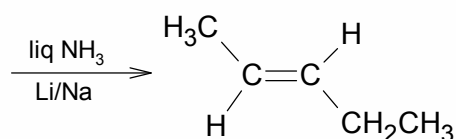
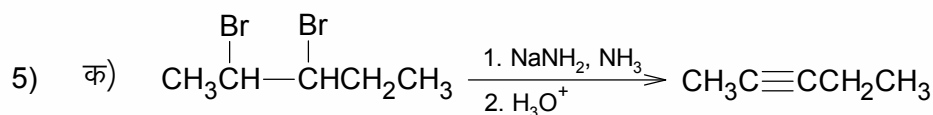
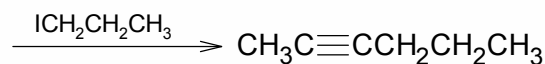
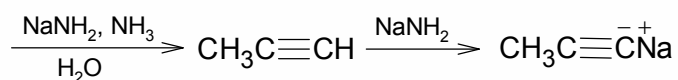
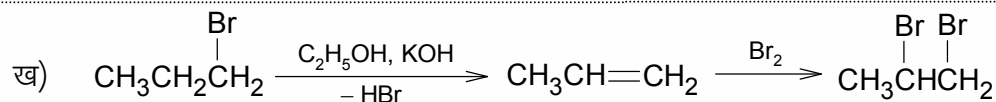




### अन्त में कुछ प्रश्न

1. क) खनन-दीपों में  
 ख) ऑक्सी ऐसीटिलीन दाब में  
 ग) ईधर-गैस के रूप में  
 घ) उद्योग में आरंभिक पदार्थ के रूप में





# ऐरोमैटिकता

## इकाई की रूपरेखा

|                                                            |                         |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 19.1 प्रस्तावना                                            | 19.6 अनुनाद             |
| उद्देश्य                                                   | बेन्जीन वलय का निरूपण   |
| 19.2 ऐरोमैटिक यौगिक – एक प्रस्तावना                        | 19.7 ऐरोमैटिकता         |
| 19.3 भौतिक गुणधर्म                                         | साइक्लोब्यूटाडाइन       |
| 19.4 ऐरोमैटिक यौगिकों की आइ.यू.पी. ए.सी (IUPAC) नाम पद्धति | साइक्लोपेन्टाडाइन       |
| बेन्जीन और इसके व्युत्पन्नों की नाम पद्धति                 | बेन्जीन                 |
| द्वि-प्रतिस्थापित बेन्जीन                                  | साइक्लोऑक्टाटेट्राइन    |
| 19.5 बेन्जीन की संरचना                                     | 19.8 सारांश             |
| बेन्जीन का अणु कक्षक मॉडल                                  | 19.9 अंत में कुछ प्रश्न |
|                                                            | 19.10 उत्तर             |

## 19.1 प्रस्तावना

पिछली चार इकाइयों में ऐलिफैटिक हाइड्रोकार्बन के रसायन की चर्चा की गई। अब हम यौगिकों के अन्य वर्ग का अध्ययन करेंगे। जिन्हें ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन कहा जाता है।

ऐरोमैटिक यौगिकों के सरलतम सदस्य बेन्जीन को सन् 1825 में माइकेल फैराडे (Michael Faraday) ने गैस से पृथक किया था जिसे हेल के तेल के ताप-अपघटन से प्राप्त किया गया था। प्राकृतिक स्रोतों से पृथक किए गए अनेक यौगिक और अनेक संश्लिष्ट औषधियाँ ऐरोमैटिक होती हैं। स्थानीय निश्चेतक (anesthetic) प्रोकेन, और प्रशान्तक (tranquilliser) डायोजेपैम (वैलियम) इसके कुछ उदाहरण हैं।

ऐरोमैटिक यौगिकों के महत्व को ध्यान में रखते हुए इस इकाई में बेन्जीन और उसके व्युत्पन्नों की नाम पद्धति और रसायन का अध्ययन किया जाएगा। सबसे पहले हम ऐरोमैटिक यौगिकों की नाम पद्धति, बेन्जीन के भौतिक गुणधर्म और बेन्जीन की संरचना का अध्ययन करेंगे। बेन्जीन के आबंध कार्बनिक रसायन में एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं अतः संक्षेप में को समझेंगे। उसके उपरान्त अनुनाद ऊर्जा और ऐरोमैटिकता की व्याख्या करेंगे। अंत में हकल नियम का अध्ययन करेंगे।

## उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद, आप

- ❖ ऐरोमैटिक यौगिकों के IUPAC नाम दे सकेंगे;
- ❖ बेन्जीन की संरचना का वर्णन कर सकेंगे;
- ❖ ऐरोमैटिक यौगिकों की अनुनाद ऊर्जा की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ ऐरोमैटिक यौगिकों की ऐरोमैटिकता की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ हकल नियम का वर्णन कर सकेंगे।

## 19.2 ऐरोमैटिक यौगिक—एक प्रस्तावना

बेन्जीन एक महत्वपूर्ण यौगिक है जिसका रासायनिक सूत्र  $C_6H_6$  है। कार्बनिक रसायन के विकास के आरंभ में कार्बनिक यौगिकों को स्वेच्छा से ऐलिफैटिक अथवा ऐरोमैटिक दो वर्गों में विभाजित किया गया था। ऐलिफैटिक शब्द का अर्थ है वसीय (fatty)। ऐलिफैटिक नाम इसलिए दिया गया था क्योंकि सबसे पहले इस वर्ग में वास अम्लों (fatty acids) का अध्ययन किया गया था। इस वर्ग के अतिरिक्त एक अन्य प्रकार के यौगिक बहुत बड़ी संख्या में पाए जाते थे जो रेजिनो, बाल्सम (balsam), ऐरोमैटिक तेल आदि। प्रारंभ में इन यौगिकों की संरचना ज्ञात नहीं थी पर इन सभी यौगिकों में एक बात सामान्य थी कि उन सभी में रुचिर गंध थी। अतः इन यौगिकों को स्वेच्छा से ऐरोमैटिक यौगिकों के रूप में वर्गीकृत किया गया। यूनानी में ऐरोमा (aroma) अर्थ सुगंध है। अब ऐरोमैटिक शब्द का प्रयोग बेन्जीन और उससे संबंधित यौगिकों के लिए किया जाता है। इसलिए अब ऐरोमैटिक शब्द अर्थ सुगंध की कोई सार्थकता नहीं है।

ऐरोमैटिक यौगिकों के सरलतम सदस्य बेन्जीन को सन् 1825 में माइकेल फ़ैराडे (Michael Faraday) ने गैस से पृथक किया था जिसे हेल के तेल के ताप-अपघटन से प्राप्त किया गया था। बाद में होल्मन ने सन् 1845 में बेन्जीन को कोलतार से प्राप्त किया था जिसमें बेन्जीन के अतिरिक्त उसके अनेक व्युत्पन्न होते हैं।

प्रकृति में बड़ी संख्या में बेन्जीन के व्युत्पन्न दवाएं होते हैं जैसे कि एस्पिरिन पैरासिटामोल, डिक्लोफेनाक सोडियम इत्यादि।

बेन्जीन कैंसरजन (carcinogen) होने के कारण स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है। इसके दीर्घकालीन उद्भासन (exposure) से अस्थि मज्जा अवनमन हो जाता है। अतः विलायक के रूप में बेन्जीन का उपयोग सावधानीपूर्वक करना चाहिए ताकि स्थान में वाष्पन न हो अथवा अंतः श्वसन (inhalation) द्वारा उसके वाष्प शरीर में प्रविष्ट न करें।

## 19.3 भौतिक गुणधर्म

बेन्जीन और अन्य ऐरोमैटिक यौगिक जल से हल्के होते हैं। ये जल में अविलेय और कार्बनिक विलयनों में जैसे कि एल्कोहॉल और ईथर आदि में मिश्रणीय होते हैं। पीली कजली ज्वाला द्वारा ऐरोमैटिक यौगिक अभिलक्षित होते हैं। बेन्जीन एक मधुर गंध वाला रंगहीन और अत्यधिक ज्वलनशील द्रव है। बेन्जीन का क्वथनांक 353.1 K (80.1°C) तथा हिमांक 293 K (20°C) पर 278.5 K (5.5°C) है। इसका अपेक्षित

