રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ

4.1 પ્રસ્તાવના

4.2.1 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન

4.2.2 ઑક્સિડેશન-રિડક્શન-ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય પદ્ધતિ

4.3 તુલનાત્મક ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય પ્રક્રિયાઓ

4.4 ઑક્સિડેશન આંક

4.4.1 ઑક્સિડેશન આંકની ગણતરીના નિયમો

4.4.2 ઑક્સિડેશન આંકની ગણતરી

4.4.3 ઑક્સિડેશન આંક અને રેડોક્ષ પ્રક્રિયા

4.5 ઑક્સિડેશન આંક અને નામકરણ

4.6 રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનું સમીકરણ

4.7 રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન

4.7.1 ઑક્સિડેશન આંકની પદ્ધતિ વડે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન

4.7.2 ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણની પધ્ધતિ વડે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન

4.1 પ્રસ્તાવના

રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં જ્યાં ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ હોય છે ત્યાં રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ હોય જ છે. આથી જ રેડોક્ષ પ્રણાલીનો અભ્યાસ આવશ્યક છે. રસાયણવિજ્ઞાનમાં અનેક બાબતોનો સમાવેશ છે. જેમાં એક બાબતનું બીજી બાબતમાં પરિવર્તન દર્શાવે છે. ઘણી પ્રક્રિયાઓને અંતે એક પદાર્થનું બીજા પદાર્થમાં રૂપાંતર થાય છે. જેમાંની એક અગત્યની પ્રક્રિયા રેડોક્ષ પ્રક્રિયા છે. ભૌતિક તેમજ જૈવિક બાબતો રેડોક્ષ પ્રક્રિયા સાથે સંબંધ ધરાવે છે. આ પ્રક્રિયાઓનો બહોળો ઉપયોગ વિવિધ ક્ષેત્રોમાં જોવા મળે છે. જેમકે ઔષધીય વિજ્ઞાન, જૈવિક વિજ્ઞાન, ઔદ્યોગિક, ધાતુશાસ્ત્ર, કૃષિક્ષેત્ર વગેરે. આ ઉપરાંત ઘરેલુ ઊર્જા મેળવવા માટે અને વ્યાવસાયિક હેતુઓ માટે જુદા જુદા પ્રકારના બળતણના ઉપયોગમાં, કોસ્ટિક સોડા જેવા સંયોજનના ઉત્પાદનમાં રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ સમાયેલી છે. તાજેતરમાં હાઇડ્રોજન ઇકોનોમી ઊર્જાના સ્રોત તરીકે અને ઓઝોન હોલ પણ નોંધપાત્ર રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ જ છે.

4.2.1 ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન (Oxidation and Reduction) :

મૂળભૂત રીતે પદાર્થમાં ઑક્સિજનનો ઉમેરો વર્ણવા ઑક્સિડેશન શબ્દનો ઉપયોગ થતો હતો. વાતાવરણના (~20 %) ઑક્સિજનની હાજરીને કારણે તેની સાથે ઘણા પદાર્થો જોડાઈ જતા હોય છે. આ જ કારણથી તેઓ સામાન્ય રીતે ઑક્સાઇડના સ્વરૂપમાં જોવા મળે છે. નીચેની પ્રક્રિયાઓ ઑક્સિડેશન સૂચવે છે :

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2MgO_{(s)}$$

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$$

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓ $Mg_{(s)}$ અને $S_{(s)}$ માં ઑક્સિજન ઉમેરવાથી ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા થાય છે.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

$$2H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2S_{(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયામાં ઑક્સિજન ઉમેરાવાની સાથે હાઇડ્રોજન દૂર થાય છે. હાઇડ્રોજન દૂર થાય તેને પણ ઑક્સિડેશન કહે છે.

નીચે જણાવેલ પ્રક્રિયાઓ પ્રમાણે મૅગ્નેશિયમ, ડાયફ્લોરિન, ડાયક્લોરિન અને સલ્ફર સાથે પ્રક્રિયા કરી ઑક્સિડેશન અનુભવે છે.

$$Mg_{(s)} + F_{2(g)} \rightarrow MgF_{2(s)}$$

$$Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow MgCl_{2(s)}$$

$$Mg_{(s)} + S_{2(s)} \rightarrow MgS_{(s)}$$

જે પ્રક્રિયા દરમિયાન ઑક્સિજનનો ઉમેરો થાય અથવા હાઇડ્રોજન દૂર થાય તેને ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા કહે છે. પરંતુ જે પ્રક્રિયા દરમિયાન હાઇડ્રોજનનો ઉમેરો થાય અથવા ઑક્સિજન દૂર થાય તેને રિડક્શન પ્રક્રિયા કહે છે. એટલે કે ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પરસ્પર વિરુદ્ધ પ્રક્રિયા છે, જે નીચેનાં સમીકરણોમાં દર્શાવી છે :

