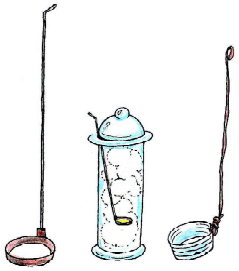
अध्याय–11

अधातुओं का रसायन

(CHEMISTRY OF NON-METALS)



आवर्त सारणी और धातु एवं धातुकर्म अध्याय में हमने जाना कि अधिकतर तत्व धातु होते हैं। यदि संख्या में अधातु इतने कम हैं तो हम उन्हें इतना महत्व क्यों देते हैं? आइए इसे समझने के लिए इन प्रश्नों पर विचार करें–

- जिन तत्वों से पानी बना है वे धातु हैं या अधातु?
- जीवन को बनाए रखने में जिस गैस की प्रमुख भूमिका है वह धातु है या अधातु?

इस अध्याय में हम समझेंगे कि कौन–कौन से तत्व अधातु हैं और किस आधार पर उन्हें इस श्रेणी में रखा गया है। साथ ही हम जीवन के लिए महत्वपूर्ण तीन अधातुओं हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन के बारे में जानेंगे।

11.1 अधातुओं के भौतिक गुण कौन–कौन से हैं? (What are the physical properties of non-metals?)

कुछ अधातुओं से आप परिचित हैं जैसे–हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इत्यादि। क्या आप बता सकते हैं कि ये तत्व धातु क्यों नहीं हैं?

हम जानते हैं कि धातुओं के कुछ भौतिक गुण ऐसे होते हैं जो उन्हें परिभाषित करते हैं जैसे–सामान्य ताप एवं दाब पर अधिकांश धातुएँ ठोस होती हैं। यदि कोई तत्व सामान्य ताप एवं दाब पर गैस हो तो यह पहचानना आसान होता है कि वह धातु नहीं, अधातु है। पर सभी अधातुएँ गैस नहीं होतीं। भिन्न–भिन्न अधातुएँ भिन्न–भिन्न अवस्थाओं में मिलती हैं जैसे–ब्रोमीन एकमात्र अधातु है जो द्रव अवस्था में पाई जाती है और कार्बन, आयोडीन, फॉस्फोरस, सल्फर, सिलीनियम इत्यादि अधातुएँ ठोस अवस्था में पाई जाती हैं। कार्बन का अपररूप हीरा कठोरतम तत्व है।

अपररूपता (Allotropy)

आप जानते हैं कि हीरा और ग्रेफाइट दोनों कार्बन के ही रूप हैं। ये दोनों केवल कार्बन परमाणुओं से बने हैं। सोचिए, यह कैसे संभव है कि दिखने में इतने भिन्न ये दोनों पदार्थ कार्बन ही हैं?

कार्बन ही नहीं, ऐसे कई तत्व हैं जो एक ही अवस्था में एक से अधिक रूपों में मिलते हैं। तत्वों के इस गुण को अपररूपता तथा उसके विभिन्न रूपों को अपररूप कहते हैं। अलग–अलग अपररूपों में परमाणुओं के बीच परस्पर आबन्ध भिन्न होता है और यही कारण है कि इनके कुछ भौतिक गुण भिन्न होते हैं।

चूंकि किसी तत्व के अपररूपों के परमाणु समान होते हैं इसलिए इनकी रासायनिक अभिक्रियाओं में अंतर नहीं होता। उदाहरण के लिए, जलाने पर हीरा और ग्रेफाइट दोनों ही कार्बन डाइऑक्साइड देते हैं। ऑक्सीजन, फॉस्फोरस, सल्फर इत्यादि भी कुछ ऐसी अधातुएँ हैं जो अपररूपता दर्शाती हैं।

ठोस धातुओं और अधातुओं में अंतर करना संभव है क्योंकि सामान्यतः अधातुएँ भंगुर होती हैं। अन्य गुणों के आधार पर भी ठोस अधातुएँ, धातुओं से भिन्न होती हैं। अधातुएँ न तो आघातवर्धनीयता दर्शाती हैं न ही तन्यता और न ही वे धात्विक ध्वनि उत्पन्न करती हैं। यही नहीं, कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं। इसी तरह कार्बन के अपररूप हीरे के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ ऊष्मा की कुचालक होती हैं।

प्रश्न

1. दी गई सारणी में चार तत्वों के भौतिक गुण दिए गए हैं–

तत्व	अवस्था	तन्यता	विद्युत चालकता
अ	ठोस	नहीं	नहीं
ब	ठोस	हाँ	हाँ
स	गैस	नहीं	नहीं
द	ठोस	नहीं	हाँ

   - क्या आप बता सकते हैं कि इनमें से कौन से तत्व धातु हैं और कौन से अधातु?
   - तत्व 'द' को धातु या अधातु में वर्गीकृत करने के आधार क्या हैं?

2. निम्नलिखित में से कौन अपररूपता प्रदर्शित करते हैं और क्यों?

   $C,\ CO_2,\ SO_2,\ S,\ C_4H_{10},\ CH_4$

11.2 अधातुओं का आवर्त सारणी में स्थान कहाँ है?

क्या आवर्त सारणी में किसी तत्व के स्थान को देखकर आप अनुमान लगा सकते हैं कि वह तत्व अधातु है या धातु? हम जानते हैं कि आवर्त सारणी में किसी आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर धात्विक गुण कम होते जाते हैं अर्थात् जैसे–जैसे समूह संख्या बढ़ती है वैसे–वैसे धात्विक गुणों में कमी आती है। यदि समूह एक के तत्वों को देखें तो हाइड्रोजन को छोड़कर सभी तत्व धातु हैं परंतु समूह 18 के तत्वों में हमें एक भी धातु नहीं मिलती। किसी एक समूह के तत्वों को लिया जाए तो समूह में ऊपर से नीचे जाने पर धात्विक गुणों में वृद्धि होती है जैसे– यदि समूह 15 को देखें तो उसमें प्रथम दो तत्व (नाइट्रोजन, फॉस्फोरस) अधातु हैं, तीसरे और चौथे तत्व (आर्सेनिक, ऐन्टिमनी) में धात्विक गुण बढ़ता जाता है किन्तु ये पूरी तरह धातु भी नहीं हैं। इसी समूह का अंतिम सदस्य (बिस्मथ) धातु है।