घनत्व 0.8788 है। बेन्जीन एक अध्रुवीय अणु है और जिसका द्विध्रुव अधूर्ण शून्य है। यह अन्य अध्रुवीय यौगिकों के लिए उपयोगी विलायक है। बेन्जीन एक अति विषैला पदार्थ है। इसकी वाष्पक अतःश्वसन से और चर्म के माध्यम से अवशोषण से विषैला प्रभाव पड़ता है।

### बोध प्रश्न 1

निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही है या गलत है। सही के लिए (T) और गलत के लिए (F) दिए कोष्ठ में लिखें :

- क) बेन्जीन एक 293 K पर रंगहीन गैस है। ☐
- ख) बेन्जीन का क्वथनांक 253 K है। ☐
- ग) एल्कोहॉल के साथ बेन्जीन अमिश्रणीय है। ☐
- घ) बेन्जीन द्विध्रुव अधूर्ण 10 है। ☐

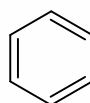
## 19.4 ऐरोमैटिक यौगिकों की आई.यू.पी.ए.सी (IUPAC) नाम पद्धति

प्रारंभ में जब सापेक्षतः कम कार्बनिक यौगिक ज्ञात थे, कार्बनिक यौगिकों का नामकरण उनके स्रोत अथवा उनके गुणधर्मों के आधार पर किया जाता था। रसायन के ज्ञान और विकास में वृद्धि के साथ-साथ ज्ञात कार्बनिक यौगिकों को बेतरतीब दिए गए नामों को याद रखना असंभव होगा। आखिरकार अव्यवस्थित नाम पद्धति (systematic nomenclature) की आवश्यकता महसूस की गई जिससे यौगिकों के नाम सुस्पष्ट हों, उनके सरल उच्चारण हों, सरल शब्द हो और जिन्हें याद रखा जा सके। इसके अलावा, नाम में इतनी सूचना होनी चाहिए जिससे हमें उनकी उचित संरचना का ज्ञान हो सके।

कार्बनिक यौगिकों के नाम के लिए, 1892 के उपरान्त अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर बहुत से प्रयास किए गए। जिससे व्यापक रूप से स्वीकृत नाम पद्धति दी जा सके। व्यापक रूप से स्वीकृत नवीनतम नियमों का अनुमोदन आई.यू.पी.ए.सी (International Union of Pure and Applied Chemistry) द्वारा गठित कार्बनिक रसायन की नाम पद्धति आयोग द्वारा किया गया है।

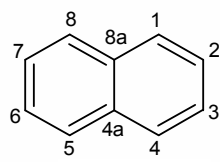
इस इकाई में हम ऐरोमैटिक यौगिकों की नाम पद्धति के बारे में थोड़े विस्तार से वर्णन करेंगे। ऐरोमैटिक यौगिकों में नीचे दिए गए मूल ढाँचे (Skeleton) संभव है।

- क) **एक ऐरोमैटिक वलय वाले यौगिक** : इस वर्ण में बेन्जीन और उसके व्युत्पन्न आते हैं। बेन्जीन के व्युत्पन्न में वे यौगिक आते हैं जिनमें कोई भी अभिलक्षकीय सुदृढ़ रहता है।

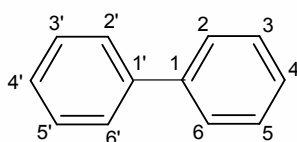


बेन्जीन

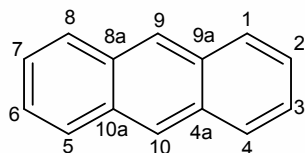
- ख) **बहुनाभीकिय हाइड्रोकार्बन** : यौगिक दो या दो से अधिक ऐरोमैटिक वलय रखते हैं, उदाहरण, नैफ्थलीन, बाइफेनिल, ऐन्थ्रसीन और फिनेथ्रीन आदि। कुछ बहुनाभीकिय हाइड्रोकार्बन नीचे दर्शाए गए हैं :



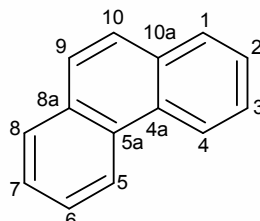
नैपथलीन



बाइफेनिल



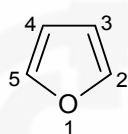
ऐन्थ्रसीन



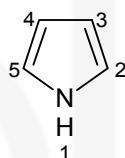
फिनेंथ्रीन

यद्यपि यहाँ पर यौगिकों के कार्बन ढाँचे का अंकन किया गया है किन्तु, उनकी नाम पद्धति की विस्तार से चर्चा उक्त पाठ्यक्रम में करेंगे।

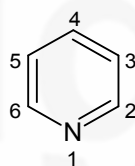
- ग) **विषमचक्रीय यौगिक** : जिन ऐरोमैटिक यौगिकों के वलय में O, N अथवा S जैसे विषम अणु होते हैं, वे विषमचक्रीय यौगिक कहलाते हैं। कुछ विषमचक्रीय यौगिक नीचे दिए गए हैं :



ऑक्सोल (फ्यूरन)



ऐज़ोल (पिरोल)



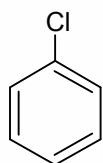
ऐज़ीन (पिरिडीन)

बहुनाभिकीय यद्यपि कार्बन ढाँचों में संख्या दर्शाई गई है, लेकिन इनके व्युत्पन्नों के नामकरण की चर्चा उच्च पाठ्यक्रम में विस्तार से की जाएगी।

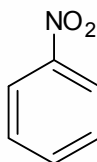
इस इकाई में हम केवल बेन्जीन और उसके व्युत्पन्न के नाम पद्धति की चर्चा करेंगे।

### 19.4.1 बेन्जीन और उसके व्युत्पन्नों की नाम पद्धति

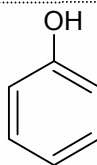
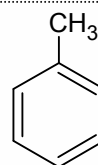
रसायन विज्ञान में बेन्जीन सबसे अधिक महत्वपूर्ण ऐरोमैटिक यौगिक है। अधिकतर ऐरोमैटिक यौगिक बेन्जीन के व्युत्पन्न हैं। लंबे अर्से से अधिक संख्या में ऐरोमैटिक यौगिक उनके विशिष्ट नामों से जाने जाते हैं अतः आई.यू.पी.ए.सी. ने भी इन्हें अनुमोदित कर दिया है। लेकिन यह उचित होगा कि आई.यू.पी.ए.सी. नाम ही प्रयुक्त किया जाए। आई.यू.पी.ए.सी. नाम पद्धति में बेन्जीन वलय को मूल हाइड्रोकार्बन मानते हैं। जब हैलोजन या दूसरा अभिलक्षकीय समूह बेन्जीन के उपसर्ग तौर पर उल्लेखित करते हैं। नीचे इस प्रकार के यौगिकों के कुछ नाम दिए गए हैं।



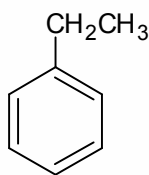
क्लोरोबेन्जीन



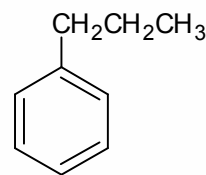
नाइट्रोबेन्जीन

हाइड्रॉक्सीबेन्ज़ीन  
(फ़ीनॉल)मेथिलबेन्ज़ीन  
(लूईन)

ऐल्किल प्रतिस्थापित बेन्ज़ीन ऐरीन कहलाती है। इन्हें कार्बन श्रृंखला के साइज के आधार पर दो तरीके से उल्लेखित करते हैं। यदि कार्बन श्रृंखला छोटी है (छः कार्बन से कम) तो यौगिकों को ऐल्किल प्रतिस्थापित बेन्ज़ीन के तौर पर उल्लेखित करते हैं। उदाहरण के लिए ऐल्किल बेन्ज़ीन या प्रोपिल बेन्ज़ीन आदि।

