अध्याय–12
फॉर्मेल्डिहाइड, ऐसीटिक अम्ल एवं क्लोरोफॉर्म
FORMALDEHYDE, ACETIC ACID AND CHLOROFORM

प्रस्तुत अध्याय में हम फॉर्मेल्डिहाइड, ऐसिटिक अम्ल एवं क्लोरोफॉर्म के भौतिक एवं रासायनिक गुण तथा इनके उपयोग की जानकारी का अध्ययन करेंगे।

12.1 फॉर्मेल्डिहाइड (Formaldehyde)

$>C=O$ समूह को कार्बोनिल समूह कहते हैं। कार्बोनिल समूह की दोनों मुक्त संयोजकताओं में से एक पर H परमाणु जुड़ा हो तो यह समूह एल्डिहाइड $\left(_{H}{>}C=O\right)$ कहलाता है। इस समूह युक्त कार्बनिक यौगिकों को ऐल्डिहाइड (Aldehydes) कहते हैं। एक संयोजी होने के कारण यह सदैव कार्बन श्रृंखला के सिरे पर होता है। ऐल्डिहाइड समूह की मुक्त संयोजकता से H परमाणु जुड़ा हो तो यौगिक फॉर्मेल्डिहाइड कहलाता है।

$$>C=O \xrightarrow{+H} {}_{H}{>}C=O \xrightarrow{+H} \left(^{H}_{H}{>}C=O\right)$$

कार्बोनिल समूह ऐल्डिहाइड समूह फॉर्मेल्डिहाइड

फॉर्मेल्डिहाइड ऐल्केनैल का प्रथम सदस्य है। इसका IUPAC नाम मेथेनैल (Methanal) तथा संरचना $\left(^{H}_{H}{>}C=O\right)$ है।

12.1.1 भौतिक गुण (Physical Properties) –

सामान्य ताप पर फॉर्मेल्डिहाइड एक रंगहीन तथा तीक्ष्ण गंध युक्त गैस है जो जल में अत्याधिक घुलनशील है। इसे ठण्डा करके सुगमतापूर्वक द्रव में परिवर्तित किया जा सकता है। इसका क्वथनांक 252 K होता है। यह जल, ऐल्कोहॉल और ईथर में विलेय है। फॉर्मेल्डिहाइड, ट्राइऑक्सेन व पैराफॉर्मेल्डिहाइड–बहुलक के रूप में ठोस अवस्था में होता है। ये बहुलक हल्का सा गर्म करने पर टूटकर फॉर्मेल्डिहाइड मुक्त करते हैं।

12.1.2 रासायनिक गुण (Chemical Properties) –

फॉर्मेल्डिहाइड में $>C=O$ कार्बोनिल समूह की उपस्थिति के कारण यह एल्केनैल व एल्केनॉन के द्वारा दी जाने वाली सभी सामान्य अभिक्रियाएं देता है। जिनमें प्रमुख रासायनिक अभिक्रियाएं निम्नलिखित हैं –

1. योगात्मक अभिक्रियाएं –

(i) हाइड्रोजन सायनाइड (HCN) का योग : फॉर्मेल्डिहाइड HCN से योग करके योगात्मक उत्पाद फॉर्मेल्डिहाइड सायनोहाइड्रिन बनाता है।

$$^{H}_{H}{>}C=O + HCN \longrightarrow {}^{H}_{H}{>}C{<}^{OH}_{CN}$$

फॉर्मेल्डिहाइड फॉर्मेल्डिहाइड सायनोहाइड्रिन

(ii) सोडियम बाइ–सल्फाइट का योग :

$$^{H}_{H}{>}C=O + NaHSO_3 \longrightarrow {}^{H}_{H}{>}C{<}^{OH}_{SO_3Na}$$

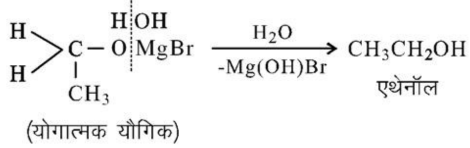
फॉर्मेल्डिहाइड सोडियम बाइ–सल्फाइट फॉर्मेल्डिहाइड सोडियम बाइ–सल्फाइट योगज (क्रिस्टलीय उत्पाद)

(iii) ग्रीन्यार अभिकर्मक से योग : फॉर्मेल्डिहाइड ग्रीन्यार अभिकर्मक से अभिक्रिया करके योगात्मक यौगिक बनाता है जिसके जल अपघटन से प्राथमिक ऐल्कोहॉल प्राप्त होते हैं। उदाहरणार्थ –

$$^{H}_{H}{>}C=O + CH_3MgBr \longrightarrow$$

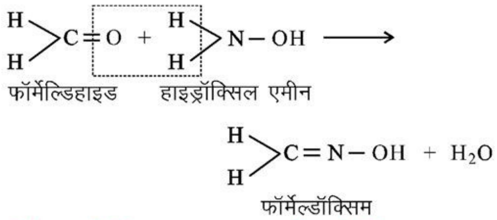
फॉर्मेल्डिहाइड मेथिल मैग्नीशियम ब्रोमाइड (ग्रीन्यार अभिकर्मक)

AGRIGYAN.IN

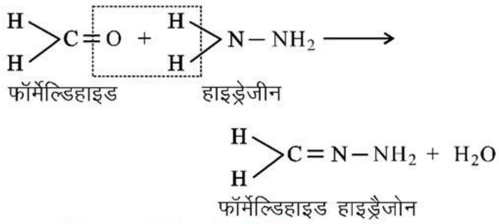


2. वे अभिक्रियाएं जिनमें कार्बोनिल समूह का ऑक्सीजन प्रतिस्थापित होता है –

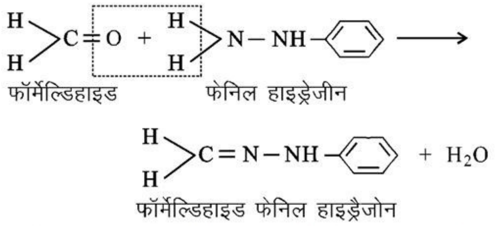
(i) हाइड्रॉक्सिल एमीन (NH_2OH) से : फॉर्मेल्डिहाइड हाइड्रॉक्सिल एमीन से अभिक्रिया करके फॉर्मेल्डॉक्सिम बनाता है।



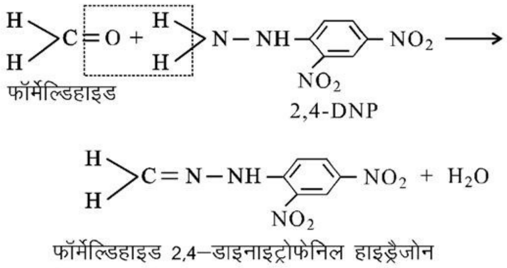
(ii) हाइड्रेजीन (NH_2-NH_2) से अभिक्रिया : उत्पाद फॉर्मेल्डिहाइड हाइड्रेजोन बनता है।



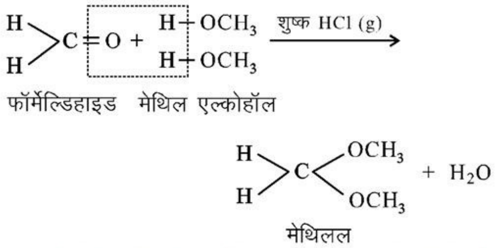
(iii) फेनिल हाइड्रेजीन से अभिक्रिया : उत्पाद फॉर्मेल्डिहाइड फेनिल हाइड्रेजोन बनता है।



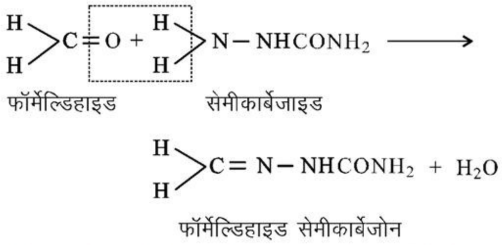
(iv) 2, 4–डाइनाइट्रोफेनिल हाइड्रेजीन से अभिक्रिया : फॉर्मेल्डिहाइड 2, 4–डाइनाइट्रोफेनिल हाइड्रेजोन नारंगी/पीले रंग का क्रिस्टलीय पदार्थ का अवक्षेप प्राप्त होता है। अतः इस अभिक्रिया का उपयोग कार्बोनिल यौगिकों के परीक्षण में किया जाता है।



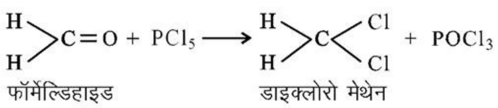
(v) मेथिल ऐल्कोहॉल (CH_3-OH) से अभिक्रिया : शुष्क HCl गैस की उपस्थिति में फॉर्मेल्डिहाइड मेथिल ऐल्कोहॉल से अभिक्रिया करके मेथिलल उत्पाद बनाता है।



(vi) सेमी कार्बेजाइड (NH_2CONH-NH_2) से अभिक्रिया : फॉर्मेल्डिहाइड सेमीकार्बेजोन उत्पाद बनता है।



