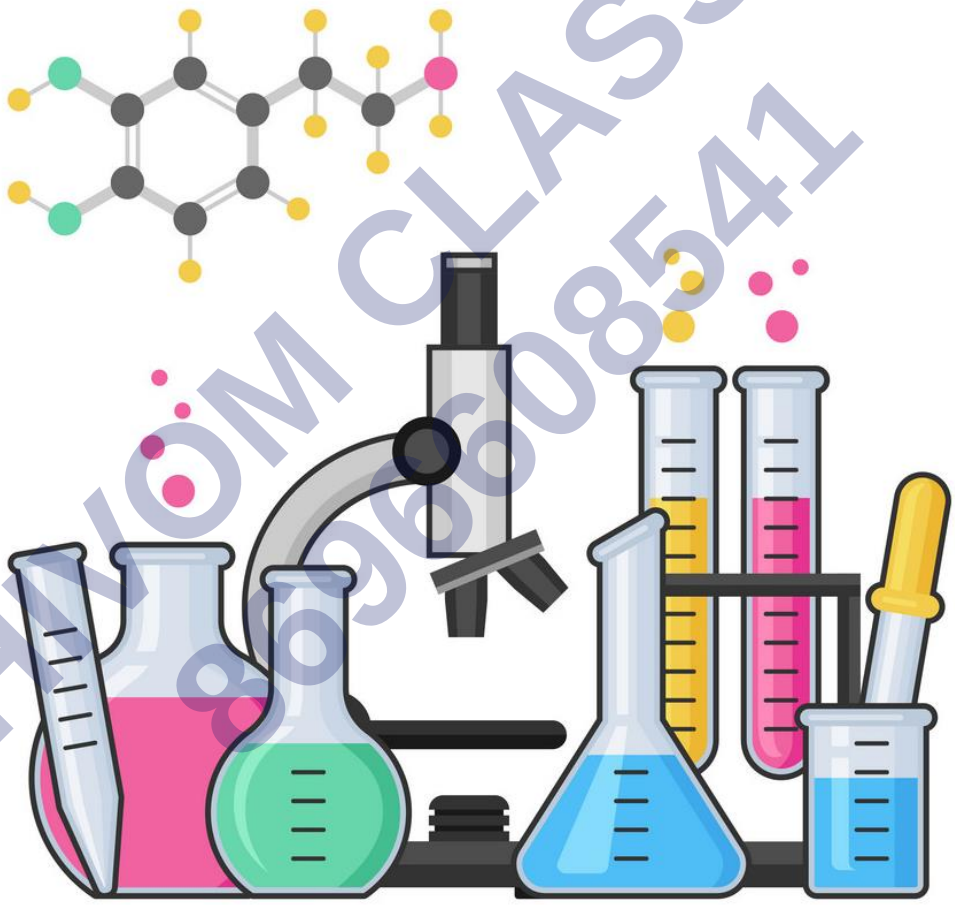
रसायन विज्ञान

अध्याय-9: हाइड्रोजन



SHIVOM CLASSES
8696608541

आवर्त सारणी में हाइड्रोजन का स्थान

हाइड्रोजन आवर्त सारणी का प्रथम तत्त्व है जिसका इलेक्ट्रोनिक विन्यास ns^1 है। यह विन्यास क्षार धातुओं (प्रथम वर्ग) के समान है।

अतः हाइड्रोजन में विद्युत धनीय गुण होता है तथा इसकी संयोजकता 1 है एवं ऑक्सीकरण अवस्था +1 है।

यह अपचायक भी है तथा अधातुओं से क्रिया करके ऑक्साइड, हैलाइड व सल्फाइड बनाता है, लेकिन इसकी आयनन एन्थैल्पी उच्च होती है अतः यह धातु गुण नहीं दर्शाता।

हाइड्रोजन को वर्ग संख्या 1 में -S- खण्ड के तत्त्वों के ऊपर रखा गया है , यद्यपि यह हैलोजनों (वर्ग संख्या 17) से भी अनेक समानताएँ दर्शाता है, क्योंकि इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 17 वें वर्ग से भी सम्बन्धित है जो संगत उत्कृष्ट गैस विन्यास से एक कम है तथा यह एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋणायन (-1) बनाता है।

यह हैलोजेन के समान द्विपरमाण्वीय अणु बनाता है तथा विभिन्न तत्त्वों से क्रिया करके हाइड्राइड एवं अनेक सहसंयोजी यौगिक बनाता है। हाइड्रोजन की क्रियाशीलता हैलोजनों से कम होती है। हाइड्रोजन के कुछ गुण कार्बन के भी समान होते हैं। अतः हाइड्रोजन के इस अद्वितीय व्यवहार के कारण इसे आवर्त सारणी में अलग से रखा गया है।

हाइड्रोजन आवर्त सारणी का पहला तत्व है। हाइड्रोजन को किसी भी विशिष्ट समूह में इसके इलेक्ट्रॉन लेने (जब H - बनता है) एवं इलेक्ट्रॉन खोने (जब H + बनता है) गुण के कारण नहीं रखा गया है।

1. हाइड्रोजन को समूह - 1 (क्षारीय धातु) में रखा गया है क्योंकि
   a) इसमें, इसके $1s^1$ कक्षक (बाह्य) में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो अन्य क्षार धातुओं के समान है जिनमें (अक्रिय गैस) ns^1 विन्यास होता है।
   b) Li^+, Na^+ ... के समान यह भी एक संयोजी H^+ आयन बनाता है।
   c) इसकी संयोजकता भी एक होती है।
   d) Li_2O, Na_2O के समान इसका ऑक्साइड भी (H_2O) स्थायी है।
   e) Na, Li ... के समान यह भी एक अच्छा अपचायक है (परमाणु एवं अणु अवस्था में)
2. हाइड्रोजन हैलोजन (समूह VII A) से भी इस तरह समानता दर्शाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a) F_2, Cl_2 ... के समान यह भी द्विपरमाणुक (H_2) है।

b) F^-, Cl^- .. के समान यह भी एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर ऋणायन H^- बनाता है।

c) हैलोजन CCl_4, SF_2 Cl_2 आदि के समान H का भी CH_4, C_2H_6 की तरह स्थायी अक्रिय गैस (He) अभिविन्यास है

d) F, Cl , ... के समान H में भी द्विलक (स्थायी अभिविन्यास) का एक इलेक्ट्रॉन कम होता है। F, Cl, में भी अष्टक की अपेक्षा एक इलेक्ट्रॉन कम होता है, F – $2s^2 2p^5$; Cl- $3s^2 3p^5$

e) हैलोजन के समान H (1312 kJ mol^{-1}) की भी आयनन ऊर्जा समान कोटि की होती है।

3. H की आयनन ऊर्जा क्षारीय धातुओं की अपेक्षा अति उच्च होती है। H^+ का आकार भी क्षारीय धातु आयन की अपेक्षा अत्यन्त कम है। H अपनी इलेक्ट्रॉन बन्धुता (72.8kJ mol^{-1}) के कम मान के कारण केवल प्रबल धन विद्युती धातु के साथ स्थायी हाइड्राइड बनाता है।
4. हाइड्रोजन के असामान्य व्यवहार की दृष्टि से, इसका आ सारणी में किसी निश्चित स्थान का निर्धारण अत्यन्त मुश्किल है इसलिये इसको व्यवहारिक रूप से समूह । में (क्षारीय धातुओं के साथ) रखते हैं एवं समूह VII (हैलोजन के साथ) में भी रखते हैं।

हाइड्रोजन का आवर्त सारणी में विशिष्ट स्थान

हाइड्रोजन की हैलोजनों, क्षार धातुओं तथा कार्बन से समानता के कारण इसको आवर्त सारणी में एक निश्चित स्थान देना बहुत मुश्किल है। आवर्ती वर्गीकरण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर आधारित है अतः इसे प्रथम वर्ग में रखना अधिक उचित प्रतीत होता है फिर भी इसके अद्वितीय व्यवहार के कारण इसे आवर्त सारणी में अलग से रखा गया है।

डाइहाइड्रोजन प्राप्ति

डाइहाइड्रोजन ब्रह्माण्ड में अधिकतम पाया जाने वाला तत्त्व (ब्रह्माण्ड के सम्पूर्ण द्रव्यमान का 70 प्रतिशत) है तथा यह सौरमण्डल का प्रमुख तत्त्व है।

विभिन्न ग्रहों, जैसे-बृहस्पति तथा शनि में अधिकांश हाइड्रोजन ही होती है, लेकिन यह हल्की होने के कारण पृथ्वी के वायुमण्डल में कम मात्रा (द्रव्यमान का लगभग 0.15 प्रतिशत) में पायी जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

संयुक्त अवस्था में या भू - पर्पटी तथा महासागरों के 15.4 प्रतिशत भाग का निर्माण करती है। संयुक्त अवस्था में जल के अतिरिक्त यह पौधों, जन्तु-ऊतकों, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, हाइड्राइड, हाइड्रोकार्बन तथा अन्य कई यौगिकों में पायी जाती है।

पृथ्वी पर उत्पन्न ज्वालामुखी तथा पेट्रोलियम गैसों में भी हाइड्रोजन गैस पायी जाती है, लेकिन हाइड्रोजन मुक्त अवस्था में नहीं पायी जाती है।

हाइड्रोजन के समस्थानिक

हाइड्रोजन एक ही तत्त्व के भिन्न-भिन्न परमाणु जिनकी द्रव्यमान संख्या भिन्न-भिन्न होती है उन्हें समस्थानिक कहते हैं। इनमें न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न होती है।

हाइड्रोजन के अभी तक तीन समस्थानिक ज्ञात हैं–

- सामान्य हाइड्रोजन (प्रोटियम) $_1H^1$ परमाणु भार 1.0078
- ड्यूटिरियम (भारी हाइड्रोजन) $_1H^2$ अथवा D (परमाणु भार 2.014)
- ट्राइटियम (अति भारी हाइड्रोजन) $_1H^3$ अथवा T (परमाणु भार 3.016) इनके द्रव्यमान का अनुपात 1.0078 : 2.014 : 3.016 होता है

हाइड्रोजन, ड्यूटिरियम तथा ट्राइटियम में न्यूट्रॉनों की संख्या क्रमश : 0, 1 व 2 होती है।

डाइहाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधियाँ

प्रयोगशाला में डाइहाइड्रोजन या हाइड्रोजन निम्नलिखित विधियों द्वारा बनायी जाती है–

1. सामान्यतः हाइड्रोजन को दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल या तनु H_2SO_4 से अभिक्रिया द्वारा बनाया जाता है।

   $Zn\ (s) + 2H^+\ (aq) \rightarrow Zn^{2+}\ (aq) + H_2\ (g)$

   $Zn\ (s) + 2HCl\ (aq) \rightarrow ZnCl_2\ (aq) + H_2\ (g)$

   इस विधि में Zn के स्थान पर Mg या Fe भी लिया जा सकता है।
2. हाइड्रोजन को जिंक धातु की जलीय क्षार के साथ अभिक्रिया से भी बनाया जाता है।

   $Zn\ (s) + 2NaOH\ (aq) \rightarrow Na_2ZnO_2\ (aq) + H_2\ (g)$

   सोडियम जिंकेट इस विधि में Zn के स्थान पर Al लेकर भी H, गैस प्राप्त की जा सकती है

   $2Al + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

3. धातुओं की जल से क्रिया द्वारा - सक्रिय धातु जैसे सोडियम, कैल्सियम इत्यादि ठण्डे जल से क्रिया करके संगत हाइड्रॉक्साइड तथा H_2 गैस बनाते हैं।

   $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

   $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

   मैग्नीशियम तथा ऐलुमिनियम जैसी धातुएँ गर्म जल से क्रिया करके H_2 गैस देती हैं।

   $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$

4. धातु हाइड्राइडों की जल से क्रिया द्वारा-क्षार तथा क्षारीय मृदा धातुओं के हाइड्राइड जल से क्रिया करके H_2 गैस बनाते हैं।