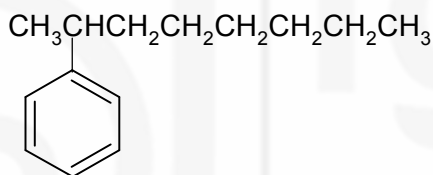


एथिलबेन्ज़ीन

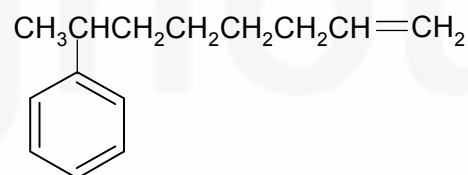


प्रोपिलबेन्ज़ीन

अगर कार्बन श्रृंखला बड़ी है (छः या छः से अधिक कार्बन परमाणु), बेन्ज़ीन वलय को प्रतिस्थायी माना जाता है और उसे फेनिल से उल्लेखित करते हैं, और यौगिक को फेनिल प्रतिस्थापित एल्केन या एल्कीन से उल्लेखित करते हैं। उदाहरण के लिए :

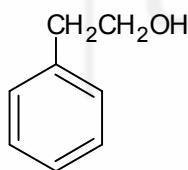


2-फेनिलऑक्टैन

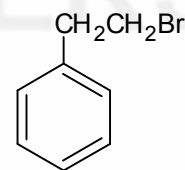


2-फेनिल-1-ऑक्टीन

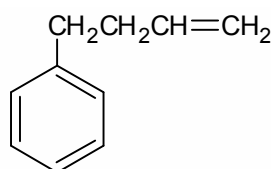
उसी प्रकार अगर बेन्ज़ीन वलय अभिलक्षकीय समूह के साथ कार्बन श्रृंखला से युक्त है तो उसे प्रतिस्थायी माना जाता है। उदाहरण के लिए



2-फेनिलएथेनॉल



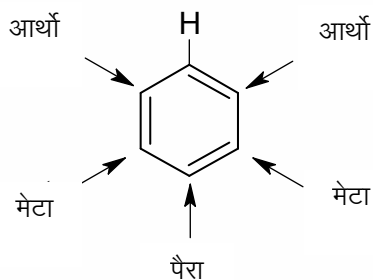
2-फेनिलब्रोमोएथेन



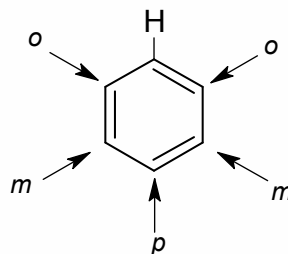
4-फेनिल-1-ब्यूटेन

### 19.4.2 द्वि-प्रतिस्थापित बेन्ज़ीन

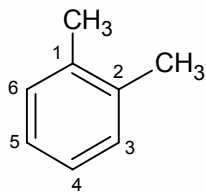
इस वर्ग के यौगिकों के या तो स्थिति संख्या या उपसर्ग जैसे आर्थो, मेटा और पैरा से उल्लेखित करते हैं।



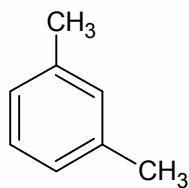
या



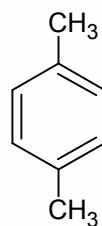
अगर द्विप्रतिस्थापित बेन्ज़ीन में अगर दो एक जैसे समूह जुड़े हैं, प्रतिस्थापितों को इस प्रकार संख्याकित करते हैं कि दूसरा प्रतिस्थापी को न्यूनतम संभावित संख्या मिले। द्विप्रतिस्थापित बेन्ज़ीन के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं :



1,2-डाइमैथिलबेन्ज़ीन  
(*o*-ज़ाइलीन)

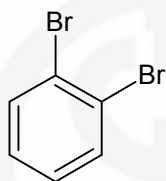


1,3-डाइमैथिलबेन्ज़ीन  
(*m*-ज़ाइलीन)

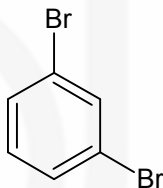


1,4-डाइमैथिलबेन्ज़ीन  
(*p*-ज़ाइलीन)

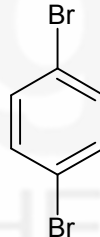
उसी प्रकार डाइब्रोमोबेन्ज़ीन का नामकरण करते हैं :



1,2-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन  
(*o*-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन)

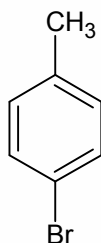


1,3-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन  
(*m*-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन)

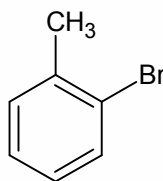


1,4-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन  
(*p*-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन)

यदि एक एल्किल समूह और एक हैलोजन परमाणु बेन्ज़ीन वलय से जुड़े हो तो आई.यू.पी.ए.सी. नाम पद्धति के अनुसार वलय कार्बनों को इस प्रकार संख्याकित करते हैं कि जिस कार्बन से हैलोजन परमाणु जुड़ा है उसकी न्यूनतम संख्या होनी चाहिए।

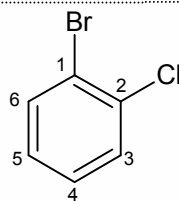


1-ब्रोमो-4-मेथिलबेन्ज़ीन  
(4-ब्रोमोटॉलूईन या  
*p*-ब्रोमोटॉलूईन)

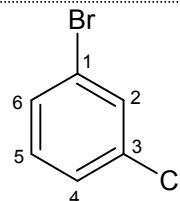


1-ब्रोमो-2-मेथिलबेन्ज़ीन  
(2-ब्रोमोटॉलूईन या  
*o*-ब्रोमोटॉलूईन)

जब बेन्ज़ीन वलय में एक से अधिक हैलोजन परमाणु विद्यमान हों तो उन्हें अंग्रेजी वर्णों के क्रमानुसार लिखा जाता है जैसे की नीचे उदाहरण में दिया गया है :

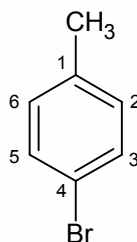


1-ब्रोमो-2-क्लोरोबेन्जीन  
(*o*-ब्रोमोक्लोरोबेन्जीन)

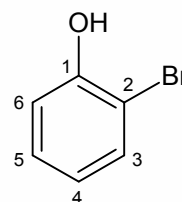


1-ब्रोमो-3-क्लोरोबेन्जीन  
(*m*-ब्रोमोक्लोरोबेन्जीन)

यदि प्रतिस्थायी एकप्रतिस्थापित बेन्जीन के तदनुरूप है जिसका विशिष्ट नाम हो तो उस प्रतिस्थायी को मुख्य अभिलाक्षणीता (principal functionality) कहते हैं तथा यौगिक का नामकरण उस अभिलक्षणीत के उत्पन्न के रूप में किया जाता है। उदाहरण के लिए



4-ब्रोमोटॉलूईन  
(*p*-ब्रोमोटॉलूईन)  
(*o*-ब्रोमोफीनॉल)

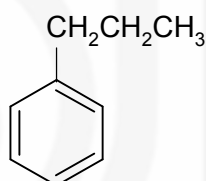


2-ब्रोमोफीनॉल

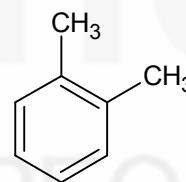
## बोध प्रश्न 2

निम्नलिखित ऐरोमैटिक यौगिकों के आई.यू.पी.ए.सी. नाम दीजिए :

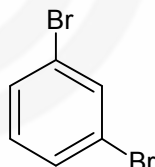
क)



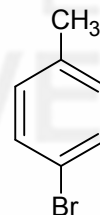
ख)



ग)



घ)