(vii) फॉस्फोरस पेन्टाक्लोराइड (PCl_5) से अभिक्रिया : फॉर्मेल्डिहाइड PCl_5 से अभिक्रिया करके डाइक्लोरो मेथेन बनाता है। इस अभिक्रिया में ऑक्सीजन परमाणु दो क्लोरीन परमाणुओं से विस्थापित होता है।



3. ऑक्सीकरण – ऐल्डिहाइड में कार्बोनिल समूह पर H परमाणु जुड़ा होने के कारण ऐल्डिहाइड सुगमता से संगत अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाते हैं। इसलिए ऐल्डिहाइड सामान्य ऑक्सीकारक (अम्लीय $K_2Cr_2O_7$) से ही नहीं अपितु दुर्बल ऑक्सीकारकों टॉलेन अभिकर्मक (अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेट)

AGRIGYAN.IN

व फेहलिंग अभिकर्मक द्वारा भी ऑक्सीकृत हो जाते हैं। जबकि कीटोन दुर्बल ऑक्सीकारकों द्वारा ऑक्सीकृत नहीं होते। अतः इन अभिकर्मकों का उपयोग ऐल्डिहाइडों को कीटोनों से विभेद के परीक्षण में किया जाता है।

(i) टॉलेन परीक्षण : अमोनियामय सिल्वर नाइट्रेट विलयन को टॉलेन अभिकर्मक कहते हैं। फॉर्मेल्डिहाइड को ताजा बने टॉलेन अभिकर्मक के साथ गर्म करने पर फॉर्मेल्डिहाइड टॉलेन अभिकर्मक को सिल्वर धातु में अपचयित कर देता है जो परखनली की दीवार पर जमा होकर चमकदार सिल्वर दर्पण (Silver Mirror) बनाती है और फॉर्मेल्डिहाइड फॉर्मिक अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + Ag_2O \longrightarrow H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + 2Ag\downarrow$$

फॉर्मेल्डिहाइड   टॉलेन अभिकर्मक से   सिल्वर दर्पण

Note : यह परीक्षण क्षारकीय माध्यम में होता है अतः फॉर्मेल्डिहाइड संगत फॉर्मेट $\left(H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-\overset{\ominus}{O}\right)$ में ऑक्सीकृत होता है।

$$H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + 2\,[Ag(NH_3)_2]^+ + 3\,OH^- \longrightarrow$$

टॉलेन अभिकर्मक

$$H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-O^- + 2Ag\downarrow + 2\,H_2O + 4\,NH_3$$

(ii) फेहलिंग परीक्षण : फेहलिंग परीक्षण में दो विलयन, फेहलिंग विलयन A व फेहलिंग विलयन B होते हैं। फेहलिंग विलयन A कॉपर सल्फेट का जलीय विलयन व फेहलिंग विलयन B रोशेल लवण (सोडियम पोटैशियम टार्ट्रेट) होता है। दोनों विलयनों को समान मात्रा में मिलाकर फॉर्मेल्डिहाइड के साथ गर्म करने पर क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) बनने के कारण लाल भूरा अवक्षेप प्राप्त होता है। फॉर्मेल्डिहाइड संगत फॉर्मिक अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाता है।

$$H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + 2\,CuO \longrightarrow H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-OH + Cu_2O$$

फॉर्मेल्डिहाइड   फेहलिंग विलयन   फॉर्मिक अम्ल   लाल–भूरा अवक्षेप

4. अपचयन (Reduction) –

(i) फॉर्मेल्डिहाइड $Ni + H_2$ द्वारा या $Na\text{-}Hg + C_2H_5OH$ या $LiAlH_4$ या $NaBH_4$ द्वारा अपचयित होकर मेथेनॉल बनाता है।

$$H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + 2\,H \longrightarrow H-\underset{H}{\underset{|}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}}-OH$$

मेथेनैल   मेथेनॉल

(ii) फॉर्मेल्डिहाइड का Zn-Hg + सान्द्र HCl द्वारा अपचयन कराने पर उत्पाद मैथेन बनती है। (क्लीमेंसन अपचयन)

$$H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + 4H \longrightarrow CH_4 + H_2O$$

मैथेनैल   मैथेन

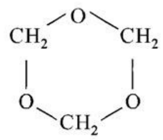
फॉर्मेल्डिहाइड की उपरोक्त अभिक्रियाओं के अलावा अन्य महत्वपूर्ण रासायनिक अभिक्रियाएं निम्नलिखित हैं –

1. बहुलकीकरण (Polymerisation) –

(i) जब फॉर्मेल्डिहाइड गैस को कमरे के ताप पर रखा जाता है तो वह धीरे–धीरे बहुलकीकृत होकर मेटाफॉर्मेल्डिहाइड बनाती है जिसे ट्राइऑक्सिमेथिलीन अथवा ट्राइऑक्सेन भी कहते हैं।

$$3\,CH_2=O \longrightarrow (CH_2O)_3$$ या

फॉर्मेल्डिहाइड



(सफेद ठोस) मेटाफॉर्मेल्डिहाइड या ट्राइऑक्सिमेथिलीन या ट्राइऑक्सेन

(ii) फॉर्मेल्डिहाइड के 40 प्रतिशत जलीय विलयन जिसे फॉर्मेलीन कहते हैं, को शुष्क अवस्था तक वाष्पित करने पर सफेद क्रिस्टलीय ठोस पदार्थ प्राप्त होता है जिसे पैराफॉर्मेल्डिहाइड कहते हैं।

$$nHCHO \xrightarrow{\text{वाष्पन}} (HCHO)_n \quad \text{जहां } n = 6 \text{ से } 100 \text{ तक}$$

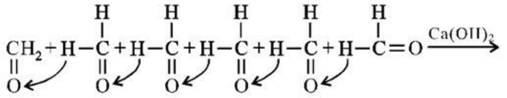
फॉर्मेल्डिहाइड   पैराफॉर्मेल्डिहाइड

(iii) फॉर्मेल्डिहाइड विलयन की अभिक्रिया सान्द्र H_2SO_4 से कराने पर पॉलिऑक्सिमैथिलीन बनती है जो सफेद ठोस पदार्थ है, जल में अविलेय तथा गर्म करने पर फॉर्मेल्डिहाइड देते हैं।

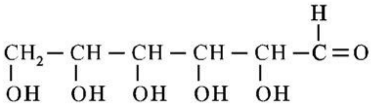
$$nHCHO \xrightarrow{\text{वाष्पन}} (HCHO)_n \quad \text{जहां } n > 100$$

फॉर्मेल्डिहाइड   पॉलिऑक्सिमेथिलीन

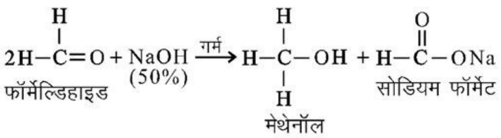
(iv) दुर्बल क्षारक जैसे $Ca(OH)_2$ की उपस्थिति में फॉर्मेल्डिहाइड के 6 अणु षट्लकीकृत होकर शर्करा का मिश्रण बनाता है। जिसे फार्मोस अथवा α–एक्रोस कहते हैं।



AGRIGYAN.IN



2. कैनिजारो अभिक्रिया (Cannizaro's Reaction) – वे ऐल्डिहाइड जिनमें α–हाइड्रोजन परमाणु नहीं होते जैसे फॉर्मेल्डिहाइड को क्षारक जैसे KOH या NaOH के साथ गर्म करने पर स्वऑक्सीकरण व अपचयन (असमानुपातन) अभिक्रिया दर्शाते हैं, जिसे कैनिजारो अभिक्रिया कहते हैं। इस अभिक्रिया में ऐल्डिहाइड के दो अणुओं में से एक अणु ऐल्कोहॉल में अपचयित होता है जबकि दूसरा अणु कार्बोक्सिलिक अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाता है जो क्षारकीय माध्यम में लवण के रूप में प्राप्त होता है।

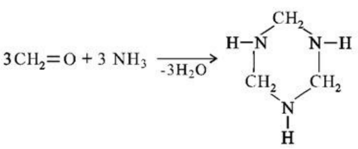


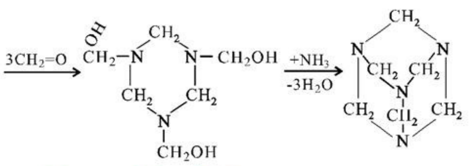
3. अमोनिया के साथ अभिक्रिया (Reaction with Ammonia) – फॉर्मेल्डिहाइड अमोनिया के साथ अभिक्रिया करके हैक्सा मेथिलीन टेट्रा एमीन बनाता है जिसे यूरोट्रोपिन भी कहते हैं। इसे मूत्र रोग औषधि के रूप में उपयोग किया जाता है।

$$6CH_2O + 4NH_3 \rightarrow (CH_2)_6N_4 + 6H_2O$$

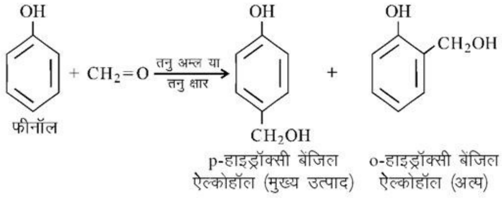
फॉर्मेल्डिहाइड यूरोट्रोपिन

यूरोट्रोपिन का संरचना सूत्र – ये अभिक्रिया निम्नलिखित पदों में होती है :