   $NaH + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$

   $CaH_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)2 + H_2$

डाइहाइड्रोजन का व्यापारिक उत्पादन

हाइड्रोजन के व्यापारिक उत्पादन के लिए निम्नलिखित विधियाँ प्रयुक्त होती हैं-

1. **जल के विद्युत अपघटन द्वारा :-** प्लैटिनम इलेक्ट्रॉड को प्रयुक्त करके अम्लीय या क्षारीय जल के विद्युत अपघटन से हाइड्रोजन गैस प्राप्त होती है।

   $2H_2O \rightarrow$ विद्युत अपघटन अम्ल / क्षार $\rightarrow 2H_2 (g) + O_2 (g)$

   अम्लीय माध्यम के लिए जल में कुछ बूँदें H_2SO_4 की डाली जाती हैं। विद्युत प्रवाहित करने पर कैथोड तथा एनोड पर होने वाली अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं—

   $2H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + 2OH^-$

   कैथोड (ऋणाग्र) पर $2H+ + 2e- \rightarrow H_2$

   एनोड (धनाग्र) पर $2OH^- \rightarrow H_2O + ½0_2 + 2e-$

   निकल इलेक्ट्रोडों के बीच रखे हुए बेरियम हाइड्रॉक्साइड [$Ba(OH)_2$] के जलीय विलयन का गरम अवस्था में विद्युत अपघट करने पर अति शुद्ध (> 99.95 %) हाइड्रोजन प्राप्त होती है। औद्योगिक स्तर पर H_2 गैस बनाने की यह एक मुख्य विधि है।

2. **लेन प्रक्रम द्वारा** :- रक्त तप्त आयरन पर अतितप्त . जलवाष्प गुजारने पर हाइड्रोजन गैस प्राप्त होती है। $3Fe + 4H_2O \rightleftharpoons^{1173K} Fe_3O_4 + 4H_2$

   जलवाष्प अभिक्रिया से प्राप्त आयरन ऑक्साइड (Fe_3O_4) पर भाप अंगार गैस ($CO + H_2$)

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रवाहित करने से यह पुनः आयरन में परिवर्तित हो जाता है।

$Fe_3O_4 + 2\ (CO + H_2) \rightarrow 3Fe + 2CO_2 + 2H_2O$

डाइहाइड्रोजन के गुण

भौतिक गुण

1. हाइड्रोजन ज्ञात तत्त्वों में सबसे हल्की गैस है तथा यह वायु से हल्की होती है। इसका घनत्व वायु की अपेक्षा 0.0695 : 1 होता है।
2. यह रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन गैस है।
3. यह जल में लगभग अविलेय है।
4. हाइड्रोजन गैस ज्वलनशील होती है लेकिन जलने में सहायक नहीं है।
5. हाइड्रोजन का क्वथनांक 20.39K तथा गलनांक 13.96K होता है।
6. Pt तथा Pd धातुओं द्वारा H, गैस का अधिशोषण हो जाता है , इसे हाइड्रोजन का अधिधारण कहा जाता है।

रासायनिक गुण

H – H बन्ध वियोजन एन्थैल्पी का मान किसी तत्त्व के दो परमाणुओं के बीच एकल बन्ध के लिए अधिकतम होता है अतः H_2 स्थायी होती है। इसी कारण कक्ष ताप पर यह निष्क्रिय होती है। हाइड्रोजन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ($1s^1$) में अपूर्ण कक्षक होता है अतः यह लगभग सभी तत्त्वों के साथ संयोग करती है। अभिक्रियाओं के दौरान हाइड्रोजन

a. एक इलेक्ट्रॉन देकर H^+ बनाती है।
b. एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके H^- बनाती है तथा
c. इलेक्ट्रॉन युग्म के साझे से एकल सहसंयोजी बन्ध बनाती हाइड्रोजन के रासायनिक गुण निम्नलिखित हैं

हाइड्राइड

हाइड्रोजन की अन्य तत्वों (उत्कृष्ट गैसों के अतिरिक्त) के साथ क्रिया से बने द्विअंगी यौगिकों को हाइड्राइड कहते हैं। जैसे MgH2, B2H6 इत्यादि।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

IUPAC के अनुसार वे तत्त्व जिनकी विद्युत ऋणता हाइड्रोजन से कम होती हैं हाइड्रोजन के साथ मिलकर हाइड्राइड बनाते हैं जैसे– NaH, CaH, इत्यादि

परन्तु हाइड्रोजन के वे द्विअंगी यौगिक जिनमें हाइड्रोजन की विद्युत ऋणता दूसरे तत्त्व से कम होती है वे वास्तव में हाइड्राइड नहीं होते हैं लेकिन इन्हें भी हाइड्राइडों की श्रेणी में ही लिया जाता है तथा इन्हें हाइड्रोजन आइड कहा जाता है जैसे HCl (हाइड्रोजन क्लोराइड)।

हाइड्राइडों का वर्गीकरण

हाइड्राइडों उपस्थित बन्ध की प्रकृति के आधार पर इन्हें मुख्यतः तीन भागों में वर्गीकृत किया जाता है–

1. आयनिक या लवणीय या लवण - समान हाइड्राइड
2. सहसंयोजक या आण्विक हाइड्राइड
3. धात्विक या अरससमीकरणमितीय हाइड्राइड या अन्तराकाशी हाइड्राइड

आयनिक या लवणीय हाइड्राइड

अधिक विद्युतधनी प्रकृति के तत्त्व (क्षार धातु, क्षारीय मृदा धातु तथा La) हाइड्रोजन के साथ मिलकर रससमीकरणमितीय हाइड्राइड बनाते हैं, इन्हें लवणीय हाइड्राइड कहते हैं।

इस प्रकार के हाइड्राइडों में मुख्यतः आयनिक गुण होता है अतः इन्हें आयनिक हाइड्राइड भी कहा जाता है।

सामान्यतः धातु तथा हाइड्रोजन की सीधे अभिक्रिया द्वारा आयनिक हाइड्राइड बनते हैं।

जैसे –

$2Na + H_2 \rightarrow 650K \rightarrow 2NaH$

$Ca + H_2 \rightarrow 423K \rightarrow CaH_2$

सहसंयोजक या आण्विक हाइड्राइड

अधिकतर p-ब्लॉक के तत्त्व हाइड्रोजन के साथ इलेक्ट्रॉनों का साझा करके सहसंयोजक हाइड्राइड बनाते हैं तथा ये अणु के रूप में पाए जाते हैं अतः इन्हें आण्विक हाइड्राइड भी कहा जाता है।

उदाहरण CH4, NH3, H2O तथा HF इत्यादि।

धात्विक या अरससमीकरणमितीय या अन्तराकाशी हाइड्राइड

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अन्तराकाशी हाइड्राइड सामान्यत : d तथा f-ब्लॉक के तत्वों (7 से 9 वर्ग के अलावा) द्वारा बनाए जाते हैं लेकिन छठे वर्ग में केवल Cr ही इस प्रकार के बनाता है।

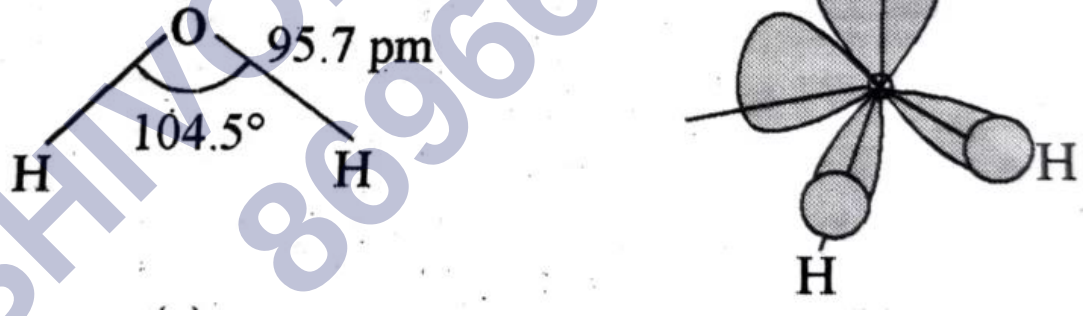
अन्तराकाशी हाइड्राइडों को उच्च ताप पर धातु द्वारा सीधे ही हाइड्रोजन के अवशोषण से या धातु ऑक्साइडों के विद्युत अपचयन द्वारा बनाया जा सकता है। हाइड्रोजन की कमी के कारण ये हाइड्राइड हमेशा अरससमीकरणमितीय होते हैं अर्थात् ये स्थिर संगठन के नियम का पालन नहीं करते हैं तथा इनका संगठन परिवर्तनशील होता है।

उदाहरण- $LaH_{2.87}$, $TiH_{1.5\text{-}1.8}$, $ZrH_{1.3\text{-}1.75}$, $VH_{0.56}$ इत्यादि

जल की संरचना

जल के अणु (H_2O) में ऑक्सीजन पर sp^3 संकरण होता है तथा इसमें ऑक्सीजन पर दो एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म उपस्थित होने के कारण गैस अवस्था में इसकी आकृति V- जैसी, कोणीय या बंकित (bent) होती है।

1.p - 1.p प्रतिकर्षण के कारण बन्ध कोण का मान 104.5° हो जाता है तथा इसमें O - H बन्ध लम्बाई 95.7pm होती है।



जल के भौतिक गुण

1. जल एक रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन द्रव है।
2. जल की विशिष्ट ऊष्मा , तापीय चालकता, पृष्ठ तनाव, द्विध्रुव आघूर्ण तथा परावैद्युतांक (78.39) के मान भी उच्च होते हैं जो कि अन्य द्रवों की तुलना में अधिक हैं। इन्हीं विशिष्ट गुणों के कारण जीवमण्डल में जल की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है।
3. जल का हिमांक (273K), क्वथनांक (373K), वाष्पन ऊष्मा तथा संलयन ऊष्मा उच्च होती है। इन सबका कारण जल के अणुओं के मध्य अन्तराअणुक हाइड्रोजन बंध है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

4. 298K ताप पर जल का घनत्व 1.00g / cm^3 होता है, लेकिन इसका अधिकतम घनत्व 277K ताप पर होता है। जल उदासीन होता है।
5. जल की विशिष्ट चालकता बहुत कम होती है क्योंकि इसका आयनन कम होता है।
6. जल की उच्च वाष्पन ऊष्मा तथा उच्च ऊष्माधारिता ही जीवों के शरीर तथा जलवायु के ताप को सामान्य बनाए रखने के लिए उत्तरदायी है।
7. वनस्पतियों तथा प्राणियों के उपापचय में अणुओं के अभिगमन के लिए जल एक विलायक के रूप में कार्य करता है।
8. जल, ध्रुवीय सहसंयोजक यौगिकों के साथ हाइड्रोजन बंध बनाता है अतः ये यौगिक जल में विलेय होते हैं जैसे, ऐल्कोहॉल, ग्लिसरॉल तथा कार्बोहाइड्रेट (ग्लूकोस, शर्करा) इत्यादि।

जल के रासायनिक गुण

1. **उभयधर्मी प्रकृति :-** जल का स्वतः आयनन (स्वतः प्रोटोनीअपघटन) निम्न प्रकार होता है–

   H_2O (l) अम्ल- 1 + H_2O (l) क्षार -2 ⇌ H_3O^+ (aq) अम्ल -2 + OH^- (aq) क्षार -1

   अतः ब्रेन्स्टेड लॉरी के अनुसार यह प्रोटॉन दे भी सकता है तथा प्रोटॉन ग्रहण भी कर सकता है इसलिए यह उभयधर्मी होता है। क्षारों के साथ यह म्ल की तरह तथा अम्लों के साथ यह क्षार की भाँति कार्य करता है।
2. जल अपघटन :- जल में बहुत से आयनिक यौगिक विलेय होते हैं क्योंकि इसका परावैद्युतांक का मान उच्च होता है अतः इसमें जलयोजन की प्रवृत्ति होती है। लेकिन बहुत से यौगिक जल से क्रिया करके विभिन्न उत्पाद बनाते हैं, इसे जल अपघटन कहते हैं। जल अपघटन में जल द्वारा यौगिक का विघटन होकर नए यौगिक बनते हैं।

   उदाहरण

   P_4O_{10} (s) + $6H_2O$ (l) → $4H_3PO_4$ (aq)