## बोध प्रश्न 3

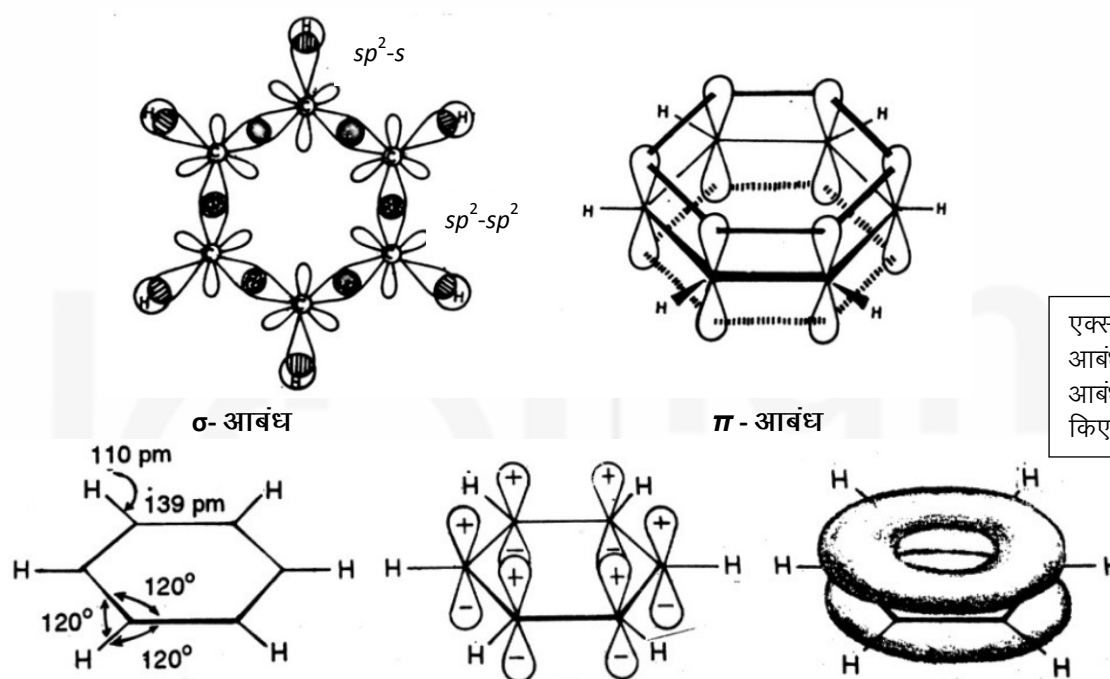
ऐरोमैटिक यौगिकों के निम्नलिखित नाम गलत हैं। समझाइए क्यों?

- 1,5-डाइब्रोमोबेन्जीन
- 2-क्लोरो-1-ब्रोमोबेन्जीन
- 2-फेनिलएथेन

## 19.5 बेन्जीन की संरचना

बेन्ज़िन एक संयुग्मित ट्राइडिन-एक साइक्लोहेक्साट्राइडिन है जिसका अर्थ है कि बेन्जीन में 1, 2-ब्यूटडाइन के समान वैकल्पिक कार्बन-कार्बन एकल आबंध और कार्बन-कार्बन

द्विआबंध होते हैं X-किरण अध्ययन दर्शाता है कि बेन्जीन एक समतलीय सपाट सममित अणु है जिसका आकार समषट्भुज होता है साथ ही सभी आबंधों की आबंध लंबाई 1.39 pm होती है (चित्र 19.1)। C-C-C आबंध कोण का मान  $120^\circ$  होता है। अणु का प्रत्येक कार्बन परमाणु  $sp^2$  संकरित होता है। संकरित कार्बन परमाणु के दो कक्षक, संलग्न दो कार्बन परमाणुओं के दो कक्षकों के साथ अतिव्याप्त होते हैं जिससे दो  $\sigma$ -आबंध बनते हैं। प्रत्येक कार्बन परमाणु का तीसरा कक्षक हाइड्रोजन परमाणु के  $1s$  कक्षक के साथ अतिव्याप्त होकर  $\sigma$ -आबंध बनाता है। इस प्रकार छः कार्बन-कार्बन  $\sigma$ -आबंध बनते हैं। प्रत्येक कार्बन परमाणु में अब भी वलय के तल के ऊर्ध्वाधर एक  $p$ -कक्षक होता है। प्रत्येक  $p$ -कक्षक में दो पिण्डक होते हैं: एक वलय के तल के ऊपर और दूसरा तल के नीचे। सभी  $p$ -कक्षक तुल्य होते हैं अतः वे दोनों निकटवर्ती  $p$ -कक्षकों के साथ समान रूप से अतिव्याप्त होते हैं जिससे वलय के ऊपर और नीचे विस्थरनीकृत डोनेट (doughnut) आकार का  $\pi$ -कक्षक अभ्र प्राप्त होता है। इस प्रकार प्राप्त बेन्जीन की संरचना को चित्र 19.1 में दिया गया है।



चित्र 19.1: बेन्जीन के  $\sigma$  और  $\pi$ -आबंध।

एक्स-किरण अध्ययन से आबंध-लंबाइयों और आबंध-कोणों के मान प्राप्त किए जाते हैं।

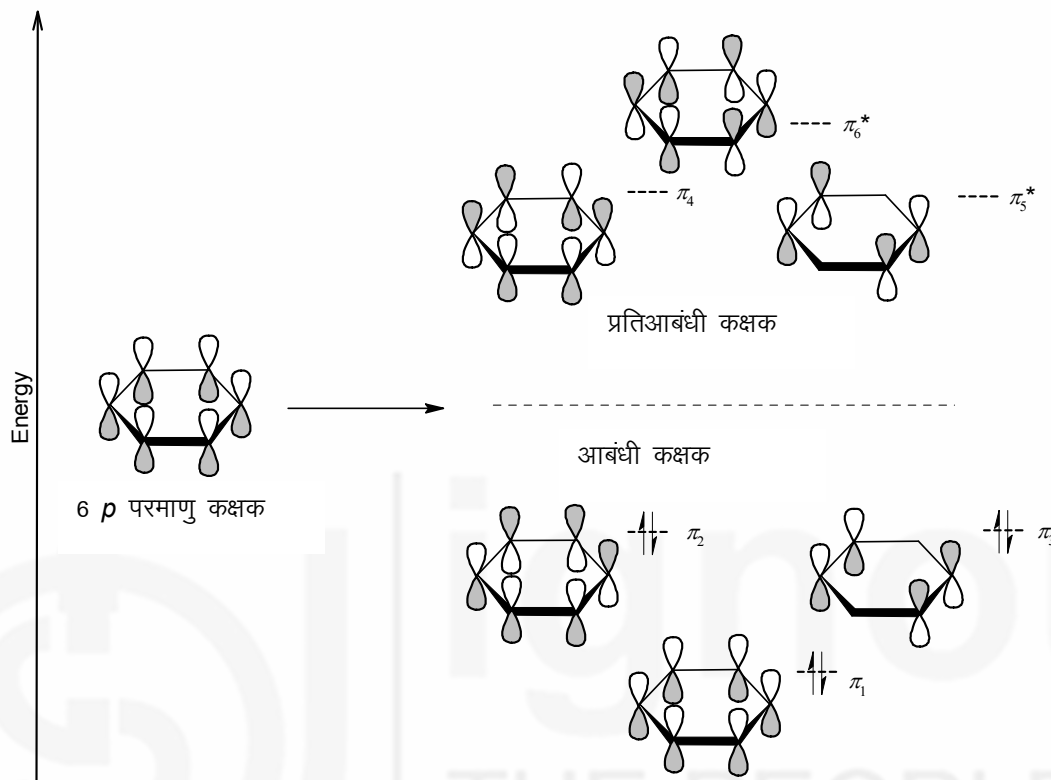
बेन्जीन वलय एक चक्रीय संयुग्मित तंत्र है जिसे प्रायः एक समषट्भुज द्वारा निरूपित किया जाता है जिसके वलय के अंदर एक वृत्त होता है। जो कि  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन के अस्थानीकरण (delocalization) को दर्शाता है।

### 19.5.1 बेन्जीन का अणु कक्षीय मॉडल

बेन्जीन की पूर्व कक्षीय वर्णन में, हमने उल्लेख किया था कि बेन्जीन का प्रत्येक कार्बन  $sp^2$  संकरित होता है तथा यह अपने नजदीकी दो अन्य कार्बनों के साथ  $sp^2-sp^2$  अतिव्यापन से दो  $\sigma$ -आबंध बनाता है। हमने यह भी उल्लेख किया था कि प्रत्येक कार्बन पर एक असंकरित  $p$ -कक्षक जो कि बेन्जीन चक्र के लम्बवत होता है जिसे में एक इलेक्ट्रॉन उपस्थित रहता है। इसको हम और अधिक सटीक तरीके से अणु कक्षक मॉडल से समझ सकते हैं। जैसाकि आप को ज्ञात है कि जब परमाणु कक्षक आपस में संयोजन कर अणु कक्षक बनते हैं तब अणु कक्षकों की संख्या संयोजन करने वाले परमाणु कक्षकों की संयोजन संख्या के बराबर होती है। अतः बेन्जीन के 6  $p$  परमाणु कक्षक मिलकर 6  $\pi$  अणु कक्षक बनते हैं जिनमें 3  $\pi$ -आबंधी कक्षक (bonding

orbitals) और 3  $\pi^*$ -प्रतिआबंधी (antibonding) होते हैं। चित्र 19.2 में 6 अणु कक्षकों को उनके ऊर्जा स्तर के साथ दर्शाया गया है।