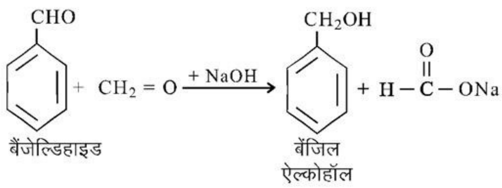
4. लैडेरर–मानेसे अभिक्रिया (Leaderer-Manasse Reaction) – फॉर्मेल्डिहाइड फीनॉल के साथ तनु अम्ल या तनु क्षारक की उपस्थिति में अभिक्रिया करके o-हाइड्रॉक्सी बेंजिल ऐल्कोहॉल व p-हाइड्रॉक्सी बेंजिल ऐल्कोहॉल बनाता है। किन्तु मुख्य उत्पाद p-हाइड्रॉक्सी बेंजिल ऐल्कोहॉल होता है।



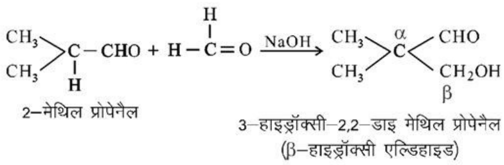
o- व p-हाइड्रॉक्सी बैंजिल एल्कोहॉल तनु NaOH की उपस्थिति में परस्पर संघनित होकर बैकेलाइट (Bakelite) बनाते हैं जो एक त्रिर्यकबद्ध बहुलक है जिसका उपयोग कंघियों, विद्युत स्विचों आदि में किया जाता है।

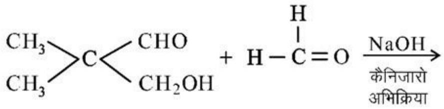
5. संघनन अभिक्रियाएं (Condensation Reaction) – फॉर्मेल्डिहाइड सान्द्र क्षारक की उपस्थिति में विभिन्न ऐल्डिहाइडों के साथ अभिक्रिया देता है। उत्पाद लिए गए ऐल्डिहाइड की प्रकृति पर निर्भर करता है।

(i) α–H रहित एल्डिहाइडों के साथ – फॉर्मेल्डिहाइड सान्द्र क्षारक विलयन की उपस्थिति में α–H रहित ऐल्डिहाइडों से साथ मिश्रित कैनिजारो अभिक्रिया देता है।



(ii) एक α–H वाले ऐल्डिहाइडों के साथ – सान्द्र क्षारक विलयन की उपस्थिति में फॉर्मेल्डिहाइड ऐसे ऐल्डिहाइड जिनमें α–H परमाणु होता है, के साथ अभिक्रिया करके β–हाइड्रॉक्सी ऐल्डिहाइड देते हैं। जिनमें α–H अनुपस्थित होने के कारण ये फॉर्मेल्डिहाइड के साथ आगे मिश्रित कैनिजारो अभिक्रिया देते हैं और उत्पाद प्रतिस्थापित ट्राइमेथिलीन ग्लाइकॉल बनता है।





AGRIGYAN.IN

$$(CH_3)_2C(CH_2OH)_2 + H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa$$

2,2–डाइ मेथिल प्रोपेन–1,3–डाइ ऑल
(प्रतिस्थापित ट्राइ मेथिलीन ग्लाइकॉल)

(iii) दो α–H वाले ऐल्डिहाइडों के साथ – सान्द्र क्षारक विलयन की उपस्थिति में ऐसे ऐल्डिहाइड जिनमें दो α–H परमाणु होते है, फॉर्मेल्डिहाइड की अधिकता में अभिक्रिया करके पहले हाइड्रॉक्सी मेथिल, फिर बिस हाइड्रॉक्सी मेथिल यौगिक बनाते हैं जिसमें α–H अनुपस्थित होता है। ये फॉर्मेल्डिहाइड के साथ मिश्रित कैनिजारो अभिक्रिया द्वारा अन्त में ट्रिस हाइड्रॉक्सी मेथिल यौगिकों में बदल जाते हैं।

$$CH_3-\overset{H}{\overset{|}{C}}H-CHO + CH_2=O \xrightarrow{NaOH}$$

प्रोपेनैल

$$CH_3-\overset{CH_2OH}{\overset{|}{C}}H-CHO \xrightarrow{NaOH/HCHO} CH_3-\underset{CH_2OH}{\underset{|}{\overset{CH_2OH}{\overset{|}{C}}}}-CHO$$

3–हाइड्रॉक्सी प्रोपेनैल (αH=0)

$$\xrightarrow[NaOH]{HCHO} CH_3-\underset{CH_2OH}{\underset{|}{\overset{CH_2OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2OH + H-\overset{O}{\overset{||}{C}}-ONa$$

(कैनिजारो अभिक्रिया)

(iv) तीन α–H वाले ऐल्डिहाइडों के साथ – तीन α–H वाला ऐल्डिहाइड एथेनैल (CH_3CHO) है, यह $Ca(OH)_2$ चूर्ण की उपस्थिति में पैरा फॉर्मेल्डिहाइड के जलीय निस्यंदन से अभिक्रिया करके टैट्राकिस हाइड्रॉक्सी मेथिल मेथेन बनाता है। इसे पेन्टाएरीथ्रिटॉल कहते हैं।

$$H-\underset{H}{\underset{|}{\overset{H}{\overset{|}{C}}}}-CHO + H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O \xrightarrow[\text{चूर्ण}]{Ca(OH)_2}$$

एथेनैल — पैराफॉर्मेल्डिहाइड का जलीय निस्यंदन

$$HOCH_2-\underset{CH_2OH}{\underset{|}{\overset{CH_2OH}{\overset{|}{C}}}}-CH_2OH + (HCOO)_2Ca$$

पेन्टाएरिथ्रिटॉल

नोट :– पेन्टाएरिथ्रिटॉल का टेट्रानाइट्रो व्युत्पन्न एक शक्तिशाली विस्फोटक होता है।

12.1.3 उपयोग (Uses) -

फॉर्मेलिन का उपयोग मृत जीव–जन्तुओं (जैविक) व शरीरकीय प्रतिरूपों (Biological and anatomical specimens) के परिरक्षक (preservative) के रूप में होता है। अन्य उपयोग इस प्रकार हैं –

1. चमड़ा उद्योग में टैनिन (Tanin) के स्थान पर।
2. रोगाणुनाशी (antiseptic) व कीटनाशी के रूप में।
3. बैकेलाइट, यूरिया फॉर्मेल्डिहाइड जैसे प्लास्टिक बनाने में।
4. यूरोट्रोपिन (Urotripine) बनाने में, जिसका उपयोग मूत्र रोगों में किया जाता है।
5. पेन्टाएरिथ्रिटॉल बनाने में, जिसका टेट्रा नाइट्रो व्युत्पन्न एक शक्तिशाली विस्फोटक होता है।
6. रंजक निर्माण में (रोजेनिलीन)
7. फॉर्मेमिन्ट (लैक्टोस + फॉर्मेल्डिहाइड) बनाने में, यह गला रोग निवारण औषधि है।
8. फॉर्मेल्डिहाइड विषाणुओं (Viruses) को निष्क्रिय कर देता है तथा बैक्टीरिया के विषैले प्रभाव को भी नष्ट कर देता है। इसलिए यह टीकाकरण (Vaccine) में प्रयोग किया जाता है। (मुख्यतः पोलियो टीकाकरण)

परीक्षण –

1. टॉलेन अभिकर्मक के साथ गर्म करने पर सिल्वर दर्पण बनाता है।
2. फेहलिंग विलयन के साथ गर्म करने पर लाल–भूरे रंग का अवक्षेप देता है।
3. शिफ अभिकर्मक के साथ गुलाबी रंग देता है।

12.2 ऐसीटिक अम्ल (Acetic Acid)

कार्बोनिल समूह की एक मुक्त संयोजकता से -OH समूह जोड़ने पर प्राप्त होने वाला समूह कार्बोक्सिल (Carboxyl) समूह कहलाता है। वे कार्बनिक यौगिक जिनमें कार्बोक्सिल (-COOH) समूह पाया जाता है उन्हें कार्बोक्सिलिक अम्ल कहते हैं। कार्बोक्सिलिक अम्ल में कार्बोक्सिल समूहों की संख्या क्रमशः एक, दो, तीन होने पर उन्हें क्रमशः मोनो, डाइ, ट्राइ कार्बोक्सिलिक अम्ल कहते हैं।

मोनो कार्बोक्सिलिक अम्ल –

$H-COOH$
फॉर्मिक अम्ल

CH_3-COOH
ऐसिटिक अम्ल

AGRIGYAN.IN

डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल –

COOH | COOH	CH_2-COOH | CH_2-COOH
ऑक्सैलिक अम्ल	सक्सीनिक अम्ल

ट्राइ कार्बोक्सिलिक अम्ल –

$$\begin{array}{l} CH_2-COOH \\ \;| \\ C(OH)COOH \\ \;| \\ CH_2-COOH \end{array}$$