   $SiCl_4$ (l) + $2H_2O$ (l) → SiO_2 (s) + 4HCl (aq)

कठोर एवं मृदु जल

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

सामान्यतः वर्षा का जल लगभग शुद्ध होता है। यह जल जब पृथ्वी की सतह पर बहता है तो इसमें बहुत से लवण घुल जाते हैं इससे जल कठोर हो जाता है। जल की कठोरता जल में विलेय कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के कार्बोनेट , क्लोराइड तथा सल्फेट के कारण होती है।

अतः जल दो प्रकार का होता है – मृदु जल तथा कठोर जल।

मृदु जल :- मृदु जल वह होता है जिसमें विलेयशील कैल्सियम तथा मैग्नीशियम लवण नहीं होते हैं तथा यह साबुन के साथ आसानी से झाग दे देता है।

कठोर जल :- वह जल जिसमें विलेयशील कैल्सियम तथा मैग्नीशियम लवण, कार्बोनेट क्लोराइड तथा सल्फेट के रूप में उपस्थित होते हैं, उसे कठोर जल कहते हैं। यह साबुन के साथ आसानी से झाग नहीं देता है।

जल की कठोरता दो प्रकार की होती है–

a) अस्थायी कठोरता

b) स्थायी कठोरता

अस्थायी कठोरता

अस्थायी कठोरता जल में कैल्सियम एवं मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट (हाइड्रोजन कार्बोनेट) की उपस्थिति के कारण होती है। इसे अस्थायी कठोरता इसलिए कहा जाता है क्योंकि इसे जल को गरम करने, उबालने अथवा आसवन द्वारा दूर किया सकता है।

सामान्यतया जल की अस्थायी कठोरता को 1.उबालकर तथा 2.क्लार्क विधि द्वारा दूर करते हैं।

स्थायी कठोरता

जल की स्थायी कठोरता का कारण उसमें विलेय कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के क्लोराइड तथा सल्फेट के कारण होती है। यह कठोरता जल को उबालकर दूर नहीं की जा सकती है।

स्थायी कठोरता की पहचान यह है कि इस जल में साबुन झाग नहीं देता है न ही इसमें फसल अच्छी होती है और न ही यह पाचन क्रिया में लाभकारी है। निम्नलिखित विधियों द्वारा जल की स्थायी कठोरता को दूर किया जा सकता है

1. धावन सोडा (सोडियम कार्बोनेट) द्वारा
2. परम्युटिट विधि या आयन विनिमय विधि द्वारा
3. केलगॉन विधि द्वारा

SHIVOM CLASSES 8696608541

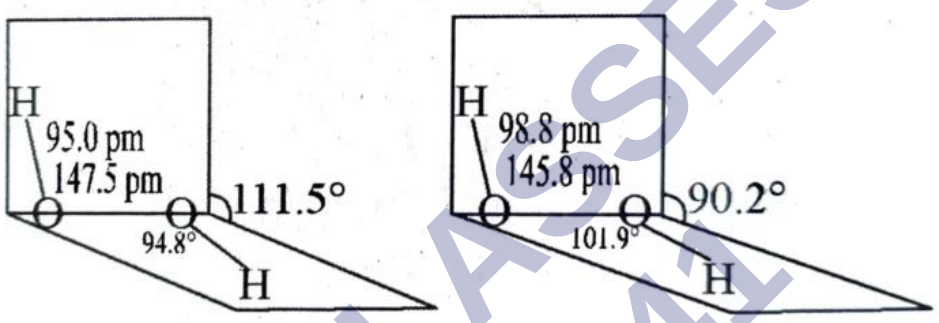
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

4. आयन विनिमयक संश्लेषित रेजिन्स द्वारा

H_2O_2 की संरचना

H_2O_2 की संरचना खुली किताब की तरह तथा असमतलीय होती है जिसमें द्वितल या द्विफलकीय कोण 111.5° होता है। लेकिन इसकी ठोस अवस्था में बन्ध कोण 90.2° होता है।

H_2O_2 में ऑक्सीजन पर sp3 संकरण होता है तथा इसमें दो - OH बन्ध भिन्न तल में उपस्थित होते हैं।



(a) गैसीय प्रावस्था में (b) ठोस प्रावस्था में

हाइड्रोजन परॉक्साइड बनाने की विधियाँ

हाइड्रोजन परॉक्साइड को निम्नलिखित विधियों द्वारा बनाया जाता हैं।

1. **बेरियम परॉक्साइड पर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की क्रिया द्वारा :-** बर्फ से ठण्डे किये गये क्रिस्टलीय या हाइड्रेटेड बेरियम परॉक्साइड ($BaO_2.8H_2O$) के तनु विलयन में ठण्डा तनु H_2SO_4 विलयन मिलाने पर हाइड्रोजन परॉक्साइड तथा बेरियम सल्फेट का अवक्षेप प्राप्त होता है।

   इसमें उपस्थित जल के आधिक्य को कम दाब पर वाष्पित करके पृथक् किया जाता है।

   $BaO_2.8H_2O\ (s) + H_2SO_4\ (aq\ ) \rightarrow H_2O_2\ (aq) + BaSO_4\ (s) + 8H_2O$

   अवक्षेपित बेरियम सल्फेट को ($BaSO_4$) छानकर, पृथक् कर लेते हैं और छनित (विलयन) के रूप में तनु H_2O_2 प्राप्त हो जाता है।

2. **मर्क विधि द्वारा :-** बेरियम परॉक्साइड को बर्फ के जल से ठण्डा करके विलयन में कार्बन डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित करते हैं, तो हाइड्रोजन परॉक्साइड बनती है और साथ ही बेरियम कार्बोनेट का अवक्षेप बनता है।

   $BaO_2 + H_2O + CO_2 \rightarrow BaCO_3$ (अवक्षेप) $+ H_2O_2$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अविलेय बेरियम कार्बोनेट को छानकर पृथक् कर लिया जाता है। तथा छनित (Filtrate) के रूप में H_2O_2 का विलयन प्राप्त कर लिया जाता है।

3. **औद्योगिक उत्पादन :-** हाइड्रोजन परॉक्साइड का औद्योगिक उत्पादन 2 - ऐल्किलऐन्थ्राक्विनॉल के स्वतः ऑक्सीकरण द्वारा किया जाता है।

2 एथिलऐन्थ्राक्विनॉल $\rightleftharpoons O_2$ (वायु) | $H_2/Pd \rightleftharpoons H_2O_2$ + 2 एथिलऐन्थ्रेक्विनॉन

हाइड्रोजन परॉक्साइ के भौतिक गुण

1. शुद्ध अवस्था में हाइड्रोजन परॉक्साइड लगभग रंगहीन (अतिहल्का नीला) द्रव होता है।
2. H_2O_2 का गलनांक 272.4K तथा क्वथनांक 423K होता है।
3. 298K पर इसका घनत्व 1.44 gm^{-3} होता है जो कि जल के घनत्व से अधिक है तथा 290K पर इसकी श्यानता 1.25 सेन्टी पॉयज होती है।
4. H_2O_2 जल के साथ प्रत्येक अनुपात में मिश्रणीय होता है। तथा यह $H_2O_2.H_2O$ (हाइड्रेट) बना लेता है जिसका क्वथनांक 221K होता है।
5. H_2O_2 के परावैद्युतांक का मान 298K पर 70.7 $C^2/N.m^2$ होता है।

H_2O_2 के रासायनिक गुण

H_2O_2 के रासायनिक गुण निम्नलिखित हैं

1. **अपघटन :-** शुद्ध हाइड्रोजन परॉक्साइड अस्थायी होता है अतः यह धीरे-धीरे अपघटित होकर जल तथा ऑक्सीजन देता है। यह प्रक्रम ऊष्माक्षेपी होता है।

$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$

2. **ऑक्सीकारक गुण**

अम्लीय माध्यम में :- हाइड्रोजन परॉक्साइड फैरस, आयन Fe^{2+}) को फैरिक ऑयन (Fe^{3+}) में लैड सल्फाइड (PbS) को लैड सल्फेट ($PbSO_4$) में ,I^- को I_2 में तथा फेरोसायनाइड आयन को फेरीसायनाइड आयन में ऑक्सीकृत कर देता है।

क्षारीय माध्यम में :- H_2O_2 , Fe^{2+} को Fe^{3+} में तथा Mn^{2+} को Mn^{4+} में ऑक्सीकृत करता है।

3. **अपचायक गुण**

अम्लीय माध्यम में – H_2O_2 , MnO_4 को Mn^{2+} तथा HOCl को Cl^- एवं O_2 में अपचयित कर देता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

क्षारीय माध्यम में – H_2O_2 , I_2 को I^- में तथा MnO_4^- को MnO_2 में अपचयित कर देता है

हाइड्रोजन परॉक्साइड (H_2O_2) के उपयोग

1. दैनिक जीवन में H_2O_2 का उपयोग मंद कीटनाशी तथा बालों के विरंजन में किया जाता है।
2. पूतिरोधी (Antiseptic) के रूप में यह बाजार में 'परहाइड्रॉल' (Perhydrol) नाम से प्रयुक्त होता है।
3. इसका उपयोग सोडियम परबोरेट तथा सोडियम परकार्बोनेट के निर्माण में किया जाता है, ये यौगिक उच्च कोटि के अपमार्जकों में प्रयोग किए जाते हैं।
4. उद्योगों में H_2O_2 का उपयोग वस्त्रों, कागज की लुगदी, चमड़ा, तेल, वसा आदि के लिए विरंजन कारक के रूप में किया जाता है।
5. H_2O_2 का उपयोग हाइड्रोक्यूनोन, टार्टरिक अम्ल, खाद्य उत्पादों तथा औषधियों (सिफैलोस्पोरिन) के संश्लेषण में भी किया जाता है।
6. इसे दूध, शराब इत्यादि के परिरक्षण में प्रयुक्त किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 294-296)

प्रश्न 1 हाइड्रोजन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर आवर्त सारणी में इसकी स्थिति को युक्तिसंगत ठहराइए।

उत्तर- हाइड्रोजन एक विशिष्ट तत्व है, जो आवर्त सारणी के वर्ग 1 की क्षार धातुओं तथा वर्ग 17 के हैलोजेन गैसों के गुण प्रदर्शित करता है। इस दोहरे गुण के कारण हाइड्रोजन की आवर्त सारणी में स्थिति विवादास्पद बनी हुई है।

हाइड्रोजन के दोहरे व्यवहार का कारण इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है। हाइड्रोजन s ब्लॉक की प्रथम तत्व है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 1s' है अर्थात् हाइड्रोजन परमाणु के बाहरी कोश, जो पहला कोश भी है, में केवल एक इलेक्ट्रॉन है। हाइड्रोजन एक इलेक्ट्रॉन त्यागकर H^+ आयन या धनायन अर्थात् प्रोटॉन दे सकता है और एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके H^- आयन या ऋणायन बना सकता है।

$$H \longrightarrow \underset{\text{(धनायन)}}{H^+} + e^-, \quad H + e^- \longrightarrow \underset{\text{(ऋणायन)}}{H^-}$$

में उपर्युक्त तथ्य से आवर्त सारणी में इसकी स्थिति निम्नलिखित बिन्दुओं से समझी जा सकती है-

हाइड्रोजन की क्षार धातुओं (वर्ग 1 के तत्वों से समानता)

i. **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic configuration)–** इलेक्ट्रॉनिक विन्यास समान है और इनके अन्तिम कोश में एक इलेक्ट्रॉन s^{-1} है।

$_1H = 1s^1$ $_{11}Na = 1s^2, 2s^2\ 2p^6, 3s^1$

ii. **विद्युत-धनात्मक गुण (Electropositive character)–** एक इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन देते हैं। इस व्यवहार को इस तथ्य से प्रबल समर्थन मिलता है कि जब अम्लीकृत जल को विद्युत-अपघटन किया जाता है तो कैथोड पर हाइड्रोजन मुक्त होती है। इसी