स्थिर अवस्था में सभी आबंधी कक्षक 6 इलेक्ट्रॉन द्वारा भरे रहते हैं और ये सभी आबंध बनने में सहायक होते हैं। अणु कक्षक सिद्धांत के आधार पर बेन्जीन का स्थायित्व असंयोजी  $p$  परमाणु कक्षकों की तुलना में संयोजन ने प्राप्त तीन  $\pi$ -आबंधी अणु कक्षकों का निम्न ऊर्जा स्तर पर होना है।  $\pi$ -आबंधी अणु कक्षकों की ऊर्जा  $p$  परमाणु कक्षकों से बहुत कम यहाँ तक कि 1,3,5-हैक्साट्राइन के अणु कक्षकों से भी कम होती है।



चित्र 19.2: 6 अणु कक्षकों को उनके ऊर्जा स्तर के साथ दर्शाया गया है।

ये अणु कक्षकों के ऊर्जा विवेचन, बेन्जीन वलय को ऊष्मा गतिकी और रासायनिक स्थायित्व प्रदान करते हैं। अणु कक्षक सिद्धांत के आधार पर आबंध क्रम गणना C-C आबंधों में द्वि-आबंध लक्षण दर्शाती हैं।

#### बोध प्रश्न 4

रिक्त स्थानों को पूर्ण कीजिए :

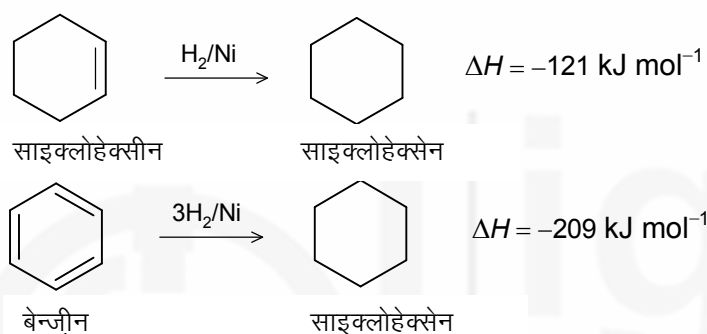
- बेन्जीन में C-C-C आबंध कोण का मान .....
- प्रत्येक कार्बन परमाणु बेन्जीन में ..... सकरित होता है।
- बेन्जीन एक ..... सममित यौगिक है।
- बेन्जीन में .....  $\sigma$ -आबंध .....  $\pi$ -आबंध होते हैं।

### 19.6 अनुनाद

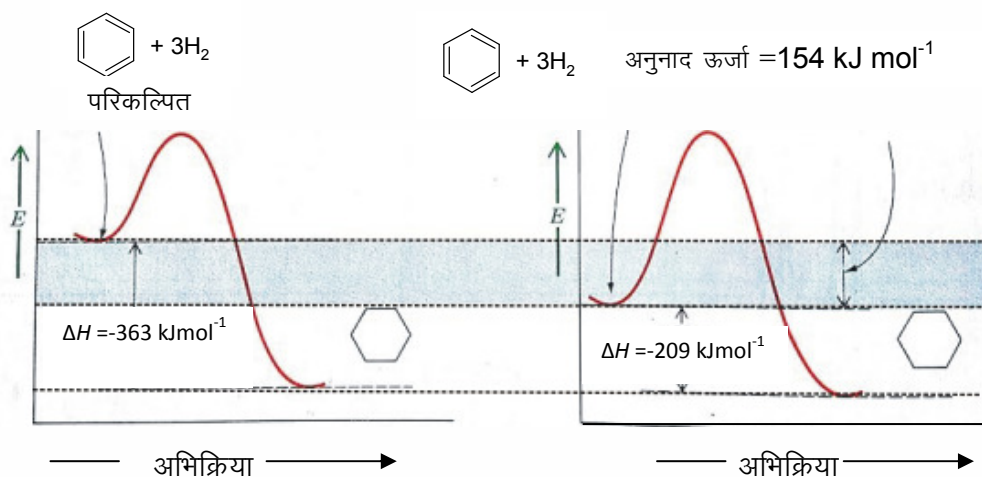
आपने अपनी पिछली कक्षाओं में आप अनुनाद की मौलिक संकल्पना का अध्ययन कर किया होगा। यहाँ ऐरोमैटिक यौगिकों में अनुनाद के प्रभाव की चर्चा की जाएगी।

साधारण आबंध आरेखों की सहायता से अनेक कार्बनिक यौगिकों की संरचनाएँ लिखी जा सकती हैं। उदाहरण के लिए, एथीन को  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , की तरह और एथाइन को  $\text{HC}\equiv\text{CH}$ , की तरह निरूपित कर सकते हैं। किन्तु ऐसे अनेक यौगिक हैं जिनके अणुओं को साधारण आबंध आरेखों द्वारा निरूपित नहीं किया जा सकता है। ऐसा एक उदाहरण बेन्जीन का है। यदि बेन्जीन की संरचना में स्थानीकृत एकल और द्वि-आबंध होते, जैसा कि चित्र 19.1 में दिखाया गया है, तो कार्बन-कार्बन आबंध लंबाइयों के दो प्रकार के मान प्राप्त होते अर्थात् पहला, एकल आबंधों के लिए (लगभग 154 pm, जैसे एथेन में) और दूसरा द्वि-आबंधों के लिए (लगभग 133 pm जैसे एथेन में)। किन्तु एक्स-किरण विवर्तन अध्ययन से यह प्रायोगिक प्रमाण मिलता है कि बेन्जीन के सभी छः कार्बन-कार्बन आबंध बराबर होते हैं और प्रत्येक की लंबाई 139 pm होती है। यह संख्या 133 और 154 के बीच की संख्या है। इससे यह पता चलता है कि बेन्जीन में स्थानीकृत एकल और द्वि-आबंध नहीं होते हैं।

विस्थानीकृत संरचना को समझने के लिए, आइए, हाइड्रोजनीकरण-ऊष्मा के आकड़ों पर विचार करें। प्रयोगों द्वारा निर्धारित साइक्लोहेक्सीन और बेन्जीन की हाइड्रोजनीकरण-ऊष्माएँ नीचे दी गई हैं :



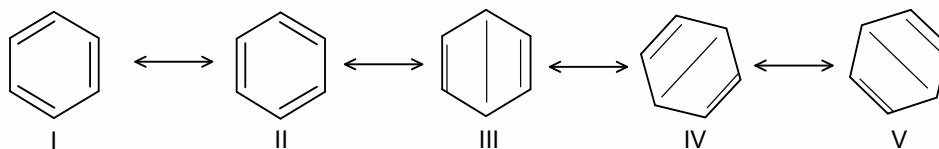
साइक्लोहेक्सीन में एक  $\text{C}=\text{C}$  आबंध होता है। जब उसमें हाइड्रोजन संयुक्त होती है तो  $-121 \text{ kJ mol}^{-1}$  ऊष्मा उत्पन्न होती है (ऊपर पहला समीकरण)। यदि बेन्जीन में तीन द्वि-आबंध तो उसमें हाइड्रोजन के संकलन से  $3 \times 121 \text{ kJ mol}^{-1} = 363 \text{ kJ mol}^{-1}$  ऊष्मा उत्पन्न होनी चाहिए, देखें चित्र 19.3। किन्तु प्रयोग द्वारा प्राप्त मान  $209 \text{ kJ mol}^{-1}$  है (ऊपर दूसरा समीकरण)। दोनों मानों में  $363 - 209 = 154 \text{ kJ mol}^{-1}$  का अंतर है। अतः हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि तीन पृथक  $\text{C}=\text{C}$  आबंध वाले परिकल्पित अणु की अपेक्षा बेन्जीन अणु (कम ऊर्जा होने के कारण) अधिक स्थायी होता है। इस ऊर्जा अंतर को अनुनाद-ऊर्जा (resonance energy) कहते हैं।



चित्र 19.3 : साइक्लोहेक्साट्राईन (परिकल्पित) और बेन्जीन के हाइड्रोजनीकरण के ऊर्जा आरेख।

