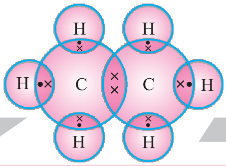
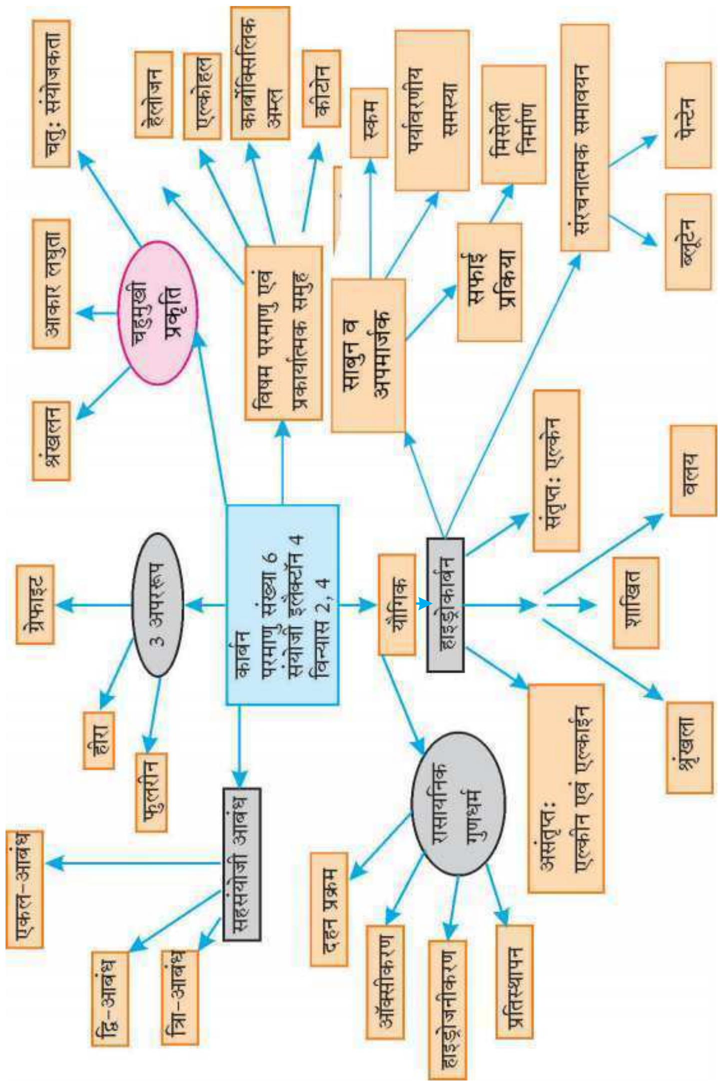


अध्याय - 4

कार्बन एवं उसके यौगिक



कार्बन एवं उनके यौगिक

- कार्बन एक सर्वतोमुखी तत्व है।
- कार्बन भूपर्पटी में खनिज के रूप में 0.02% उपस्थित है। वायुमंडल में यह कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में 0.03% उपस्थित है।
- सभी सजीव संरचनायें कार्बन पर आधारित हैं।
- कागज, प्लास्टिक, चमड़े और रबड़ में कार्बन होता है।

कार्बन में सह संयोजी आबंध

कार्बन की परमाणु संख्या 6 है तथा इलैक्टॉनिक विन्यास 2, 4। उत्कृष्ट गैस विन्यास को प्राप्त करने के लिए कार्बन का परमाणु–

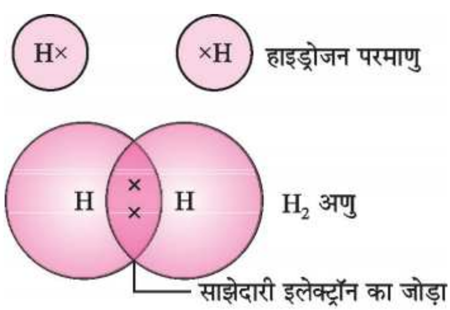
(1) 4 इलैक्ट्रॉन प्राप्त कर सकता है, परंतु नाभिक के लिए 4 अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन धारण करना कठिन है।

(2) 4 इलैक्ट्रॉन छोड़ सकता है, परंतु इसके लिए अत्याधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

