# अध्याय–7
# कार्बनिक यौगिकों का शोधन एवं अभिलक्षण
# PURIFICATION AND CHARACTERISTICS OF ORGANIC COMPOUNDS

वैदिक काल से ही मनुष्य कार्बनिक यौगिकों का उपयोग करता रहा है। शक्कर, गोंद, रेजिन, नील, सिरका इत्यादि पदार्थों से परिचित था। ये सभी यौगिक प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से पेड़–पौधों तथा जन्तुओं से प्राप्त किए जाते थे। अतः इन्हें कार्बनिक यौगिक कहा गया।

हमारे दैनिक जीवन में कार्बनिक यौगिकों का अत्यधिक महत्त्व है। हमारे भोजन में शर्करा, स्टार्च,, प्रोटीन, वसा, एन्टीबायोटिक्स, औषधियाँ, कृषि क्षेत्र में पीड़कनाशी, यूरिया उर्वरक, ईंधन में लकड़ी, कोयला, पेट्रोलियम उत्पाद, जैव रसायन अनुसंधानों में महत्व है।

बर्जीलियस ने कार्बनिक पदार्थों को जीवित प्राणियों से समानता तथा यह देखकर कि ये कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन तथा नाइट्रोजन आदि तत्वों से मिलकर बने होते हैं अतः उन्होंने जैव शक्ति सिद्धान्त की धारणा दी। 1828 में जर्मन वैज्ञानिक व्होलर (Wholer) ने जैव शक्ति सिद्धान्त का खण्डन किया तथा अकार्बनिक यौगिक अमोनियम सल्फेट और पोटैशियम सायनेट के जलीय मिश्रण को गर्म करके यूरिया का निर्माण किया।

$$(NH_4)_2SO_4 + 2KCNO \rightarrow K_2SO_4 + 2NH_4CNO$$

$$NH_4CNO \xrightarrow{\Delta} NH_2CONH_2 \text{ (यूरिया)}$$

व्होलर की इस खोज के पश्चात् जैव शक्ति सिद्धान्त का अन्त हो गया। कोल्बे, लेवोशिये, केकुले तथा बर्थलोट के उच्च कोटि के कार्यों से सिद्ध हो गया कि कार्बनिक यौगिक मुख्य रूप से कार्बन द्वारा संश्लेषित होते हैं तथा इनका संश्लेषण अकार्बनिक यौगिकों की भांति किया जा सकता है।

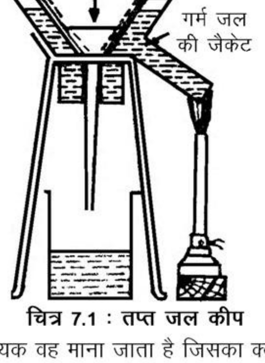
प्रस्तुत अध्याय में हम कार्बनिक यौगिकों के शोधन की विधियाँ, उनके गुणात्मक एवं मात्रात्मक विश्लेषण के आधारभूत सिद्धान्तों का अध्ययन करेंगे।

## 7.1 कार्बनिक यौगिकों के शोधन की विधियाँ (Purification methods of Organic Compounds)

प्राकृतिक स्रोत से प्राप्त कार्बनिक यौगिक हो अथवा प्रयोगशाला में संश्लेषित किया गया हो, उनके शोधन हेतु निम्नलिखित विधियां प्रचलित हैं –

(1) क्रिस्टलन (Crystallisation)
(2) उर्ध्वपातन (Sublimation)
(3) आसवन (Distillation)
(4) विलायकों द्वारा निष्कर्षण (Extraction with Solvents)
(5) वर्णलेखिकी (Chromatography)

**7.1.1 क्रिस्टलन अथवा क्रिस्टलीकरण –** यह ठोस कार्बनिक पदार्थों को शोधन करने की सामान्य विधि है। इस विधि में सर्वप्रथम उपयुक्त विलायक का चयन किया जाता है।




**चित्र 7.1 : तप्त जल कीप**

उपयुक्त विलायक वह माना जाता है जिसका क्वथनांक अधिक न हो तथा जो वाष्पशील हो ताकि विलयन सुगमता से सान्द्रित किया जा सके। साथ ही उस विलायक में ठोस उच्च ताप पर

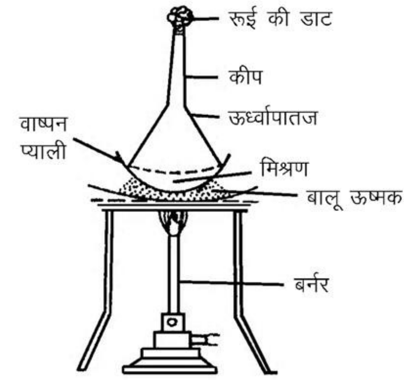
विलेय तथा निम्नतर ताप पर कम विलेय हो जिससे विलयन को ठण्डा करने पर ठोस क्रिस्टलित हो जावे। जल के अलावा ऐल्कोहॉल, बेन्जीन, ईथर, क्लोरोफॉर्म आदि अच्छे विलायक माने जाते हैं। सर्वप्रथम उपयुक्त विलायक का चयन करने के लिए बार–बार प्रयोग करने के बाद ही पता चल पाता है।

**क्रिस्टलन की विधि :** उपयुक्त विलायक को शंकुरूप फ्लास्क में लेकर उसमें पदार्थ को घोल लिया जाता है तथा जल ऊष्मक पर मिश्रण को गर्म किया जाता है। गर्म विलयन को फिल्टर पत्र से छानकर ठण्डा होने के लिए रख दिया जाता है। जिससे पदार्थ के बड़े–बड़े क्रिस्टल प्राप्त हो सकें। कुछ पदार्थो के क्रिस्टल उच्च ताप पर ही बन जाते हैं अतः छानते समय पदार्थ कीप की नली में जम जाता है और आगे छानना कठिन हो जाता है। ऐसी स्थिति में एक ऐसी कीप का प्रयोग किया जाता है जिसके चारों ओर गर्म जल युक्त कांच की एक जैकेट होती है। इसे तप्त जल कीप कहते हैं। छाने हुए गर्म विलयन को एक बीकर में ठण्डा होने के लिए रख दिया जाता है। कुछ समय बाद क्रिस्टल बनते हैं। पदार्थ के शुद्ध क्रिस्टल बनाना क्रिस्टलीकरण कहलाता है।

**7.1.2 ऊर्ध्वपातन** – जब ठोस पदार्थ गर्म करने पर सीधे वाष्प में बदल जाते हैं और ठण्डा करने पर पुनः सीधे ठोस अवस्था में आ जाते हैं तब इस प्रक्रिया को **ऊर्ध्वपातन** कहते हैं।

$$\text{ठोस पदार्थ} \xrightleftharpoons[\text{ठण्डा करने पर}]{\text{गर्म करने पर}} \text{वाष्प}$$