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रकार गलित सोडियम क्लोराइड के विद्युत अपघटन पर कैथोड पर सोडियम, (क्षार धातु) मुक्त होती है।

iii. **ऑक्सीकरण अवस्था (Oxidation state)-** हाइड्रोजन तथा क्षार धातु अपने यौगिकों में +1 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते हैं। उदाहरणार्थ- HCl, NaCl आदि।

iv. **रासायनिक बन्धुता (Chemical affinity)-** हाइड्रोजन तथा क्षार धातुएँ विद्युत धनात्मक प्रकृति के होते हैं। अतः इनमें विद्युत-ऋणी तत्वों के प्रति बन्धुता पाई जाती है अर्थात् ये तीव्रता से इनके साथ संयोग करते हैं।

उदाहरणार्थ-

सोडियम के यौगिक – Na_2P, NaCl, Na_2S

हाइड्रोजन के यौगिक – H_2O_2 HCl, H_2S

क्षार धातुओं से असमानता (Dis-similarities with Alkali Metals)

हाइड्रोजन क्षार धातुओं से भिन्नता भी दर्शाता है। इनका वर्णन निम्नवत है-

i. क्षार धातुएँ प्रारूपिक धातुएँ (typical metals) होती हैं, जबकि हाइड्रोजन एक अधातु है।

ii. हाइड्रोजन द्विपरमाणुक (diatomic) होती है, जबकि क्षार धातुएँ एकपरमाणुक होती हैं।

iii. क्षार धातुओं की आयनन ऊर्जा (सोडियम की आयनन ऊर्जा = 496 kJ mol^{-1}) हाइड्रोजन (1312 kJ mol^{-1}) की तुलना में बहुत कम होती है।

iv. हाइड्रोजन के यौगिक सामान्यतः सहसंयोजक होते हैं (जैसे-HCl, H^2O आदि), जबकि क्षार धातुओं के यौगिक सामान्यत: आयनिक होते हैं (जैसे-NaCl, KF आदि)

प्रश्न 2 हाइड्रोजन के समस्थानिकों के नाम लिखिए तथा बताइए कि इन समस्थानिकों का द्रव्यमान अनुपात क्या है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- हाइड्रोजन तीन समस्थानिकों के रूपों में पाया जाता है। इनके नाम प्रोटियम (^1_1H), ड्यूटीरियम (^2_1H) तथा ट्राइटियम (^3_1H) हैं। इन समस्थानिकों का द्रव्यमान अनुपात निम्नवत् है-

$$^1_1H : {}^2_1H : {}^3_1H :: 1.008 : 2.014 : 3.016$$

प्रश्न 3 सामान्य परिस्थितियों में हाइड्रोजन एक परमाण्विक की अपेक्षा द्विपरमाण्विक रूप में क्यों पाया जाता है?

उत्तर- हाइड्रोजन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^1$ है। इसमें He (Helium) की भाँति स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिये एक इलेक्ट्रॉन की कमी होती है। इसलिए, यह He की भाँति स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिये दूसरे हाइड्रोजन परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन का साझा करती है। तथा द्विपरमाणविक H_2(H—H) अणु बनाती है।

प्रश्न 4 'कोल गैसीकरण' से प्राप्त डाइहाइड्रोजन का उत्पादन कैसे बढ़ाया जा सकता है?

उत्तर- कोल गैसीकरण, वह प्रक्रिया है जिसमें रक्त तप्त कोयले की अभिक्रिया 1270K पर जल भाप से (Bosch Process) की जाती है।

$$\underset{\text{Coal}}{C(s)} + \underset{\text{Steam}}{H_2O} \longrightarrow \underset{\text{Syngas(Water gas)}}{CO(g) + H_2(g)}$$

Syngas (water gas) Syngas मिश्रण में उपस्थित कार्बन मोनोऑक्साइड से जल वाष्प की अभिक्रिया कर H_2 का उत्पादन बढ़ाया जा सकता है। इसमें $FeCrO_4$ उत्प्रेरक की भाँति कार्य करता है।

$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow[FeCro_4]{673k} CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$

यह water gas shift reaction कहलाती है। मिश्रण से कार्बन डाइऑक्साइड को सोडियम आर्सेनाइट विलयन में प्रवाहित कर अलग किया जा सकता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

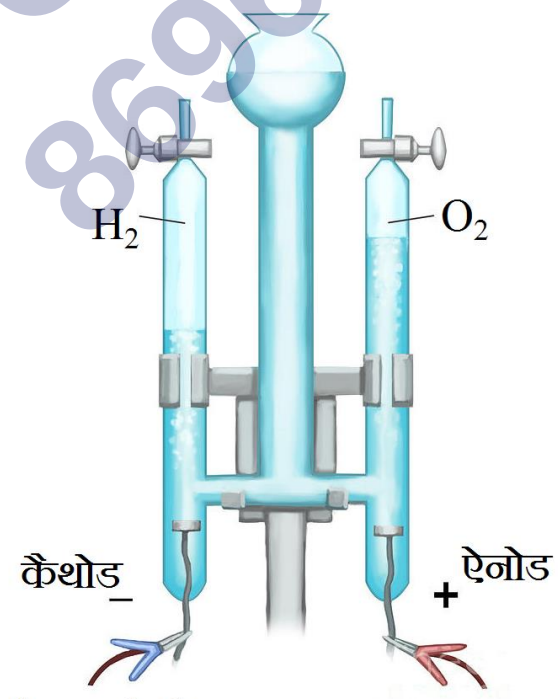
प्रश्न 5 विद्युत-अपघटन विधि द्वारा डाइहाइड्रोजन वृहद् स्तर पर किस प्रकार बनाई जा सकती है? इस प्रक्रम में विद्युत-अपघट्य की क्या भूमिका है?

उत्तर- विद्युत-अपघटन विधि द्वारा डाइहाइड्रोजन का निर्माण (Formation of Dihydrogen by electrolytic process)- सर्वप्रथम शुद्ध जल में अम्ल तथा क्षारक की कुछ बूंदें मिलाकर इसे विद्युत का सुचालक बना लेते हैं। अब इसका विद्युत-अपघटन (वोल्टामीटर में) करते हैं। जल के विद्युत-अपघटन से ऋणोद (कैथोड) पर डाइहाइड्रोजन और धनोद (ऐनोड) पर ऑक्सीजन (सहउत्पाद के रूप में) एकत्रित होती है। ऐनोड तथा कैथोड को एक ऐस्बेस्ट्स डायफ्राम की सहायता से पृथक्कृत कर दिया जाता है जो मुक्त होने वाली हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन को मिश्रित नहीं होने देता।

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$\left.\begin{aligned} H^+ + e^- &\longrightarrow H \\ H + H &\longrightarrow H_2 \uparrow \end{aligned}\right\} \text{ऋणोद पर}$$

$$\left.\begin{aligned} OH^- - e^- &\longrightarrow OH \\ 4OH &\longrightarrow 2H_2O + O_2 \uparrow \end{aligned}\right\} \text{धनोद पर}$$



अम्लीय जल के विद्युत-अपघटन द्वारा H_2 प्राप्त करना।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस प्रकार प्राप्त डाइहाइड्रोजन पर्याप्त रूप से शुद्ध होती है।

विद्युत-अपघट्य की भूमिका (Role of electrolyte)- शुद्ध जल विद्युत-अपघट्य नहीं होता और न ही विद्युत का चालक होता है। शुद्ध जल में अम्ल या क्षार की कुछ मात्रा मिलाकर इसे, विद्युत अपघट्य बनाया जाता है।

प्रश्न 6 निम्नलिखित समीकरण को पूरा कीजिए-

i $H_2(g) + M_mO_o(s) \xrightarrow{\Delta}$

ii $CO(g) + H_2(g) \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{\Delta}$

iii $C_3H_8(g) + 3H_2O(g) \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{\Delta}$

iv $Zn_{(s)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}}$

उत्तर-

i $H_2(g) + M_mO_o(s) \xrightarrow{\Delta} mM(s) + oH_2O$

ii $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{ऊष्मा}]{\Delta} CH_3OH(l)$

iii $C_3H_8(g) + 3H_2O(g) \xrightarrow[\text{ऊष्मा}]{\Delta} 3CO(g) + 7H_2(g)$

iv $Zn_{(s)} + 2NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} Na_2ZnO_2 + H_2$

प्रश्न 7 डाइहाइड्रोजन की अभिक्रियाशीलता के पदों में H-H बन्ध की उच्च एन्थैल्पी के परिणामों की विवेचना कीजिए।

उत्तर- H-H बन्ध की उच्च एंथैल्पी ($435.88 kJ\text{-}mol^{-1}$) के कारण, डाइहाइड्रोजन सामान्य तापमान पर अधिक क्रियाशील नहीं है। लेकिन उच्च ताप अथवा उत्प्रेरक की उपस्थिति में यह अधिक क्रियाशील हो जाती है तथा अनेक तत्त्वों के साथ बड़ी संख्या में यौगिकों का निर्माण करती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 8 हाइड्रोजन के

i. इलेक्ट्रॉन न्यून,
ii. इलेक्ट्रॉन परिशुद्ध तथा
iii. इलेक्ट्रॉन समृद्ध

यौगिकों से आप क्या समझते हैं। उदाहरणों द्वारा समझाइए।

उत्तर- हाइड्रोजन के जिन यौगिकों में पारम्परिक लूइस संरचना के लिये आवश्यक इलेक्ट्रॉनों से कम इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं, उन्हें इलेक्ट्रॉन न्यून यौगिक कहा जाता है, जैसे-B_2H_6। जिन यौगिकों में पारम्परिक लूइस संरचना के अनुरूप पर्याप्त इलेक्ट्रॉन होते हैं, उन्हें इलेक्ट्रॉन परिशुद्ध यौगिक कहा जाता है, जैसे- CH_4, $C_2H_4Si_2H_6$ आदि। जिन यौगिकों में एकल युग्मों के रूप में इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं, उन्हें इलेक्ट्रॉन समृद्ध यौगिक कहा जाता है, जैसे-

$NH_3, H-\ddot{O}-H$ आदि।

प्रश्न 9 संरचना एवं रासायनिक अभिक्रियाओं के आधार पर बताइए कि इलेक्ट्रॉन न्यून हाइड्राइड के कौन-कौन से अभिलक्षण होते हैं?

उत्तर-

i. **इलेक्ट्रॉन न्यून हाइड्रोइड (electron-deficient hydrides)-** के पास इतने इलेक्ट्रॉन नहीं होते कि वह सामान्य सहसंयोजक (covalent bond) बना सकें। इसलिए, इलेक्ट्रॉन की कमी को पूरी करने के लिये ये बहुलक अवस्था में पाये जाते हैं, जैसे- B_2H_6 B_4H_{10},$(AlH_3)_n$ इत्यादि।
ii. **इलेक्ट्रॉनों की कमी के कारण-** इलेक्ट्रॉन न्यून हाइड्राइड लूइस अम्लों की तरह व्यवहार करते हैं और लूइस बेस के साथ जटिलों (complexes) को निर्माण करते हैं। जैसे-

$$\underset{\substack{\text{Diborane electron}\\ \text{deficient hydride}\\ \text{(a Lewis acid)}}}{B_2H_6} + \underset{\substack{\text{Ammonia}\\ \text{(a Lewis base)}}}{2\ddot{N}H_3} \longrightarrow \underset{\substack{\text{Diammoniate}\\ \text{of diborance}}}{B_2H_6 2NH_3}$$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

iii. इलेक्ट्रॉनों की कमी के कारण- इलेक्ट्रॉन न्यून हाइड्राइड बहुत अधिक अभिक्रियाशील होते हैं। और अनेक धातुओं, अधातुओं और यौगिकों के साथ अभिक्रिया करते हैं। जैसे,

$$B_2H_6 + 6Cl_2 \longrightarrow 2BCl_3 + 6HCl$$

$$B_2H_6 + 3O_2 \longrightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$

$$B_2H_6 + HCl \xrightarrow{AlCl_3} B_2H_5Cl + H_2$$

$$B_2H_6 + 2KOH + 2H_2O \longrightarrow 2KBO_3 + 6H_2$$

प्रश्न 10 क्या आप आशा करते हैं कि (C_nH_{2n+2}) कार्बनिक हाइड्राइड लूइस अम्ल या क्षार की भाँतिं कार्य करेंगे? अपने उत्तर को युक्तिसंगत ठहराइए।