- इस प्रकार कार्बन के परमाणु के लिए 4 इलैक्ट्रॉन प्राप्त करना या खो देना अत्यंत कठिन होता है।
- कार्बन परमाणु उत्कृष्ट गैस विन्यास अन्य परमाणुओं के साथ संयोजकता इलैक्ट्रॉन की साझेदारी करके प्राप्त करता है।
- H,O,N एवं Cl जैसे तत्व के परमाणु इलैक्ट्रॉन साझेदारी करने में सक्षम है। दोनों संयोजी इलैक्ट्रॉन दोनों परमाणुओं के बाह्य कक्षों से सम्बद्ध हो जाते हैं, जिससे वे निष्क्रिय गैस की संरचना प्राप्त करते हैं।

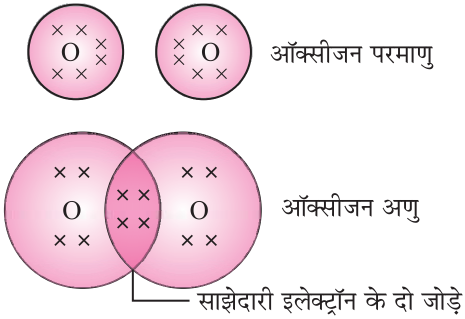
  H_2, O_2, N_2 अणुओं के निर्माण के चित्र:

(i) H_2 अणु



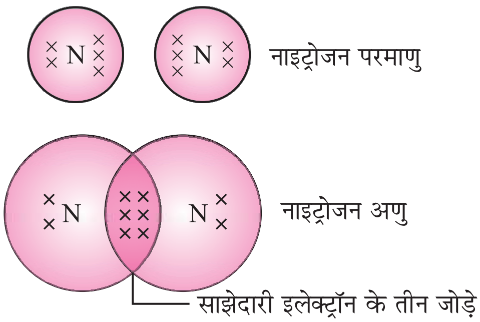
H-H हाइड्रोजन परमाणुओं के बीच आबंध

(ii) O_2 अणु



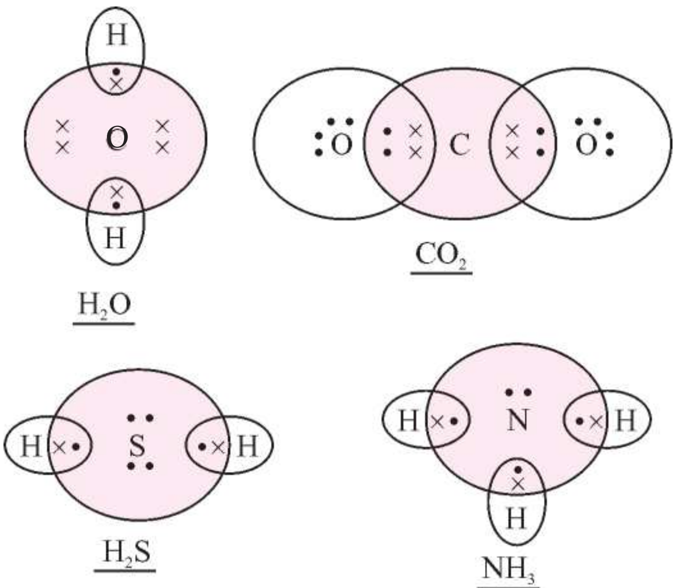
O = O ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच द्वि–आबंध।

(iii) N_2 अणु



N ≡ N नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच त्रि–आबंध।

H_2O, NH_3, CO_2 और H_2S



सहसंयोजी यौगिकों के भौतिक गुण—

- सहसंयोजी यौगिकों के क्वथनांक एवं गलनांक कम होते हैं क्योंकि इनके बीच अन्तराअणुक बल कम होता है।
- सामान्यत: ये अणु विद्युत के कुचालक होते है क्योंकि आवेशित कण नहीं बनते।

कार्बन के अपररूप—

(i) हीरा : प्रत्येक कार्बन परमाणु चार अन्य कार्बन परमाणुओं से आबंध बनाता है।

(ii) ग्रेफाइट : प्रत्येक कार्बन परमाणु तीन अन्य कार्बन परमाणुओं से आबंध बनाता है। चौथा संयोजी इलैक्ट्रॉन मुक्त गति करने में सक्षम होना है। अत: ग्रेफाइट विद्युत का सुचालक है।