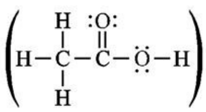
सिट्रिक अम्ल

वे मोनो कार्बोक्सिलिक अम्ल जिनमें COOH समूह H परमाणु या किसी ऐल्किल समूह से जुड़ा हो, ऐल्केनोइक अम्ल (Alkanoic Acid) कहलाते हैं। इस श्रेणी का द्वितीय सदस्य ऐसीटिक अम्ल (CH_3COOH) है जो -COOH समूह पर मेथिल (-CH_3) समूह जोड़ने पर प्राप्त होता है।

$$-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow{+CH_3} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OH$$

कार्बोक्सिलिक समूह   ऐसिटिक अम्ल

ऐसीटिक अम्ल प्राचीन काल से ही सिरके के मुख्य अवयव के रूप में ज्ञात है। इसका IUPAC नाम एथेनॉइक अम्ल (Ethanoic Acid) तथा संरचना निम्नलिखित है –



12.2.1 भौतिक गुण (Physical Properties) – यह रंगहीन, तीक्ष्ण सिरके की गन्ध वाला संक्षारक (Corrosive) द्रव है। ऐसीटिक अम्ल की उपस्थिति के कारण ही सिरके में तीक्ष्ण गन्ध आती है। इसका गलनांक 289.5 K तथा क्वथनांक 391 K है। शुद्ध व निर्जल ऐसीटिक अम्ल ठोस अवस्था में बर्फ के समान प्रतीत होता है इसलिए इसे ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल (Glacial Acetic Acid) भी कहते हैं। यह स्वाद में खट्टा व जल से भारी होता है। यह जल, ऐल्कोहॉल व ईथर में विलेय है।

12.2.2 रासायनिक गुण (Chemical Properties) – ऐसीटिक अम्ल की रासायनिक अभिक्रियाओं को निम्नलिखित भागों में विभक्त कर सकते हैं –

(क) O-H आबन्ध विदलन की अभिक्रियाएं (अम्लीय H की अभिक्रियाएं)

(ख) C-OH आबन्ध विदलन की अभिक्रियाएं (हाइड्रॉक्सी समूह के प्रतिस्थापन की)

(ग) कार्बोनिल समूह की अभिक्रियाएं।

(घ) सम्पूर्ण कार्बोक्सिलिक समूह (-COOH) की अभिक्रियाएं।

(च) मेथिल समूह की अभिक्रियाएं।

(क) O-H आबन्ध विदलन की अभिक्रियाएं (अम्लीय H की अभिक्रियाएं) –

(i) धातुओं के साथ – ऐसीटिक अम्ल प्रबल विद्युत धनात्मक धातु जैसे Na, Al, Zn आदि से अभिक्रिया करके ऐसीटेट लवण बनाता है व हाइड्रोजन मुक्त होती है।

$$2CH_3COOH + 2Na \rightarrow 2CH_3CHOONa + H_2\uparrow$$

(ii) क्षारकों के साथ – ऐसीटिक अम्ल जल में आयनित होकर CH_3COO^- (ऐसीटेट आयन) व H^+ धनायन देता है अतः क्षारकों के साथ अभिक्रिया द्वारा ऐसीटेट लवण बनाता है।

$$CH_3CO\overset{-+}{OH} + \overset{+}{Na}\overset{-}{OH} \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

$$CH_3CO\overset{-+}{OH} + \overset{+-}{Na}HCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2CH_3CO\overset{-+}{OH} + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

नोट :– अम्ल का H^+ आयन $NaHCO_3$ या Na_2CO_3 के ऋणायनों HCO_3^- या CO_3^{2-} से संयुक्त होकर कार्बोनिक अम्ल H_2CO_3 बनाता है जो अम्लीय माध्यम में अपघटित होकर CO_2 व H_2O देता है।

(ख) C-OH आबन्ध विदलन की अभिक्रियाएं (हाइड्रॉक्सी समूह के प्रतिस्थापन की) – इन अभिक्रियाओं में अम्ल के -OH समूह का प्रतिस्थापन होकर अम्ल व्युत्पन्न यौगिक बनते हैं।

(1) PCl_5, PCl_3 या $SOCl_2$ के साथ – ऐसीटिक अम्ल फॉस्फोरस पेन्टा क्लोराइड, फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड या थायोनिल क्लोराइड ($SOCl_2$) के साथ अभिक्रिया कर ऐसीटिल क्लोराइड बनाता है। इन अभिक्रियाओं में -OH समूह का -Cl द्वारा प्रतिस्थापन होता है।

$$CH_3COOH + PCl_5 \rightarrow CH_3COCl + POCl_3 + HCl$$

$$3CH_3COOH + PCl_3 \rightarrow 3CH_3COCl + H_3PO_3$$

$$CH_3COOH + \underset{\text{थायोनिल क्लोराइड}}{SOCl_2} \rightarrow \underset{\text{ऐसिटिल क्लोराइड}}{CH_3COCl} + SO_2\uparrow + HCl\uparrow$$

(2) एस्टरीकरण (Esterification) – ऐसीटिक अम्ल को एथिल ऐल्कोहॉल के साथ सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में गर्म करने पर फलों जैसी मीठी गन्ध वाला यौगिक एस्टर (एथिल ऐसीटेट) व जल बनता है। यह अभिक्रिया **एस्टरीकरण** कहलाती है। यहां अम्ल का -OH समूह C_2H_5-O- समूह द्वारा प्रतिस्थापित होता है।

AGRIGYAN.IN

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H-OC_2H_5 \xrightarrow[\text{गर्म}]{\text{सान्द्र } H_2SO_4}$$
ऐसीटिक अम्ल   एथिल एल्कोहॉल

$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OC_2H_5 + H_2O$$
एथिल ऐसीटेट (एस्टर)
(फलों जैसी गंध)

नोट :– इस अभिक्रिया में सान्द्र H_2SO_4 उत्प्रेरक व निर्जलीकारक दोनों के रूप में कार्य करता है।

(3) निर्जलीकरण (Dehydration) – ऐसीटिक अम्ल को निर्जलीकारक जैसे P_2O_5 या सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में गर्म करने पर ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड बनता है। यहां अम्ल के दो अणुओं में से एक अणु जल का निकलता है। इस अभिक्रिया में अम्ल के -OH समूह का CH_3COO^- द्वारा प्रतिस्थापन होता है।

$$\begin{matrix} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \\ + \\ CH_3-\underset{O}{\underset{\|}{C}}-OH \end{matrix} \xrightarrow{P_2O_5} \begin{matrix} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}} \\ \quad\quad O \\ CH_3-\underset{O}{\underset{\|}{C}} \end{matrix} + H_2O$$
ऐसीटिक अम्ल   ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड

(4) अमोनिया (NH_3) के साथ – ऐसीटिक अम्ल की क्षारक अमोनिया के साथ अभिक्रिया में बने अमोनियम ऐसीटेट लवण को गर्म करने पर ऐसीटैमाइड बनता है और जल का एक अणु निकल जाता है। यहां अम्ल के -OH समूह का $-NH_2$ द्वारा प्रतिस्थापन होता है। ऐसीटैमाइड को निर्जलीकारक P_2O_5 की उपस्थिति में तीव्र गर्म करने पर एक अणु H_2O का निकल जाने से मेथिल सायनाइड प्राप्त होता है।

$$CH_3COOH + \ddot{N}H_3 \rightarrow CH_3COONH_4 \xrightarrow[-H_2O]{\Delta}$$
अमोनियम ऐसीटेट

$$CH_3CONH_2 \xrightarrow[\Delta]{P_2O_5} CH_3CN + H_2O$$
ऐसीटैमाइड   मेथिल सायनाइड

(ग) कार्बोनिल समूह की अभिक्रियाएं – अम्ल के कार्बोनिल समूह ($>C=O$) की अभिक्रिया में अम्ल का अपचयन है। ऐसीटिक अम्ल का अपचायक जैसे लीथियम ऐल्यूमिनियम हाइड्राइड ($LiAlH_4$) या डाइबोरेन (B_2H_6) द्वारा अपचयन करने पर एथेनॉल प्राप्त होता है।

$$CH_3COOH + 4H \xrightarrow[\text{(ii) } H_3O^+]{\text{(i) } LiAlH_4/\text{ईथर}} CH_3CH_2OH + H_2O$$
ऐसीटिक अम्ल   एथेनॉल

(घ) सम्पूर्ण कार्बोक्सिलिक समूह (-COOH) की अभिक्रियाएं – इन अभिक्रियाओं में अम्ल के -COOH समूह का CO_2 या कार्बोनेट लवण के रूप में विस्थापन होता है –

(i) विकार्बोक्सिलीकरण – ऐसीटिक अम्ल के सोडियम लवण को सोडा लाइम (NaOH + CaO का 3 : 1 अनुपात) के साथ गर्म करने पर मेथेन बनती है।

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{CaO,\ \Delta} CH_4 + Na_2CO_3$$
सोडियम ऐसीटेट   मेथेन