इस प्रकार के पदार्थो को आसानी से अवाष्पशील अशुद्धियों से अलग किया जा सकता है। कपूर, नैफ्थलीन, बेन्जोइक अम्ल आदि को इस विधि द्वारा शुद्ध किया जा सकता है।



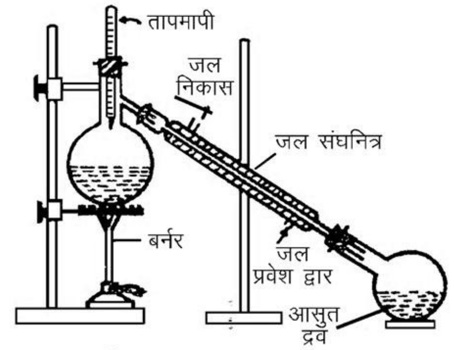

**चित्र 7.2 : ऊर्ध्वपातन**

अशुद्ध पदार्थ को एक चीनी की प्याली में लेकर इसके ऊपर एक उल्टी कीप रख देते हैं। कीप नलिका को ऊपर से रूई के हल्के बालों से बन्द कर देते हैं। (चित्र 7.2) प्याली को बालू ऊष्मक पर गर्म करते हैं। विशुद्ध पदार्थ का ऊर्ध्वपातन होता है तथा वह कीप नलिका के ठण्डे भागों में एकत्रित हो जाता है एवं अवाष्पशील अशुद्धियां प्याली में ही रह जाती हैं।

**7.1.3 आसवन** – वह क्रिया जिसमें ऊष्मा देकर द्रव को वाष्प में बदलकर संघनित्र में ठण्डा करके पुनः द्रव में बदला जावे, **आसवन** कहलाती है। विभिन्न तकनीकों के आधार पर आसवन निम्नलिखित प्रकार के होते हैं –

(अ) साधारण आसवन (Simple Distillation)
(ब) प्रभाजी आसवन (Fractional Distillation)
(स) भापीय आसवन (Steam Distillation)
(द) कम दाब पर आसवन (Distillation under reduced pressure)

**(अ) साधारण आसवन :** साधारण आसवन के लिए गोल पैंदे का एक फ्लास्क लेते हैं जिसके बगल में एक पार्श्व नली जुड़ी होती है। आसवन किए जाने वाले द्रव को इस फ्लास्क में लेकर इसके मुंह पर कॉर्क की सहायता से एक थर्मामीटर लगा देते हैं। पार्श्व नली को जल संघनित्र से जोड़ देते हैं। संघनित्र के दूसरे सिरे को ग्राही से जोड़ देते हैं। फ्लास्क को गर्म करने पर द्रव का वाष्पन होने लगता है और बनी हुई वाष्प जल संघनित्र से गुजरने पर पुनः द्रव में परिवर्तित हो जाती है। द्रव ग्राही फ्लास्क में एकत्रित कर लिया जाता है एवं जाता है अवाष्पशील अपद्रव्य आसवन फ्लास्क में रह जाते हैं। (चित्र 7.3)

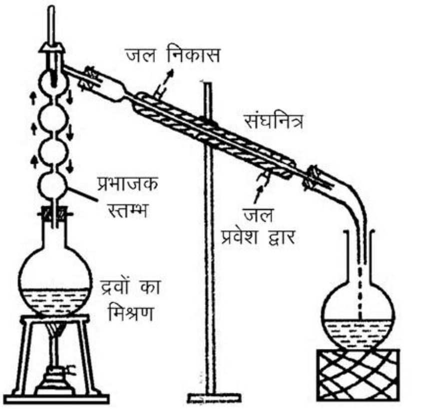



**चित्र 7.3 : साधारण आसवन**

आसवन से पूर्व फ्लास्क के द्रव में पॉर्सिलेन के टुकड़े डाल देने चाहिए ताकि गर्म करने पर द्रव उछलने न पाए।

**(ब) प्रभाजी आसवन :** जब दो या दो से अधिक वाष्पशील द्रवों के क्वथनांकों में अधिक अन्तर नहीं हो तो उन्हें प्रभाजी आसवन

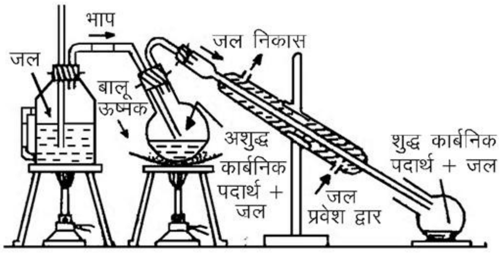
द्वारा अलग किया जाता है। जब द्रवों के मिश्रण को गर्म किया जाता है तो अधिक वाष्पशील **द्रव का क्वथनांक आने पर ताप स्थिर हो जाता है और जब तक यह द्रव वाष्पित नहीं हो जाता, ताप स्थिर ही रहता है।** इसके उपरान्त बढ़ता है तथा दूसरे द्रव का क्वथनांक आने पर फिर ताप स्थिर हो जाता है और जब तक यह द्रव सम्पूर्ण वाष्पित नहीं होता, ताप स्थिर रहता है। इसके बाद ताप बढ़ता है और तीसरे द्रव के क्वथनांक पर स्थिर हो जाता है। इस प्रकार भिन्न–भिन्न द्रव अलग–अलग ताप पर आसुत होते हैं और उनको एक–दूसरे से अलग कर लिया जाता है। इस विधि को प्रभाजी आसवन कहते हैं (चित्र 7.4)। शुद्ध द्रव केवल एक बार के आसवन से प्राप्त नहीं हो सकता। अतः आसवन कई–कई बार किया जाता है।




**चित्र 7.4 : प्रभाजी आसवन**

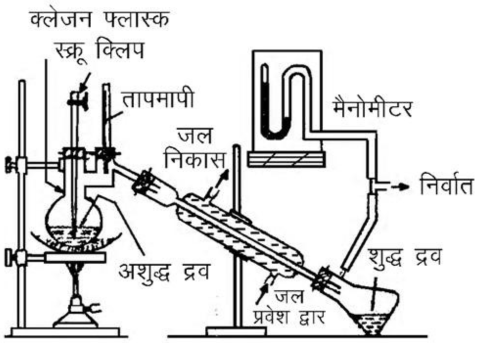
**(स) भापीय आसवन :** यह विधि प्रायः ऐसे ठोस अथवा द्रव पदार्थों के शोधन करने के काम में लाई जाती है जो भाप में वाष्पशील हों, जल में अविलेय हों तथा अवाष्पशील अशुद्धियां उपस्थित हों। जैसे गुलाब का तेल, यूकेलिप्टस तेल आदि को जल के साथ उबालने से इनको फूल और पत्तियों से निष्कर्षित किया जा सकता है। आसुत द्रव एकत्र और ठण्डा किया जाता है और पृथक्कारी कीप द्वारा अलग कर लिया जाता है। जो द्रव भाप–वाष्पशील है अपने क्वथनांक से कम ताप पर ही आसुत हो जाते हैं। अतः उनके उच्च ताप पर अपघटन की सम्भावना हट जाती है।