(iii) फूलरीन सबसे छोटे फूलरीन में 60 कार्बन परमाणु होते हैं।

उपयोग (i) हीरा–आभूषण, तापमापी इत्यादि के निर्माण में।

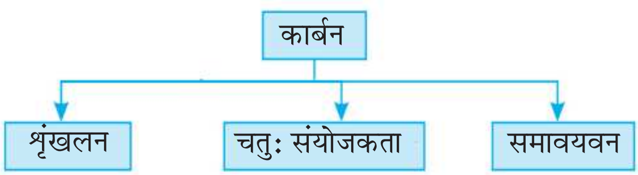
(ii) ग्रेफाइट–शुष्क स्नेहक, पेंसिल की लीड, इलैक्ट्रॉन बनाने में।

इन अपररूपों के रासायिनक गुण एकसमान होते हैं लेकिन भौतिक गुणधर्म भिन्न होते हैं।। हीरे तथा ग्रेफाइट में अंतर

हीरा	ग्रेफाइट
यह कठोरतम प्राकृतिक पदार्थ है।	यह कोमल होता है।
हीरा विद्युत का कुचालक और ऊष्मा का सुचालक होता है।	ग्रेफाइट विद्युत और ऊष्मा का सुचालक होता है।
हीरा पारदर्शी होता है।	ग्रेफाइट अपारदर्शी होता है।

कार्बन की सर्वतोमुखी प्रकृति—

सहसंयाजी बंध की प्रकृति के कारण कार्बन में बड़ी संख्या में यौगिक बनाने की क्षमता है। इसके तीन कारक हैं।

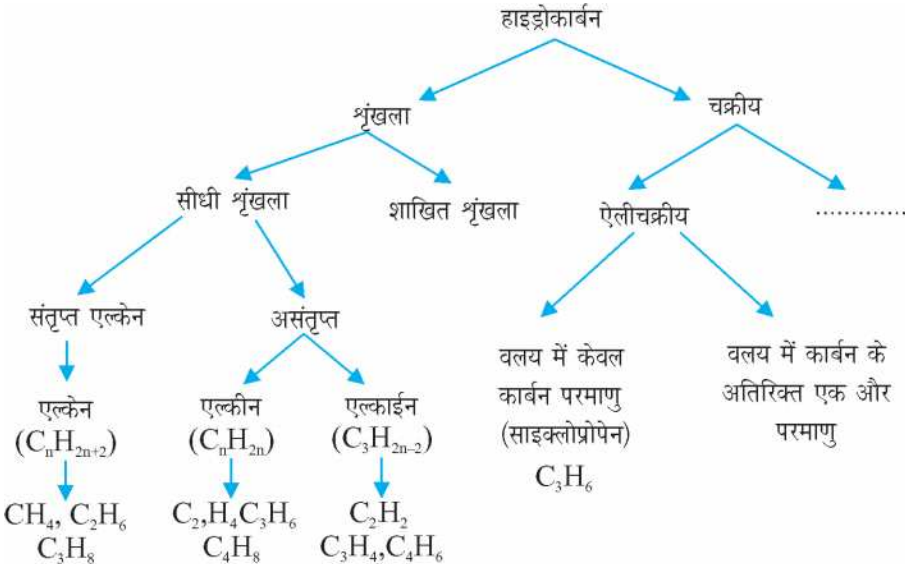


(1) **श्रृंखलन—** कार्बन के परमाणु अपने मध्य आबंध बनाते हैं। इसी प्रकार सिलिकॉन श्रृंखलन करता है। जिसमें 7 या 8 परमाणओं तक की श्रंखला होती है।

(2) **चतु : संयोजकता**—कार्बन परमाणु की संयोजकता 4 है। जिसके कारण यह परमाणु O, H, N, S, Cl तथा अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ सहसंयोजी आबंध बनाने में सक्षम है। कार्बन परमाणु के **छोटे** आकार के कारण इलैट्रॉन के सहभागी युग्मों को नाभिक मजबूती से पकड़े रहता है। फलस्वरूप, ये यौगिक अतिशय रूप से **स्थायी** होते है।

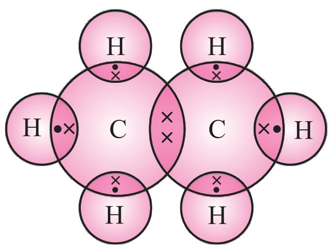
संतृप्त और असंतृप्त कार्बनिक यौगिक—

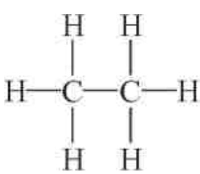
कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिकों को हाइड्रोकार्बन कहते हैं।