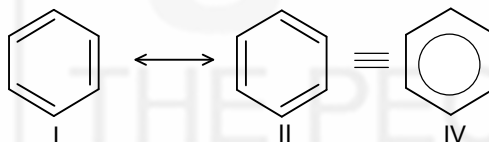
### 19.6.1 बेन्जीन वलय का निरूपण

बेन्जीन की कोई एक ऐसी संरचना नहीं लिखी जा सकती जिसमें उसके सभी गुणों जैसे C-C आबंध लंबाई और हाइड्रोजनीकरण ऊष्मा की व्याख्या की जा सके; बल्कि उसे निम्नलिखित परिकल्पित संरचनाओं I-V कस अनुनाद संकर (resonance hybrid) माना जा सकता है।



इन संरचनाओं-संरचनाएं आथवा योगदाता (contributors) अथवा विहित रूप (canonical forms) कहते हैं। तीन ड्यूअर (Dewar) रूपों, III से V की अपेक्षा दो केकुले रूपों, I और II की ऊर्जा कम है इसलिए वे अधिक स्थायी होते हैं। इसलिए बेन्जीन के गुणधर्म III, IV अथवा V रूपों की अपेक्षा, I अथवा II से अधिक मेल खाते हैं। और II रूपों की ऊर्जा के सामान होने के कारण संकर संरचना में प्रत्येक का योगदान बराबर होगा। अनुनाद का प्रतीक दोहरे सिर का तीर ( $\longleftrightarrow$ ) है। यह साम्य व्यक्त नहीं करता है। I-V विहित संरचनाएँ परिकल्पित हैं जिनका भौतिक अस्तित्व नहीं है। इन संरचनाओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास भिन्न होते हैं। और ये अणु में  $\pi$  इलेक्ट्रॉनों के विस्थापन से उत्पन्न होती है।

संरचना I और II को संरचना VI से निरूपित कर सकते हैं। यह दर्शाता है कि हाइड्रोजन परमाणु बेन्जीन के प्रत्येक कोण से जुड़े हैं।



#### बोध प्रश्न 5

नीचे दिए कथनों में कौन सही है कौन गलत है सही के लिए 'T' और गलत के लिए 'F'. कोष्ठक में लिखें।

- क) बेन्जीन के गुणधर्म V संरचना की तुलना में II से मेल खाते हैं। ( )
- ख) दो केकुले रूप तीन ड्यूअर रूपों से कम स्थायी हैं। ( )
- ग) विहित रूप महत्वपूर्ण हैं और इनके भौतिक अस्तित्व हैं। ( )
- घ) केकुले रूप इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से भिन्न होते हैं और  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों के विस्थापन से उत्पन्न होते हैं। ( )

### 19.7 ऐरोमैटिकता

ऐरोमैटिकता कुछ सममतल चक्रीय संयुग्मी अणु विशेष रूप से बेन्जीन और उसके व्युत्पन्न की गुणधर्म है, जो कि अन्य ज्यामितीय या संयोजी व्यवस्था की तुलना में असामान्य स्थिरता का प्रदर्शन करता है। इस तरह के यौगिकों को ऐरोमैटिक कहते हैं।

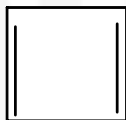
इनकी स्थिरता के कारण ऐरोमैटिक यौगिकों को तोड़ना मुश्किल है। ये यौगिक संकलन अभिक्रिया की अपेक्षाकृत प्रतिस्थापन अभिक्रिया करते हैं। ऐरोमैटिक एक वलय में एकक और द्विआबंध बारी-बारी से बना संयुग्मित प्रणाली का वर्णन है। यह व्यवस्था अणु के  $\pi$  इलेक्ट्रॉनों को वलय में अस्थानीकरित करती है और अणु को स्थायित्व प्रदान करती है।

आप जानना चाहेंगे कि  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन वाले दूसरे अन्य चक्रीय यौगिकों को भी ऐरोमैटिक यौगिक माना जाता है या नहीं। ऐसे कुछ वास्तव में ऐरोमैटिक होते हैं किन्तु सब नहीं होते हैं। आइए, यह मालूम करें कि किसी अणु के ऐरोमैटिक होने के लिए कौन-से संरचनात्मक लक्षण आवश्यक होते हैं।

## हकल नियम

अणु कक्षक विश्लेषणों के आधार पर सन् 1931 में जर्मनी के भौतिकविद् एरिक हकल (Erich Huckel) ने एक नियम प्रस्तुत किया। जिससे पूर्वानुमान कर सकते थे कि एक अणु ऐरोमैटिक होगा कि नहीं। इस नियम को हकल नियम कहते हैं। इस नियम के अनुसार ऐरोमैटिक अणु एक चक्रीय संयुग्मित स्पीशीज़ होता है जिसमें  $(4n+2)$   $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या होती है। यह,  $n$ , एक पूर्णांक है अर्थात्  $(n = 0, 1, 2, 3, \dots)$ । इसका अर्थ हुआ कि जिस वलय में 2, 6, 10, 14, 18, .....  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन होते हैं वह ऐरोमैटिक हो सकता है किन्तु जिस वलय में 4, 8 अथवा 12  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन होते हैं वह ऐरोमैटिक नहीं होता है। हकल नियम आयनिक स्पीशीज़ के लिए भी लागू होता है। आइए, हकल की पुष्टि करने वाले कुछ उदाहरण लें।

### 19.7.1 साइक्लोब्यूटाडाइन



$\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 4

देखते हैं कि यह अणु ऐरोमैटिक है कि नहीं। हकल नियम के अनुसार ऐरोमैटिक होने के लिए  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या  $(4n+2)$  होनी चाहिए।

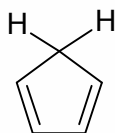
$$\begin{aligned} \text{यदि } n &= 0, (4 \times 0 + 2) \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \\ &= (0 + 2) \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \\ &= 2 \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \end{aligned}$$

अथवा

$$\begin{aligned} \text{यदि } n &= 1, (4 \times 1 + 2) \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \\ &= (4 + 2) \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \\ &= 6 \pi \text{ इलेक्ट्रॉन} \end{aligned}$$

यदि हम हकल नियम लगाएं, हम पायेंगे कि यौगिक हकल नियम का पालन नहीं करता है। अतः साइक्लोब्यूटाडाइन एक ऐरोमैटिक यौगिक नहीं है क्योंकि इसके पास 4  $\pi$  इलेक्ट्रॉन हैं और यह अत्याधिक अस्थायी है।

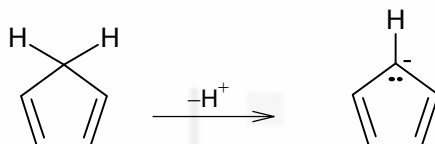
### 19.7.2 साइक्लोपेन्टाडाइन



$\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 4

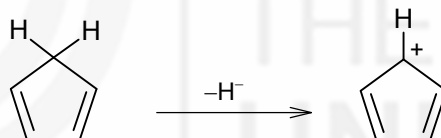
साइक्लोब्यूटाडाइन के समान साइक्लोपेन्टाडाइन एक संयुग्मी डाइन है जिसमें  $4\pi$  इलेक्ट्रॉन है और यह हकल नियम का पालन नहीं करती है। अतः यह एक ऐरोमैटिक यौगिक नहीं है। इसे इसके कार्बन परमाणु के संकरण से भी समझा जा सकता है। वलय में  $\text{CH}_2$  कार्बन जिसे # से चिह्नित किया है वह  $sp^3$  संकरित है और इसके कारण यह दूसरे परमाणुओं के साथ समतलीय नहीं है। अतः साइक्लोपेन्टाडाइन एक समतलीय अणु नहीं है इसलिए ऐरोमैटिक नहीं है।

अगर साइक्लोपेन्टाडाइन से एक  $\text{H}^+$  हटा दे तो चिह्नित कार्बन  $sp^2$  संकरित हो जाता है और साइक्लोपेन्टाडाइनिल ऋणायन बनाता है।



साइक्लोपेन्टाडाइनिल ऋणायन:

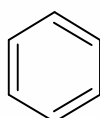
साइक्लोपेन्टाडाइनिल ऋणायन के पास संयुग्मयी द्विआबंध के साथ  $6\pi$  इलेक्ट्रॉन है। अतः यह एक ऐरोमैटिक यौगिक है। अब हम साइक्लोपेन्टाडाइनिल घनायन का उदाहरण लेंगे जो कि साइक्लोपेन्टाडाइन से  $\text{H}^-$  के हटने से बनता है:



साइक्लोपेन्टाडाइनिल घनायन

साइक्लोपेन्टाडाइनिल घनायन के सभी कार्बन  $sp^2$  संकरित है और यह समतलीय और चक्रीय भी है, लेकिन इसके पास एकमात्र  $4\pi$  इलेक्ट्रॉन है इसलिए यह ऐरोमैटिक नहीं है।

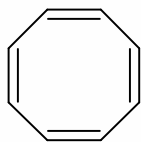
### 19.7.3 बेन्जीन



बेन्जीन ऐरोमैटिक यौगिकों का एक प्ररूपी उदाहरण है।

इसमें  $(4n+2)$   $\pi$ -इलेक्ट्रॉन नियम लागू होता है क्योंकि इसमें  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या 6 है जो ऐरोमैटिकता के लिए आवश्यक है। बेन्जीन वलय के सभी कार्बन परमाणु  $sp^2$  संकरित है, और यह एक समतलीय यौगिक भी है बेन्जीन ऐरोमैटिक तंत्र का श्रेष्ठ उदाहरण है।

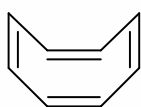
### 19.7.4 साइक्लोऑक्टाट्राईन



साइक्लोऑक्टाट्राईन

साइक्लोऑक्टाट्राईन में  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या आठ है। अतः यह हकल नियम का पालन नहीं करती है।

साइक्लोऑक्टाट्राईन के ऐरोमैटिक न होने के अन्य कारण यह है कि वह पूर्णतया संयुग्मित भी नहीं है। यह टब के आकार का अणु है और इसमें  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन वाले निकटवर्ती कक्षकों के समुचित अविव्यापन के लिए आवश्यक ज्यामितीय आकार नहीं होता है।

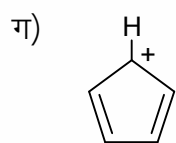
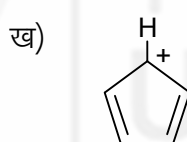
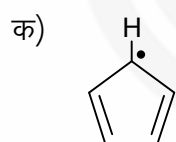


साइक्लोऑक्टाट्राईन

उपर्युक्त उदाहरण से स्पष्ट है कि समुचित अविव्यापन के लिए चपटी समतलीय ज्यामितीय आवश्यकता होती है जिससे  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों का विस्थानीकरण होता है जो ऐरोमैटिकता के लिए शर्त आवश्यक है। टब के आकार के कारण साइक्लोऑक्टाट्राईन ऐरोमैटिक नहीं है क्योंकि इसमें  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन स्थानीकृत होते हैं।

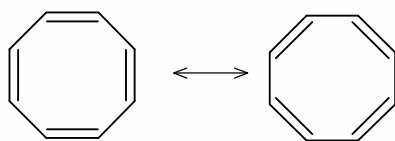
#### बोध प्रश्न 6

निम्नलिखित यौगिकों में कौन-से ऐरोमैटिक हैं?



#### बोध प्रश्न 7

साइक्लोऑक्टाट्राईन एक संयुग्मी पॉलीईन है तथा इसके लिए हम केकुले प्रकार की दो अनुनादी संरचनाएं लिख सकते हैं।



फिर भी यह ऐरोमैटिक यौगिक नहीं है। व्याख्या कीजिए।

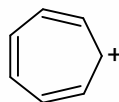
## 19.8 सारांश

इस इकाई में हमने अध्ययन किया है:

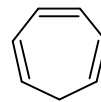
- ऐरोमैटिक यौगिकों की परिभाषा।
- बेन्जीन और उसके व्युत्पन्नों की नाम पद्धति।
- ऐरोमैटिक यौगिकों के भौतिक गुणधर्म।
- बेन्जीन वलय में छः एकल कार्बन-कार्बन  $\sigma$ -आबंध और तीन एकांतर कार्बन-कार्बन द्विआबंध होते हैं।
- बेन्जीन एक समतलीय सपाट सममित अणु है जिसकी संरचना नियमित समषटभुज है।
- बेन्जीन में C-C-C आबंध कोण  $120^\circ$  है।
- बेन्जीन का प्रत्येक कार्बन  $sp^2$  संकरित है।
- ऐरोमैटिक यौगिकों की अनुनाद ऊर्जा होती है।
- ऐरोमैटिक यौगिक समतलीय और हकल नियम का पालन करता है हकल नियम के अनुसार ऐरोमैटिक यौगिक के पास  $(4n + 2) \pi$  इलेक्ट्रॉन होने चाहिए।

## 19.9 अंत में कुछ प्रश्न

1. नाइट्रोबेन्जीन की ऑर्थो, मेटा और पैरा स्थिति लिखिए।
2. बेन्जीन का आण्विक संरचना बनाइए।
3. संक्षेप में अनुनाद ऊर्जा की व्याख्या कीजिए।
4. 1,3,5-साइक्लोहेप्टाईनाइल धनायन ऐरोमैटिक है, 1,3,5-साइक्लोहेप्टाईन नहीं। समझाइए।



1,3,5-साइक्लोहेप्टाईन



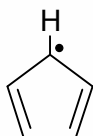
1,3,5-साइक्लोहेप्टाईनाइल धनायन

5. निम्नलिखित यौगिकों की संरचना बनाइए:
  - i) 1-ब्रोमो-2-क्लोरोबेन्जीन
  - ii) एनथरासीन
  - iii) 1,3-डाइब्रोमोबेन्जीन
  - iv) 2-फेनिल-1-ऑक्टेन
  - v) 4-फेनिल-1-ब्यूटीन

## 19.10 उत्तर

### बोध प्रश्न

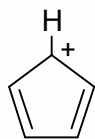
- क) F
  - ख) T
  - ग) F
  - घ) F
- क) प्रोपिलबेन्ज़ीन
  - ख) ऑर्थो-डाइमेथिलबेन्ज़ीन या 1,2-डाइमेथिलबेन्ज़ीन
  - ग) ऑर्थो-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन या 1,2-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन
  - घ) पैरा-ब्रोमोटॉलूईन या 4-ब्रोमोटॉलूईन
- द्वि-प्रतिस्थापित बेन्ज़ीन में अगर दो एक जैसे समूह जुड़े हों, प्रतिस्थापियों को इस प्रकार संख्याकित करते हैं कि दूसरा प्रतिस्थापी को न्यूनतम संभावित संख्या मिले। अतः यौगिक सही नाम 1,2-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन होगा न कि 1,5-डाइब्रोमोबेन्ज़ीन।
  - जब बेन्ज़ीन वलय में एक से अधिक हैलोजन परमाणु विद्यमान हों तो उन्हें अंग्रेजी वर्णों के क्रमानुसार लिखा जाता है। अतः इस यौगिक का सही नाम 1-ब्रोमो-2-क्लोरो बेन्ज़ीन होगा।
  - जब कार्बन श्रृंखला छोटी (छः कार्बन से कम) तब यौगिकों को ऐलिकल प्रतिस्थापित बेन्ज़ीन के तौर पर उल्लेखित करते हैं। अतः इस यौगिक का सही नाम एथिलबेन्ज़ीन होगा।
- क)  $120^\circ$
  - ख)  $sp^2$
  - ग) समतलीय
  - घ) 6, 3
- क) T
  - ख) F
  - ग) F
  - घ) T
- यौगिक क



$\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 5

यौगिक क के पास  $5\pi$ -इलेक्ट्रॉन है अतः यह हकल नियम का पालन नहीं करता है। इसलिए यह एक ऐरोमैटिक यौगिक नहीं है।

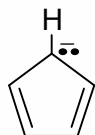
यौगिक ख



$\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 4

यौगिक ख के पास  $4\pi$ -इलेक्ट्रॉन है इस का तात्पर्य है कि यह हकल नियम का पालन नहीं करता, इसलिए यह एक ऐरोमैटिक यौगिक नहीं है।