भापीय आसवन विधि में अशुद्ध द्रव को एक फ्लास्क में लेकर बालू ऊष्मक पर गर्म करते हैं तथा उसमें भाप प्रवाहित करते हैं (चित्र 7.5)। जब द्रव उबलने लग जाता है तो कार्बनिक पदार्थ की वाष्प भाप के साथ ऊपर उठकर संघनित्र में होते हुए ग्राही में पहुंच जाती है, प्राप्त आसुत कार्बनिक पदार्थ तथा जल का मिश्रण होता है। चूंकि ये दोनों आपस में मिश्रणीय नहीं हैं, इन्हें आपस में पृथक्कारी कीप द्वारा पृथक कर लिया जाता है। यदि पदार्थ जल में आंशिक रूप से विलेय हो तो उसका उपयुक्त विलायक द्वारा निष्कर्षण कर लेते हैं। निष्कर्ष को शुष्क करके प्रभाजी आसवन द्वारा शुद्ध द्रव प्राप्त कर लेते हैं।




**चित्र 7.5 : भापीय आसवन**

**(द) कम दाब पर आसवन :** कुछ कार्बनिक द्रवों को साधारण आसवन द्वारा शोधन नहीं किया जा सकता क्योंकि ये अपने क्वथनांक पर अपघटित हो जाते हैं। जैसे ग्लिसरॉल आदि। अतः इन द्रवों के शोधन करने के लिए कम दाब पर आसवन किया जाता है (चित्र 7.6)।




**चित्र 7.6 : कम दाब पर आसवन**

इस विधि में एक विशेष प्रकार का फ्लास्क काम में लेते हैं जिसे क्लेजन फ्लास्क कहते हैं। इसमें द्रव उछलने नहीं पाता तथा फ्लास्क समान रूप में गर्म किया जा सकता है। फ्लास्क से एक संघनित्र जुड़ा रहता है। संघनित्र का दूसरा सिरा ग्राही से जोड़ दिया जाता है। ग्राही को दाब कम करने के लिए निर्वात पम्प से तथा दाब ज्ञात करने के लिए मैनोमीटर से जोड़ देते हैं।

**7.1.4 विलायकों द्वारा निश्कर्षण –** जल में विलेय कार्बनिक पदार्थ को उपयुक्त विलायक जैसे ईथर, बेन्जीन, एल्कोहॉल,

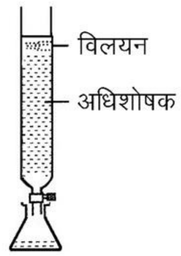
कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि के साथ पृथक्कारी कीप में अच्छी तरह से हिलाने के पश्चात् पृथक किया जा सकता है। ऐसा करने पर दो अलग–अलग स्तर बन जाते हैं। ऐसा बार–बार किया जाता है जिससे कार्बनिक पदार्थ की अधिकाधिक मात्रा का निष्कर्षण हो जाता है। विलायक से पदार्थ को आंशिक आसवन द्वारा अलग करके साधारण आसवन द्वारा शुद्ध कर लिया जाता है।

**7.1.5 वर्णलेखिकी –** कार्बनिक पदार्थों में मिश्रण के घटकों का पृथक्करण तथा शोधन कई प्रकार की वर्णलेखिकी विधियों से किया जाता है। जैसे –

(i) स्तम्भ वर्णलेखिकी
(ii) कागज वर्णलेखिकी
(iii) आयन–विनिमय वर्णलेखिकी
(iv) पतली–परत वर्णलेखिकी

यहां पर हम इनमें से एक विधि स्तम्भ वर्णलेखिकी का ही वर्णन करेंगे।

**स्तम्भ वर्णलेखिकी –** इस विधि में एक बेलनाकार काँच का स्तम्भ लेते हैं जिसके निचले सिरे पर एक रोधनी लगी होती है। (चित्र 7.7) स्तम्भ में अधिशोषक पदार्थ जैसे ऐलुमिना, सिलिका आदि को एक उपयुक्त द्रव में लेकर भर देते हैं। उपयुक्त विलायक में बने विलयन को स्तम्भ के ऊपरी सिरे पर धीरे–धीरे डालते हैं। जैसे–जैसे विलयन अधिशोषक स्तम्भ में नीचे उतरता है, उसके विभिन्न घटक भिन्न–भिन्न ऊँचाइयों पर अधिशोषित होते जाते हैं।




**चित्र 7.7 : वर्णलेखिकी स्तम्भ**

अधिक अधिशोषित होने वाला घटक ऊपरी सिरे के अधिक निकट रहता है और सबसे कम अधिशोषित होने वाला घटक सबसे अधिक गति से नीचे उतरता है। इस प्रकार विभिन्न घटक अधिशोषक स्तम्भ में विभिन्न रंगों को पट्टियों के रूप में पृथक होते जाते हैं। विभिन्न पट्टियों को अलग–अलग करके उपयुक्त विलायकों द्वारा निष्कर्षण करके प्रत्येक घटक का विलयन प्राप्त कर लिया जाता है। इस विधि में बेलनाकार कांच के स्तम्भ के स्थान पर ब्यूरेट का भी स्तम्भ काम में लिया जा सकता है।

## 7.2 गुणात्मक विश्लेषण (Qualitative Analysis)

कार्बनिक यौगिकों में C, H के अतिरिक्त O, N, S, P तथा हैलोजन उपस्थिति हो सकते हैं। किसी कार्बनिक यौगिक में उपस्थित तत्त्वों की पहचान करना या उनका गुणात्मक विश्लेषण करना जरूरी है।

**नाइट्रोजन, सल्फर तथा हैलोजन की पहचान –** कार्बनिक यौगिकों में नाइट्रोजन, सल्फर, क्लोरीन, ब्रोमीन तथा आयोडीन की उपस्थिति की पहचान लैसें परीक्षण द्वारा की जाती है।

**लैसें परीक्षण :** कार्बनिक यौगिकों में तत्त्व सहसंयोजक बन्ध द्वारा आपस में बंधे होते हैं। अतः ये कार्बनिक यौगिक जलीय विलयन में आयनिक नहीं होते हैं। उन यौगिकों को उच्च ताप पर सोडियम धातु के साथ संगलित कर उसमें उपस्थित N, S, Cl, Br, I का सोडियम से अभिक्रिया कराके सोडियम लवण बना लेते हैं। सोडियम युक्त लवण जल में घोलने पर आयनित हो जाते हैं। सोडियम युक्त लवणों के जलीय विलयन को **लैसें विलयन** अथवा **सोडियम निष्कर्ष** कहते हैं।