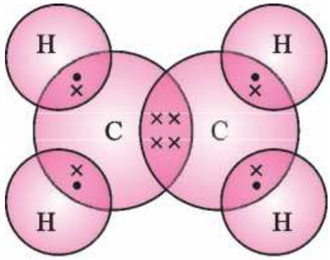
कार्बनिक पदार्थ में द्वि–आबंध/त्रि–आबंध बनाने हेतु, कम–से–कम दो कार्बन परमाणुओं की आवश्यकता होती है। अतः एल्कीन और एल्काइन समूहों के प्रथम सदस्य में दो कार्बन परमाणु होते हैं।

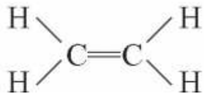
- एथेन (संतृप्त हाइड्रोकार्बन) की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना



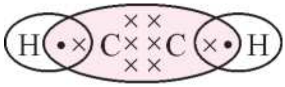


- एथीन (असंतृप्त हाइड्रोकार्बन) की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना (C_2H_6)





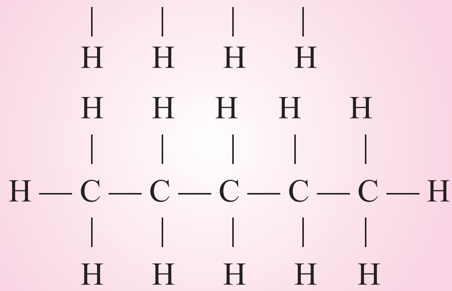
- एथाइन की इलैक्ट्रॉन बिंदु संरचना



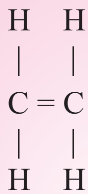
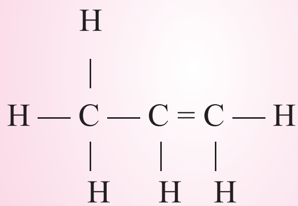
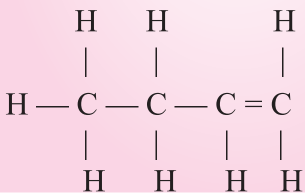
H—C≡C—H

- कार्बन एवं हाइड्रोजन के यौगिकों के सूत्र एवं संरचनायें।

हाइड्रोकार्बन का नाम	आण्विक सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
1. मेथेन	CH_4	H | H — C — H | H
2. एथेन	C_2H_6	H H | | H — C — C — H | | H H
3. प्रोपेन	C_3H_8	H H H | | | H — C — C — C — H | | | H H H
4. ब्यूटेन	C_4H_{10}	H H H H | | | | H — C — C — C — C — H

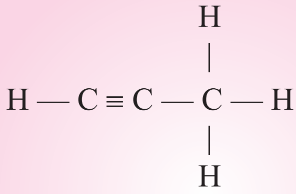
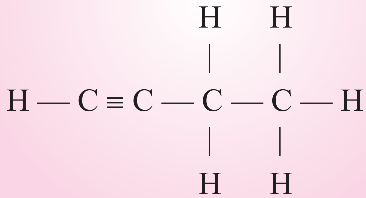
5. पेन्टेन	C_5H_{12}	

तालिका-2

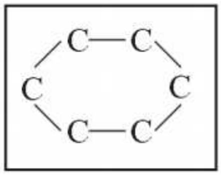
हाइड्रोकार्बन के नाम	अण्विक सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
एल्कीन		
1. एथीन	C_2H_4	
2. प्रोपीन	C_3H_6	
3. ब्यूटीन	C_4H_8	

तालिका-3

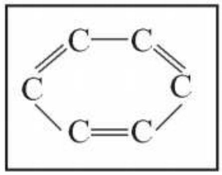
हाइड्रोकार्बन के नाम	अण्विक सूत्र	संरचनात्मक सूत्र
एल्काइन		
1. एथाइन	C_2H_2	$H-C\equiv C-H$

2. प्रोपाइन	C_3H_4	
3. ब्यूटाइन	C_4H_6	

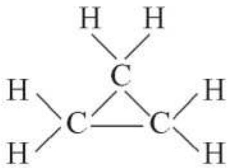
- संरचना के आधार पर हाईड्रोकार्बन के उदाहरण