कुछ गुण ऐसे होते हैं जो केवल धातुओं के द्वारा दर्शाए जाते हैं जबकि कुछ गुण केवल अधातुओं के द्वारा। किन्तु ऐसे तत्व भी हैं जो धातु–अधातु के बीच के लक्षण दर्शाते हैं। इन तत्वों का स्थान आवर्त सारणी में धातुओं और अधातुओं के मध्य है। इसलिए आवर्त सारणी में एक समूह से दूसरे समूह में जाने पर धात्विक गुणों में परिवर्तन अचानक नहीं होता बल्कि क्रमिक होता है। यह एक टेढ़ी–मेढ़ी (zig-zag) विकर्ण रेखा के निकट स्थित तत्वों के द्वारा दर्शाया जाता है (चित्र–1)। इसलिए इनकी गिनती धातुओं में नहीं होती, पर इन्हें अर्ध–धातु अथवा उपधातु (semi-metals or metalloids) कहा जाता है। इनमें बोरॉन, सिलिकन, जर्मेनियम, आर्सेनिक, ऐन्टिमनी, टैल्यूरियम और पोलोनियम शामिल हैं। धातुओं की भांति ये सभी उपधातुएँ भी ठोस होती हैं। बोरॉन तथा सिलिकन विद्युत की अच्छी चालक नहीं होतीं किंतु अशुद्धियों की उपस्थिति में विद्युत चालकता दर्शाती हैं। उपधातुओं और धातुओं को छोड़ शेष तत्वों को अधातु कहते हैं।

						18
	13	14	15	16	17	2 He हीलियम 4.0
	5 B बोरॉन 10.8	6 C कार्बन 12.0	7 N नाइट्रोजन 14.0	8 O ऑक्सीजन 16.0	9 F फ्लुओरीन 19.0	10 Ne निऑन 20.2
12	13 Al ऐलुमिनियम 27.0	14 Si सिलिकन 28.1	15 P फॉस्फोरस 31.0	16 S सल्फर (गंधक) 32.1	17 Cl क्लोरीन 35.5	18 Ar ऑर्गान 39.9
30 Zn जिंक (जस्ता) 65.4	31 Ga गैलियम 69.7	32 Ge जर्मेनियम 72.6	33 As आर्सेनिक 74.9	34 Se सिलीनियम 79.0	35 Br ब्रोमीन 79.9	36 Kr क्रिप्टॉन 83.8
48 Cd कैडमियम 112.4	49 In इंडियम 114.8	50 Sn टिन 118.7	51 Sb ऐन्टिमनी 121.8	52 Te टैल्यूरियम 127.6	53 I आयोडीन 126.9	54 Xe जीनॉन 131.3
80 Hg मर्करी (पारा) 200.6	81 Tl थैलियम 204.4	82 Pb लेड (सीसा) 207.2	83 Bi बिस्मथ 209.0	84 Po पोलोनियम (209)	85 At ऐस्टैटीन (210)	86 Rn रेडॉन (222)

चित्र–1 : आवर्त सारणी में अधातुओं का स्थान

अधातुओं के अंतर्गत समूह 14 का एक सदस्य कार्बन, समूह 15 के दो सदस्य नाइट्रोजन और फॉस्फोरस व समूह 16 के तीन सदस्य ऑक्सीजन, सल्फर और सिलीनियम को रखा जाता है। समूह 17 को हैलोजन समूह कहते हैं इस समूह के 5 सदस्य फ्लुओरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन एवं ऐस्टैटीन भी अधातु हैं। इन्हें अष्टक पूर्ण करने के लिए केवल एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है इसलिए ये अत्यधिक क्रियाशील होते हैं। प्रकृति में ये मुक्त अवस्था में नहीं मिलते, इसलिए इनकी पहचान 18वीं शताब्दी के अंत में ही हुई। समूह 18 अधातुओं का एक बड़ा समूह है तथा यह उत्कृष्ट गैसों (noble gases) का है। इसमें हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन शामिल हैं, ये रंगहीन गैसें हैं। चूंकि इनके बाह्यतम कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हैं इसलिए यह सामान्यतः रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग नहीं लेतीं इसलिए इन्हें अक्रिय गैसें (inert gases) भी कहा जाता था। ये सभी वायुमण्डल में बहुत ही कम मात्रा में विद्यमान हैं अतः इन्हें दुर्लभ गैसें (rare gases) भी कहा जाता है।

क्या आप किसी ऐसे तत्व को जानते हैं जो अधातु है किंतु उसे आवर्त सारणी में बाईं ओर रखा गया है? अधातुओं के रासायनिक गुणों के बारे में समझने से पहले आइए, उनका इतिहास जानें।

11.3 अधातुओं की खोज कब और कैसे हुई?

कार्बन और सल्फर दो ऐसी अधातुएँ हैं जिनकी जानकारी प्राचीन काल में भी थी। इनके खोजे जाने की तिथि और खोजने वाले का नाम ज्ञात नहीं है।

प्रकृति में कार्बन, हीरा और ग्रेफाइट के रूप में मिलता है और इन दोनों अपररूपों का उल्लेख प्राचीन अभिलेखों में मिलता है। किन्तु उस समय इन्हें अलग–अलग पदार्थ समझा जाता था। आधुनिक रसायन शास्त्र के विकास के साथ ही यह समझ बनी कि ग्रेफाइट, हीरा इत्यादि सभी कार्बन हैं। इन्हें जलाने पर कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त होती है। लवाइजिए ने दोनों के दहन से यह सिद्ध किया कि दोनों में तत्व कार्बन ही है। अतः सन् 1789 में प्रकाशित तत्वों की तालिका में उसे कार्बन (carbon) नाम से स्थान दिया गया। इसी प्रकार सल्फर की जानकारी भी प्राचीन काल में थी और लवाइजिए ने ही सिद्ध किया कि यह भी तत्व है। फॉस्फोरस की खोज मध्य काल (1669) में हैम्बुर्ग के एक व्यापारी हेनिंग ब्रांड (Hennig Brand) ने की।

मध्यकाल तक गैसीय पदार्थों के बारे में अधिक जानकारी नहीं थी। चूंकि अधिकतर अधातुएँ गैसीय अवस्था में मिलती हैं इसलिए उनकी खोज तब ही हुई जब गैसों को प्राप्त तथा एकत्रित करने की विधियाँ विकसित हुईं। उससे पूर्व गैस अवस्था की कोई स्पष्ट समझ न होने के कारण रासायनिक अभिक्रियाओं में गैसों के भाग लेने या अभिक्रिया के बाद बनने को नहीं समझा जा सका था। इस कारण कई रासायनिक अभिक्रियाओं, विशेषकर दहन की प्रकृति को समझने में बहुत समय लगा।