सोडियम संगलन में निम्नलिखित अभिक्रियाएं होती हैं–

$$Na + \underbrace{C + N}_{\text{यौगिक}} \longrightarrow NaCN$$

$$2\,Na + S \rightarrow Na_2S$$

$$Na + X \rightarrow NaX$$

(X हैलोजन = Cl, Br, I)

$$Na + C + N + S \rightarrow NaSCN$$

## 7.3 मात्रात्मक विश्लेषण (Quantitative Analysis)

यहां कार्बन, हाइड्रोजन, हैलोजन तथा फॉस्फोरस का आंकलन का केवल आधारभूत सिद्धान्त दिया जा रहा है।

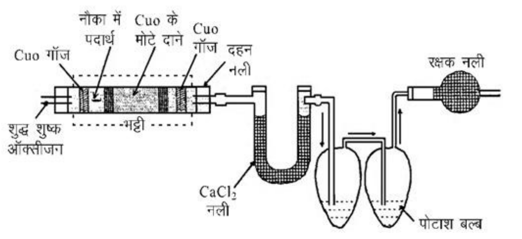
कार्बनिक यौगिक में उपस्थित विभिन्न तत्त्वों के प्रतिशत संयोजन का निर्धारण करने की मुख्य विधियाँ निम्नलिखित हैं –

**7.3.1 कार्बन और हाइड्रोजन का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिकों में कार्बन व हाइड्रोजन दोनों का निर्धारण लीबिग विधि (Leibig's Method) द्वारा किया जाता है।

**सिद्धान्त :** कार्बनिक यौगिक का ज्ञात भार, शुष्क क्युप्रिक ऑक्साइड (CuO) के साथ शुष्क वायु ऑक्सीजन ($CO_2$ से मुक्त) की धारा में प्रबलता से गर्म किया जाता है। यौगिक में उपस्थित कार्बन और हाइड्रोजन क्रमशः $CO_2$ एवं $H_2O$ में ऑक्सीकृत हो जाते हैं।

लैसें विधि द्वारा तत्त्वों का परीक्षण :

| क्र.सं. | परीक्षण | प्रेक्षण | निष्कर्ष |
|---|---|---|---|
| 1. | (अ) 1 mL लैसें विलयन + 1 बूंद NaOH विलयन + 1 mL ताजा बनाया गया फैरस सल्फेट का ताजा विलियन मिलाने पर | हरा रंग का अवक्षेप आता है। | N उपस्थित है |
| | (ब) उपर्युक्त विलयन में तनु $H_2SO_4$ की 2–3 बूंदें मिलाने पर | विलयन का रंग हरा, नीला हो जाता है। | N निश्चित है |
| 2. | (अ) 1 mL लैसें विलयन + 3–4 बूंदें सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड विलयन मिलाने पर | विलयन का रंग बैंगनी हो जाता है। | S उपस्थित है |
| | (ब) 1 mL लैसें विलयन + 2–3 बूंदें एसीटिक अम्ल + 3–4 बूंदें लैड एसीटेट की मिलाने पर | काला अवक्षेप आता है। | S निश्चित है |
| 3. | 1 mL लैसें विलयन +1–2 बूंदें तनु HCl + 3–4 बूंदें $FeCl_3$ विलयन मिलाने पर | विलयन का रंग रक्त लाल हो जाता है। | N एवं S दोनों निश्चित है |
| 4. | (अ) 1 mL लैसें विलयन + तनु $HNO_3$ + $AgNO_3$ विलयन की कुछ बूंदें मिलाने पर | श्वेत अवक्षेप आता है।<br>या<br>हल्का पीला अवक्षेप आता है।<br>या<br>गहरा चमकदार पीला अवक्षेप आता है। | Cl उपस्थित है<br>Br उपस्थित है<br>I उपस्थित है |
| | (ब) उपर्युक्त (अ) विलयन में $NH_4OH$ विलयन आधिक्य में मिलाने पर | श्वेत अवक्षेप घुल जाता है<br>या<br>हल्का पीला अवक्षेप आंशिक घुलता है<br>या<br>गहरा चमकदार पीला अवक्षेप बिलकल नहीं घुलता है | Cl निश्चित है<br>Br निश्चित है<br>I निश्चित है |
| | (स) उपर्युक्त (ब) विलयन में तनु $HNO_3$ विलयन की कुछ बूंदें मिलाने पर | श्वेत अवक्षेप वापिस आ जाता है | Cl निश्चित है |
| 5. | 1 mL लैसें विलयन + तनु $HNO_3$ + 2–3 बूंदें क्लोरोफॉर्म अथवा कार्बनटेट्राक्लोराइड विलियन + क्लोरीन जल आधिक्य में मिलाकर हिलायें तथा थोड़ी देर स्थिर रहने दें | क्लोरोफॉर्म अथवा कार्बन टेट्राक्लोराइड की सतह भूरी लाल हो जाती है<br>या<br>क्लोरोफॉर्म अथवा कार्बन टेट्राक्लोराइड की सतह बैंगनी या गुलाबी हो जाती है | Br निश्चित है<br>I निश्चित है |




**चित्र 7.8 : लीबिग विधि द्वारा कार्बन और हाइड्रोजन का आंकलन**

उत्पन्न जल की मात्रा ज्ञात करने के लिए मिश्रण को निर्जल कैल्सियम क्लोराइड युक्त U–नलिका में से प्रवाहित किया जाता है। इसी श्रेणी में जुड़ी दूसरी U–नलिका में सान्द्र पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड विलयन द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड का अवशोषण कर लिया जाता है (चित्र 7.8)। कैल्सियम क्लोराइड तथा पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के द्रव्यमानों में वृद्धि से क्रमशः जल तथा कार्बन डाइऑक्साइड की मात्राएं प्राप्त हो जाती है। जिनसे कार्बन तथा हाइड्रोजन की प्रतिशतता की गणना कर ली जाती है। यदि कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान m हो तथा बनने वाले जल व कार्बन डाइऑक्साइड के द्रव्यमान क्रमशः $m_1$ तथा $m_2$ हों तो –

$$\text{कार्बन की प्रतिशत मात्रा} = \frac{12 \times m_2 \times 100}{44 \times m}$$

$$\text{हाइड्रोजन की प्रतिशत मात्रा} = \frac{2 \times m_1 \times 100}{18 \times m}$$

**उदाहरण 1 :** 0.2 g कार्बनिक यौगिक के पूर्ण दहन के फलस्वरूप 0.5764 g कार्बन डाइ ऑक्साइड तथा 0.1512 g जल प्राप्त होता है। यौगिक में कार्बन तथा हाइड्रोजन की प्रतिशतताओं की गणना कीजिये।