उत्तर- नहीं, कार्बन के C_nH_{2n+2} प्रकार के हाइड्राइड लूइस अम्ल या लूइस बेस की भाँति कार्य नहीं करते। ऐसा इसलिये होता है, क्योंकि इनमें आवश्यक सहसंयोजक बन्ध बनाने के लिए सही संख्या में इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं। अतः इनमें न तो इलेक्ट्रॉन की कमी होती है और न ही एकल युग्म के रूप में इलेक्ट्रॉन की अधिकता। इसलिए ये लूइस अम्ल व लूइस बेस की तरह व्यवहार नहीं करते।

प्रश्न 11 अरससमीकरणमितीय हाइड्राइड (non-stoichiometric hydride) से आप क्या समझते हैं? क्या आप क्षारीय धातुओं से ऐसे यौगिकों की आशा करते हैं? अपने उत्तर को न्यायसंगत ठहराइए।

उत्तर- वह हाइड्राइड जिसमें धातु और हाइड्रोजन का अनुपात भिन्नात्मक होता है, अरससमीकरणमितीय हाइड्राइड कहलाता है। क्षार धातु अरससमीकरणमितीय हाइड्राइड नहीं बनाते। क्षार धातुओं के संयोजी कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन होता है। हाइड्राइड के निर्माण के समय, क्षार धातु अपना संयोजी (valence) इलेक्ट्रॉन जुड़ने वाले H परमाणु (approching Hatom) को दे देता है। जिसमें H परमाणु H^- आयन में बदल जाता है और क्षार धातु एक धन आवेश युक्त धनायन बनाती है। इसलिए, जो हाइड्राइड क्षार धातुओं द्वारा बनाये जाते हैं वे आयनिक होते हैं। चूंकि H^- आयन का निर्माण इलेक्ट्रॉन के क्षार धातु से हाइड्रोजन परमाणु पर पूर्ण स्थानान्तरण द्वारा होता है, इस कारण निर्मित हाइड्राइड हमेशा अरसमीकरणमितीय होगा,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अर्थात् धातु तथा हाइड्रोजन का अनुपात हमेशा निश्चित होगा। इसी कारण क्षार धातु से बने हाइड्राइड हमेशा सूसमीकरणमितीय (stoichiometric) होते हैं।

प्रश्न 12 हाइड्रोजन भण्डारण के लिए धात्विक हाइड्राइड किस प्रकार उपयोगी है? समझाइए।

उत्तर- धातु हाइड्राइडों विशेष रूप से Ni, Pd, Ce तथा Ac के हाइड्राईडों में हाइड्रोजन धातु जालक के छिद्रों (interstices) में समा जाती है। Pd, Pt आदि धातु काफी अधिक मात्रा में हाइड्रोजन को समावेशित कर सकते हैं। इसलिये उनका उपयोग हाइड्रोजन के भण्डारण में किया जा सकता है।

प्रश्न 13 कर्तन और वेल्डिंग में परमाण्वीय हाइड्रोजन अथवा ऑक्सी हाइड्रोजन टॉर्च किस प्रकार कार्य करती है? समझाइए।

उत्तर-

i. परमाण्वीय हाइड्रोजन टॉर्च में, दो टंगस्टन इलेक्ट्रॉड के बीच आण्विक हाइड्रोजन में विद्युत स्फुलिंग (विद्युत आर्क) प्रवाहित की जाती है। स्फुलिंग की ऊर्जा आण्विक हाइड्रोजन (H_2) को परमाण्वीय हाइड्रोजन (H) में वियोजित कर देती है जैसा नीचे दिखाया गया है।

$$H_2(g) \xrightarrow[2270K]{\text{Electric arc}} 2H; \triangle H = +43.5 kJ mol^{-1}$$

हाइड्रोजन परमाणु 0.3 सेकण्ड के पश्चात् आपस में जुड़कर H_2 अणु का निर्माण करते हैं। इस प्रक्रिया में बहुत अधिक मात्रा में ऊष्मा (4300-5300K) उत्पन्न होती है, जो कर्तन (cutting) और वेल्डिंग (welding) प्रक्रियाओं में उपयोग होती है। इस टार्च की विशेषता यह है कि H_2 की उपस्थिति, के कारण धातु का ऑक्सीकरण नहीं होता।

ii. ऑक्सी-हाइड्रोजन टार्च में, आणविक हाइड्रोजन (H_2) को ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलाया जाता है जिसके परिणामस्वरूप तीव्र गर्म ज्वाला (intensely hot flame) उत्पन्न होती है। इस टार्च का कर्तन (cutting) और वेल्डिंग (weldirag) प्रक्रियाओं में उपयोस होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 14 NH_3, H_2O तथा HF में से किसका हाइड्रोजन बन्ध का परिमाण उच्चतम अपेक्षित है और क्यों?

उत्तर- HF का, क्योंकि F एक सर्वाधिक विद्युत ऋणात्मक (most electrenegative) तत्त्व है। उच्च विद्युत ऋणात्मकता (electronegativity) के कारण, यह H - F के साझे के इलेक्ट्रॉन को अपनी ओर आकर्षित कर लेता है जिससे H पर धनात्मक आवेश उत्पन्न हो जाता है जिसका परिमाण NH_3 और H_2O में उत्पन्न हुए आवेश से अधिक होता है।

प्रश्न 15 लवणीय हाइड्राइड जल के साथ प्रबल अभिक्रिया करके आग उत्पन्न करती है। क्या इसमें CO_2 (जो एक सुपरिचित अग्निशामक है) का उपयोग हम कर सकते हैं? समझाइए।

उत्तर- लवणीय हाइड्राइड (saline hydrides) पानी के साथ प्रबल रूप में अभिक्रिया करते हैं तथा डाइहाइड्रोजन (H_2) उत्पन्न करता है जो आग पकड़ लेती है, जैसे-

$$NaH(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

इस प्रकार की आग को बुझाने हेतु अग्निशामक (extinguish) के रूप में रेत (sand) का प्रयोग किया जा सकता है।

प्रश्न 16 निम्नलिखित को व्यवस्थित कीजिए-

i. CaH_2, BeH_2, तथा TiH_2, को उनकी बढ़ती हुई विद्युतचालकता के क्रम में।
ii. LiH, NaH तथा CsR को आयनिक गुण के बढ़ते हुए क्रम में।
iii. H-H, D-D तथा F-F को उनके बन्ध-वियोजन एन्थैल्पी के बढ़ते हुए क्रम में।
iv. NaH, MgH_2 तथा H_2O को बढ़ते हुए अपचायक गुण के क्रम में।

उत्तर-

i. $BeH_2 < CaH_2 < TiH_2$

BeH_2 एक सहसंयोजी हाइड्राइट है जो विद्युत धारा प्रवाहित नहीं करता है।
CaH_2 संलयित, अवस्था में विद्युत चालक है जबकि TiH_2 कमरे के ताप पर विद्युत का चालक है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

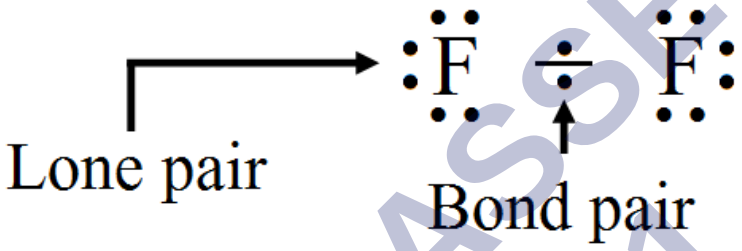
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ii. LiH < NaH < CsH

LiH आंशिक सहसंयोजक प्रवृत्ति का होता है और Na की विद्युत ऋणात्मकता Cs से अधिक है। अत: CsH में आयनिक गुण सबसे अधिक है, जबकि LiH में सबसे कम।

iii. F-F < H-H < D-D

F_2 में, F परमाणु के एकल इलेक्ट्रॉन युग्म तथा F-F आबन्ध के आबन्ध युग्म के बीच प्रतिकर्षण होता है। इसलिए F-F की बन्ध वियोजन एंथैल्पी सबसे कम होती है।



D परमाणु H परमाणु से छोटा है। इसलिए, D-D आबन्ध की आबन्ध वियोजन एंथैल्पी (bond dissociation enthalpy) सबसे अधिक होती है।

iv. H_2O < MgH_2 < NaH

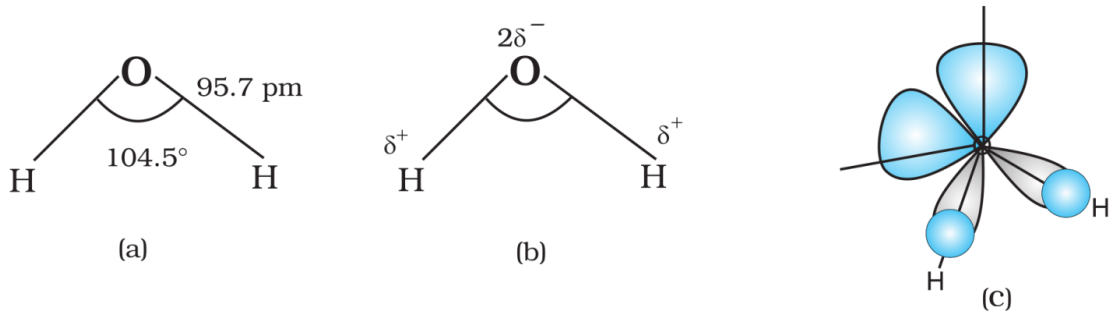
H_2O और MgH_2 सहसंयोजक हाइड्राइड हैं। उच्च आबन्ध वियोजन ऊर्जा (high bond dissociation energy) के कारण H_2O का अपचायक गुण MgH_2 से कम है। NaH एक लवणीय हाइड्राइड (saline hydride) है और इसका अपचायक गुण H_2O और MgH_2 से अधिक है।

प्रश्न 17 H_2O तथा H_2O_2 की संरचनाओं की तुलना कीजिए।

उत्तर- जल-अणु की सरंचना (Structure of Water Molecule)-गैस-प्रावस्था में जल एक बंकित (bent) अणु है। आबन्ध कोण तथा O-H आबन्ध दूरी के मान क्रमशः 104.5º तथा 95.7pm हैं, जैसा चित्र (a) में प्रदर्शित किया गया है। अत्यधिक ध्रुवित अणु चित्र (b) में तथा चित्र (c) में जल के अणु में ऑर्बिटल अतिव्यापन दर्शाया गया है।

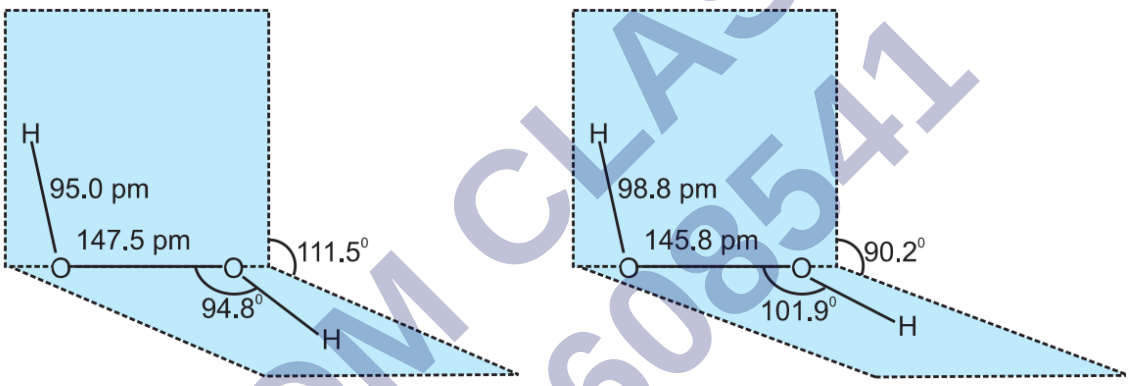
अत्यधिक ध्रुवित अणु चित्र (b) में तथा चित्र (c) में जल के अणु में ऑर्बिटल अतिव्यापन दर्शाया गया है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



जल की बंकित संरचना जल अणु द्विध्रुव के रूप में और जल के अणु में ऑर्बिटल अतिव्यापन।

हाइड्रोजन परॉक्साइड अणु की संरचना (Structure of Hydrogen peroxide Molecule)
हाइड्रोजन परॉक्साइड की संरचना असमतलीय होती है। गैसीय प्रावस्था तथा ठोस प्रावस्था में इसकी आण्विक संरचना को चित्र (c)में दर्शाया गया है।



(क) गैसीय प्रावस्था में H_2O_2 की संरचना द्वितल, 111.5° कोण है।
(ख) ठोस प्रावस्था में 110K ताप पर H_2O_2 की संरचना

प्रश्न 18 जल के स्वतः प्रोटोनीकरण से आप क्या समझते हैं? इसका क्या महत्त्व है?