18वीं शताब्दी के मध्य में हैल्स (Hales) नामक वैज्ञानिक ने गैस यांत्रिकी ट्रफ (pneumatic trough) का निर्माण किया जिसके द्वारा दहन एवं अन्य अभिक्रियाओं में उत्पन्न गैसों को इकट्ठा करना संभव हो सका। इस उपकरण की सहायता से अन्य वैज्ञानिक गैसों को पृथक कर उनका अध्ययन कर सके और इस प्रकार गैसीय अधातुओं की खोज संभव हुई।

इसके बाद अधातुओं की खोज में तेजी आई। शीले एक स्वीडिश रसायनज्ञ थे जिन्होंने सन् 1771 में फ्लुओरीन और सन् 1774 में क्लोरीन तत्वों की खोज की। धीरे–धीरे अन्य अधातुओं की भी खोज हुई।

अक्रिय गैसें प्रकृति में स्वतंत्र अवस्था में मिलती हैं किंतु इनकी मात्रा अत्यंत अल्प होती है, इस कारण इनकी खोज में भी समय लगा। सन् 1785 में कैवेंडिश ने वायु के कुछ प्रयोग किए, उन्होंने वायु से जब नाइट्रोजन और ऑक्सीजन गैस को पृथक किया तब एक अज्ञात गैस के बुलबुले देखे जो संभवतः ऑर्गान थी किंतु वे उसकी पहचान नहीं कर पाए। इसे नए तत्व के रूप में पहचानने में 100 से भी अधिक वर्ष लगे। सन् 1894 में रैम्से और

रैले नामक दो वैज्ञानिकों ने देखा कि वायु से प्राप्त नाइट्रोजन का घनत्व शुद्ध नाइट्रोजन की अपेक्षा अधिक होता है और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि वायु में कोई और गैस भी शामिल है। उन्होंने इस गैस को अलग किया और ऑर्गान नाम दिया। रैम्से ने ही अन्य अक्रिय गैसों–हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ज़ीनॉन की भी खोज की। इस तरह 19वीं शताब्दी के अंत तक अधिकतर अधातुएँ खोजी जा चुकी थीं।

प्रश्न

1. उपधातु किसे कहते हैं? कोई दो उदाहरण दीजिए।
2. गैसीय तत्वों की खोज, ठोस तत्वों की अपेक्षा देर से होने के कारण लिखिए।
3. समूह 18 के तत्व सामान्यतः रासायनिक क्रियाओं में भाग नहीं लेते, क्यों?

11.4 अधातुओं का रसायन (Chemistry of non-metals)

आवर्त सारणी में अधातुएँ (हाइड्रोजन को छोड़कर) समूह 14 से समूह 18 तक स्थित हैं अर्थात् इन अधातुओं के परमाणुओं के बाहरी कोश में 4 से 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। चूंकि अधातुओं में इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है इसलिए वे विद्युत ऋणात्मक होती हैं। आप जानते हैं कि अधातुएँ, धातुओं की अपेक्षा अधिक विद्युत ऋणात्मक होती हैं, किन्तु प्रत्येक अधातु की विद्युत ऋणात्मकता भी भिन्न होती है। अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता का मान 2.01 से 4.1 के मध्य होता है।

आवर्त सारणी में हमने देखा कि विद्युत ऋणात्मकता समूह में नीचे जाने पर घटती है और आवर्त में दाएँ जाने पर बढ़ती है इसलिए आवर्त सारणी के समूह 17 के तत्व अधिक विद्युत ऋणात्मक हैं। फ्लुओरीन की विद्युत ऋणात्मकता का मान सबसे अधिक है और ऑक्सीजन और क्लोरीन का मान भी लगभग आस–पास ही है। विद्युत ऋणात्मकता का मान यह निश्चित करता है कि एक अधातु, किसी धातु अथवा अन्य अधातु से किस प्रकार अभिक्रिया करती है।

समूह 18 के तत्वों को छोड़कर अन्य अधातुएँ रासायनिक अभिक्रियाओं में ऋणायन बनाती हैं अथवा सहसंयोजी बंध बनाती हैं। आइए, अब हम अधातुओं की कुछ सामान्य अभिक्रियाओं के बारे में समझें।

11.4.1 अधातु और धातु के बीच अभिक्रिया (Reaction between non-metals and metals)

हमने पहले भी अधातुओं और धातुओं के बीच कुछ अभिक्रियाओं के बारे में सीखा है, आइए, इन्हें दोहराएँ–

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

$2Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CuO(s)$

$Fe(s) + S(s) \longrightarrow FeS(s)$

$3Mg(s) + N_2(g) \longrightarrow Mg_3N_2(s)$

मैग्नीशियम नाइट्राइड

$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$

$6Ca(s) + P_4(s) \longrightarrow 2Ca_3P_2(s)$

कैल्सियम फॉस्फाइड

अधातु और धातु आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं। यहाँ धातु का ऑक्सीकरण और अधातु का अपचयन होता है।

11.4.2 अधातुओं की आपस में अभिक्रिया

हम जानते हैं कि जब अधातुएँ आपस में अभिक्रिया करती हैं तब सहसंयोजी यौगिक बनते हैं। अधातुएँ अनेक सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं, यहाँ हम केवल क्लोराइड और ऑक्साइड अर्थात् क्लोरीन और ऑक्सीजन के यौगिकों को समझेंगे।

(क) अधातुओं की क्लोरीन से अभिक्रिया– अधातुएँ क्लोरीन से अभिक्रिया कर क्लोराइड बनाती हैं।

$C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow CCl_4(l)$

$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$

$P_4(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(l)$

फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड

(ख) अधातुओं की ऑक्सीजन से अभिक्रिया– अधातुएँ ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं।