ઑક્સિડેશન

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

રિડક્શન

ઑક્સિડેશન

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$$

રિડક્શન

ઑક્સિડેશન

$$2Al_{(s)} + Cr_2O_{3(s)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Cr_{(s)}$$

રિડક્શન

ઑક્સિડેશન

$$8Al_{(s)} + 3Fe_3O_{4(s)} \rightarrow 4Al_2O_{3(g)} + 9Fe_{(s)}$$

રિડક્શન

જે પદાર્થ ઑક્સિજન આપે અથવા હાઇડ્રોજન મેળવે તે પદાર્થને ઑક્સિડેશનકર્તા કહે છે. ઑક્સિડેશનકર્તા પદાર્થનું રિડક્શન થાય છે. ઉપરની પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિજન, ક્લોરિન, ક્રોમિયમ ટ્રાયૉક્સાઇડ, ફેરેસોફેરિક ઑક્સાઇડ (Fe_3O_4) ઑક્સિડેશનકર્તા છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન જે પદાર્થ હાઇડ્રોજન આપે અથવા ઑક્સિજન મેળવે તેને રિડક્શનકર્તા કહે છે. ઉપરની પ્રક્રિયામાં હાઇડ્રોજન અને ઍલ્યુમિનિયમ રિડક્શનકર્તા છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન રિડક્શનકર્તાનું ઑક્સિડેશન થાય છે.

પૂર્ણ રેડોક્ષ પ્રક્રિયા દરમિયાન ઑક્સિડેશનકર્તાનું રિડક્શન અને રિડક્શનકર્તાનું ઑક્સિડેશન થાય છે. આથી પારસ્પરિક રિડક્શન-ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓને રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ કહે છે. બધી જ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિજન અથવા હાઇડ્રોજન ભાગ લેતા ન હોય તેવી રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓને સમજાવવા કેટલીક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો.

4.2.2 ઑક્સિડેશન-રિડક્શન-ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય પદ્ધતિ (Oxidation - Reduction -Electron Transfer Method) :

$$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$$

$$4Na_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Na_2O_{(s)}$$

$$2Na_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow Na_2S_{(s)}$$

ઉપરની રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ છે, કારણ કે આ પ્રક્રિયાઓમાં સોડિયમ(Na)નું સોડિયમ ક્લોરાઇડ, સોડિયમ ઑક્સાઇડ અને સોડિયમ સલ્ફાઇડમાં અનુક્રમે રૂપાંતર થાય છે. તે સમયે સોડિયમનું વિદ્યુતઋણમય તત્ત્વના સંયોજાવાથી ઑક્સિડેશન થાય છે. ક્લોરિન, ઑક્સિજન અને સલ્ફર રિડક્શન પામે છે. આ બધા જ ધન વિદ્યુતમય સોડિયમ સાથે સંયોજાય છે. NaCl, Na_2O અને Na_2S આયનીય સંયોજન હોવાથી નીચે પ્રમાણે આયનીય સ્વરૂપમાં લખી શકાય. $Na^+Cl^-_{(s)}$, $(Na^+)_2O^{2-}_{(s)}$ $(Na^+)_2S^{2-}$ઉપર્યુક્ત સમીકરણને આયનીય સ્વરૂપમાં નીચે પ્રમાણે લખી શકાય :

$2e^-$ ગુમાવે માટે ઑક્સિડેશન

(1) $$2Na_{(s)} + Cl \rightarrow 2Na^+ Cl^-_{(s)}$$

$2e^-$ મેળવે માટે રિડક્શન

$2e^-$ ગુમાવે માટે ઑક્સિડેશન

(2) $$2Na_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow (Na^+)_2O^{2-}_{(s)}$$

$2e^-$ મેળવે માટે રિડક્શન

$2e^-$ ગુમાવે માટે ઑક્સિડેશન

(3) $$2Na_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow (Na^+)_2 S^{2-}_{(s)}$$

$2e^-$ મેળવે માટે રિડક્શન

સરળતા માટે ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાને બે તબક્કામાં સ્વતંત્ર રીતે

વહેંચી શકાય. પહેલા તબક્કામાં ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવે છે અને બીજો તબક્કો જેમાં ઇલેક્ટ્રોન મેળવે છે. ઇલેક્ટ્રોન વિનિમયની પ્રક્રિયાઓને આ પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

$2Na_{(s)} \rightarrow 2Na^{+}_{(g)} + 2e^{-}_{(g)}$ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Cl_{2(g)} + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}_{(g)}$ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

$2Na_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$ રેડોક્ષ પ્રક્રિયા

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓ ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા કહેવાય છે. બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓ ઇલેક્ટ્રોન વહનનો માર્ગ સૂચવે છે. બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓ ભેગી થઈ રેડોક્ષ પૂર્ણ પ્રક્રિયા સૂચવે છે. મેગ્નેશિયમની ડાયઑક્સિજન અને ડાયક્લોરિન વચ્ચેની પ્રક્રિયા બાહ્યતમ કક્ષાના ઇલેક્ટ્રોન દર્શાવી સંપૂર્ણ પ્રક્રિયાઓ નીચે મુજબ સમજાવી શકાય :