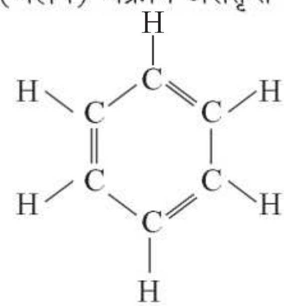
(वलय) चक्रीय संतृप्त



(वलय) चक्रीय असंतृप्त



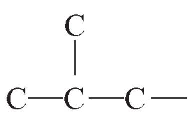
साइक्लो प्रोपेन



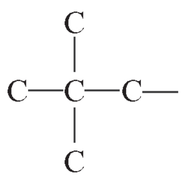
बैन्जीन

- **संरचनात्मक समावयव :** वे यौगिक जिनके आणविक सूत्र तो समान होते हैं परंतु संरचना भिन्न होती हैं। ब्यूटेन तथा पेंटेन के समावयव:

n-ब्यूटेन

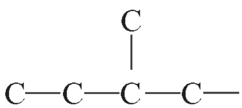


iso-ब्यूटेन



neo-पेन्टेन

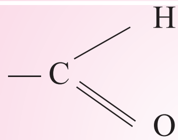
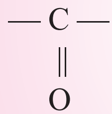
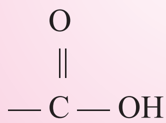
n-पेन्टेन



iso-पेन्टेन

विषम परमाणु एवं प्रकार्यात्मक समूह—

- हाइड्रोकार्बन श्रृंखला में यह तत्व एक या अधिक हाइड्रोजन को इस प्रकार प्रतिस्थापित करते हैं कि कार्बन की संयोजकता संतुष्ट रहती है। ऐसे तत्वों को विषम परमाणु कहते हैं।
- यह विषम परमाणु या विभिन्न परमाणुओं का समूह जो कार्बन यौगिकों को अभिक्रियाशीलता तथा विशिष्ट रासायनिक गुण प्रदान करते हैं, प्रकार्यात्मक समूह कहलाते हैं।

विषम परमाणु	प्रकार्यात्मक समूह	प्रकार्यात्मक समूह का सूत्र
Cl/Br	हैलो (क्लोरो/ब्रोमो)	— Cl, — Br, — I
ऑक्सीजन	1. एल्कोहल	— OH
	2. एल्डिहाइड	 या —CHO
	3. कीटोन	 या —CO—
	4. कार्बोक्सिलिक अम्ल	 या —COOH

समजातीय श्रेणी—

- यौगिकों की वह श्रृंखला जिसमें कार्बन श्रृंखला में स्थित हाइड्रोजन एक ही प्रकार के प्रकार्यात्मक समूह द्वारा प्रतिस्थापित होता है उदाहरण एल्कोहल CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH, C_4H_9OH
- समजातीय श्रेणी के उत्तरोतर सदस्यों में $-CH_2$ का अंतर तथा 14 द्रव्यमान इकाई का अंतर होता है।
- इन सदस्यों को प्रकार्यात्मक समूह विशिष्टतायें प्रदान करता है फलस्वरूप ये सदस्य समान रसायनिक गुणधर्म तथा भिन्न भौतिक गुणधर्म दर्शाते हैं।
- सदस्यों के अणु द्रव्यमान में अंतर होने के कारण इनके भौतिक गुणधर्मों में अंतर आता है।
- अणु द्रव्यमान के बढ़ने के कारण सदस्यों का गलनांक एवं क्वथनांक बढ़ता है।

कार्बन यौगिकों की नाम पद्धति

- यौगिक में कार्बन परमाणुओं की संख्या ज्ञात करो।
- प्रकार्यात्मक समूह को पूर्वलग्न या अनुलग्न के साथ दर्शाओ।

प्रकार्यात्मक/ समूह	अनुलग्न	पूर्वलग्न
ऐल्कीन/द्वि-आबंध	— ene	
ऐल्काइन/त्रि-आबंध	— yne	
ऐल्कॉहॉल	— ol	
ऐल्डीहाइड	— al	
कीटोन	— one	
कार्बोक्सिलिक अम्ल	— oic acid	
क्लोरीन		क्लोरो

- यदि एक अनुलग्न लगाया जाना है तब अंत का 'e' हटाया जाता है। जैसे मेथेनॉल (Methanol)

  Methane – e → Methan + ol = Methanol

कार्बन यौगिकों के रासायनिक गुणधर्म

1. दहन: सामान्यत: ये यौगिक वायु (ऑक्सीजन) में दहित होकर कार्बन डाइऑक्साइड, जल उत्पन्न करते हैं। तथा प्रचुर मात्रा में ऊष्मा एवं प्रकाश को मुक्त करते हैं।

   $$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\text{तापन}} CO_2 + 2\,H_2O + \text{उष्मा} + \text{प्रकाश}$$