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

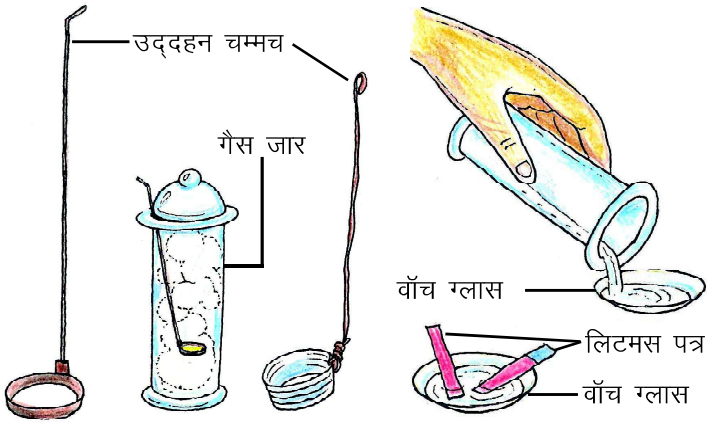
$P_4(s) + 5O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(s)$

ध्यान रहे कि यौगिकों के सूत्र में कम विद्युत ऋणात्मक अधातु पहले और अधिक ऋणात्मक बाद में लिखी जाती है। चूंकि ऑक्सीजन और क्लोरीन दोनों की विद्युत ऋणात्मकता का मान अन्य तत्वों की अपेक्षा अधिक है इसलिए यौगिकों के सूत्रों में इन्हें बाद में लिखा जाता है।

11.4.3 अधातुओं के ऑक्साइड की प्रकृति (Nature of non-metallic oxides)

क्रियाकलाप–1

- एक उद्दहन चम्मच में थोड़ा सा सल्फर का चूर्ण लीजिए और उसे गरम कीजिए।
- जब सल्फर जलने लगे तो चम्मच को काँच के गैस जार या गिलास में रख दें और उसे इस प्रकार ढक दें कि बन रही गैस उसमें एकत्रित हो जाए (चित्र–2)।
- कुछ समय बाद चम्मच निकाल कर गैस जार में थोड़ा सा जल डालें और उसे तुरंत ढक दें।



चित्र–2 : अधातु के ऑक्साइड की प्रकृति का परीक्षण

- अब गिलास को हिलाएं और बने विलयन का परीक्षण लाल और नीले लिटमस पेपर से करें।
- किस लिटमस पेपर के रंग में किसी प्रकार का अंतर दिखा?

सावधानी : *यह क्रियाकलाप ऐसे स्थान पर करें जहाँ हवा का प्रवाह उचित हो क्योंकि सल्फर डाइऑक्साइड गैस हमारे शरीर को नुकसान पहुँचाती है।*

सल्फर, ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर सल्फर डाइऑक्साइड बनाता है। क्रियाकलाप–1 में आपने देखा होगा कि सल्फर डाइऑक्साइड का जल में विलयन अम्लीय है।

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

इसी प्रकार अधिकतर अधातु ऑक्साइडों के जलीय विलयन अम्लीय होते हैं जैसे–

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

किंतु सभी अधातु ऑक्साइड अम्लीय नहीं होते हैं। जल, हाइड्रोजन का ऑक्साइड है और इसकी प्रकृति उदासीन होती है।

प्रश्न

1. प्रयोगशाला में उपयोग किए जाने वाले अम्लों के नाम खोजिए और बताइए कि वे किन–किन अधातुओं से मिलकर बने हैं?
2. अधातुएँ विद्युत ऋणात्मक होती हैं क्यों?
3. आपको कोई तत्व दिया गया है, आप कैसे पहचानेंगे कि वह धातु है या अधातु? तीन तरीके बताएं।

कुछ प्रमुख अधातुएँ (Some major non-metals)

हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इन नामों पर ध्यान दीजिए, क्या आपको इनमें कोई समानता दिखायी देती है? इन सभी नामों के अंत में जन (gen) आता है। वास्तव में जन ग्रीक भाषा के जेनेस (genes) से लिया गया है जिसका अर्थ है 'बनानेवाला' जैसे–हाइड्रोजन दो शब्दों से मिलकर बना है हाइड्रो (hydro) जिसका अर्थ है पानी तथा जेनेस (genes) अर्थात् बनाने वाला। इस प्रकार हाइड्रोजन का अर्थ है जल बनाने वाला। जब ऑक्सीजन की खोज हुई तो यह माना जाता था कि इससे अम्ल (ऑक्सी) बनते हैं और इस आधार पर ही इस तत्व को ऑक्सीजन नाम दिया गया।

पृथ्वी की लगभग 70% सतह पर जल है तथा जल हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है। हमारे आस–पास की वायु में लगभग 78% नाइट्रोजन तथा 21% ऑक्सीजन है। इसलिए इन तीनों तत्वों को वायु और जल के तत्व भी कहा जाता है। कार्बन के साथ मिलकर ये तीनों तत्व अनेक ऐसे यौगिक बनाते हैं जो जीवन का आधार हैं और अत्यंत महत्वपूर्ण हैं जैसे–प्रोटीन।

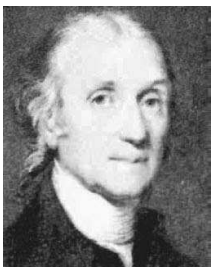
11.5 हाइड्रोजन (Hydrogen)

प्रायः किसी नए तत्व की खोज तभी मानी जाती है जब उसे शुद्ध रूप में प्राप्त कर उसके भौतिक और रासायनिक गुणों की जाँच की गई हो। सन् 1671 में ब्रिटिश वैज्ञानिक राबर्ट बॉयल ने देखा है कि आयरन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से जो गैस बनती है वह अत्यन्त ज्वलनशील है परन्तु उन्होंने इसका व्यवस्थित ढंग से अध्ययन नहीं किया और वे यह नहीं समझ सके कि यह एक नया तत्व है। कुछ अन्य वैज्ञानिकों के अनुसार भी धातुएँ अम्ल में विलेय होती हैं और इस प्रक्रिया में एक ज्वलनशील गैस निकलती है। केवेंडिश ने सन् 1776 में पहली बार सिद्ध किया कि यह गैस अन्य गैसों से भिन्न है और इसलिए हाइड्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया गया। उन्होंने ही इस गैस और ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनाया, जिस आधार पर लवाइजिए (Lavoisier) ने इसे हाइड्रोजन नाम दिया।

ब्रह्माण्ड में 93% हाइड्रोजन है। हमारे आस–पास हाइड्रोजन द्विपरमाणुक गैस (H_2) के रूप में उपस्थित है। शुद्ध हाइड्रोजन अणु पृथ्वी पर बहुत ही कम मिलते हैं ये अधिकतर यौगिक के रूप में पाए जाते हैं। हाइड्रोजन एक रंगहीन, गंधहीन, स्वादहीन गैस है तथा अत्यंत ज्वलनशील भी है। पिछली कक्षाओं में आपने समस्थानिकों के