(ii) कोल्बे का वैद्युत अपघटनी संश्लेषण – ऐसीटिक अम्ल के सोडियम या पोटैशियम लवणों के सान्द्र जलीय विलयन का वैद्युत अपघटन करने पर एनोड पर एथेन व CO_2 गैस मुक्त होती है तथा कैथोड पर H_2 गैस मुक्त होती है। यह अभिक्रिया **कोल्बे संश्लेषण** कहलाती है।

$$\begin{matrix} CH_3COONa \\ + \\ CH_3COONa \end{matrix} + 2H-OH \xrightarrow{\text{वैद्युत अपघटन}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix} + 2CO_2}_{\text{एनोड पर}} + 2NaOH + \underbrace{H_2\uparrow}_{\text{कैथोड पर}}$$

क्रियाविधि :

$$2CH_3COONa \rightleftharpoons 2CH_3COO^- + 2Na^+$$

ऐनोड पर : $2CH_3COO^- - 2e^- \rightarrow 2CH_3COO^\bullet$ (मुक्त मूलक)

$$2CH_3COO^\bullet \longrightarrow 2\dot{C}H_3 + 2CO_2$$

$$\dot{C}H_3 + \dot{C}H_3 \longrightarrow CH_3-CH_3$$

कैथोड पर : $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$

$$2Na + 2H-OH \rightarrow 2NaOH + H_2$$

(iii) हुंसडीकर अभिक्रिया – सिल्वर ऐसीटेट (CH_3COOAg) का कार्बन टेट्रा क्लोराइड में विलयन लेकर ब्रोमीन डालकर गर्म करने पर ब्रोमो मेथेन बनती है। इस अभिक्रिया में अम्ल का कार्बोक्सिलिक समूह ब्रोमीन द्वारा विस्थापित होता है अतः यह विकार्बोक्सिलीकरण ब्रोमीनीकरण अभिक्रिया है।

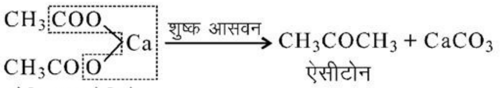
$$CH_3COOAg + Br-Br \xrightarrow{CCl_4,\ \Delta} CH_3-Br + AgBr + CO_2$$
सिल्वर ऐसीटेट   ब्रोमो मेथेन

AGRIGYAN.IN

(iv) श्मिट अभिक्रिया – सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में ऐसीटिक अम्ल हाइड्रेजोइक अम्ल से अभिक्रिया करके मेथेन ऐमीन (CH_3NH_2) बनाता है, इसे श्मिट अभिक्रिया कहते हैं।

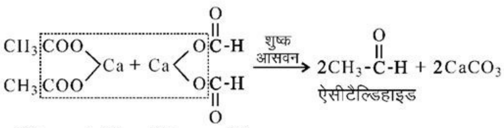
$$\underset{\text{ऐसीटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{हाइड्रेजोइक अम्ल}}{HN_3} \xrightarrow[\text{गर्म}]{\text{सान्द्र } H_2SO_4} \underset{\text{मेथेन एमीन}}{CH_3NH_2} + N_2 + CO_2$$

(v) कैल्सियम ऐसीटेट का शुष्क आसवन करने पर ऐसीटोन प्राप्त होती है।



कैल्सियम ऐसिटेट

(vi) कैल्सियम ऐसिटेट + कैल्सियम फॉर्मेट के मिश्रण का शुष्क आसवन कराने पर ऐसिटैल्डिहाइड प्राप्त होती है।



कैल्सियम ऐसीटेट कैल्सियम फॉर्मेट

(च) मेथिल समूह के प्रतिस्थापन के कारण अभिक्रियाएं– ऐसीटिक अम्ल की अल्प मात्रा में लाल फॉस्फोरस की उपस्थिति में क्लोरीन से अभिक्रिया कराने पर मेथिल समूह के परमाणु क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित होकर मोनोक्लोरो, डाइक्लोरो और अन्त में ट्राइक्लोरो ऐसीटिक अम्ल बनाते हैं।

$$\underset{\text{ऐसीटिक अम्ल}}{\underset{H}{CH_2}COOH} + Cl-Cl \xrightarrow[\text{-HCl}]{\text{लाल P}} \underset{\text{मोनोक्लोरो ऐसीटिक अम्ल}}{\underset{Cl}{CH_2}COOH}$$

$$\xrightarrow[\text{-HCl}]{Cl_2/\text{लाल P}} \underset{\text{डाइक्लोरो ऐसीटिक अम्ल}}{CHCl_2COOH} \xrightarrow[\text{-HCl}]{Cl_2/\text{लाल P}} \underset{\text{ट्राइक्लोरो ऐसीटिक अम्ल}}{CCl_3COOH}$$

12.2.3 उपयोग (Uses) –

1. कृत्रिम सिरका के निर्माण में।
2. प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में।
3. रबड़ के स्कन्दन में।
4. सफेदा (लैड ऐसीटेट), ऐसीटोन, एस्टरों के निर्माण में।
5. कृत्रिम रेशे जैसे सैल्युलोस ऐसीटेट, पॉलिवाइनिल ऐसीटेट के निर्माण में।
6. कपड़ा उद्योग में रंगाई हेतु।
7. लैड टेट्रा ऐसीटेट बनाने में जो एक ऑक्सीकारक है।
8. ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल का उपयोग विलायक के रूप में किया जाता है।
9. कृषि में इसका उपयोग खरपतवार नाशी (Herbicide) के रूप में किया जाता है।

परीक्षण –

1. इसमें सिरके जैसी गन्ध आती है।
2. **लिटमस परीक्षण :** इसका जलीय विलयन नीले लिटमस को लाल कर देता है।
3. **सोडियम बाइकार्बोनेट परीक्षण :** ऐसीटिक अम्ल में $NaHCO_3$ का जलीय विलयन डालने पर तीव्र बुदबुदाहट के साथ CO_2 गैस निकलती है। यह -COOH समूह का परीक्षण है।
4. **एस्टर परीक्षण :** एथेनॉल को ऐसीटिक अम्ल में मिलाकर कुछ बूंदें सान्द्र H_2SO_4 की डालकर गर्म करने पर एथिल ऐसीटेट (एस्टर) बनने के कारण फलों जैसी मीठी गन्ध आती है।
5. **उदासीन फैरिक क्लोराइड परीक्षण :** ऐसीटिक अम्ल में उदासीन फैरिक क्लोराइड ($FeCl_3$) विलयन की कुछ बूंदें डालने पर विलयन का रंग लाल हो जाता है।

12.3 क्लोरोफॉर्म (Chloroform) ($CHCl_3$)

ऐल्केन के एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुओं का उतनी संख्या में हैलोजन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापन करने पर प्राप्त यौगिकों को **'ऐल्केन के हैलोजन व्युत्पन्न'** कहते हैं। हैलोजन व्युत्पन्न यौगिकों में उपस्थित हैलोजन परमाणुओं की संख्या एक, दो, तीन या अधिक होने पर उन्हें मोनो, डाइ या पॉलिहैलोजन (ट्राइ, टैट्रा आदि) व्युत्पन्नों में विभाजित किया जा सकता है।

मोनो हैलोजन व्युत्पन्न :

CH_3X	C_2H_5-X
मेथिल हैलाइड	एथिल हैलाइड

यहां X = Cl, Br, I

डाइ हैलोजन व्युत्पन्न :

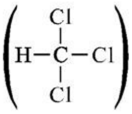
CH_2-X_2	CH_3–CH–X_2	CH_2–X / CH_2–X
मेथीलीन हैलाइड	एथिलिडीन हैलाइड	एथिलीन डाइ हैलाइड

ट्राइ हैलोजन व्युत्पन्न : मेथेन के ट्राइहैलोजन व्युत्पन्नों को हैलोफॉर्म कहा जाता है। सामान्य सूत्र : CHX_3

$CHCl_3$	$CHBr_3$	CHI_3
क्लोरोफॉर्म	ब्रोमोफॉर्म	आयोडोफॉर्म

AGRIGYAN.IN

अतः CH_4 मेथेन के तीन H परमाणुओं का प्रतिस्थापन तीन क्लोरीन परमाणुओं द्वारा करने पर प्राप्त यौगिक को क्लोरोफॉर्म (ट्राइ क्लोरोमेथेन) कहते हैं। क्लोरोफॉर्म की खोज 1831 में लीबिग (Leibig) ने की थी। क्लोरोफॉर्म के निश्चेतक गुणों (Aneasthatic Properties) की खोज सन् 1848 में सिम्पसन (Simpson) ने की थी। इसका IUPAC नाम ट्राइ क्लोरो मेथेन (Trichloromethane) तथा संरचना

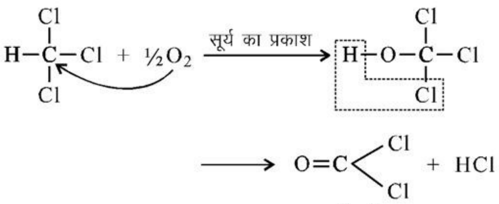


है।

12.3.1 भौतिक गुण (Physical Properties) – क्लोरोफॉर्म रंगहीन, विशिष्ट मीठी गंध वाला द्रव है। जल में अल्प अविलेय किन्तु ऐल्कोहॉल व ईथर में विलेय है। यह स्वयं तेल, वसा, मोम आदि के लिए विलायक का कार्य करता है। यह जल से भारी है। इसका क्वथनांक 334 K है। इसकी वाष्प से चेतना समाप्त हो जाती है। यह सामान्य परिस्थितियों में वायु में नहीं जलता है किन्तु इसकी वाष्प को प्रज्वलित करने पर हरे किनारे की ज्वाला के साथ जलता है।