**हल :** $\text{कार्बन की प्रतिशतता} = \frac{12 \times 0.5764 \times 100}{44 \times 0.20} = 78.6\%$

हाइड्रोजन की प्रतिशतता = $\frac{2 \times 0.1512 \times 100}{18 \times 0.20} = 8.4\%$

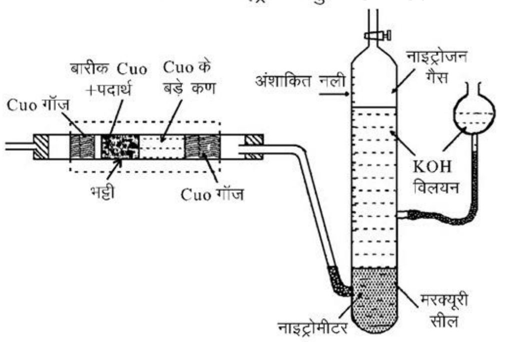
**7.3.2 नाइट्रोजन का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन का निर्धारण निम्नलिखित विधियों द्वारा किया जा सकता है। –

(1) ड्यूमा विधि (Duma's Method)

(2) जेल्डॉल विधि (Kjeldahl's Method)

**(1) ड्यूमा विधि (Duma's Method)** – ड्यूमा विधि सभी कार्बनिक यौगिकों में नाइट्रोजन के आंकलन में प्रयोग की जा सकती है। इस विधि में प्रयुक्त उपकरण चित्र 7.9 में प्रदर्शित हैं।

**सिद्धान्त (Principle) :** दिए गए कार्बनिक यौगिक को क्युप्रिक ऑक्साइड (CuO) के साथ कार्बन डाइऑक्साइड के वातावरण में प्रबलता से गर्म करने पर नाइट्रोजन मुक्त होती है।




**चित्र 7.9 : ड्यूमा विधि द्वारा नाइट्रोजन में प्रयुक्त उपकरण**

कार्बन व हाइड्रोजन क्रमशः कार्बन डाइऑक्साइड और जल में परिवर्तित हो जाते हैं।

$$C_xH_yN_z + \left(2x + \frac{y}{2}\right)CuO \rightarrow$$

$$xCO_2 + \frac{y}{z}H_2O + \frac{z}{2}N_2 + \left(2x + \frac{y}{z}\right)Cu$$

अल्प मात्रा में बने नाइट्रोजन के ऑक्साइड़ को गर्म कॉपर तार पर प्रवाहित करके नाइट्रोजन में अपचयित कर दिया जाता है। उत्पन्न गैसीय मिश्रण को पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड के जलीय विलयन पर एकत्र करते हैं। कार्बन डाइऑक्साइड पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा अवशोषित हो जाती है तथा नाइट्रोजन अंशाकित नली के ऊपरी भाग में एकत्र हो जाती है।

कार्बनिक यौगिक तथा नाइट्रोजन की जानकारी से यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता की गणना की जा सकती है।

**माना :** कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान = w g

ताप = $T_1$

एकत्रित $N_2$ का आयतन = $V_1$ mL

दाब = $P_1$ mm

गैस समीकरण से –

मानक ताप व दाब पर $N_2$ का आयतन =

$$\frac{P_1 \times V_1 \times 273}{T_1 \times 760} = V \text{ mL}$$

मानक ताप व दाब पर V mL $N_2$ का भार = $\frac{28 \times V}{22400}$ g

कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता =

$$= \frac{\text{नाइट्रोजन का द्रव्यमान}}{\text{कार्बनिक पदार्थ का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{28}{22400} \times \frac{\text{N.T.P. पर } N_2 \text{ का आयतन}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100\%$$

$$= \frac{28}{22400} \times \frac{V}{w} \times 100\% = \frac{1}{8} \times \frac{V}{w} \times 100\%$$

**उदाहरण 2 :** ड्यूमा विधि द्वारा नाइट्रोजन आंकलन में 0.25 g कार्बनिक यौगिक 288 K ताप तथा 745 mm दाब पर 30 mL नाइट्रोजन देता है। यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता ज्ञात कीजिये। (288 K ताप पर जलीय तनाव =12.7 mm)

**हल :** नाइट्रोजन का आयतन = 30 mL

ताप = 288 K

वास्तविक दाब = 745 – 12.7 = 732.3 mm

**पद-I :** N.T.P. पर $N_2$ का आयतन ज्ञात करना :

| | |
|---|---|
| $V_1$ = 30 mL | $V_2$ = ? |
| $P_1$ = 732.3 mm | $P_2$ = 760 mm |
| $T_1$ = 288 K | $T_2$ = 273 K |

गैस समीकरण से – $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{732.3 \times 30 \times 273}{760 \times 288} = 27.4 \text{ mL}$$

**पद-II :** नाइट्रोजन की प्रतिशतता की गणना करना :

कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता =

$$= \frac{28}{22400} \times \frac{27.4}{0.25} \times 100 = 13.6\%$$

**(2) जेल्डॉल विधि (Kjeldahl's Method) –** कार्बनिक यौगिकों में नाइट्रोजन के आंकलन की यह एक अच्छी विधि है फिर भी इस विधि का प्रयोग निम्नलिखित हेतु नहीं किया जा सकता –

(i) पिरीडीन, पाइरोल, क्वीनोलीन आदि यौगिकों के लिए जो

विषमचक्रीय प्रकृति के हैं और नाइट्रोजन वलय निकाय (Ring System) का भाग है।

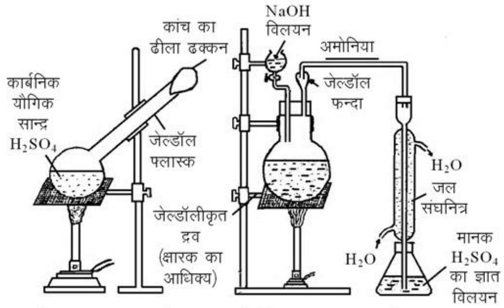
(ii) नाइट्रो ($-NO_2$) और एजो (-N=N-) समूहों वाले यौगिकों के लिए।