बारे में पढ़ा था। हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं इन्हें क्रमशः प्रोटियम, ड्यूटीरियम या भारी हाइड्रोजन तथा ट्राइटियम कहते हैं। हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 और सापेक्षिक परमाणु भार भी एक है।

हेनरी केवेंडिश (Henry Cavendish)



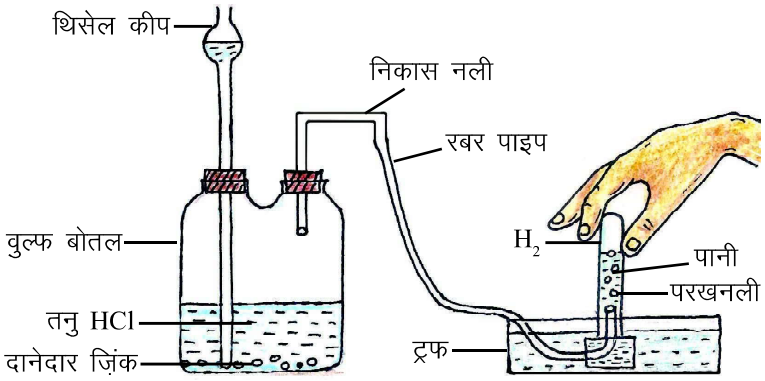
अंग्रेज भौतिकशास्त्री एवं रसायनज्ञ केवेंडिश (1731–1810) ने जिंक, टिन, आयरन पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से हाइड्रोजन प्राप्त की। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का परीक्षण किया तथा ज्ञात किया कि यह अत्यंत हल्की गैस है तथा ज्ञात तत्वों में इसका घनत्व सबसे कम होता है। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का अध्ययन करने के पश्चात इसका नाम ज्वलनशील गैस (flammable gas) रखा। साथ ही उन्होंने वायुमंडल की वायु के संघटन, विभिन्न गैसों के गुण, जल का संघटन ज्ञात किया तथा प्रयोग के आधार पर पृथ्वी के घनत्व का परिकलन किया। केवेंडिश अपने शोध कार्यों में परिशुद्धता तथा यथार्थता के लिए जाने जाते हैं।

11.5.1 हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of hydrogen)

1. प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस (H_2), दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा बनाई जाती है। अम्ल एवं क्षारक अध्याय में आपने हाइड्रोजन गैस बनाने की इस विधि के बारे में पढ़ा है। इस अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

क्रियाकलाप–2

- एक वुल्फ बोतल में थोड़ा सा दानेदार ज़िंक लीजिए।
- बोतल के एक मुँह पर थिसेल कीप और दूसरे पर मुड़ी हुई निकास नली लगाइए (चित्र–3)।
- निकास नली के दूसरे सिरे में रबर की नली लगाकर जल से भरे ट्रफ में रख दीजिए।
- गैस को इकट्ठा करने के लिए जल से भरे गैस जार या परखनली को उलटा कर ट्रफ में निकास नली के ऊपर रख दीजिए।



चित्र–3 : हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि

- थिसेल कीप द्वारा वुल्फ बोतल में इतना तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए कि थिसेल कीप का निचला सिरा अम्ल में डूब जाए। थोड़ी देर बाद ट्रफ में गैस के बुलबुले दिखाई देंगे।
- जल के विस्थापन द्वारा एकत्रित गैस हाइड्रोजन ही है, यह परीक्षण आप कैसे करेंगे?

2. दानेदार जिंक की क्षार के साथ अभिक्रिया से भी हाइड्रोजन गैस प्राप्त होती है।

$$Zn(s) + 2NaOH(aq) \longrightarrow \underset{\text{सोडियम जिंकेट}}{Na_2ZnO_2(aq)} + H_2\uparrow$$

सावधानियाँ : *हाइड्रोजन गैस को एकत्रित करते समय यदि उसमें हवा मिल जाए तो ज्वाला के सम्पर्क में आते ही मिश्रण में विस्फोट होता है। अतः गैस को सावधानीपूर्वक एकत्रित करें तथा परीक्षण के लिए जलती माचिस की तीली परखनली के अंदर न डालें बल्कि उसके मुँह के पास रखें।*

11.5.2 हाइड्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of hydrogen)

हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो K कोश में उपस्थित रहता है। हाइड्रोजन, समूह एक के तत्वों के समान एक इलेक्ट्रॉन खोकर H^+ आयन (हाइड्रोजन आयन) बना सकता है। हाइड्रोजन के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (हाइड्राइड आयन) बनाना भी संभव है इस प्रकार वह हैलोजन समूह के तत्वों से भी समानता रखता है। इसलिए आवर्त सारणी में हाइड्रोजन को समूह–1 और समूह–17 दोनों में रखा जा सकता है। चूंकि आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों को बढ़ती परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया गया है इसलिए हाइड्रोजन को समूह–1 के शीर्ष पर स्थान दिया गया है।

1. **धातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं की अपेक्षा हाइड्रोजन की विद्युत ऋणात्मकता अधिक है। धातुओं से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन संगत हाइड्राइड देता है।

$$2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$$
$$Mg + H_2 \longrightarrow MgH_2$$

2. **हैलोजन से अभिक्रिया–** हाइड्रोजन की हैलोजन से अभिक्रिया से हाइड्रोजन हैलाइड प्राप्त होते हैं।

$$H_2(g) + X_2(g) \longrightarrow 2HX(g) \qquad \text{यहाँ } X = F, Cl, Br, I$$

इस आधार पर नीचे दी गई अभिक्रियाओं को पूर्ण कर संतुलित समीकरण लिखिए–

$$H_2(\ \ ) + Br_2(\ \ ) \longrightarrow ?$$
$$H_2(\ \ ) + F_2(\ \ ) \longrightarrow ?$$

3. **अपचयन अभिक्रिया–** हाइड्रोजन गर्म धात्विक ऑक्साइड से अभिक्रिया कर उन्हें संगत धातु में अपचयित करती है।

$$CuO(s) + H_2(g) \xrightarrow{200°C} Cu(s) + H_2O(g)$$
$$Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \longrightarrow 3Fe(s) + 4H_2O(g)$$

हाइड्रोजन द्वारा धातु हैलाइड का अपचयन भी संभव है।

$$2AgCl + H_2 \longrightarrow 2Ag + 2HCl$$

11.5.3 हाइड्रोजन के उपयोग (Uses of hydrogen)