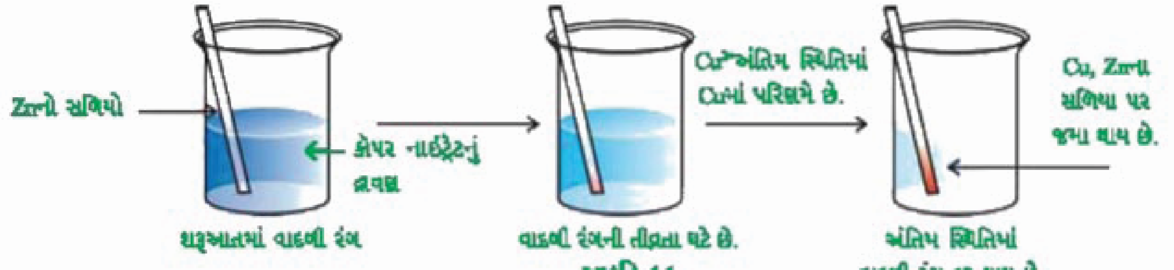
$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Mg^{2+}O^{2-} \rightarrow 2MgO$$

$$Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow Mg^{2+}\,2Cl^{-} \rightarrow MgCl_2$$

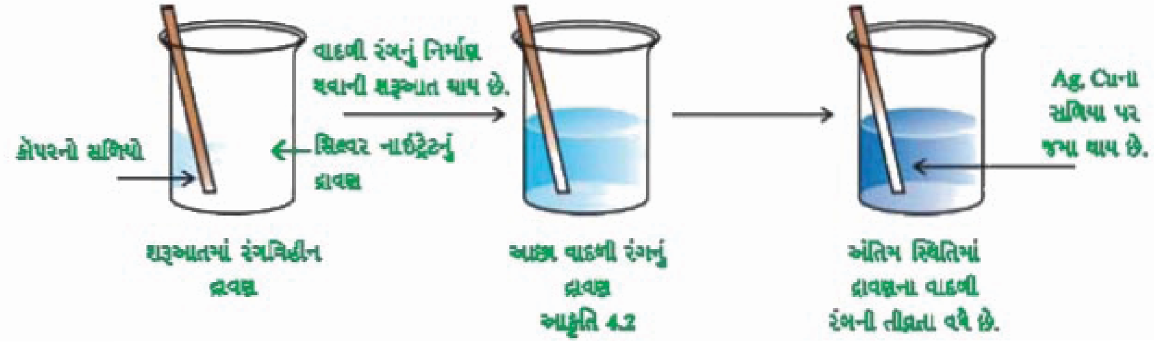
ઉપરની પ્રક્રિયાઓમાં મેગ્નેશિયમ પરમાણુ એક ઑક્સિજન પરમાણુને અથવા બે ક્લોરિન પરમાણુને ઇલેક્ટ્રોન આપે છે અને મેગ્નેશિયમ પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા ઘટતી હોવાથી તેના પર તેટલો ધનવીજભાર ઉત્પન્ન થાય છે અને આપેલા ઇલેક્ટ્રોન ઑક્સિજન પરમાણુ અથવા ક્લોરિન પરમાણુ પર વધે છે અને તેટલો ઋણવીજભાર આ પરમાણુ પર ઉત્પન્ન થાય છે. આ બંને ઉદાહરણો રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓના છે.

રેડોક્ષ પ્રક્રિયા એ એક એવી પ્રક્રિયા છે કે, જેમાં ઇલેક્ટ્રોનનો વિનિમય એક પ્રક્રિયક ઉપરથી બીજા પ્રક્રિયક ઉપર થાય છે. ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા દરમિયાન ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાથી ધન આયન મળે છે. ધન આયન હોય તો વધુ ધનભારમાં વધારો થાય છે. જ્યારે રિડક્શન પ્રક્રિયા દરમિયાન ઇલેક્ટ્રોનનો સ્વીકાર થવાથી જો પ્રક્રિયક ધન આયન હોય તો ધન વીજભારમાં ઘટાડો અને જો પ્રક્રિયક તટસ્થ હોય તો ઋણ આયન આપે છે. જે પ્રક્રિયક ઇલેક્ટ્રોનનો સ્વીકાર કરે છે અને તે રિડક્શન પામતો હોવાથી તેને ઑક્સિડેશનકર્તા કહે છે. આ પ્રમાણે જે પ્રક્રિયક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવે છે અને તે ઑક્સિડેશન પામતો હોવાથી તેને રિડક્શનકર્તા કહે છે. ઉપરની પ્રક્રિયામાં Mg ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવે છે, માટે રિડક્શનકર્તા બને છે અને Cl_2 ઇલેક્ટ્રોન મેળવે છે, માટે ઑક્સિડેશનકર્તા બને છે.