12.3.2 रासायनिक गुण (Chemical Properties) –

(1) ऑक्सीकरण (Oxidation) – वायु व प्रकाश में खुला छोड़ने पर यह धीरे–धीरे ऑक्सीकृत होकर विषाक्त गैस फॉस्जीन (कार्बोनिल क्लोराइड) बनाता है।

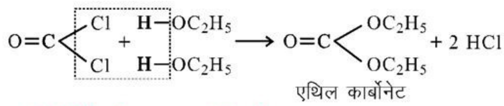


फॉस्जीन

$$2\,CHCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{सूर्य का प्रकाश}} 2\,COCl_2 + 2\,HCl$$

फॉस्जीन

अतः क्लोरोफॉर्म के इस ऑक्सीकरण को रोकने के लिए इसे गहरे भूरे या नीले रंग की बोतलों में मुख तक भरकर डाट लगाकर अंधेरे में रखा जाता है क्योंकि रंगीन कांच सूर्य के प्रकाश को अवशोषित कर लेता है। इस प्रकार क्लोरोफॉर्म का वायु व प्रकाश से सम्पर्क कट जाता है। क्लोरोफॉर्म को और अधिक सुरक्षित रखने के लिए इसमें 2% ऐथेनॉल मिलाकर रखा जाता है जो सूक्ष्म मात्रा में बनी फॉस्जीन से अभिक्रिया करके एथिल कार्बोनेट बनाता है जो विषाक्त नहीं होता।



एथिल कार्बोनेट

क्लोरोफॉर्म की शुद्धता की जांच – शुद्ध क्लोरोफॉर्म सिल्वर नाइट्रेट ($AgNO_3$) विलयन से श्वेत अवक्षेप नहीं देता है। जबकि अशुद्ध क्लोरोफॉर्म सिल्वर क्लोराइड (AgCl) का श्वेत अवक्षेप देता है।

कारण– अशुद्ध क्लोरोफॉर्म में ऑक्सीकरण क्रिया से उत्पन्न HCl, $AgNO_3$ से अभिक्रिया कर AgCl बनाता है।

$$2\,CHCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{प्रकाश}} 2\,COCl_2 + 2\,HCl$$

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl(s) + HNO_3$$

श्वेत अवक्षेप

(2) अपचयन (Reduction) –

(i) क्लोरोफॉर्म द्वारा एथेनॉलिक विलयन में जिंक व हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अपचयन कराने पर डाइक्लोरोमेथेन बनती है।

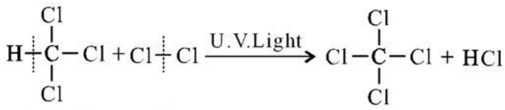
$$CHCl_3 + 2H \xrightarrow{Zn + HCl / Ethanol} CH_2Cl_2 + HCl$$

मेथिलीन क्लोराइड

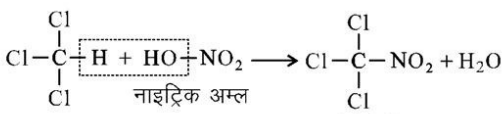
(ii) क्लोरोफॉर्म का अपचयन यशदरज व जल के द्वारा कराने पर मेथेन बनता है।

$$CHCl_3 + 6H \xrightarrow{Zn + H_2O / Boil} CH_4 + 3HCl$$

(3) क्लोरोनीकरण (Chlorination) – सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में क्लोरोफॉर्म क्लोरीन से अभिक्रिया कर कार्बन टैट्रा क्लोराइड बनाता है। इस क्रिया में क्लोरोफॉर्म का H परमाणु Cl परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है।



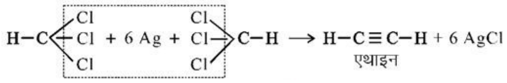
(4) नाइट्रीकरण (Nitration) – क्लोरोफॉर्म पर सान्द्र HNO_3 अम्ल की अभिक्रिया कराने पर नाइट्रोक्लोरोफॉर्म बनता है जिसे क्लोरोपिक्रिन (Chloropicrin) कहते हैं। इसका उपयोग युद्ध में विषैली गैस के रूप में तथा कृमिनाशी (insecticide) के रूप में किया जाता है।



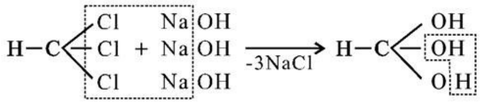
क्लोरोपिक्रिन

(5) सिल्वर चूर्ण के साथ – क्लोरोफॉर्म को सिल्वर चूर्ण के साथ गर्म करने पर ऐसीटिलीन गैस बनती है।

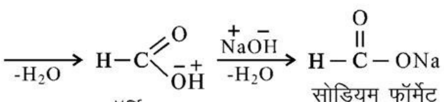
AGRIGYAN.IN



(6) जल अपघटन (Hydrolysis) – क्लोरोफॉर्म को प्रबल क्षारक जैसे NaOH या KOH के सान्द्र जलीय या ऐल्कोहॉलिक विलयन के साथ उबालने पर जल अपघटित होकर सोडियम या पोटैशियम फॉर्मेट बनाता है।



क्लोरोफॉर्म सोडियम हाइड्रॉक्साइड अस्थाई



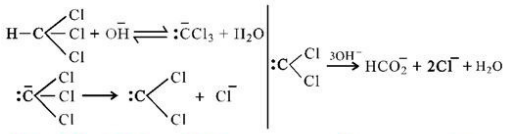
फॉर्मिक अम्ल सोडियम फॉर्मेट

सम्पूर्ण अभिक्रिया –

$$CHCl_3 + 4NaOH \rightarrow HCOONa + 3NaCl + 2H_2O$$

क्लोरोफॉर्म सोडियम फॉर्मेट

क्रियाविधि – हाइन (Hine) ने निम्नलिखित क्रियाविधि प्रस्तावित की जो डाइक्लोरो मेथिलीन (डाइ क्लोरो कार्बीन) मध्यवर्ती बनाकर सम्पादित होती है। इसे α–विलोपन क्रियाविधि कहते हैं।



(7) कार्बिल ऐमीन अभिक्रिया या आइसोसायनाइड परीक्षण (Carbylamine Reaction or Isocyanide Test) – क्लोरोफॉर्म को ऐलिफेटिक या ऐरोमैटिक प्राथमिक एमीन व एथेनॉलिक पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड के साथ गर्म किया जाता है तो अति दुर्गन्ध युक्त पदार्थ आइसोसायनाइड अथवा कार्बिल ऐमीन बनता है। इस अभिक्रिया को कार्बिल ऐमीन अभिक्रिया अथवा आइसोसायनाइड परीक्षण कहते हैं तथा यह अभिक्रिया प्राथमिक ऐमीन तथा क्लोरोफॉर्म के परीक्षण में प्रयुक्त होती है।

$$C_6H_5{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH\,(aq) \xrightarrow{\text{ताप}} C_6H_5{-}N \overset{\rightarrow}{=} C + 3KCl + 3H_2O$$

ऐनिलीन क्लोरोफॉर्म

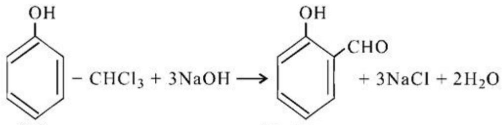
फेनिल आइसोसायनाइड (अति दुर्गन्ध युक्त पदार्थ)

$$C_2H_5{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH\,(aq) \xrightarrow{\text{ताप}} C_2H_5{-}N \overset{\rightarrow}{=} C + 3KCl + 3H_2O$$

एथिल ऐमीन क्लोरोफॉर्म

एथिल आइसोसायनाइड (अति दुर्गन्ध युक्त पदार्थ)

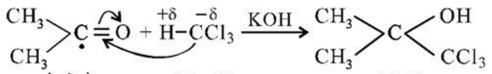
(8) राइमर–टीमन अभिक्रिया (Reimer-Tiemann Reaction) – जब क्लोरोफॉर्म को फीनॉल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ गर्म किया जाता है तो -CHO समूह बेन्जीन वलय की ऑर्थो स्थिति पर प्रवेश कर जाता है और सैलिसैल्डिहाइड बनता है।



फीनॉल सैलिसैल्डिहाइड ऐल्डिहाइड

नोट– अभिक्रिया 7 व 8 की क्रियाविधि में 6 के समान ही मध्यवर्ती डाइक्लोरोमेथिलीन $\ddot{C}Cl_2$ बनती है।

(9) ऐसीटोन के साथ अभिक्रिया (Reaction with Acetone) – क्लोरोफॉर्म पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) की उपस्थिति में ऐसीटोन के साथ संघनित होकर क्लोरीटोन बनाता है। यह एक निद्राकारी औषधि के रूप में प्रयुक्त की जाती है।