- संतृप्त हाइड्रोकार्बन वायु की प्रचुर मात्रा में जलने पर नीली ज्वाला तथा वायु की सीमित आपूर्ति में कज्जली ज्वाला उत्पन्न करते है।

- असंतृप्त हाइड्रोकार्बन का वायु में दहन करने पर कज्जली ज्वाला उत्पन्न करते हैं।

- कोयले तथा पैट्रोलियम के दहन द्वारा सल्फर तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड निर्मित होते हैं जो अम्लीय वर्षा के लिये उत्तरदायी हैं।

2. **ऑक्सीकरण—**

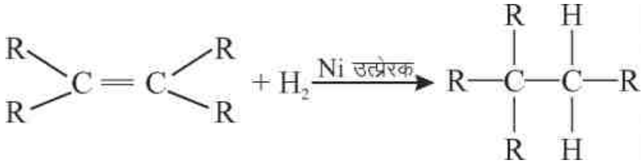
   ऑक्सीकारक के रूप में अम्लीय पोटाशियम डाइक्रोमेट तथा क्षारीय पोटाशिम परमैंगनेट का उपयोग कर एल्कोहॉल के ऑक्सीकरण के फलस्वरूप कार्बोक्सिलिक अम्ल उत्पन्न होते है।

   $$CH_3 - CH_2 - OH + [O] \xrightarrow[\text{अम्लीय } K_2Cr_2O_7 \text{ + तापन}]{\text{क्षारीय } KMnO_4 \text{ + तापन}} CH_3COOH + H_2O$$

3. **संकलन अभिक्रियाः**

निकैल, पैलडियम या प्लैटिनम की उपस्थिति में असंतृप्त हाइड्रोकार्बन जो अपने द्वि–/त्रि–आबंध के कारण अधिक क्रियाशील होते हैं, हाइड्रोजन के साथ जुडकर संतृप्त हाइड्रोकार्बन निर्मित करते हैं। इस प्रक्रम को हाइड्रोजनीकरण कहते हैं।

इस प्रक्रम द्वारा वनस्पति तेल को वनस्पति घी में परिवर्तित किया जाता है।



इस प्रक्रम द्वारा विकृतगंधिता को धीमा किया जाता है।

संतृप्त वसीय अम्ल स्वास्थ्य के लिये हानिकारक हैं। भोजन पकाने के लिये असंतृप्त वसीय तेलों का उपयोग करना चाहिये।

4. **प्रतिस्थापन अभिक्रियाः**

संतृप्त हाइड्रोकार्बन में, कार्बन में साथ जुड़े हाइड्रोजन को प्रकाश अथवा ऊष्मा की उपस्थिति में अन्य परमाणु से प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow[\text{अथवा 520K}]{\text{प्रकाश}} CH_3Cl + HCl.$$

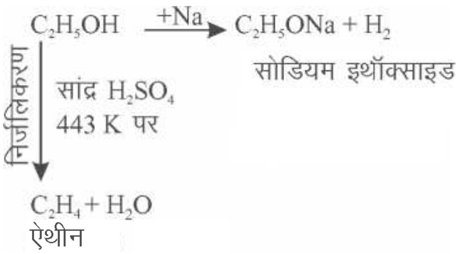
महत्वपूर्ण कार्बन यौगिक : ऐथनॉल और एथेनॉइक अम्ल

- ऐथेनॉल

गलनांक 156 K	क्वथनांक 351 K
एथेनॉल	
जल में घुलनशील	जलाने वाला स्वाद

- तनु ऐथेनॉल के सेवन से गंभीर स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं हो सकती हें तथा शुद्ध ऐथेनॉल की थोड़ी सी मात्रा भी प्राणघातक सिद्ध हो सकती है।

ऐथेनॉल के रासानियक गुणधर्म	
C_2H_5OH की सोडियम के साथ अभिक्रिया में सोडियम इथॉक्साइड तथा हाइड्रोजन उत्पन्न होती है।	सांद्र H_2SO_4 के साथ 443K के तापमान पर ऐथेनॉल के निर्जलीकरण द्वारा एथीन उत्पन्न होती है।