4.3 તુલનાત્મક ઇલેક્ટ્રોન વિનિમય પ્રક્રિયાઓ (Competitive Electron Transfer Reactions)



આકૃતિ 4.1



આકૃતિ 4.2

આકૃતિ 4.1 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કૉપર નાઇટ્રેટના દ્રાવણમાં ઝિંક (Zn) ધાતુનો સળિયો થોડા સમય માટે મૂકી રાખી અવલોકન કરતાં જણાય છે કે દ્રાવણમાં રહેલા કૉપર નાઇટ્રેટના દ્રાવણનો વાદળી રંગ દૂર થાય છે અને ઝિંક ધાતુની પટ્ટી પર લાલાશપડતી કૉપર (Cu) ધાતુ જમા થાય છે. જ્યારે દ્રાવણમાંથી Cu^{2+} નું રિડક્શન થઈ કૉપર Zn ની પટ્ટી ઉપર જમા થાય છે અને દ્રાવણનો વાદળી રંગ દૂર થાય છે અને Zn^{2+} આયન ધરાવતું દ્રાવણ બને છે જે રંગવિહીન હોય છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે :

$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Cu^{2+}_{(s)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$ રેડૉક્ષ પૂર્ણ પ્રક્રિયા

આકૃતિ 4.2 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સિલ્વર નાઇટ્રેટ ($AgNO_3$) ના દ્રાવણમાં Cu નો સળિયો મૂકવામાં આવેલ છે. થોડો સમય મૂકી રાખી અવલોકન કરતાં જણાય છે કે દ્રાવણમાં રહેલ Ag^+ નું રિડક્શન થઈ Cu ના સળિયા પર સિલ્વર(Ag) જમા થાય છે અને કૉપર ધાતુના સળિયાનું ઑક્સિડેશન થઈ Cu^{2+} આયન ધરાવતું દ્રાવણ બને છે અને દ્રાવણનો રંગ વાદળી બને છે. જેમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે :

$Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow 2Ag_{(s)}$ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$ રેડૉક્ષ પૂર્ણ પ્રક્રિયા

રેડૉક્ષ પ્રક્રિયાઓને આ પ્રકારની બે અર્ધ પ્રક્રિયાઓ વડે દર્શાવવામાં આવે છે. આથી પૂર્ણ પ્રક્રિયાના સમીકરણમાં પ્રદાન કરતા અને સ્વીકાર કરતા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા હંમેશાં સમાન હોવી જોઈએ. રેડૉક્ષ પ્રક્રિયાને હંમેશાં સમતુલિત કરવી જરૂરી હોય છે.

આ પ્રમાણે નિકલ સલ્ફેટ અને કોબાલ્ટ ધાતુની રેડૉક્ષ પ્રક્રિયા નીચે પ્રમાણે થાય છે :

$Co_{(s)} \rightarrow Co^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Ni_{(s)}$ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

$Co_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \rightarrow Co^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$ રેડૉક્ષ પૂર્ણ પ્રક્રિયા

4.4 ઑક્સિડેશન આંક (Oxidation Number)

કેટલીક રેડૉક્ષ પ્રક્રિયાઓની સમજૂતી ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય પદ્ધતિ દ્વારા સમજાવી શકાય છે; પરંતુ અમુક રેડૉક્ષ પ્રક્રિયામાં ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય સ્પષ્ટપણે સમજી શકાતી નથી. આ પ્રકારની રેડૉક્ષ પ્રક્રિયાઓના અભ્યાસમાં ઑક્સિડેશન આંકની સમજૂતી ખૂબ જ ઉપયોગી હોય છે.

કોઈ પણ તત્ત્વ કે સંયોજન તટસ્થ હોય છે. જ્યારે કેટલાંક સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વો તટસ્થ હોતાં નથી. પરંતુ તે ધન કે ઋણ વીજભાર ધરાવે છે. આથી સાદા આયનીય સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોનો ઑક્સિડેશન આંક તે તત્ત્વ પર રહેલાં વીજભારને સમાન હોય છે.

તત્ત્વ, પરમાણુ, અણુ કે આયન કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન મેળવે છે અથવા કેટલા ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવે છે. તેને આધારે ઑક્સિડેશન આંક દર્શાવવામાં આવે છે. **આમ, ઑક્સિડેશન આંક કોઈ પણ પરમાણુની ઑક્સિડેશન અવસ્થાએ તે પરમાણુ પરના વીજભારનો આંક સૂચવે છે.**

4.4.1 ઑક્સિડેશન આંકની ગણતરીના નિયમો (Rules for the Calculation of Oxidation Number) :

(1) દરેક તટસ્થ પરમાણુ, અણુ કે સંયોજનનો ઑક્સિડેશન આંક શૂન્ય ગણાય છે. દા.ત., Na, Mg, Ca, Ba, H_2, Cl_2, Br_2, P_4, S_8, NaCl, CaO, $BaCl_2$, $AlCl_3$

(2) જે આયનો એક જ પરમાણુના બનેલા હોય તેમજ સાદા આયનીય સંયોજનમાં રહેલા મુક્ત આયનનો ઑક્સિડેશન આંક જે-તે આયનના વીજભારની સંખ્યાને સમાન ગણાય.