ऐसीटोन क्लोरोफॉर्म क्लोरीटोन

12.3.3 उपयोग (Uses) –

1. प्रयोगशाला में अभिकर्मक के रूप में, विशेषकर Br^-, I^- के परत परीक्षण में।
2. वसा, मोम, तेल, रबड़ आदि के विलायक के रूप में।
3. उपयोगी कार्बनिक यौगिक जैसे कार्बन टेट्रा क्लोराइड, क्लोरीटोन, क्लोरोपिक्रिन आदि के निर्माण में।
4. शरीर की रचना सम्बन्धी प्रादर्शो के (Anatomical Specimens) के परिरक्षण में।
5. कुछ समय पूर्व में (क्लोरोफॉर्म + ईथर) का उपयोग शल्य क्रिया (Surgery) में निश्चेतक के रूप में किया जाता था किन्तु हृदय पर दुष्प्रभाव के कारण आजकल नहीं करते हैं।
6. कीटनाशक के रूप में।
7. पीड़कनाशी बनाने में।

परीक्षण (Tests) –

AGRIGYAN.IN

1. **ऐनिलीन :** ऐनिलीन ($C_6H_5NH_2$) तथा पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (एथेनॉलिक) को साथ गर्म करने पर अति दुर्गन्धयुक्त फेनिल आइसोसायनाइड बनाता है। (आइसोसायनाइड परीक्षण)
2. **फेलिंग परीक्षण :** क्लोरोफॉर्म को फेलिंग अभिकर्मक के साथ गर्म करने पर Cu_2O क्यूप्रस ऑक्साइड का लाल–भूरा अवक्षेप आता है।

   कारण : फेलिंग विलयन में उपस्थित क्षारक क्लोरोफॉर्म को जल अपघटित करके फॉर्मेट आयन जिसमें -CHO समूह उपस्थित होने के कारण फेलिंग अभिकर्मक के Cu^{2+} को अपचयित कर देता है।

$$CHCl_3 \xrightarrow{OH^-} H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\bar{O} \quad \text{(जल अपघटन)}$$

$$H-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\bar{O} + \underset{\text{(F.R.)}}{2CuO} \longrightarrow HO-\overset{\overset{O}{||}}{C}-\bar{O} + \underset{\text{लाल–भूरा अवक्षेप}}{Cu_2O}$$

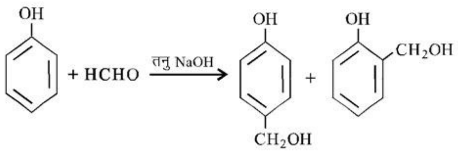
महत्त्वपूर्ण बिन्दु

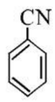
1. फॉर्मेल्डिहाइड ऐल्कैनैल श्रेणी का प्रथम सदस्य है। यह सामान्य ताप पर गैस है। इसका 40% विलयन फॉर्मेलिन कहलाता है।
2. फॉर्मेल्डिहाइड पर 2, 4–डाइनाइट्रोफेनिल हाइड्रेजीन की अभिक्रिया कराने पर पीले या नारंगी रंग का अवक्षेप प्राप्त होता है। यह अभिक्रिया कार्बोनिल समूह की उपस्थिति का परीक्षण है।
3. टॉलेन परीक्षण व फेलिंग परीक्षण ऐल्डिहाइड देते हैं, कीटोन नहीं देते अतः ऐल्डिहाइड व कीटोनों में विभेद करने में प्रयुक्त होते हैं।
4. फॉर्मेल्डिहाइड पर अमोनिया की अभिक्रिया से यूरोट्रोपिन (मूत्र रोग औषधि) तथा तनु क्षारक की उपस्थिति में फीनॉल के साथ अभिक्रिया से बैकेलाइट प्लास्टिक प्राप्त होती है। (लैडरर मानेसे अभिक्रिया)
5. मेटाफॉर्मेल्डिहाइड (ट्राइऑक्सेन), पैरा फॉर्मेल्डिहाइड, फॉर्मेल्डिहाइड के बहुलक हैं जो ठोस अवस्था में होते हैं।
6. फॉर्मेल्डिहाइड का उपयोग टीकाकरण मुख्यतः पोलियो टीका में, चमड़ा उद्योग में, कीटनाशी व रोगाणुनाशी के रूप में किया जाता है।
7. कार्बोक्सिलिक (-COOH) समूह युक्त कार्बनिक यौगिक कार्बोक्सिलिक अम्ल कहलाते हैं। ऐसीटिक अम्ल मोनो कार्बोक्सिलिक, ऑक्सेलिक अम्ल डाइकार्बोक्सिलिक अम्ल व सिट्रिक अम्ल ट्राइकार्बोक्सिलिक अम्ल है।
8. ऐसीटिक अम्ल में सिरके जैसी गन्ध आती है, ऐसिटिक अम्ल में सोडियम बाइकार्बोनेट ($NaHCO_3$) का जलीय विलयन मिलाने पर झाग के साथ CO_2 गैस निकलती है, यह -COOH समूह तथा फीनॉल में विभेद का परीक्षण है।
9. ऐसीटिक अम्ल पर थायोनिल क्लोराइड ($SOCl_2$), PCl_5 या PCl_3 की अभिक्रिया से ऐसीटिल क्लोराइड, CH_3COCl सान्द्र H_2SO_4 की उपस्थिति में, ऐल्कोहॉल की अभिक्रिया से एस्टर (CH_3COOR), P_2O_5 द्वारा निर्जलीकरण से ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड $(CH_3CO)_2O$ प्राप्त होते हैं। इन अभिक्रियाओं में ऐसीटिक अम्ल का -OH समूह प्रतिस्थापित होता है।
10. अमोनियम ऐसीटेट (CH_3COONH_4) को गर्म करने पर ऐसीटैमाइड (CH_3CONH_2) प्राप्त होता है जबकि कैल्सियम ऐसीटेट $(CH_3COO)_2Ca$ को गर्म करने पर ऐसीटोन प्राप्त होता है।
11. ऐसीटिक अम्ल की लाल फॉस्फोरस की उपस्थिति में या सूर्य के प्रकाश में क्लोरीन से अभिक्रिया में मेथिल समूह के हाइड्रोजन परमाणु क्लोरीन द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं।
12. ऐसीटिक अम्ल का मुख्यतः उपयोग खरपतवारनाशी (Herbicide), कृत्रिम सिरका निर्माण में, कृत्रिम रेशे निर्माण में किया जाता है।
13. ऐल्केन के एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुओं का हैलोजन परमाणुओं द्वारा प्रतिस्थापन करने पर प्राप्त यौगिकों को ऐल्केनों के हैलोजन व्युत्पन्न कहते हैं। जैसे – CH_3X, $\begin{array}{l} CH_2-X \\ | \\ CH_2-X \end{array}$, CHX_3
14. मेथेन के ट्राइहैलो व्युत्पन्न (CHX_3) हैलोफॉर्म कहलाते हैं।
15. क्लोरोफॉर्म की सान्द्र HNO_3 से अभिक्रिया द्वारा क्लोरोपिक्रिन (युद्ध गैस व कीटनाशी) तथा ऐसीटोन के साथ संघनन से क्लोरीटोन (निद्राकारी औषधि) प्राप्त होते हैं।
16. आइसोसायनाइड परीक्षण द्वारा क्लोरोफॉर्म की पहचान की जाती है। यह फेलिंग अभिकर्मक के साथ गर्म करने पर Cu_2O का लाल अवक्षेप देता है।
17. क्लोरोफॉर्म के जल अपघटन, राइमर टीमन अभिक्रिया तथा कार्बिल ऐमीन अभिक्रियाओं से डाइक्लोरोमेथिलीन ($:CCl_2$) मध्यवर्ती स्पीशीज बनती हैं। (α–विलोपन अभिक्रिया)
18. क्लोरोफॉर्म का उपयोग कीटनाशी (Insecticide), कृषि पीड़कनाशी (Agriculture Pesticides) बनाने व विलायक के रूप में किया जाता है।

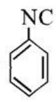
AGRIGYAN.IN

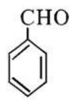
अभ्यासार्थ प्रश्न

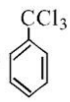
वस्तुनिष्ठ प्रश्न :–

1. कमरे के ताप पर फॉर्मेल्डिहाइड है –
   (अ) गैस (ब) द्रव
   (स) ठोस (द) इनमें से कोई नहीं
2. किसके प्रयोग द्वारा ऐल्डिहाइडों और कीटोनों में विभेद किया जा सकता है –
   (अ) टॉलेन अभिकर्मक (ब) सान्द्र H_2SO_4
   (स) ऐसिड ऐनहाइड्राइड (द) कार्बोक्सिलिक अम्ल
3. फॉर्मेल्डिहाइड की अमोनिया से अभिक्रिया का उत्पाद है –
   (अ) फॉर्मेल्डिहाइड अमोनिया
   (ब) हैक्सा–मेथिलीन–टेट्रा ऐमीन (यूरोट्रॉपिन)
   (स) फॉर्मेल्डिहाइड
   (द) मेथिल ऐमीन
4. 