**सिद्धान्त :** नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक यौगिक को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ कॉपर सल्फेट उत्प्रेरक की उपस्थिति में तेज गर्म करने पर यौगिक की नाइट्रोजन अमोनियम सल्फेट में परिवर्तित हो जाती है। अभिक्रिया मिश्रण को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के आधिक्य में गर्म करते हैं (चित्र 7.10)। उत्पन्न अमोनिया गैस को मानक सल्फ्यूरिक अम्ल के ज्ञात आयतन में अवशोषित कर लिया जाता है। तत्पश्चात् अवशिष्ट सल्फ्यूरिक अम्ल को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के मानक विलयन द्वारा अनुमापित कर लेते हैं। दोनों अनुमापनों का अंतर उत्सर्जित अमोनिया के साथ अभिकृत सल्फ्यूरिक अम्ल के तुल्य होता है।

$$\text{कार्बनिक यौगिक} + H_2SO_4 \xrightarrow{CuSO_4} (NH_4)_2SO_4$$

$$(NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{2\,NaOH} Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

$$NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$




**चित्र 7.10 : जेल्डॉल विधि द्वारा नाइट्रोजन का आंकलन**

कार्बनिक यौगिक तथा अमोनिया की मात्राओं की जानकारी से यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता की गणना की जा सकती है।

माना कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान = W g

प्रयुक्त अम्ल का आयतन = $V_1$ mL

अम्ल की नॉर्मलता = $N_1$

$\because$ अम्ल और क्षार सदैव तुल्य अनुपातों (नॉर्मलता समीकरण) में क्रिया करते हैं।

$\therefore$ अम्ल के $V_1$ mL की नॉर्मलता $N_1$ = $NH_3$ के $V_2$ mL की नॉर्मलता $N_2$

चूंकि नॉर्मलता की परिभाषा के अनुसार 1N $NH_3$ विलयन के 1000 mL में अमोनिया के 17 g तथा $N_2$ के 14 g होते हैं।

$\therefore$ 1N $NH_3$ विलयन के $V_1$ mL में नाइट्रोजन =

$$= \frac{14 \times V_1 \times N_1}{1000}\ g$$

यौगिक में नाइट्रोजन का द्रव्यमान = $\frac{14 \times V_1 \times N_1}{1000}$ g

यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता =

$$= \frac{\text{नाइट्रोजन का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$= \frac{14 \times V_1 \times N_1 \times 100}{W \times 1000}$$

$$= \frac{1.4 \times N_1 \times V_1}{W}\%$$

**उदाहरण 3 :** नाइट्रोजन आंकलन की जेल्डॉल विधि में 0.75g यौगिक से मुक्त अमोनिया 30 mL 0.25 N $H_2SO_4$ को उदासीन करती है। यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशतता की गणना कीजिये।

**हल :** यौगिका का द्रव्यमान = 0.75 g

प्रयुक्त अम्ल का आयतन = 30 mL

प्रयुक्त अम्ल की नॉर्मलता = 0.25 N

$\because$ 1000 mL 1N अमोनिया में उपस्थित नाइट्रोजन = 14 g

$\therefore$ 30 mL 0.25 N अमोनिया में उपस्थित नाइट्रोजन =

$$= \frac{14 \times 30 \times 0.25}{1000}$$

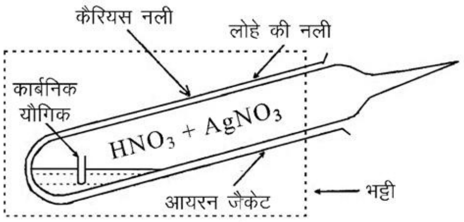
अतः नाइट्रोजन की प्रतिशतता = $\frac{\text{नाइट्रोजन का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$

$$= \frac{14 \times 30 \times 0.25}{1000 \times 0.75} \times 100 = 14\%$$

**7.3.3 हैलोजनों का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिकों में हैलोजनों का निर्धारित कैरियस विधि (Carius Method) द्वारा किया जाता है।

**कैरियस विधि :** यह विधि निम्नलिखित सिद्धान्त पर आधारित है:

**सिद्धान्त :** कार्बनिक यौगिक की निश्चित मात्रा को कैरियस नली (कठोर काँच की नली) में लेकर सिल्वर नाइट्रेट की उपस्थिति में सधूम नाइट्रिक अम्ल के साथ भट्टी में तेज गर्म किया जाता है (चित्र 7.11)। यौगिक में उपस्थित हैलोजन संबंधित हैलाइड (AgX) में परिवर्तित हो जाता है। इस AgX के अवक्षेप को छानकर सुखाने के पश्चात् तोल लिया जाता है।




**चित्र 7.11 : कैरियस विधि**

कार्बनिक यौगिक तथा सिल्वर हैलाइड की मात्रा में कार्बनिक यौगिक में हैलोजन की मात्रा की गणना की जाती है।

**गणना :** माना कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान = W g

प्राप्त सिल्वर हैलाइड (AgX) का द्रव्यमान = $W_1$ g

चूंकि 1 g moL AgX में हैलोजन (X) की मात्रा =

$$= \frac{\text{X का परमाण्विक द्रव्यमान}}{\text{AgX का आण्विक द्रव्यमान}} \times W_1 \text{ g}$$

यौगिक में हैलोजन की प्रतिशतता =

$$\frac{\text{X का परमाण्विक द्रव्यमान}}{\text{AgX का आण्विक द्रव्यमान}} \times \frac{\text{X का परमाण्विक द्रव्यनान } (W_1)}{\text{AgX का आण्विक द्रव्यमान } (W)} \times 100\%$$

$$\text{अतः } \%Cl = \frac{35.5}{143.5} \times \frac{\text{AgCl का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$\text{अतः } \%Br = \frac{80}{188} \times \frac{\text{AgBr का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$$

$$\text{अतः } \%I = \frac{127}{235} \times \frac{\text{AgI का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$$

**उदाहरण 4 :** हैलोजन के आंकलन की कैरियस विधि में 0.40g कार्बनिक यौगिक 0.3 g सिल्वर ब्रोमाइड देता है। यौगिक में ब्रोमीन की प्रतिशतता ज्ञात कीजिये।

**हल :** ब्रोमीन की प्रतिशतता =

$$= \frac{80}{188} \times \frac{0.30}{0.40} \times 100 = 31.75\%$$

**7.3.4 सल्फर का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिक में सल्फर का निर्धारण कैरियस विधि द्वारा किया जाता है जिसका सिद्धान्त निम्नानुसार है –

कैरियस नली में कार्बनिक यौगिक की ज्ञात मात्रा को सधूम नाइट्रिक अम्ल अथवा सोडियम परॉक्साइड के साथ तेज गर्म करने पर यौगिक में उपस्थित सल्फर, सल्फ्यूरिक अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाती है। जिसे बेरियम क्लोराइड का आधिक्य मिलाकर बेरियम सल्फेट के रूप में अवक्षेपित कर लेते हैं। अवक्षेप को छानकर, धोकर, सुखाकर तोल लेते हैं।

$$\text{सल्फर युक्त कार्बनिक पदार्थ} \xrightarrow{HNO_3,\,\Delta} H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2HCl$$

कार्बनिक यौगिक तथा बेरियम सल्फेट की मात्राओं की सहायता से सल्फर की प्रतिशतता ज्ञात की जा सकती है।