દા.ત. $MgCl_2$ માં $Mg^{2+} = +2$ અને $Cl^- = -1$

NaCl માં Na = +1 અને $Cl^- = -1$

CaO માં $Ca^{2+} = +2$ અને $O^{2-} = -2$

$AlCl_3$ માં $Al^{3+} = +3$ અને $Cl^- = -1$

FeS માં $Fe^{2+} = +2$ અને $S^{2-} = -2$

Sb_2S_3 માં $Sb^{3+} = +3$ અને $S^{2-} = -2$

(3) કેટલાક ઋણ આયનોનો ઑક્સિડેશન આંક તેના વીજભારને સમાન હોય છે અને ધન આયનોનો ઑક્સિડેશન આંક તેના પર રહેલા વીજભારને સમાન હોય છે. દા.ત.,

NH_4^+ માં +1	PH_4^+ માં +1
NO_2^- માં -1	CN^- માં -1
CH_3COO^- માં -1	CO_3^{2-} માં -2
SO_4^{2-} માં -2	PO_4^{3-} માં -3
ClO_3^- માં -1	BO_3^{3-} માં -3

(4) હાઇડ્રોજનયુક્ત સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક +1 ગણાય છે. પરંતુ અપવાદ તરીકે ધાતુના હાઇડ્રાઇડ સંયોજનોમાં હાઇડ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક -1 ગણાય છે.

દા.ત. H_2S, NH_3, PH_3, H_2O, H_3PO_4, H_2SO_4 માં હાઇડ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક +1 છે.

પરંતુ LiH, BeH_2, NaH, AlH_3, CaH_2 જેવા ધાતુના હાઇડ્રાઇડમાં હાઇડ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક – 1 છે.

(5) સંયોજનમાં રહેલા ઑક્સિજનનો ઑક્સિડેશન આંક સામાન્ય રીતે – 2 હોય છે.

દા.ત., H_2O માં Oનો ઑક્સિડેશન આંક = – 2

H_2SO_4 માં Oનો ઑક્સિડેશન આંક = – 2

$KMnO_4$માં Oનો ઑક્સિડેશન આંક = – 2

અપવાદ : પેરૉક્સાઇડ (O – O) સંયોજનોમાં ઑક્સિજનનો ઑક્સિડેશન આંક – 1 ગણવામાં આવે છે. દા.ત., K_2O_2, Na_2O_2, BaO_2, H_2O_2 માં ઑક્સિજનનો ઑક્સિડેશન આંક – 1 ગણવામાં આવે છે.

અપવાદ : સુપર ઑક્સાઇડમાં ઑક્સિજનનો ઑક્સિડેશન આંક – 1/2 (0.5) ગણાય છે. દા.ત., KO_2, CsO_2

અપવાદ: ફ્લોરિન સાથેના ઑક્સિજનનાં સંયોજનોમાં ઑક્સિજનનો ઑક્સિડેશન આંક ધન ગણવો.

O_2F_2માંO(ઑક્સિજન)નો ઑક્સિડેશન આંક = +1

OF_2માં O(ઑક્સિજન)નો ઑક્સિડેશન આંક = +2થાય છે.

કારણ કે ફ્લોરિનની વિદ્યુતઋણતા ઑક્સિજનની વિદ્યુતઋણતા કરતાં વધારે છે તેથી ઑક્સિજન ધન ઑક્સિડેશન આંક સૂચવે છે.

(6) હેલાઇડ સંયોજનમાં હેલોજન (F, Cl, Br, I)નો ઑક્સિડેશન આંક – 1 ગણવો.

દા.ત., HF માં F = – 1 ,KI માં I = – 1, $BaCl_2$માં Cl = – 1, NaBr માં Br = – 1

અપવાદ : હેલોજનના (F સિવાયના) ઑક્સાઇડ અને ઑક્સિઍસિડમાં હેલોજનનો ઑક્સિડેશન આંક ધન ગણવો.

દા.ત., Cl_2O_6 માં Cl નો ઑક્સિડેશન આંક = +6

$HClO_2$ માં Cl નો ઑક્સિડેશન આંક = +3

$HBrO_3$ માં Brનો ઑક્સિડેશન આંક = +5

HIO_4 માં I નો ઑક્સિડેશન આંક = +7

(7) સહસંયોજક બંધ ધરાવતાં કાર્બનિક સંયોજનોમાં બે તત્ત્વો વચ્ચેના બંધમાં જેની વિદ્યુતઋણતા વધારે છે તે તત્ત્વનો ઑક્સિડેશન આંક ઋણ અને જેની વિદ્યુત-ઋણતા ઓછી છે તેવા બીજા તત્ત્વનો ઑક્સિડેશન આંક ધન થાય છે. દા.ત., CCl_4 માં વધુ વિદ્યુતઋણતામય ક્લોરિન પરમાણુનો ઑક્સિડેશન આંક – 1 થાય અને ઓછી વિદ્યુતઋણતામય કાર્બનનો ઑક્સિડેશન આંક +4 થાય છે. તેવી જ રીતે CH_4 માં દરેક H નો ઑક્સિડેશન આંક +1 અને કાર્બનનો ઑક્સિડેશન આંક – 4 થાય છે.