   यह अभिक्रिया कहलाती है –
   (अ) फ्रीस पुनर्विन्यास
   (ब) लेडरर मानेसे अभिक्रिया
   (स) कैनिजारो अभिक्रिया
   (द) ऐल्डोल संघनन
5. जब फॉर्मेल्डिहाइड को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रित किया जाता है तो मेथेनॉल और सोडियम फॉर्मेट बनते हैं। यह अभिक्रिया कहलाती है –
   (अ) पर्किन अभिक्रिया (ब) क्लेजन अभिक्रिया
   (स) कैनिजारो अभिक्रिया (द) ऐल्डोल संघनन
6. थायोनिल क्लोराइड है –
   (अ) $SOCl_2$ (ब) S_2Cl_2
   (स) SO_2Cl_2 (द) $ClSO_3H$
7. ऐसीटिक अम्ल की किसके साथ अभिक्रिया कराने से ऐसीटिल क्लोराइड प्राप्त नहीं होता है –
   (अ) $CHCl_3$ (ब) $SOCl_2$
   (स) PCl_3 (द) PCl_5
8. $LiAlH_4$ द्वारा ऐसीटिक अम्ल को निम्न में परिवर्तित किया जाता है –
   (अ) मेथेन (ब) मेथिल ऐल्कोहॉल
   (स) ऐसीटेल्डिहाइड (द) एथिल ऐल्कोहॉल
9. ऐसीटिक अम्ल के कैल्सियम लवण के शुष्क आसवन से प्राप्त होता है –
   (अ) ऐसीटोन (ब) ऐसीटेल्डिहाड
   (स) एथेन (द) ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड
10. $CH_3COOAg + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_3-Br + CO_2 + AgBr$
    यह अभिक्रिया कहलाती है –
    (अ) हुंसडीकर अभिक्रिया (ब) क्लीमेन्सन ऑक्सीकरण
    (स) कैनिजारो अभिक्रिया (द) कोल्बे अभिक्रिया
11. हैलोफॉर्म किसके ट्राइ हैलोजन व्युत्पन्न हैं –
    (अ) एथेन के (ब) मेथेन के
    (स) प्रोपेन के (द) बैंजीन के
12. प्रकाश की उपस्थिति में वायु द्वारा क्लोरोफॉर्म के धीमे ऑक्सीकरण से निम्नलिखित यौगिक बनता है –
    (अ) फॉर्मिल क्लोराइड (ब) फॉस्जीन
    (स) ट्राइ क्लोरो ऐसीटिक अम्ल (द) फॉर्मिक अम्ल
13. क्लोरोफॉर्म के एक नमूने को निश्चेतक के रूप में प्रयोग करने से पहले किससे परीक्षण किया जाता है –
    (अ) $AgNO_3$ विलयन (ब) अमोनिकल $CuCl$
    (स) शिफ अभिकर्मक (द) ल्यूकास अभिकर्मक
14. जब ऐनिलीन विलायक के रूप में ऐल्कोहॉल का प्रयोग करने पर KOH की उपस्थिति में क्लोरोफॉर्म के साथ अभिक्रिया करती है तब एक कौनसा दुर्गन्धयुक्त यौगिक प्राप्त होता है –
    (अ) 

    (ब) 

    (स) 

    (द) 

15. क्लोरोफॉर्म को सिल्वर चूर्ण के साथ गर्म करने पर प्राप्त होता है –
    (अ) CH_4 (ब) CO_2
    (स) C_2H_4 (द) C_2H_2

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न :–

16. फॉर्मेल्डिहाइड का IUPAC नाम एवं संरचना सूत्र लिखिए।
17. फॉर्मेल्डिहाइड की PCl_5 से अभिक्रिया के उत्पाद का नाम लिखिए।
18. मेटा फॉर्मेल्डिहाइड का संरचना सूत्र लिखिए।
19. चिकित्सा के क्षेत्र में फॉर्मेल्डिहाइड के दो उपयोग लिखिए।
20. $H-\overset{H}{\overset{|}{C}}=O + 2H \xrightarrow[\text{सान्द्र } HCl]{ZnHg+} X + H_2O$ अभिक्रिया का नाम एवं उत्पाद X का सूत्र लिखिए।

AGRIGYAN.IN

21. ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल किसे कहते हैं?
22. ऐसीटिक अम्ल का IUPAC नाम एवं संरचना सूत्र लिखिए।
23. ऐसीटिक अम्ल को $NaHCO_3$ से अभिक्रिया कराने पर कौनसी गैस निष्कासित होती है?
24. ऐसीटिक अम्ल का कृषि के क्षेत्र में उपयोग लिखिए।
25. ऐसीटिक अम्ल के निर्जलीकरण के उत्पाद का नाम एवं सूत्र लिखिए।
26. क्लोरोफॉर्म का IUPAC नाम एवं संरचना सूत्र लिखिए।
27. क्लोरोफॉर्म की शुद्धता की जांच कैसे की जाती है?
28. क्लोरोफॉर्म का रासायनिक सूत्र व उपयोग लिखिए।
29. क्लोरोफॉर्म का कृषि के क्षेत्र में उपयोग लिखिए।
30. क्लोरोफॉर्म की क्लोरीन से अभिक्रिया के उत्पाद का सूत्र व नाम लिखिए।
31. क्लोरीटोन का संरचना सूत्र एवं उपयोग लिखिए।

लघूत्तरात्मक प्रश्न :–

32. फॉर्मेल्डिहाइड के भौतिक गुण लिखिए।
33. फॉर्मेल्डिहाइड का टॉलेन परीक्षण क्या है? समझाइए।
34. फॉर्मेल्डिहाइड की निम्नलिखित के साथ अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए – (1) HCN (2) मेथिल ऐल्कोहॉल
35. फॉर्मेल्डिहाइड की अमोनिया से अभिक्रिया का समीकरण लिखकर उत्पाद का संरचना सूत्र लिखिए।
36. कैनिजारो अभिक्रिया को समझाइए।
37. कोल्बे संश्लेषण को समझाइए।
38. ऐसिटिक अम्ल के भौतिक गुण एवं दो मुख्य उपयोग लिखिए।
39. हुंसडीकर अभिक्रिया समझाइए।
40. एस्टरीकरण को उपयुक्त उदाहरण सहित समझाइए।
41. शिमट अभिक्रिया समझाइए।
42. विकार्बोक्सिलीकरण क्रिया को प्रदर्शित करने के लिए उपयुक्त समीकरण लिखिए।
43. क्लोरोफॉर्म के भौतिक गुणधर्म लिखिए।
44. क्लोरोफॉर्म को गहरे रंग की बोतलों में क्यों रखा जाता है?
45. क्लोरोफॉर्म के जल अपघटन की अभिक्रिया को समझाइए।
46. कार्बिल ऐमीन अभिक्रिया लिखिए।
47. राइमर–टीमन अभिक्रिया समझाइए।
48. क्लोरोफॉर्म की निम्नलिखित से अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए –
    (1) सान्द्र HNO_3 (2) सूर्य के प्रकाश में Cl_2 से।
49. क्लोरोफॉर्म के मुख्य उपयोग लिखिए।

निबन्धात्मक प्रश्न :–

50. फॉर्मेल्डिहाइड की निम्नलिखित के साथ अभिक्रियाएं लिखिए–
    (1) CH_3MgBr (2) NH_2OH (3) 2, 4–डाइ नाइट्रो फेनिल हाइड्रेजीन (4) फेलिंग अभिकर्मक से (5) PCl_5 (6) सेमीकार्बेजाइड
51. निम्नलिखित अभिक्रियाओं को समझाइए –
    (1) फॉर्मेल्डिहाइड का बहुलकीकरण (2) मिश्रित कैनिजारो (3) लेडरर मानेसे अभिक्रिया (4) दो α–H वाले ऐल्डिहाइडों के साथ संघनन अभिक्रिया।
52. ऐसीटिक अम्ल की निम्न के साथ अभिक्रियाएं लिखिए –
    (1) $SOCl_2$ (2) NH_3 (3) PCl_5 (4) $NaHCO_3$ (5) Cl_2
53. निम्नलिखित को कैसे प्राप्त करेंगे –
    (1) ऐसीटिक अम्ल से ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड (2) कैल्सियम ऐसीटेट से ऐसीटोन (3) ऐसीटिक अम्ल से एथेनॉल (4) ऐसीटिक अम्ल से मेथिल ऐसीटेट
54. क्लोरोफॉर्म की निम्नलिखित के साथ अभिक्रियाऐ दीजिए –
    (1) ऐसीटोन (2) सिल्वर चूर्ण (3) सूर्य के प्रकाश में Cl_2 (4) क्षारक की उपस्थिति में फीनॉल से।
55. (a) क्लोरोफॉर्म की निम्नलिखित अभिक्रियाओं को समझाइए–
    (1) ऑक्सीकरण (2) अपचयन
    (b) क्लोरोफॉर्म के उपयोग तथा परीक्षण लिखिए।

उत्तरमाला

1. (अ) 2. (अ) 3. (ब) 4. (ब) 5. (स) 6. (अ) 7. (अ) 8. (द) 9. (अ) 10. (अ) 11. (ब) 12. (ब) 13. (अ) 14. (ब) 15. (द)

AGRIGYAN.IN