1. धातुकर्म में गर्म धातु ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित कर धातु प्राप्त की जाती है। टंग्स्टेन तथा मॉलिब्डेनम धातु प्राप्त करने में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
2. अमोनिया, हाइड्रोजन क्लोराइड इत्यादि के औद्योगिक उत्पादन में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
3. कार्बनिक रसायनों के उत्पादन में भी हाइड्रोजन आवश्यक है। बड़े पैमाने पर मेथैनॉल बनाने में हाइड्रोजन का उपयोग किया जाता है।
4. वनस्पति तेलों के हाइड्रोजनीकरण से वनस्पति वसा के निर्माण में– वनस्पति तेलों में उपस्थित कार्बनिक यौगिकों में कार्बन–कार्बन परमाणु के बीच द्विबंध पाए जाते हैं जो हाइड्रोजन से अभिक्रिया कर एकल बंध में बदल जाते हैं और वनस्पति वसा बनती है।
5. ईंधन सेल में हाइड्रोजन अणुओं के विघटन से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जाती है और फिर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के बीच अभिक्रिया से ऊष्मा उत्पन्न होती है। जीवाश्म ईंधन की अपेक्षा इनमें प्रदूषण कम होता है।

11.6 नाइट्रोजन (Nitrogen)

नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 है। सामान्य ताप एवं दाब पर नाइट्रोजन गैसीय अवस्था में पाई जाती है। आवर्त सारणी में यह समूह 15 का प्रथम तत्व है।

नाइट्रोजन, वायुमंडल में सबसे अधिक मात्रा में पायी जाने वाली गैस है। एक समय यह माना जाता था कि वायु एक तत्व है। ब्रिटिश रसायनज्ञ ब्लैक (1728–99) ने कुछ प्रयोगों के दौरान देखा कि एक बंद बीकर अथवा गिलास में मोमबत्ती जलाने पर वह कुछ देर बाद बुझ जाती है अर्थात् बीकर के अंदर की वायु अब मोमबत्ती के जलने में सहायता नहीं करती। उन्होंने बीकर से जब मोमबत्ती के जलने से उत्पन्न गैस को अलग किया तब देखा कि बीकर में अब भी ऐसी गैस बची थी जो जलने में सहायक नहीं थी। किंतु इन अवलोकनों की वे व्याख्या नहीं कर पाए। इस गैस के गुणों का अध्ययन उन्हीं के शिष्य डेनियल रदरफोर्ड (1749–1819) ने किया इसलिए नाइट्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया जाता है।

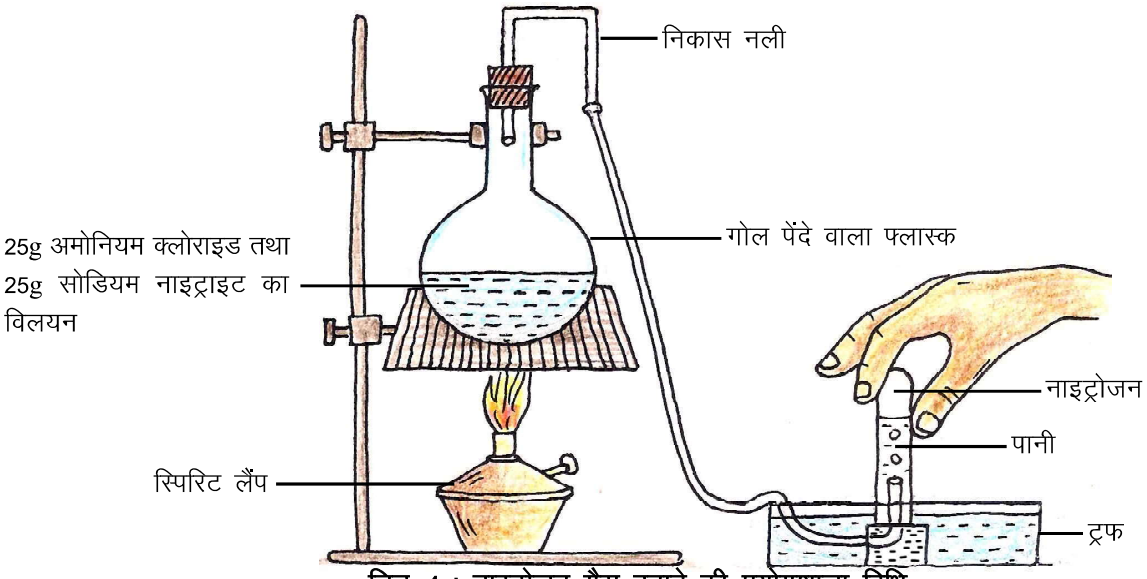
11.6.1 नाइट्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of nitrogen)

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन गैस अमोनियम क्लोराइड (नौसादर) और सोडियम नाइट्राइट के जलीय विलयन को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$NH_4Cl(aq) + NaNO_2(aq) \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} NaCl(aq) + 2H_2O(l) + N_2(g)$$

क्रियाकलाप–3

- एक गोल पेंदे वाले फ्लास्क (round bottom flask) में समान मात्रा में (लगभग 25 g) अमोनियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्राइट लीजिए।
- फ्लास्क में 100 mL जल डालिए और उसे हिलाइए, जिससे अमोनियम क्लोराइड और सोडियम नाइट्राइट उसमें घुल जाएं।



चित्र–4 : नाइट्रोजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

- निकासनली, ट्रफ, गैस जार अथवा परखनली लीजिए और चित्र–4 के अनुसार व्यवस्थित कीजिए।
- अब फ्लास्क को गरम कीजिए और जल के अधो–विस्थापन द्वारा नाइट्रोजन गैस को एकत्रित कीजिए।

11.6.2 नाइट्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of nitrogen)

हम जानते हैं कि दो नाइट्रोजन परमाणु आपस में त्रिबंध द्वारा जुड़कर N_2 अणु बनाते हैं। अतः नाइट्रोजन द्विपरमाणुक अणु है और इसी रूप में रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेती है।

1. **ऑक्सीजन से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन अत्यधिक उच्च ताप (2000 K) पर ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर नाइट्रिक ऑक्साइड बनाती है।

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{2000\ K} 2NO(g)$$

2. **धातुओं से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन उच्च ताप पर धातुओं से क्रिया कर धातु नाइट्राइड बनाती है।