(8) તટસ્થ બહુપરમાણ્વિય સંયોજનોમાં રહેલાં તત્ત્વોના ઑક્સિડેશનઆંકનો બૈજિક સરવાળો શૂન્ય થાય છે, જે 4.4.2ના ઉદાહરણ 1,2,3,5,6 દ્વારા સમજી શકાય છે.

(9) આયનીય બહુપરમાણ્વીય સંયોજનોમાં રહેલાં તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંકનો બૈજિક સરવાળો તેની પર રહેલા વીજભાર જેટલો થાય છે. જે 4.4.2ના ઉદાહરણ 4 અને 7 દ્વારા સમજી શકાય છે.

(10) સંયોજનમાં રહેલી આલ્કલી ધાતુનો ઑક્સિડેશન આંક +1 લેવાય છે, આલ્કલાઇન અર્થ ધાતુનો ઑક્સિડેશન આંક +2 લેવાય છે તેમજ ફ્લોરાઇડયુક્ત સંયોજનમાં ફ્લોરિનનો ઑક્સિડેશન આંક હંમેશાં – 1 લેવાય છે.

આમ, સમગ્રપણે જોતાં કોઈ પણ તટસ્થ સંયોજનનો ઑક્સિડેશન આંક શૂન્ય ગણી તેમાંના કોઈ પણ તત્ત્વનો ઑક્સિડેશન આંક ઉપર દર્શાવેલા નિયમોને આધારે ગણી શકાય.

4.4.2 ઑક્સિડેશન આંકની ગણતરી(Calculation of Oxidation Number) : અણુ, આયન કે સંયોજનમાં રહેલાં તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક ઉપર આપેલા નિયમોને આધારે ગણવામાં આવે છે :

(1) $H_2\underline{S}$ અણુમાં હાઇડ્રોજનના બે પરમાણુ હોય છે. હાઇડ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક +1 છે. H_2S નો ઑક્સિડેશન આંક શૂન્ય હોવાથી S નો ઑક્સિડેશન આંક – 2 થાય.

H_2S માં Sનો ઑક્સિડેશન આંક = x

∴ 2(H પરમાણુઓનો ઑક્સિડેશન આંક) + (Sનો ઑક્સિડેશન આંક) = 0

2(1) + x = 0

x = – 2 તેથી S નો ઑક્સિડેશન આંક = – 2 છે.

(2) $H_2\underline{S}O_4$ માં S નો ઑક્સિડેશન આંક = x

∴ 2 (H પરમાણુનો ઑક્સિડેશન આંક) + S નો ઑક્સિડેશન આંક + 4 (O નો ઑક્સિડેશન આંક) = 0

∴ 2(1) + x + 4(-2) = 0

∴ 2 + x – 8 = 0

∴ x = 6 તેથી S નો ઑક્સિડેશન આંક = + 6 છે.

(3) $K_3\underline{P}O_4$ માં P નો ઑક્સિડેશન આંક = x

3 (K નો ઑક્સિડેશન આંક) + P નો ઑક્સિડેશન આંક) + 4 (O નો ઑક્સિડેશન આંક) = 0

∴ 3(1) + x + 4 (-2) = 0

∴ 3 + x – 8 = 0 x = 5

તેથી P નો ઑક્સિડેશન આંક +5 છે.

(4) $\underline{Cl}O_3^{-1}$માંClનો ઑક્સિડેશન આંક = x

Clનો ઑક્સિડેશન આંક + 3 (Oનો ઑક્સિડેશન આંક) = – 1

∴ x + 3 (– 2) = – 1

∴ x = +5

∴ Cl નો ઑક્સિડેશન આંક +5 છે.

(5) $\underline{C}H_2Cl_2$ માં C નો ઑક્સિડેશન આંક = x

∴ x + 2 (1) + 2 (– 1) = 0

∴ x +2 – 2 = 0

∴ C નો ઑક્સિડેશન આંક 0 છે.

(6) $\underline{Si}O_2$ માં Si નો ઑક્સિડેશન આંક = x

∴ x+ 2(– 2) = 0

∴ x= 4

∴ Siનો ઑક્સિડેશન આંક +4 છે.

(7) $\underline{Cr}O_4^{2-}$ માં Cr ઑક્સિડેશન આંક = x

∴ x+ 4(– 2) = – 2

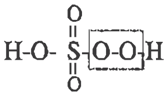
∴ x – 8 = – 2

∴ x = 6

∴ Cr નો ઑક્સિડેશન આંક +6 છે.

(8) કેટલાંક અપવાદરૂપ સંયોજનોમાં લીટી દોરેલ તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક ગણવા.