**गणना :** माना कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान = W g

बेरियम सल्फेट का द्रव्यमान = $W_1$ g

1 moL $BaSO_4$ = 233 g $BaSO_4$ = 32 g सल्फर

$$\text{अतः } W_1 \text{ g } BaSO_4 \text{ में सल्फर की मात्रा} = \frac{32}{233} \times W_1 \text{ g}$$

$$\text{यौगिक में S की प्रतिशतता} = \frac{32}{233} \times \frac{W_1}{W} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{S का परमाण्विक द्रव्यमान}}{BaSO_4 \text{ का आण्विक द्रव्यमान}} \; \frac{BaSO_4 \text{ का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100\%$$

**7.3.5 फॉस्फोरस का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिक में फॉस्फोरस का निर्धारण भी गंधक की भांति किया जाता है।

**सिद्धान्त :** कार्बनिक पदार्थ की ज्ञात मात्रा को सधूम नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करने पर उसमें उपस्थित फॉस्फोरस, फॉस्फोरिक अम्ल में ऑक्सीकृत हो जाताहै। जिसे मैग्नीशिया मिश्रण से अभिकृत करने पर मैग्नीशियम अमोनियम फॉस्फेट ($MgNH_4PO_7$) का अवक्षेप प्राप्त होता है। इसके ज्वलन से मैग्नीशियम पायरोफॉस्फेट ($Mg_2P_2O_7$) प्राप्त होता है। इसके भार से फॉस्फोरस की प्रतिशतता ज्ञात की जा सकती है।

$$P + 3H + 4O \xrightarrow{HNO_3} H_3PO_4$$

कार्बनिक यौगिक के

$$H_3PO_4 + MgCl_2 + NH_4Cl \rightarrow MgNH_4PO_4 + 3HCl$$

$$2MgNH_4PO_4 \xrightarrow{\Delta} Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 + H_2O$$

**गणना :** माना कार्बनिक यौगिक का द्रव्यमान = W g

$Mg_2P_2O_7$ का द्रव्यमान = $W_1$ g

1 moL $Mg_2P_2O_7$ = 222g $Mg_2P_2O_7$ = 2 परमाणु P= 62g

$$\text{अतः } W_1 \text{ g } Mg_2P_2O_7 \text{ में P का द्रव्यमान} = \frac{62}{222} \times W_1$$

$$\text{यौगिक में P की प्रतिशतता} = \frac{62}{222} \times \frac{W_1}{W} \times 100\%$$

$$\text{अतः } \%P = \frac{62}{222} \times \frac{Mg_2P_2O_7 \text{ का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100\%$$

**7.3.6 ऑक्सीजन का निर्धारण –** कार्बनिक यौगिक में ऑक्सीजन की प्रतिशतता यौगिक में उपस्थित अन्य तत्त्वों की प्रतिशतता के योग को 100 में से घटाकर निकाली जाती है।

## महत्त्वपूर्ण बिन्दु

1. हमारे दैनिक जीवन में कार्बनिक यौगिकों का अत्याधिक महत्त्व है।
2. 1828 में जर्मन वैज्ञानिक व्होलर ने जैव शक्ति सिद्धान्त का खण्डन किया।
3. अकार्बनिक यौगिक अमोनियम सल्फेट और पोटैशियम सायनेट के जलीय मिश्रण को गर्म करके दुनिया के प्रथम कार्बनिक यौगिक यूरिया का संश्लेषण किया गया।
4. यूरिया का रासायनिक सूत्र $NH_2CONH_2$ है।
5. गुणात्मक एवं मात्रात्मक विश्लेषण के आधारभूत सिद्धान्तों के आधार पर कार्बनिक यौगिकों का शोधन किया जाता है।
6. क्रिस्टलन ठोस कार्बनिक पदार्थो के शोधन करने की सामान्य विधि है।
7. क्रिस्टलन में उपयुक्त विलायक वह माना जाता है जिसका क्वथनांक अधिक न हो तथा जो वाष्पशील हो।
8. ऐसे ठोस पदार्थ जिन्हें गर्म करने पर सीधे वाष्प में बदल जाते हैं तथा ठण्डा करने पर पुनः सीधे ठोस अवस्था में आ जाते हैं इस प्रक्रिया को ऊर्ध्वपातन कहते हैं।
9. वह क्रिया जिसमें ऊष्मा देकर द्रव को वाष्प में बदलकर संघनित्र में ठण्डा करके पुनः द्रव में बदला जावे, आसवन कहलाती है।
10. जब दो या दो से अधिक वाष्पशील द्रवों के क्वथनांकों में अधिक अन्तर नहीं होता है तो उन्हें प्रभाजी आसवन द्वारा अलग किया जाता है।
11. ऐसे ठोस अथवा द्रव पदार्थ जो भाप में वाष्पशील, जल में अविलेय तथा जिसमें अवाष्पशील अशुद्धियाँ हों, तो उन्हें भापीय आसवन द्वारा शोधन किया जाता है।
12. स्तम्भ वर्णलेखिकी में अधिक अधिशोषित होने वाला घटक ऊपरी सिरे के नजदीक तथा सबसे कम अधिशोषित होने वाला घटक सबसे नीचे अधिशोषित होता है।
13. कार्बनिक यौगिकों में नाइट्रोजन, सल्फर, क्लोरीन, ब्रोमीन तथा आयोडीन की उपस्थिति की पहचान लैसें परीक्षण द्वारा की जाती है।
14. कार्बनिक यौगिकों में तत्त्व सहसंयोजक बन्ध द्वारा आपस में बंधे होते हैं। अतः ये कार्बनिक यौगिक जलीय विलयन में आयनित नहीं होते हैं।
15. कार्बनिक यौगिकों में C व H दोनों का निर्धारण लीबिग विधि द्वारा किया जाता है।
16. कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन का निर्धारण ड्यूमा एवं जेल्डॉल विधि द्वारा किया जाता है।
17. जेल्डॉल विधि द्वारा नाइट्रोजन का निर्धारण पिरीडीन, पाइरोल, क्वीनोलीन, $-NO_2$, -N=N- यौगिकों हेतु नहीं किया जाता है।
18. कार्बनिक यौगिकों में हैलोजनों का निर्धारण कैरियस विधि द्वारा किया जाता है।