उत्तर- जल का स्वतः प्रोटोनीकरण वास्तव में इसका स्वत: आयनन है जो निम्न प्रकार से सम्पन्न होता है-

$$\underset{\text{Acid-1 (acid)}}{H_2O(l)} + \underset{\text{Base-2 (base)}}{H_2O(l)} \longrightarrow \underset{\text{Acid-2(conjugate acid)}}{H_3O^+(aq)} + \underset{\text{Base-1 (conjugate base)}}{OH^-(aq)}$$

जल का स्वत: प्रोटोनीकरण जल को उभयधर्मी (amphoteric) बनाता है। इसलिए, जल अम्ल और क्षार दोनों की तरह क्रिया करता है।

जल अपने से प्रबल अम्ल के साथ अभिक्रिया करने पर क्षार की तरह व्यवहार करता है और अपने से प्रबल क्षार से अभिक्रिया करने पर अम्ल की तरह व्यवहार करता है। जैसे-

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$H_2O(l) + NH_3(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$
Acid Base

$$H_2O(l) + H_2S(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$$
Base Acid

प्रश्न 19 F_2 के साथ जल की अभिक्रिया में ऑक्सीकरण तथा अपचयन के पदों पर विचार कीजिए एवं बताइए कि कौन-सी स्पीशीज ऑक्सीकृत/ अपचयित होती है।

उत्तर-

$$\overset{0}{2F_2(g)} + \overset{+1-2}{2H_2O(l)} \longrightarrow \overset{+1}{4H^+(aq)} + \overset{-1}{4F(aq)} + \overset{0}{O_2(g)}$$
(Oxidising agent) (Reducing agent)

अतः इस अभिक्रिया में जल (water) अपचायक है क्योंकि यह ऑक्सीकृत होकर O_2 देता है। F_2 अपचयित होकर F^- आयन देती है इसलिए यह ऑक्सीकारक है।

प्रश्न 20 निम्नलिखित अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए

i. $PbS(s) + H_2O_2(aq) \rightarrow$
ii. $MnO^-_4(aq) + H_2O_2(aq) \rightarrow$
iii. $CaO(s) + H_2O(g) \rightarrow$
iv. $AlCl_3(g) + H_2O(l) \rightarrow$
v. $Ca_3N_2(s) + H_2O(l) \rightarrow$

उपर्युक्त्त को

a. जल-अपघटन,
b. अपचयोपचय (redox) तथा
c. जलयोजन

अभिक्रियाओं में वर्गीकृत कीजिए।

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

i. $PbS(s) + 4H_2O_2(aq) - PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$ (अपचयोपचय अभिक्रिया)

ii. $2MnO^-_4(aq) + 5H_2O_2(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l) + 5O_2(g)$ (अपचयोपचय अभिक्रिया)

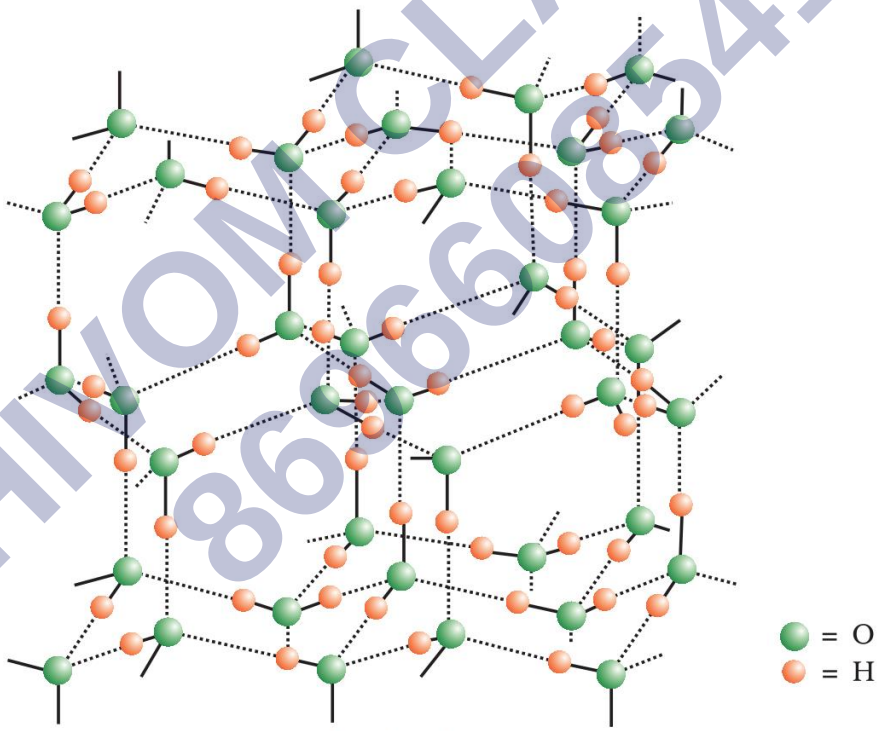
iii. $CaO(s) + H_2O(g) + Ca(OH)_2(aq)$ (जलयोजन अभिक्रिया)

iv. $AlCl_3(g) + 3H_2O(7) \rightarrow Al(OH)_3(s) + 3HCl(aq)$ (जल-अपघटन अभिक्रिया)

v. $Ca_3N_2(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 3Ca(OH)_2(aq) + 2NH_3(aq)$ (जल-अपघटन अभिक्रिया)

प्रश्न 21 बर्फ के साधारण रूप की संरचना का उल्लेख कीजिए।

उत्तर- बर्फ की संरचना (Structure of Ice)- बर्फ एक अतिव्यवस्थित, त्रिविम, हाइड्रोजन आबन्धित संरचना (highly ordered, three dimensional, hydrogen bonded structure) है जिसे निम्नांकित चित्र में दर्शाया गया है।



बर्फ की संरचना

X-किरणों द्वारा परीक्षण से पता चला है कि बर्फ क्रिस्टल में ऑक्सीजन परमाणु चार अन्य हाइड्रोजन परमाणुओं से 276pm दूरी पर चतुष्फलकीय रूप से घिरा रहता है।

हाइड्रोजन आबन्ध बर्फ में वृहद् छिद्र (wide holes) एक प्रकार की खुली संरचना बनाते हैं। ये छिद्र उपयुक्त आकार के कुछ दूसरे अणुओं को अन्तराकाश में ग्रहण कर सकते हैं। उपर्युक्त चित्र

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

में दर्शाए बर्फ की संरचना से स्पष्ट है कि प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु चार हाइड्रोजन परमाणुओं से घिरा हुआ है जिनमें दो प्रबल सहसंयोजी आबन्ध (ठोस रेखा द्वारा प्रदर्शित) से तथा दो दुर्बल हाइड्रोजन आबन्धों (बिन्दुदार रेखा से प्रदर्शित) से जुड़े हुए हैं। चूंकि हाइड्रोजन बन्ध (177pm) सहसंयोजी आबन्धों (95.7pm) से लम्बे हैं; अतः जल-अणु क्रिस्टल जालक में निविड-संकुलित (closely packed) नहीं होते।

प्रश्न 22 जल की अस्थायी एवं स्थायी कठोरता के क्या कारण हैं? वर्णन कीजिए।

उत्तर- अस्थायी कठोरता (Temporary hardness)- अस्थायी कठोरता जल में कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के हाइड्रोजन कार्बोनेट की उपस्थिति के कारण होती है। इसे उबालकर दूर किया जा सकता है। स्थायी कठोरता (Permanent hardness)-स्थायी कठोरता जल में विलेयशील कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के क्लोराइड तथा सल्फेट के रूप में घुले रहने के कारण होती है। यह उबालने से दूर नहीं की जा सकती है।

प्रश्न 23 संश्लेषित आयन विनिमयक विधि द्वारा कठोर जल के मृदुकरण के सिद्धान्त एवं विधि की विवेचना कीजिए।

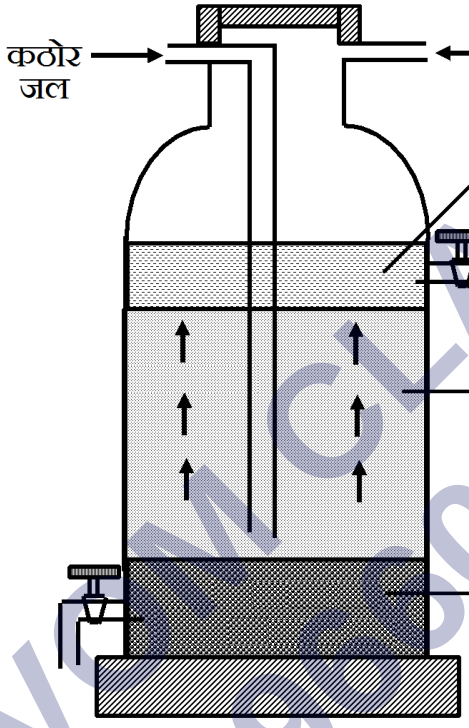
उत्तर- संश्लेषित आयन विनिर्मयक विधि (Synthetic Ion-Exchange Method) संश्लेषित आयन विनिमयक विधि द्वारा जल में विद्यमान कठोरता के लिए उत्तरदायी आयनों को उन अन्य आयनों द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाता है जो जल की कठोरता के लिए उत्तरदायी नहीं होते। इस विधि में दो प्रकार के आयन विनिमयक प्रयोग किए जाते हैं

1. **अकार्बनिक आयन विनिमयक: परम्यूटिट विधि (Inorganic Ion-Exchanger: Permutit Method)**

   इस विधि को 'जियोलाइट/ परम्यूटिट विधि' भी कहते हैं। यह व्यापारिक मात्रा में कठोर जल को मृदु करने की विधि है। इस विधि में सोडियम जियोलाइट का प्रयोग किया जाता है। यह वास्तव में सोडियम ऐलुमिनियम सिलिकेट नामक पदार्थ है। इसका सूत्र $Na_2\ Al_2pSi_2O_8$ है। यह या तो प्राकृतिक रूप से प्राप्त होता है अथवा इसे सोडे की राख (Na_2CO_3), सिलिका (SiO_2) तथा ऐलुमिना (Al_2O_3) के मिश्रण से कृत्रिम रूप से बनाया

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जा सकता है। इस मिश्रण के संगलित पदार्थ को जल से धोकर शेष बचे छिद्रित पदार्थ को ही परम्यूटिट कहते हैं। सरलता की दृष्टि से ऐलुमिनियम सिलिकेट अथवा जियोलाइट आयन ($Al_2Si_2O_8$) के स्थान पर 'Z' लिखकर सोडियम जियोलाइट को Na_2Z सूत्र द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। परम्यूटिट विधि से दोनों प्रकार की कठोरता दूर कर सकते हैं। सोडियम जियोलाइट में उपस्थित सोडियम लवणों का यह गुण है कि ये अन्य आयनों द्वारा विस्थापित हो जाते हैं।