(1) $H_2\underline{S}O_5$ પરમોનોસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ(કેરો ઍસિડ)

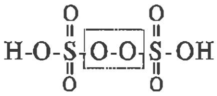
 માં ધારો કે Sનો ઑક્સિડેશન આંક = x છે.

2(Hનો ઑક્સિડેશન આંક) +2(Oના પેરૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન આંક)+ x + 3(Oનો ઑક્સિડેશન આંક) = 0

∴2(+1)+2(– 1)+x+3(– 2) = 0

∴x= +6

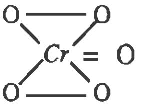
(2) $H_2\underline{S}_2O_8$ પર ડાયસલ્ફ્યુરિક ઍસિડ(માર્શલ ઍસિડ)

 માં ધારો કે Sનો ઑક્સિડેશન આંક=x છે.

2(Hનો ઑક્સિડેશન આંક) + 2(Oના પેરૉક્સાઇડ ઑક્સિડેશન આંક) + 2x+ 6 (O ઑક્સિડેશન આંક) = 0

∴2(+1)+2(– 1)+2x+6(– 2) = 0

∴x = +6

(3) $\underline{Cr}O_5$ ક્રોમિયમ પેન્ટોક્સાઇડ 

CrO_5 માં પેરૉક્સિ વલય છે.

ધારો કે Crનો ઑક્સિડેશન આંક = x છે.

4(O પરમાણુ પેરૉક્સાઇડના ઑક્સિડેશન આંક) + (Crનો ઑક્સિડેશન આંક) + x +1 (Oનો ઑક્સિડેશન આંક) = 0

∴4(– 1)+x+1(– 2) = 0

∴x = +6

4.4.3 ઑક્સિડેશન આંક અને રેડોક્ષ પ્રક્રિયા

(Oxidation Number and Redox Reaction) : જે પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકોના ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થાય તે પ્રક્રિયાને રેડોક્ષ પ્રક્રિયા કહે છે. પ્રક્રિયામાં જો પ્રક્રિયકના ઑક્સિડેશન આંકમાં વધારો થાય તો ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા અને ઑક્સિડેશન આંકમાં ઘટાડો થાય તો તેને રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા કહે છે.

ઝિંક અને હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ વચ્ચેની પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કરતાં જણાશે કે,

$$Zn_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

અથવા

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

(Cl^- પ્રેક્ષક આયન હોવાથી દૂર કરેલ છે, કારણ કે તેના ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેર પડતો નથી.)

રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

$$\underset{0}{Zn_{(s)}} + \underset{+1}{2H^+_{(aq)}} \rightarrow \underset{+2}{Zn^{2+}_{(aq)}} + \underset{0}{H_{2(g)}}$$

ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

આ પ્રક્રિયામાં ઝિંક બે ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવીને Zn^{2+} આયનમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આમ તે ઑક્સિડેશન પામે છે. જ્યારે H^+ ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને રિડક્શન પામે છે અને H_2 મળે છે, તેથી Zn રિડક્શનકર્તા છે, જ્યારે H^+ ઑક્સિડેશનકર્તા છે. આ પ્રક્રિયાને ઑક્સિડેશન આંકની મદદથી જોતાં ઝિંકનો ઑક્સિડેશન આંક (0) શૂન્યમાંથી વધીને +2 થાય છે. જ્યારે H^+ નો ઑક્સિડેશન આંક +1થી ઘટીને (0) શૂન્ય થાય છે. તેથી કહી શકાય કે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયામાં એક પ્રક્રિયકના ઑક્સિડેશન આંકમાં વધારો થાય છે અને રિડક્શન પ્રક્રિયામાં બીજા પ્રક્રિયકના ઑક્સિડેશન આંકમાં ઘટાડો થાય છે.

નીચે આપેલી રેડોક્ષ પ્રક્રિયા ઑક્સિડેશન આંકની ગણતરી વડે સમજાવી શકાય :

(1) $2HI_{(aq)} + Br_{2(l)} \rightarrow I_{2(s)} + 2HBr_{(aq)}$

ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર

I = – 1 માંથી 0 (ઑક્સિડેશન આંકમાં 1 નો વધારો)

Br = 0 માંથી – 1(ઑક્સિડેશન આંકમાં 1 નો ઘટાડો)

H =+1 માંથી +1 (ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર નથી તેથી પ્રેક્ષક આયન ગણાય છે.)

આ પ્રક્રિયામાં આયોડાઇડ આયનનું ઑક્સિડેશન અને બ્રોમિનનું રિડક્શન થાય છે.

(2) $3MnO_{2(s)} + 4Fe \rightarrow 3Mn_{(s)} + 2Fe_2O_{3(s)}$

ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર :

Mn = + 4 માંથી 0 (ઑક્સિડેશન આંકમાં 4 નો ઘટાડો)

Fe = 0 માંથી +3 (ઑક્સિડેશન આંકમાં 3 નો વધારો)

O = – 2 માંથી – 2(ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર નથી.)