## अभ्यासार्थ प्रश्न

### वस्तुनिष्ठ प्रश्न :-

1. प्रयोगशाला में बनाया गया प्रथम कार्बनिक यौगिक है –
   (अ) यूरिया (ब) मेथेन
   (स) एसिटिक अम्ल (द) एथिलीन
2. जैव शक्ति सिद्धान्त की धारणा देने वाला रसायनज्ञ था –
   (अ) व्होलर (ब) बर्जीलियस
   (स) लैमर (द) लेवोशियो
3. यूरिया और कपूर को पृथक करने की उपयुक्त विधि है –
   (अ) क्रिस्टलन (ब) भापीय आसवन
   (स) उर्ध्वपातन (द) आसवन
4. कार्बनिक पदार्थ साधारणतया विलेय होते हैं –
   (अ) कार्बनिक विलयनों में (ब) जल में
   (स) ध्रुवीय विलयनों में (द) किसी में नहीं
5. लैसें परीक्षण द्वारा पहचान की जाती है –
   (अ) नाइट्रोजन की (ब) सल्फर की
   (स) क्लोरीन की (द) उपर्युक्त सभी की
6. लैसें विलयन में सोडियम नाइट्रोप्रूसाइड विलयन मिलाने पर विलयन का रंग बैंगनी होना प्रदर्शित करता है –
   (अ) S की उपस्थिति (ब) N की उपस्थिति
   (स) Cl की उपस्थिति (द) I की उपस्थिति
7. लीबिंग विधि द्वारा कार्बनिक यौगिकों में ज्ञात किया जाता है –
   (अ) कार्बन का
   (ब) हाइड्रोजन का
   (स) कार्बन व हाइड्रोजन दोनों का
   (द) इनमें से कोई नहीं
8. कार्बनिक यौगिकों में जेल्डॉल विधि द्वारा निर्धारण किया जाता है –
   (अ) नाइट्रोजन का (ब) हैलोजन का
   (स) सल्फर का (द) फॉस्फोरस का
9. जेल्डॉल विधि द्वारा निम्नांकित का निर्धारण नहीं किया जाता है –
   (अ) पिरीडीन (ब) पाइरॉल
   (स) क्वीनोलीन (द) उपर्युक्त सभी का
10. कार्बनिक यौगिकों को CuO के साथ $CO_2$ के वातावरण में ड्यूमा विधि में गर्म करने पर गैस मुक्त होती है –
   (अ) $NO_2$ (ब) $N_2$
   (स) $NH_3$ (द) NO

## अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न :–

11. जैव शक्ति सिद्धान्त का खण्डन किस वैज्ञानिक ने किया?
12. दुनिया के पहला संश्लेषित कार्बनिक उर्वरक का नाम लिखिए।
13. यूरिया का रासायनिक सूत्र लिखिए।
14. ठोस कार्बनिक पदार्थो को शोधन करने की सामान्य विधि लिखिए।
15. ऐसे दो कार्बनिक यौगिकों के नाम लिखिये जो ऊर्ध्वपातित होते हैं।
16. भापीय आसवन विधि द्वारा किस प्रकार के यौगिकों का शोधन किया जाता है?
17. प्रभाजी आसवन विधि द्वारा किस प्रकार के यौगिकों का शोधन किया जाता है?
18. स्तम्भ वर्णलेखिकी में अधिशोषक के रूप में प्रयुक्त दो पदार्थो के नाम लिखिए।
19. कार्बनिक पदार्थो का गुणात्मक विश्लेषण किस विधि द्वारा किया जाता है?
20. कार्बनिक यौगिकों में कार्बन व हाइड्रोजन का मात्रात्मक विश्लेषण किस विधि द्वारा किया जाता है?

## लघूत्तरात्मक प्रश्न :–

21. जैव शक्ति सिद्धान्त का अन्त कैसे हुआ?
22. ऊर्ध्वपातन से आप क्या समझते हैं?
23. आसवन किसे कहते हैं? इसके प्रकार लिखिए।
24. लैसें परीक्षण से आप क्या समझते हैं?
25. लीबिग विधि का सिद्धान्त लिखिए।
26. कार्बनिक यौगिक में नाइट्रोजन निर्धारण की ड्यूमा विधि का सिद्धान्त लिखिए।
27. कार्बनिक यौगिकों में हैलोजनों के निर्धारण हेतु प्रयुक्त कैरियस विधि का सिद्धान्त लिखिए।
28. कार्बनिक पदार्थ को कम दाब पर आसवन द्वारा कैसे शुद्ध किया जाता है?
29. किसी कार्बनिक यौगिक में लैसें विधि द्वारा नाइट्रोजन का परीक्षण लिखिए।
30. क्रिस्टलीकरण किसे कहते हैं?

## निबन्धात्मक प्रश्न :–

31. कार्बनिक यौगिकों के शोधन की विधियों के नाम लिखिए। किसी एक विधि का नामांकित चित्र बनाकर वर्णन कीजिए।
32. आसवन किसे कहते हैं? आसवन की विभिन्न विधियों के नाम लिखिए एवं किसी एक विधि का नामांकित चित्र बनाकर वर्णन कीजिए।
33. कार्बनिक यौगिकों में जब दो या दो से अधिक वाष्पशील द्रवों के क्वथनांकों में अधिक अन्तर नहीं हो तो कौनसी विधि द्वारा अलग किया जाता है? उस विधि का नाम एवं नामांकित चित्र सहित वर्णन कीजिए।
34. लैसें विधि द्वारा N, S, Cl, Br, I के गुणात्मक विश्लेषण का वर्णन कीजिए।
35. कार्बन व हाइड्रोजन के आंकलन हेतु लीबिग विधि का नामांकित चित्र सहित वर्णन कीजिए।
36. कार्बनिक यौगिकों में नाइट्रोजन के आंकलन की जेल्डॉल विधि का नामांकित चित्र एवं सिद्धान्त सहित विधि का वर्णन कीजिए।
37. कार्बनिक यौगिकों में हैलोजनों के निर्धारण की कैरियस विधि का विस्तृत वर्णन कीजिए।

## आंकिक प्रश्न :–

38. एक कार्बनिक यौगिक के 2.390 g का दहन करने पर 0.88 g $CO_2$ और 0.18 g जल प्राप्त हुआ। यौगिक में C व H की मात्रा प्रतिशत में ज्ञात कीजिए। (उत्तर : C = 0.4%, H = 0.84%)
39. 0.25 g क्लोरीन युक्त एक यौगिक से कैरियस विधि में 0.18 g सिल्वर क्लोराइड प्राप्त हुआ। यौगिक में क्लोरीन की प्रतिशत मात्रा ज्ञात कीजिए। (उत्तर : 17.81%)
40. नाइट्रोजन आंकलन की जेल्डॉल विधि में 0.55 g यौगिक से मुक्त $NH_3$ 20 mL 0.25 N $H_2SO_4$ को उदासीन करती है। यौगिक में नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा ज्ञात कीजिए। (उत्तर : 12.72 %)

## उत्तरमाला

1. (अ) 2. (ब) 3. (स) 4. (अ) 5. (द) 6. (अ) 7. (स) 8. (अ) 9. (द) 10. (ब)