ऐथेनॉल के उपयोग

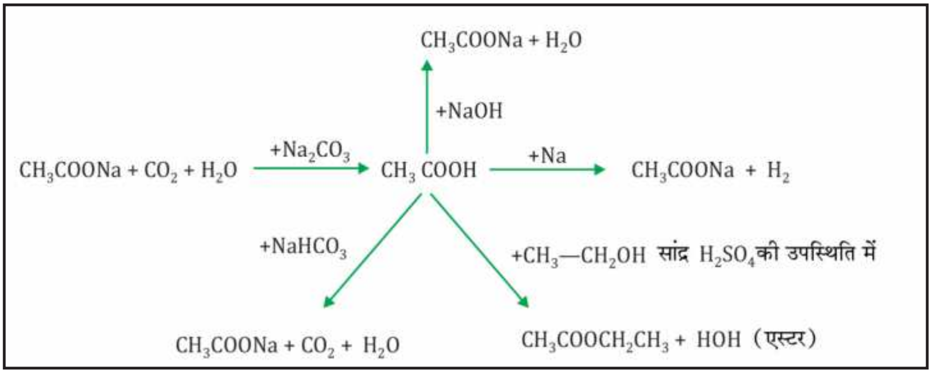
साबुन निर्माण में	ऐल्कोहॉलिक पेयों में
प्रयोगशाला अभिकारक के रूप में	दवाओं तथा टॉनिकों में

ऐथेनोइक अम्ल (CH_3COOH)/ऐसिटिक अम्ल

ऐथेनाइक अम्ल

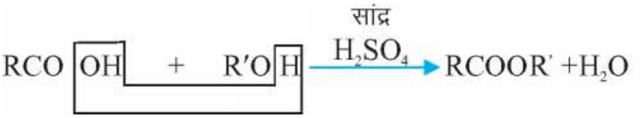
गलनांक 290K	क्वथनांक 391K
जल में घुलनशील	खट्टा स्वाद

- ऐसिटिक अम्ल का 3–4% का जलीय विलयन सिरका कहलाता है।
- परिशुद्ध ऐसिटिक अम्ल को ग्लैशल ऐसिटिक अम्ल कहते हैं।



- एस्टरीकरण अभिक्रिया

  कार्बोक्सिलिक अम्ल सांद्र सल्फ्लूरिक अम्ल की उपस्थिति में एल्कोहॉल के साथ अभिक्रिया कर मृदु गंध वाले पदार्थ एस्टर बनाते है।



- जलीय अपघटन

  एस्टर, अम्ल या क्षारक के साथ अभिक्रिया करके प्रारंभिक ऐल्कोहॉल तथा कार्बोक्सिलिक अम्ल बनाते हैं।

  $$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + CH_2CH_2OH$$

  $$CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow[\text{तापन}]{\text{तनु } H_2SO_4} CH_3COOH + CH_3CH_2OH$$

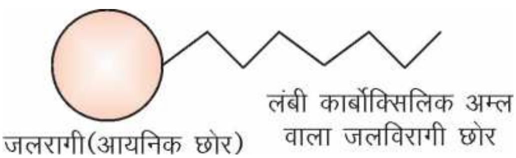
- एस्टर का क्षारीय जलीय अपघटन साबुनीकरण कहलाता है।

साबुन और अपमार्जक

- साबुन लंबी श्रंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम एवं पोटाशियम लवण होते है।
- साबुन केवल मृदु जल के साथ सफाई क्रिया करते हैं तथा कठोर जल के साथ प्रभावहीन होते है।
- **अपमार्जक**—लम्बी शृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्ल के अमोनियम एवं सल्फोनेट लवण होते हैं। अपमार्जक मृदु तथा कठोर जल के साथ सफाई प्रक्रिया दर्शाते है।
- साबुन के अणु में जलरागी एवं जलविरागी समूह होते हैं।

साबुन अणु में—

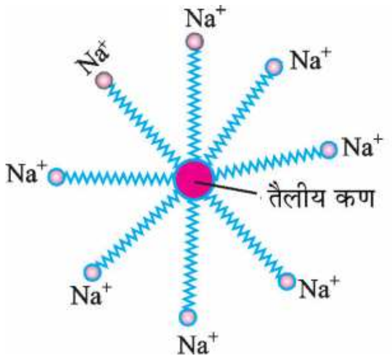
1. जलरागी सिरा (आयनिक भाग)
2. जलविरागी सिरा (लम्बी हाइड्रोकार्बन शृंखला)



साबुन की सफाई प्रक्रिया

- अधिकांश मैल तैलीय होता है तथा जलविरागी छोर इस मैल के साथ जुड़ जाता है।
- जल के अणु जलरागी छोर पर साबुन के अणु को घेर लेते है।