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\text{ताप}} 2Li_3N$$

लिथियम नाइट्राइड

3. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** उच्च ताप (450 -500°C) एवं उच्च दाब (200 atm) पर Fe उत्प्रेरक तथा Mo उत्साहक की उपस्थिति में नाइट्रोजन और हाइड्रोजन आपस में क्रिया कर अमोनिया बनाती हैं। (उत्प्रेरक रासायनिक अभिक्रिया में भाग लिए बिना अभिक्रिया की दर में परिवर्तन करते हैं यहाँ उत्प्रेरक (Fe) रासायनिक अभिक्रिया की दर को बढ़ाता है तथा उत्साहक (Mo) उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को)। अमोनिया निर्माण की इस प्रक्रिया को हैबर प्रक्रम कहा जाता है।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{200\ atm}{\overset{450\text{-}500°C}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$$

11.6.3 नाइट्रोजन के उपयोग (Uses of nitrogen)

1. जीवों एवं वनस्पतियों में पाए जाने वाले प्रोटीन, नाइट्रोजन तथा कुछ अन्य तत्वों (C, H, O, S) के यौगिक हैं।
2. अमोनिया तथा नाइट्रिक अम्ल के औद्योगिक निर्माण में।
3. डिब्बा बंद भोज्य पदार्थों, चिप्स के पैकेट आदि में अक्रिय वातावरण बनाने में।
4. कृषि क्षेत्र में उपयोगी उर्वरकों जैसे–यूरिया आदि के निर्माण में।
5. द्रव नाइट्रोजन शीघ्रता से ऊष्मा अवशोषित करती है इसलिए ऊतक नमूने, रक्त नमूने इत्यादि को ठण्डा कर परिरक्षित करने में उपयोग किया जाता है।

11.7 ऑक्सीजन (Oxygen)

ऑक्सीजन आवर्त सारणी के वर्ग 16 का प्रथम तत्व है। ऑक्सीजन भूपर्पटी पर सर्वाधिक बहुलता (most abundant) में पाया जाने वाला तत्व है। वायुमंडल में भी नाइट्रोजन के बाद सबसे अधिक मात्रा में ऑक्सीजन गैस ही मिलती है।

ऑक्सीजन का परमाणु क्रमांक 8 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास–2, 6 है। इसके दो अपररूप, O_2 तथा O_3 (ओज़ोन) पाए जाते हैं। अधिकतर ऑक्सीजन द्विपरमाणुक अणु (O_2) के रूप में रहती है।

11.7.1 ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of oxygen)

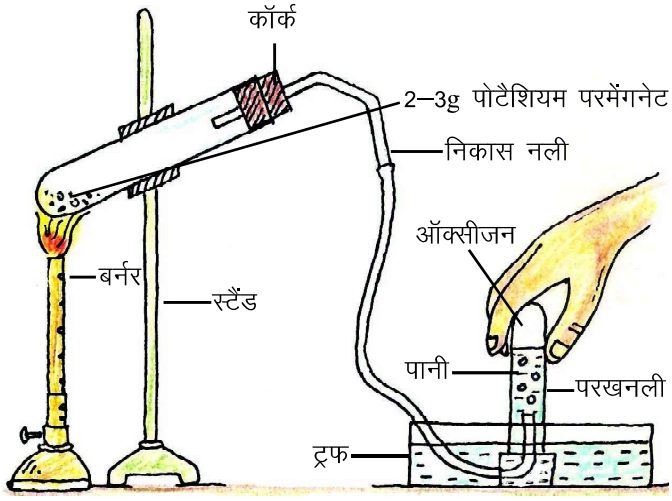
ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि में ऑक्सीजन गैस, पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$2KMnO_4 \xrightarrow{\triangle} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

पोटैशियम मेंगनेट

क्रियाकलाप–4

- एक काँच की क्वथननली में 2–3 g पोटैशियम परमेंगनेट लीजिए तथा चित्र–5 के अनुसार उपकरण को व्यवस्थित कीजिए।
- अब परखनली को गर्म कीजिए और निकलने वाली गैस को पानी से भरी उल्टी रखी परखनली या गैसजार में एकत्र कीजिए।
- जब परखनली गैस से पूरी भर जाए तो उसके मुँह पर अँगूठा रखकर सावधानीपूर्वक उसे पानी से निकालिए।
- आप कैसे परीक्षण करेंगे की एकत्रित गैस ऑक्सीजन है?



चित्र–5 : ऑक्सीजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

11.7.2 ऑक्सीजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of oxygen)

ऑक्सीजन गैस ज्वलनशील नहीं हैं परंतु जलने में सहायक है। फ्लुओरीन के बाद यह सबसे अधिक विद्युत ऋणी तत्व है।

1. **धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया कर ऑक्सीजन गैस ऑक्साइड बनाती है।

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO\uparrow$$

2. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन और हाइड्रोजन गैसों के मिश्रण में विद्युत–स्फुलिंग करने पर जल बनता है।

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{विद्युत स्फुलिंग}} 2H_2O$$

3. **यौगिकों से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन, अमोनिया से अभिक्रिया कर नाइट्रोजन तथा जल बनाती है।

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2\uparrow + 6H_2O$$

4. **हाइड्रोजन क्लोराइड गैस से अभिक्रिया–** कॉपर क्लोराइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऑक्सीजन गैस हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को ऑक्सीकृत कर क्लोरीन गैस बनाती है।

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक, } 400^\circ C} 2H_2O + 2Cl_2\uparrow$$

11.7.3 ऑक्सीजन के उपयोग (Uses of oxygen)

1. यह श्वसन तथा दहन क्रियाओं के लिए आवश्यक है, अभिक्रिया में बनी ऊर्जा का जैविक तथा दैनिक प्रक्रियाओं में उपयोग होता है।
2. जीवन के आधारभूत यौगिक, प्रोटीन, वसा और कार्बोहाइड्रेट भी ऑक्सीजन के यौगिक हैं।
3. कई रसायनों (नाइट्रिक अम्ल, सल्यूरिक अम्ल, ओज़ोन आदि) के औद्योगिक उत्पादन में ।
4. द्रव ऑक्सीजन रॉकेट ईंधन के अवयव के रूप में प्रयोग की जाती है।

5. ऑक्सी–हाइड्रोजन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) तथा ऑक्सी–ऐसीटिलीन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा ऐसीटिलीन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) धातुओं को जोड़ने व काटने या वेल्डिंग के काम आती है।

प्रश्न

1. कैल्सियम, लिथियम एवं ऐलुमिनियम की हाइड्रोजन से अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. डिब्बाबंद भोज्य पदार्थों में किस गैस का उपयोग किया जाता है और क्यों?
3. प्रयोगशाला में ऑक्सीजन को पानी से भरी उल्टी परखनली अथवा गैसजार में एकत्रित किया जाता है क्यों?