परम्यूटिट विधि से कठोर जल को मृदु बनाना

$$Ca(HCO_3)_2 + Na_2Z \longrightarrow CaZ\downarrow + 2NaHCO_3$$

कैल्सियम बाइकार्बोनेट सोडियम परम्यूटिट कैल्सियम परम्यूटिट सोडियम बाइकार्बोनेट

$$CaCl_2 + Na_2Z \longrightarrow CaZ\downarrow + 2NaCl$$

कैल्सियम क्लोराइड सोडियम परम्यूटिट कैल्सियम परम्यूटिट सोडियम क्लोराइड

$$MgSO_4 + Na_2Z \longrightarrow MgZ\downarrow + Na_2SO_4$$

मैग्नीशियम सल्फेट सोडियम परम्यूटिट मैग्नीशियम परम्यूटिट सोडियम सल्फेट

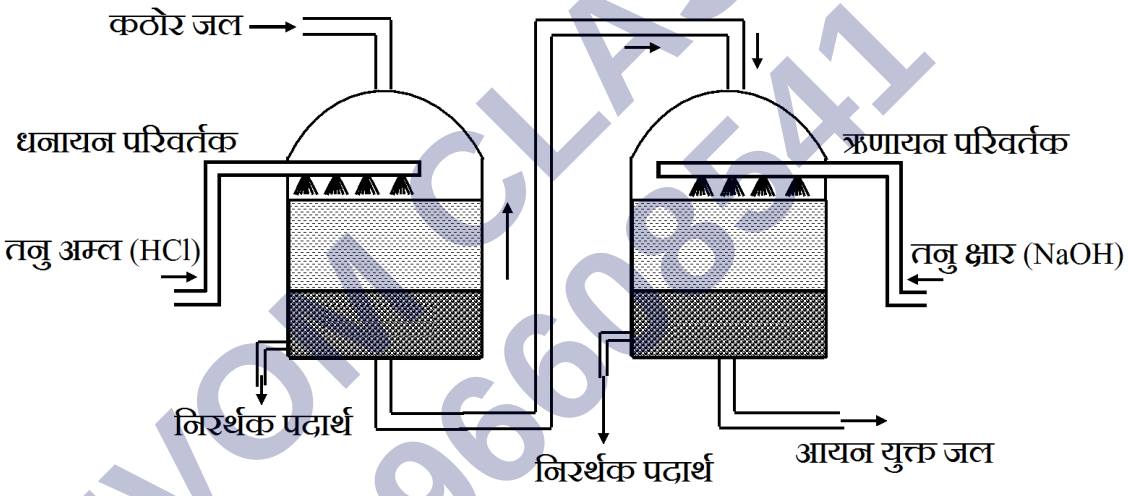
2. **कार्बनिक आयन विनिमयक: संश्लेषित रेजिन विधि (Organic Ion-Exchanger: Synthetic Resin Method)**

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

आजकल इस आधुनिक विधि का प्रयोग काफी हो रहा है। परम्यूटिट केवल उन लवण के धनायनों (Ca^{2+} व Mg^{2+}) को हटाता है जो जल को कठोर बनाते हैं। कार्बनिक रसायनज्ञों ने कुछ विशेष पदार्थ विकसित किए हैं, इन्हें आयन विनिमयक रेजिन (ion-exchanger resins) कहते हैं। ये लवण में उपस्थित ऋणायनों को भी हटा सकते हैं जो धनायनों की भाँति ही जल की कठोरता के लिए उत्तरदायी होते हैं। इस विधि से जल के मृदुकरण में निम्नलिखित दो प्रकार की रेजिन प्रयोग की जाती है-

i. **ऋणायन-विनिमयक रेजिन (Anion-exchanger resins)-** वे रेजिन ऋणायन विनिमयक रेजिन कहलाते हैं जिनमें हाइड्रोकार्बन समूह के साथ क्षारीय समूह -OH अथवा $-NH_2$ जुड़े रहते हैं जिन्हें -OH रेजिन के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।



आयन विनिमय रेजिन द्वारा जल की कठोरता का निवारण।

ii. **धनायन-विनिमयक रेजिन (Cation-exchanger resins)-** ये हाइड्रोजन समूह ही हैं जिनके साथ अम्लीय समूह; जैसे- -COOH या $-SO_3H$ समूह जुड़े रहते हैं तथा इन्हें धनायन विनिमयक रेजिन (H^+ रेजिन) कहते हैं।

धनायन रेजिन, जल की कठोरता के उत्तरदायी धनायनों का विनिमय करते हैं, जबकि ऋणायन रेजिन, कठोरता के लिए उत्तरदायी ऋणायनों को हटाते हैं।
इसमें एक टंकी को एक रेजिन R^- से लगभग आधा भरकर उसमें ऊपर से जल प्रवाहित करते हैं। रेजिन धनायनों को अवशोषित कर लेता है तथा टंकी से बाहर निकलने वाले जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम धनायन नहीं होते; अत: जल मृदु हो जाता है। यह

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जल अलवणीकृत जल या अनआयनीकृत जल (demineralised water or deionised water) कहलाता है।

$$Ca^{2+} + 2RCOOH \longrightarrow (RCOO)_2Ca + 2H^+$$
रेजिन

$$Mg^{2+} + 2RCOOH + (R^-) \longrightarrow (RCOO)_2Mg + 2H^+$$
(रेजिन R^-)

कठोर जल में उपस्थित लवणों के ऋण विद्युती आयन, रेजिन R+ के अमोनियम आयनों (NH^+_4) से संयुक्त हो जाते हैं।

$$RNH_3OH + Cl^- + H^+ \longrightarrow RNH_3Cl + H_2O$$
(रेजिन R^+)

प्रश्न 24 जल के उभयधर्मी स्वभाव को दर्शाने वाले रासायनिक समीकरण लिखिए।

उत्तर- जल की उभयधर्मी प्रकृति (Amphoteric nature of water)- जल अम्ल तथा क्षारक दोनों रूपों में व्यवहार करता है। अतः यह उभयधर्मी है। ब्रान्स्टेड अवधारणा के सन्दर्भ में जल NH, के साथ अम्ल के रूप में तथा H_2S के साथ क्षारक के रूप में कार्य करता है-

$H_2O(l) + NH_3(aq) \rightarrow OH^-(aq) + NH^+_4(aq)$ .....(i)

$H_2O(l) + H_2S(aq) \rightarrow H_2O^+(aq) + HS^-(aq)$ .....(ii)

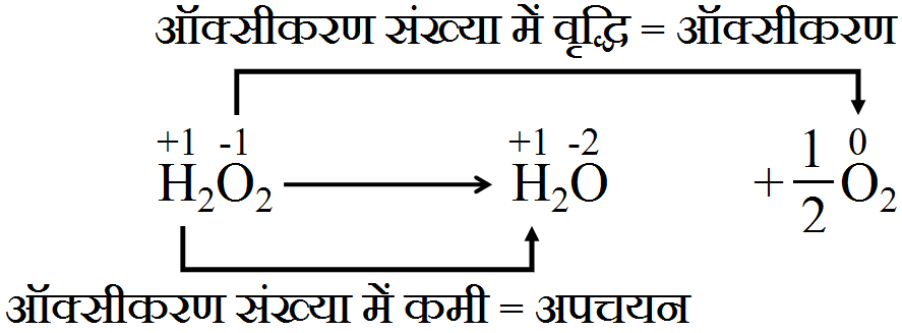
जल अपने से प्रबल अम्लों के साथ क्षारक की भाँति व्यवहार करता है; जैसे- उपर्युक्त अभिक्रिया (ii) में दर्शाया गया है। इसमें जल-अणु H_2S से एक प्रोटॉन ग्रहण करके H_3O^+आयन बनाता है। अभिक्रिया (i) में जल-अणु एक प्रोटॉन का त्याग करता है। NH_3 अणु इस प्रोटॉन को ग्रहण करके NH^+_4 आयन बनाता है।

प्रश्न 25 हाइड्रोजन परॉक्साइड के ऑक्सीकारक एवं अपचायक रूप को अभिक्रियाओं द्वारा समझाइए।

उत्तर- हाइड्रोजन परॉक्साइड के अपघटन के दौरान ऑक्सीकरण-अवस्था परिवर्तन निम्नवत् दर्शाया। जा सकता है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



चूँकि H_2O_2 में उपस्थित ऑक्सीजन परमाणुओं की ऑक्सीकरण संख्या में वृद्धि तथा कमी दोनों होती हैं; इसलिए यह अपचायक तथा ऑक्सीकारक दोनों की भाँति कार्य कर सकता है। इसे निम्नलिखित अभिक्रियाओं द्वारा समझा जा सकता है-

अम्लीय माध्यम में H_2O_2 ऑक्सीकारक के रूप में-

$$2Fe^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + H_2O_2 \longrightarrow 2Fe^{3+}(aq) + 2H_2O(l)$$

$$PbS(s) + 4H_2O_2(aq) \longrightarrow PbSO_4(s) + 4H_2O(l)$$

अम्लीय माध्यम में H_2O_2 अपचायक के रूप में-

$$2MnO_4^-(aq) + 6H^+(aq) + 5H_2O_2 \longrightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l) + 5O_2(g)$$

$$HOCl + H_2O_2 \longrightarrow H_3O^+Cl^- + O_2(g)$$

क्षारीय माध्यम में H_2O_2 ऑक्सीकारक के रूप में-

$$2Fe^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 20H^-$$

$$Mm^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow Mn^{4+} + 20H^-$$

क्षारीय माध्यम में H_2O_2 अपचायक के रूप में-

$$I_2 + H_2O_2 + 20H^- \longrightarrow 2I^- + 2H_2O + O_2\uparrow$$

$$2MmO_4^- + 3H_2O_2 \longrightarrow 2MnO_2 + 3O_2\uparrow + 2H_2O + 20H^-$$

प्रश्न 26 विखनिजित जल से क्या अभिप्राय है? यह कैसे प्राप्त किया जा सकता है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- वह जल जो सभी विलेयशील खनिज अशुद्धियों से पूर्णतया मुक्त हो, विखनिजित जल (demineralised water) कहलाता है। दूसरे शब्दों में, धनायनों (Ca^{2+}, Mg^{2+} आदि) तथा ऋणायनों (Cl^-, SO^{2-}_4, HCO^-_3 आदि) से पूर्णतया विमुक्त जल विखनिजित जल कहलाता है। विखनिजित जल को आयन-विनिमयक रेजिन विधि से प्राप्त किया जाता है। इस विधि के अन्तर्गत आयन-विनिमयक रेजिनों द्वारा जल में उपस्थित सभी धनायनों तथा ऋणायनों को हटा दिया जाता है। इसके लिए सर्वप्रथम कठोर जल को धनायन विनिमय परिवर्तक (रेजिनयुक्त) में प्रवाहित किया जाता है, जहाँ $-SO_3H$ तथा -COOH समूहों वाले विशाल कार्बनिक अणु (रेजिन), Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} तथा अन्य धनायनों को हटाकर H^+ आयनों को प्रतिस्थापित कर देते हैं। इस प्रकार प्राप्त जल को पुन: ऋणायन विनिमय परिवर्तक से गुजारा जाता है, जहाँ $-NH_2$ समूह वाले विशाल कार्बनिक अणु (रेजिन) Cl^-, SO^{2-}_4, HCO^-_3 आदि ऋणायनों को हटाकर OH^- आयनों को प्रतिस्थापित कर देते हैं।

जल के उत्तरोत्तर धनायन-विनिमयक (H^+ आयन के रूप में) तथा ऋणायन-विनिमयक (OH^-) के रूप में) रेजिन से प्रवाहित करने पर शुद्ध विखनिजित तथा विआयनित जल प्राप्त किया जाता है।

प्रश्न 27 क्या विखनिजित या आसुत जल पेय-प्रयोजनों में उपयोगी है? यदि नहीं तो इसे उपयोगी कैसे बनाया जा सकता है?