यौगिक ग

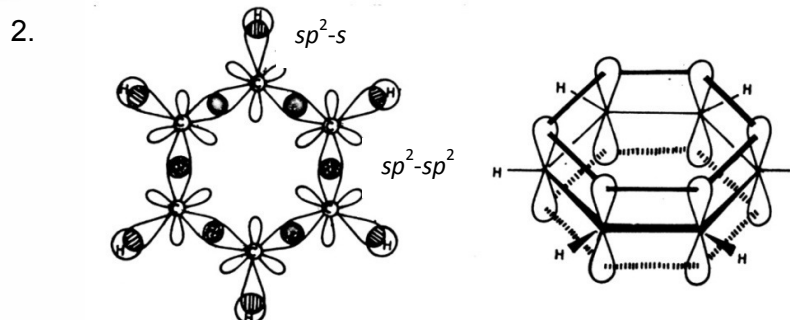
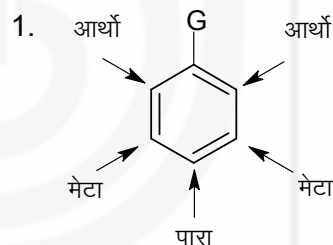


$\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 6

यौगिक ग के पास  $6\pi$ -इलेक्ट्रॉन है सभी कार्बन परमाणु  $sp^2$  संकरित है और यह हकल नियम का पालन करता है। इसलिए यह एक ऐरोमैटिक यौगिक है।

7. साइक्लोऑक्टाटेट्राइन में  $\pi$ -इलेक्ट्रॉनों की संख्या आठ है। अतः यह हकल नियम का पालन नहीं करती है। साथ ही टब के आकार के कारण साइक्लो-ऑक्टाटेट्राइन ऐरोमैटिक नहीं है क्योंकि इसमें  $\pi$ -इलेक्ट्रॉन स्थानीकृत होते हैं।

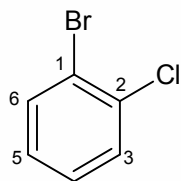
### अंत में कुछ प्रश्न



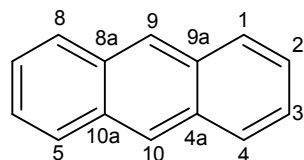
3. साइक्लोहैक्सीन (एक  $C=C$  आबंध है) में जब हाइड्रोजन संयुक्त होता है तो  $-121 \text{ kJ mol}^{-1}$  ऊष्मा उत्पन्न होती है। यदि बेन्जीन में तीन द्वि-आबंध है तो उसमें हाइड्रोजन के संकलन से  $-3 \times 121 \text{ kJ mol}^{-1} = -363 \text{ kJ mol}^{-1}$ , ऊष्मा उत्पन्न होनी चाहिए। किन्तु प्रयोग से प्राप्त यह मान  $-209 \text{ kJ mol}^{-1}$  है। दोनों मानों में  $-363 - (-209) = -154 \text{ kJ mol}^{-1}$ । इस ऊर्जा अंतर को अनुनाद ऊर्जा कहते हैं।

4. साइक्लोहेप्टाट्राईन में तीन द्विआबंध अर्थात्  $6\pi$  इलेक्ट्रॉन हैं परंतु  $sp^3$  कार्बन परमाणु के कारण या  $\pi$  इलेक्ट्रॉन अस्थानीकृत नहीं हो पाते हैं। धनायन बनाने पर यह बाधा समाप्त हो जाती है तथा अस्थानीकृत  $6\pi$  इलेक्ट्रॉनों के कारण धनायन ऐरोमैटिक होता है।

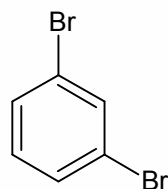
5. i)



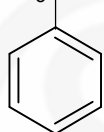
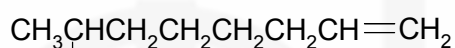
ii)



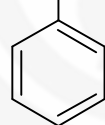
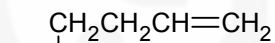
iii)



iv)



v)



---

**कुछ उपयोगी पुस्तकें :**

1. Graham Solomons, T.W., Fryhle, C.B. & Snyder, S.A. *Organic Chemistry*, John Wiley & Sons (2014).
2. McMurry, J.E. *Fundamentals of Organic Chemistry*, 7th Ed. Cengage Learning India Edition, 2013.
3. Sykes, P. *A Guidebook to Mechanism in Organic Chemistry*, Orient Longman, New Delhi (1988).
4. Finar, I.L. *Organic Chemistry* (Vol. I & II), E.L.B.S.
5. Morrison, R.T. & Boyd, R.N. *Organic Chemistry*, Pearson, 2010.
6. Bahl, A. & Bahl, B.S. *Advanced Organic Chemistry*, S. Chand, 2010.



|                                               |                                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| अनुनाद, 92                                    | डाइहाइलाइडों का विहाइड्रोहैलोजनीकरण, 68 |
| असंतृप्त हाइड्रोबर्बनों का हाइड्रोजनीकरण, 14  | तापअपघटन, 21                            |
| ऑक्सीमर्क्युरीकरण-वि-मर्क्युरीकरण, 56         |                                         |
| इपॉक्सीकरण, 61                                | द्वि-प्रतिस्थापितबेन्जीन, 88            |
| E2क्रियाविधि, 37                              |                                         |
| एथाइन का ऐल्कलीकरण, 70                        | नाइट्रोकरण, 20                          |
| ऐरोमैटिक यौगिक, 85                            | पश्च डील्स एल्डर अभिक्रिया, 41          |
| ऐरोमैटिकता, 84                                | पेट्रोलियम, 6                           |
| ऐरोमैटिक यौगिकों के आई.यू.पी.ए.सी.नाम, 86     | प्रभाजन, 7                              |
| ऐरोमैटिकीकरण, 21                              | संघटन, 6                                |
| ऐल्काइन, 66                                   | प्रतिमार्कोनाकोफ नियम, 53               |
| अभिक्रियाएँ, 72                               | बर्चउपचयन, 39                           |
| विरचन, 68                                     | बहुनाभिकीय हाइड्रोकार्बन, 82            |
| विहाइड्रोजनीकरण, 39                           |                                         |
| ऐल्कीनाइल धनायन, 70                           | बीटाइन, 40                              |
| ऐल्केन, 5                                     | बेन्जीन, 91                             |
| अभिक्रियाएं, 17                               | अणु कक्षकमॉडल, 91                       |
| प्रकार, 67                                    | भौतिकगुणधर्म, 85                        |
| भौतिकगुणधर्म, 10                              | संरचना, 90                              |
| विरचन, 11                                     |                                         |
| ऐल्किल हैलाइडों का उपचयन, 15                  | भंजनप्रक्रम, 42                         |
| ऐल्किल हैलाइडों का विहाइड्रोजनीकरण, 33        |                                         |
| ऐल्कीन, 28                                    | विटिग अभिक्रिया, 40                     |
| अभिक्रियाएँ, 47                               | विषमचक्रीय यौगिक, 82                    |
| भौतिकगुणधर्म, 31                              | वुर्टज अभिक्रिया, 12                    |
| वर्गीकरण, 29                                  |                                         |
| विरचन, 32                                     | संपीडित प्राकृतिक गैस, 9                |
| ऐल्कोहॉलों का निर्जलीकरण, 36                  | समावयवीकरण, 20                          |
|                                               | साइक्लोऑक्टाट्राईन, 97                  |
| ओजोनोलिसिस, 58, 77                            | साइक्लोब्यूटाडाइ-ईन, 95                 |
|                                               | साइक्लोहेक्सेनकाविरचन, 16               |
| कार्बोक्सिलिक अम्लों का विकार्बोक्सिलिकरण, 16 | सीटेन संख्या, 8                         |
| क्रियाविधि, 38                                |                                         |
| कोल्बे विद्युत-अपघटनी विधि, 13                | हकलनियम, 95                             |
|                                               | हाइड्रॉक्सिलीकरण, 60                    |
| छोटे वलय वाले यौगिकों की अभिक्रियाएँ, 22      | हाइड्रोजनीकरण, 72                       |
| जलयोजन, 55, 75                                | हाइड्रोबोरॉनन, 57, 78                   |
|                                               | हाइड्रोहलोजनीकरण, 51, 73                |
| टेट्राहाइलाइडों का विहाइलोजनीकरण, 70          | हाइलोजनीकरण, 18, 50, 73                 |