मुख्य शब्द (Keywords)

उपधातु, उत्प्रेरक, उत्साहक, हैलोजन, अपररूपता, विद्युत ऋणात्मकता, उत्कृष्ट गैस, ऑक्साइड, फ्लुओराइड, नाइट्राइड

हमने सीखा

- तत्वों को धातु, अधातुओं एवं उपधातुओं में बांटा जा सकता है।
- अधातुएँ ठोस, द्रव अथवा गैस तीनों अवस्थाओं में मिलती हैं।
- धातुओं की अपेक्षा अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता अधिक होती है।
- एक ही तत्व के ऐसे अलग–अलग रूप जिनके भौतिक गुण भिन्न–भिन्न होते हैं अपररूप कहलाते हैं। इस प्रकार किसी तत्व की एक ही अवस्था का एक से अधिक रूपों में पाया जाना अपररूपता कहलाता है।
- कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट को छोड़कर अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं।
- अधातुएँ ऑक्सीजन से क्रिया कर अधिकतर अम्लीय ऑक्साइड बनाती हैं।
- प्रकृति में हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन द्विपरमाणुक गैस के रूप में मिलती हैं।
- अधातुएँ तथा धातुएँ आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं।
- अधातुएँ आपस में अभिक्रिया कर सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं।
- हाइड्रोजन एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर H^+ आयन (प्रथम समूह के तत्वों के समान) तथा एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (सत्रहवें समूह के हैलोजन तत्वों के समान) बनाती है।
- हाइड्रोजन, धात्विक ऑक्साइडों को संगत धातु में अपचयित करती है।
- नाइट्रोजन और हाइड्रोजन 450–500°C एवं 200 वायुमण्डलीय दाब पर लोहा उत्प्रेरक तथा मॉलिब्डेनम उत्साहक की उपस्थिति में अमोनिया बनाती हैं।

अभ्यास

1.सही विकल्प चुनिए–

(i) निम्नलिखित ऑक्साइड में से किसका जलीय विलयन अम्लीय होगा?

(अ) Na_2O (ब) CO_2

(स) MgO (द) H_2O

(ii) निम्नलिखित में से कौन सा तत्व अपररूपता नहीं दिखाता–

(अ) सोडियम (ब) ऑक्सीजन

(स) सल्फर (द) फॉस्फोरस

(iii) निम्नलिखित में से उपधातु है–

(अ) ऑक्सीजन (ब) हीलियम

(स) मैग्नीशियम (द) आर्सेनिक

(iv) उत्कृष्ट गैसें अन्य तत्वों से क्रिया नहीं करतीं क्योंकि–

(अ) वे एक परमाण्विक गैसें हैं (ब) परमाणु का आकार छोटा होता है

(स) बाह्य कक्ष पूर्ण रूप से भरा रहता है (द) अधिक मात्रा में पाई जाती हैं

(v) पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर प्राप्त होने वाली गैस है–

(अ) नाइट्रोजन (ब) ऑक्सीजन

(स) हाइड्रोजन (द) हीलियम

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए –

(i) सबसे अधिक विद्युत ऋणात्मक तत्व ..... है। (क्लोरीन/फ्लुओरीन)

(ii) कार्बन ऑक्सीजन की अपेक्षा ..... विद्युत ऋणात्मक है। (कम/अधिक)

(iii) आवर्त सारणी में अधातुएँ ..... ओर पाई जाती हैं। (बायीं/दायीं)

(iv) दानेदार जिंक की तनु अम्ल अथवा क्षार से अभिक्रिया द्वारा ..... गैस प्राप्त होती है। (हाइड्रोजन/नाइट्रोजन)

3. अधातुओं एवं धातुओं के भौतिक गुणों की तुलना कीजिए।

4. दिए गए तत्वों के ऑक्साइड एवं क्लोराइड बनने की अभिक्रिया के संतुलित समीकरण दीजिए– हाइड्रोजन, फॉस्फोरस, सोडियम, मैग्नीशियम

5. नाइट्रोजन और हाइड्रोजन की आपस में अभिक्रिया का समीकरण तथा अभिक्रिया की परिस्थितियाँ लिखिए।

6. हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन को अक्रिय गैसें क्यों कहा जाता है?

7. हाइड्रोजन के निम्नलिखित औद्योगिक उपयोगों को समझाइए–

(क) जलने पर ताप उत्पन्न होना

(ख) उत्प्रेरक की उपस्थिति में वनस्पति तेलों से अभिक्रिया

8. पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर क्या होता है समीकरण सहित समझाइए।

9. दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा गैस A बनती है यह गैस ऑक्साइड B से अभिक्रिया कर उसे कॉपर धातु में अपचयित कर देती है। उपरोक्त अभिक्रियाओं के समीकरण तथा A व B के नाम लिखिए।

10. सेवती ने सल्फर चूर्ण को उद्दहन चम्मच में लेकर गर्म कर, बनी हुई गैस को परखनली में एकत्रित किया। परखनली में एकत्रित गैस के समीप गीला लाल तथा नीला लिटमस पेपर ले जाने पर उनके रंग में क्या परिवर्तन होगा और क्यों? समझाइए। उपरोक्त अभिक्रियाओं का रासायनिक समीकरण लिखिए।

11. निम्नलिखित क्रियाकलाप हाइड्रोजन के किन गुणों को दर्शाते हैं–

(i) हाइड्रोजन गैस से भरा गुब्बारा उड़ता है।

(ii) हाइड्रोजन से भरे गैसजार के मुँह के समीप जलती तीली ले जाने पर पॉप की आवाज होती है।

12. यौगिक X जिसका उपयोग पीने के लिए किया जाता है का pH 7 है। इसके अम्लीय विलयन के विद्युत अपघटन से गैस Y तथा Z उत्पन्न होती है। Y का आयतन Z की तुलना में दो गुना होता है। Y तीव्र ज्वलनशील होती है जबकि Z जलने में सहायक है। X, Y तथा Z को पहचानिए तथा उपरोक्त अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।