- फलस्वरूप साबुन के अणु मिसेली संरचना बनाते है।



- इस प्रक्रिया में साबुन के अणु और तैलिय मैल का पायस बनता है तथा विभिन्न भौतिक विधियों जैसे पटकना, डंडे से पीटना, ब्रुश से रगड़ना आदि की सहायता से वस्त्र साफ होता है।

अघुलनशील पदार्थ/स्कम

- कठोर जल में प्रयुक्त मैग्नीशियम तथा कैल्शियम के लवण साबुन के जलराग भाग से अभिक्रिया करके अघुलनशील पदार्थ या स्कम बनाते हैं। जिसके कारण सफाई प्रक्रिया बाधित होती है।
- अपमार्जक के अणु का आवेशित सिरा कठोर जल में उपस्थित कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आयनों को साथ अघुलनशील पदार्थ नहीं बनाते, फलस्वरूप सफाई प्रक्रिया प्रभावशाली रूप से संपन्न होती है।
- साबुन पूर्णतया जैव-निम्नकरणीय होते है। जबकि अपमार्जक नहीं। साबुन पर्यावरण हितैषी होते है लेकिन अपमार्जक नहीं।

संक्षेप में

- कार्बन सर्वतोमुखी तत्व (अधातु) है।
- O, N, H तथा Cl जैसी अधातुओं के समान कार्बन का परमाणु संयोजी इलैक्टॉन की साझेदारी करता है।
- शृंखलन, समावयन और चतु:संयोजकता के फलस्वरूप कार्बन अधिक यौगिकों का निर्माण करता है।
- कार्बन एकल, द्वि- और त्रि-आबंध बनाता है।
- कार्बन एवं हाइड्रोजन मिलकर हाइड्रोकार्बन बनाते है। जो संतृप्त या असंतृप्त हो सकते है।
- संरचना के आधार पर हाइड्रोकार्बन सीधी श्रंखला वाले, शाखित श्रंखला वाले अथवा चक्रीय हो सकते है।
- एक ही अणु में अलग-अलग संरचनात्मक व्यवस्था संभव होती है। इसे समावयन कहते है।

- हाइड्रोकार्बन में, विषम परमाणु हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित करते है तथा उस यौगिक के रसायनिक गुणधर्मों को निर्धारित करते हैं।
- समजातीय श्रेणी में सदस्यों की रसायनिक विशिष्टतायें एकसमान तथा भौतिक गुणधर्म भिन्न होते हें।
- कार्बन आधारित यौगिक अच्छे इंधन होते है।
- ऐथेनॉल एक महत्वपूर्ण यौगिक है। यह क्रियाशील धातुओं के साथ अभिक्रिया करता है। निर्जलीकरण के पश्चात् यह ऐथीन गैस बनाता है।
- ऐथेनोइक अम्ल एक अन्य महत्वपूर्ण यौगिक है। यह ऐथेनॉल के साथ अभिक्रिया करके मृदु–गंध वाले एस्टर बनाता है।
- सफाई प्रक्रिया के लिये साबुन एवं अपमार्जक का उपयोग होता है। अपमार्जक मृदु एवं कठोर जल के साथ प्रभावशाली रूप से सफाई अभिक्रिया करते हैं।

प्रश्नावली

बहु विकल्पिय प्रश्नः

1. हाइड्रोजनीकरण में इनमें से कौन–सी धातु उत्प्रेरक का कार्य करती है।

(क) Cu (ख) Ni (ग) Fe (घ) Na

2. हैक्सेन के अणु में कुल एकल आबंध हैं।

(क) 18 (ख) 19 (ग) 20 (घ) 21

3. N_2 के अणु में है:

(क) एकल आबंध (ख) आयनिक आबंध (ग) द्वि–आबंध (घ) त्रि–आबंध

4. किस पदार्थ का दहन ज्वाला रहित होता है?

(क) सोमबत्ती (ख) चारकोल (ग) लकड़ी (घ) LPG

5. साबुन उद्योग का उत्पाद है:

(क) ग्लिसरॉल (ख) ग्लूकोज (ग) एस्टर (घ) प्रोपेनल

6. एल्काईन की समजातीय श्रेणी का तीसरा सदस्य है:

(क) हेक्साईन (ख) ब्यूटाईन (ग) प्रोपाईन (घ) ऐथाईन

7. इनमें से किस का उपयोग कफ सीरप में होता है?

(क) शर्करा–मैथेनॉल (ख) मैथेनॉल

(ग) ऐथेनॉल–मैथेनॉल (घ) शर्करा–ऐथेनॉल