उत्तर- विखनिजित या आसुत जल पीने के लिए उपयोगी नहीं है क्योंकि यह स्वादहीन होता है तथा इसमें मानव स्वास्थ्य लिए आवश्यक खनिज पदार्थ विद्यमान नहीं होते। इसमें निश्चित मात्रा में आवश्यक खनिज पदार्थ मिलाकर इसे पीने योग्य बनाया जा सकता है।

प्रश्न 28 जीवमण्डल एवं जैव-प्रणालियों में जल की उपादेयता को समझाइए।

उत्तर- जल एक अत्यन्त आवश्यक शारीरिक द्रव (vital body fluid) है और जीवन के सभी रूपों के लिए आवश्यक है। हाइड्रोजन आबन्ध (hydrogen bonding) के कारण इसके क्वथनांक (boiling point), हिमांक (freezing point), संलयन ऊष्मा (heat of fusion) और वाष्पन की ऊष्मा (heat of vaporisation) सामान्य मानों से काफी अधिक होते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जल के असामान्य भौतिक गुण जैव मण्डल में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जल के वाष्पीकरण की उच्च ऊष्मा तथा इसकी ऊष्मा ग्रहण करने की उच्च क्षमता वातावरण पर जल के मृदुल प्रभाव और जीवित प्राणियों के शरीर के ताप नियन्त्रण के लिए उत्तरदायी है।

जल का क्वाथनांक उच्च होने के कारण यह सामान्य ताप पर द्रव अवस्था में रहता है, अन्यथा पृथ्वी पर जल द्रव अवस्था में शेष ही नहीं रहता। जल एक बहुत अच्छा (excellent) विलायक है। कुछ सहसंयोजक कार्बनिक यौगिक जैसे ऐल्कोहॉल और कार्बोहाइड्रेट, जल (H_2O) अणुओं के साथ हाइड्रोजन आबन्ध बनाते हैं जिस कारण ये जल में घुल जाते हैं। अपनी उत्तम विलायक क्षमता के कारण जल पौधों और प्राणियों में होने वाले उपापचयी क्रियाओं के लिए आवश्यक आयनों व अणुओं के परिवहन में सहायता करता है। अतः जल जैव मण्डल और जैविक तन्त्र के लिए अति आवश्यक है।

प्रश्न 29 जल का कौन-सा गुण इसे विलायक के रूप में उपयोगी बनाता है? यह किस प्रकार के यौगिक-

i. घोल सकता है और
ii. जल-अपघटन कर सकता है?

उत्तर- जल का डाइइलेक्ट्रिक स्थिरांक (78.39) तथा द्विध्रुव आघूर्ण (1.84D) उच्च होते हैं। इन गुणों के कारण, जल एक उत्तम विलायक (excellent solvent) है जो अकार्बनिक और अनेक सहसंयोजक यौगिकों (जैसे- ऐल्कोहॉल, अम्ल, कार्बोहाइड्रेट आदि) को घोल सकता है। यही कारण है कि जल एक सार्वत्रिक विलायक (universal solvent) कहा जाता है। यह आयनिक यौगिकों को आयन-द्विध्रुव अन्तराकर्षण (ion-dipole interaction) और सहसंयोजक यौगिकों को हाइड्रोजन आबन्ध के कारण घोल देता है। जल बहुत से ऑक्साइड, हाइड्राइड, कार्बाइड, नाइट्राइड, फॉस्फाइड आदि को जल अपघटित (hydrolyse) कर सकता है।

प्रश्न 30 H_2O एवं D_2O के गुणों को जानते हुए क्या आप मानते हैं कि D_2O का उपयोग पेय-प्रयोजनों के रूप में किया जा सकता है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- D_2O पेय-प्रयोजनों हेतु उपयोग नहीं किया जा सकता, क्योंकि यह जहरीला होता है। यह पौधों की वृद्धि (growth) को मन्द कर देता है। यद्यपि यह एक कीटाणुनाशक व जीवाणुनाशक है, फिर भी यह पेय-प्रयोजनों के रूप में उपयोग नहीं होता क्योंकि सामान्य जल में भारी जल की अधिक मात्रा उसे विषैली बनाती है।

प्रश्न 31 'जल-अपघटन' (hydrolysis) तथा 'जलयोजन' (hydration) पदों में क्या अन्तर है?

उत्तर- जल-अपघटन से जल के H^+ तथा OH^- आयन लवण के क्रमशः ऋणायन तथा धनायन से क्रिया कर मूल अम्ल तथा मूल क्षार (original base) का निर्माण करते हैं। जैसे-

$$\underset{\text{लवण}}{M^+ A^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{अम्ल}}{HA} + \underset{\text{क्षार}}{MOH}$$

जलयोजन (hydration) में जल (H_2O), लवण के अणु अथवा आयनों के साथ जुड़कर जलयोजित लवण (hydrated salt) या जलयोजित आयन (hydrated ion) बनाता है।

$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

$$Ca_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Ca(OH)_2 + 2NH_3$$

$$P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$$

$$SiCl_4(l) + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 4HCl$$

प्रश्न 32 लवणीय हाइड्राइड किस प्रकार कार्बनिक यौगिकों से अति सूक्ष्म जल की मात्रा को हटा सकते हैं?

उत्तर- लवणीय हाइड्राइड (जैसे- NaH, CaH_2) कमरे के ताप पर जल से अभिक्रिया करके उनके हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं तथा H_2 गैस निकालते हैं। इस गुण के कारण इनका उपयोग कार्बनिक यौगिकों से जल की अति सूक्ष्म मात्रा निकालने में किया जाता है। जिस कार्बनिक यौगिक को शुद्ध करना होता है। उसे एक लवणीय हाइड्राइड के साथ आसवित किया जाता है H_2 वायुमण्डल में निष्कासित हो जाती है। और धात्विक हाइड्रॉक्साइड फ्लास्क में शेष रह जाता है। जल रहित कार्बनिक यौगिक आसवित हो। जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 33 परमाणु क्रमांक 15, 19, 23 तथा 44 वाले तत्व यदि डाइहाइड्रोजन से अभिक्रिया कर हाइड्राइड बनाते हैं तो उनकी प्रकृति से आप क्या आशा करेंगे? जल के प्रति इनके व्यवहार की तुलना कीजिए।

उत्तर-

i. तत्त्व जिसका Z = 15 है, फॉस्फोरस (एक धातु) है। यह एक सहसंयोजक हाइड्राइड PH; बनता है।
ii. तत्त्व जिसका Z = 19 है पोटैशियम (एक क्षार धातु) है। यह एक लवणीय हाइड्राइड (saline | hydride) K^+H^- बनाता है।
iii. तत्त्व जिसका Z = 23 है, वेनेडियम (एक संक्रमण धातु) है। यह एक धात्विक हाइड्राइड $VH_{0.56}$ बनाता है।
iv. तत्त्व जिसका Z = 44 है, रथनियम (एक समूह-8-तत्त्व) है। यह कोई हाइड्राइड नहीं बनाता है। उपर्युक्त सभी हाइड्राइडों में से पोटैशियम हाइड्राइड जल से अभिक्रिया करता है जैसा नीचे दिखाया गया है।

$$2KH(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + 2H_2(g)$$

प्रश्न 34 जब ऐलुमिनियम (III) क्लोराइड एवं पोटैशियम क्लोराइड को अलग-अलग

i. सामान्य जल,
ii. अम्लीय जल एवं
iii. क्षारीय जल से अभिकृत कराया जाएगा तो। आप किन-किन विभिन्न उत्पादों की आशा करेंगे? जहाँ आवश्यक हो, वहाँ रासायनिक समीकरण दीजिए।

उत्तर- पोटैशियम क्लोराइड (KCl) प्रबल क्षार और अम्ल से बना लवण है। साधारण जल में यह अपने संघटक आयनों में विघटित हो जाता है। इस प्रक्रम में कोई जल-अपघटन नहीं होता है।

$$KCl(s) \xrightarrow{\text{Water}} K^+(aq) + Cl^-(aq)$$

KCl का जलीय विलयन उदासीन होता है। इसलिए यह अम्लीय जल में अथवा क्षारीय जल में कोई अभिक्रिया प्रदर्शित नहीं करता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 35 H_2O_2 विरंजन कारक के रूप में कैसे व्यवहार करता है? लिखिए।

उत्तर- H_2O के विरंजक गुण का कारण इसके अपघटन से उत्पन्न होने वाली नवजात ऑक्सीजन

$H_2O_2 \rightarrow H_2O + [O]$

नवजात ऑक्सीजन (nascent oxygen) रंगीन पदार्थों को रंगहीन उत्पादों में ऑक्सीकृत कर देती है।

रंगीन पदार्थ + [O] → रंगहीन

इस प्रकार, H_2O_2 का विरंजक गुण रंगीन पदार्थों के नवजात ऑक्सीजन द्वारा ऑक्सीकरण के कारण है। इसका उपयोग रेशम, वॉल, लकड़ी, सूती वस्त्र आदि के विरंजक के रूप में किया जाता है।

प्रश्न 36 निम्नलिखित पद से आप क्या समझते हैं?

i. हाइड्रोजन अर्थव्यवस्था
ii. हाइड्रोजनीकरण
iii. सिन्गैस
iv. भाप अंगार गैस सृति अभिक्रिया तथा
v. ईंधन सेल

उत्तर-

i. **हाइड्रोजन अर्थव्यवस्था (Hydrogen Economy)**

हम सभी जानते हैं कि कोयला तथा पेट्रोलियम सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाले ईंधन हैं, परन्तु ये संसाधन अत्यन्त तीव्र दर से समाप्त होते जा रहे हैं तथा आगामी भविष्य में उद्योग तथा परिवहन इससे बहुत अधिक प्रभावित हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त ये संसाधन मानव-स्वास्थ्य के प्रति भी अत्यन्त हानिकारक हैं, क्योंकि ये वायु प्रदूषण के प्रमुख कारक हैं। इनके दहन के फलस्वरूप उत्पन्न अनेक विषाक्त गैसे-कार्बन मोनोक्साइड, नाइट्रोजन

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

तथा सल्फर के ऑक्साइड वायुमण्डल में मिल जाती हैं। इन समस्याओं से निपटने के लिए वैकल्पिक ईंधनों की खोज सदैव होती रही है। इस सन्दर्भ में भावी विकल्प 'हाइड्रोजन अर्थव्यवस्था' है।

ii. हाइड्रोजनीकरण (Hydrogenation)

असंतृप्त कार्बनिक यौगिक हाइड्रोजन से सीधे संयोग करके संतृप्त यौगिक बनाते हैं, यह अभिक्रिया हाइड्रोजनीकरण कहलाती है। यह अभिक्रिया उत्प्रेरक की उपस्थिति में होती है तथा इन अभिक्रियाओं से अनेक महत्त्वपूर्ण औद्योगिक हाइड्रोजनीकृत उत्पाद प्राप्त होते हैं।

वनस्पति तेलों का हाइड्रोजनीकरण (Hydrogenation of Vegetable Oils) -473K पर निकिल उत्प्रेरक की उपस्थिति में वनस्पति तेलों, जैसे- मूंगफली के तेल, बिनौले के तेल में हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करने पर तेल ठोस वसाओं, जिन्हें वनस्पति घी कहा जाता है,

$$\text{वनस्पति तेल} + H_2 \xrightarrow{473K/H_2} \text{वनस्पति घी}$$

iii. सिन्गैस (Syngas)

हाइड्रोकार्बन अथवा कोक की उच्च ताप पर एवं उत्प्रेरक की उपस्थिति में भाप से अभिक्रिया कराने पर डाइहाइड्रोजन प्राप्त होती है।

$$C_nH_{2n} + nH_2O \xrightarrow[Ni]{1270K} nCO + (2n+1)H_2$$

iv. भाप-अंगार गैस सृति अभिक्रिया (Water gas Shift reaction)

सिन्गैस में उपस्थित कार्बन मोनोक्साइड की आयरन क्रोमेट उत्प्रेरक की उपस्थिति में भाप से क्रिया कराने पर डाइहाइड्रोजन का उत्पादन बढ़ाया जा सकता है-

$$CO(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{673K} CO_2(g) + H_2(g)$$

यह 'भाप-अंगार गैस सृति अभिक्रिया' (water gas shift reaction) कहलाती है। वर्तमान में लगभग 77 प्रतिशत डाइहाइड्रोजन का औद्योगिक उत्पादन शैल रसायनों

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(petro-chemicals), 18 प्रतिशत कोल, 4 प्रतिशत जलीय विलयनों के विद्युत-अपघटन तथा 1 प्रतिशत उत्पादन अन्य स्रोतों से होता है।

v. ईंधन सेल (Fuel Cell)

वह युक्ति जो ईंधन की रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करती है, ईंधन सेल कहलाती है। आजकल डाइहाइड्रोजन का प्रयोग ईंधन सेलों में विद्युत-उत्पादन के लिए किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)