- પ્રેક્ષક આયન

આ પ્રક્રિયામાં આયર્નનું ઑક્સિડેશન અને મૅંગેનીઝ આયનનું રિડક્શન થાય છે.

(3) $MnO_4^{-1} + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$

ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર

Mn = +7 માંથી +2 (ઑક્સિડેશન આંકમાં 5 નો ઘટાડો)

Fe = +2 માંથી +3 (ઑક્સિડેશન આંકમાં 1 નો વધારો)

O = – 2 માંથી – 2 (ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર નથી.)

- પ્રેક્ષક આયન

H= +1 માંથી +1 (ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર નથી.)

- પ્રેક્ષક આયન

આ પ્રક્રિયામાં ફેરસઆયનનું ઑક્સિડેશન અને $KMnO_4$માંના મૅંગેનીઝ આયનનું રિડક્શન થાય છે.

4.5 ઑક્સિડેશન આંક અને નામકરણ (Oxidation Number and Nomenclature)

રોમન વૈજ્ઞાનિકો રસાયણવિજ્ઞાનમાં ધાતુ-સંયોજનોના નામકરણ વખતે તેનાં તત્ત્વોની ઑક્સિડેશન-અવસ્થાનો ઉપયોગ કરતા હતા. આ નામકરણ પદ્ધતિ ‘સ્ટૉક નોટેશન’ (Stock notation) તરીકે જાણીતી છે. જેમાં ધાતુના નામને છેડે ધાતુનો ઑક્સિડેશન આંક કૌંસમાં રોમન આંકથી દર્શાવવામાં આવે છે. કૉપરના બે ઑક્સાઇડ Cu_2O અને CuO માં Cu નો ઑક્સિડેશન આંક અનુક્રમે +1 અને +2 છે. આ બંને સંયોજનો અનુક્રમે કૉપર (I) ઑક્સાઇડ અને કૉપર (II) ઑક્સાઇડ તરીકે જાણીતા છે. તે જ રીતે આયર્નના બે ઑક્સાઇડ FeO અને Fe_2O_3 માં Fe નો ઑક્સિડેશન આંક અનુક્રમે +2 અને +3 છે. આ બંને સંયોજનો અનુક્રમે આયર્ન (II) ઑક્સાઇડ અને આયર્ન (III) ઑક્સાઇડ તરીકે જાણીતા છે.

સ્ટૉક નોટેશન નામકરણ પદ્ધતિ એવા પ્રકારની ધાતુઓ માટે વપરાય છે કે જેની ઑક્સિડેશન-અવસ્થા એક કરતાં વધારે હોય છે.

(1) $FeSO_4$ ને આયર્ન (II) સલ્ફેટ

(2) $Fe_2(SO_4)_3$ ને આયર્ન (III) સલ્ફેટ

(3) Na_2CrO_4 ને સોડિયમ ક્રોમેટ (VI)

(4) $K_2Cr_2O_7$ ને પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ (VI)

(5) Cr_2O_3 ને ક્રોમિયમ (III) ઑક્સાઇડ

(6) Mn_2O_7 ને મૅંગેનીઝ (VII) ઑક્સાઇડ

(7) V_2O_5 ને વેનેડિયમ (V) ઑક્સાઇડ

સ્ટૉક નોટેશનનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે ધાતુ તત્ત્વો માટે થાય છે. જ્યારે અધાતુ તત્ત્વો માટે થતો નથી.

4.6 રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનું સમીકરણ (Equation of Redox Reaction)

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાનું સમીકરણ દર્શાવવા માટે કેટલાક સામાન્ય નિયમોનું પાલન થવું જોઈએ :

(1) પ્રક્રિયકો અને નીપજોના આણ્વિય સૂત્રો જાણતા હોવા જોઈએ.

(2) ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા દરમિયાન મુક્ત થતાં બધા જ ઇલેક્ટ્રૉનનો ઉપયોગ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયામાં થવો જોઈએ. એટલે કે પ્રક્રિયામાં ઇલેક્ટ્રૉનનો ફેરફાર સમાન હોવો જોઈએ.

(3) દ્રવ્યસંચયના નિયમનું પાલન થવું જોઈએ. અહીં પરમાણુઓ અથવા તત્ત્વોની સંખ્યા સમીકરણની બંને બાજુએ સમાન હોવી જોઈએ.

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ ઍસિડિક, બેઝિક અથવા તટસ્થ માધ્યમમાં થાય છે. ઍસિડિક માધ્યમમાં ઑક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા H_2O અને હાઇડ્રોજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા H^+આયનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. બેઝિક માધ્યમમાં ઑક્સિજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા H_2O અને હાઇડ્રોજનની જરૂરિયાત પૂરી કરવા OH^-નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

4.7 રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન (Balancing of Redox Reaction Equation)

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન કરવા માટે બે પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે :

(1) ઑક્સિડેશન આંકની પદ્ધતિ (2) ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણ પદ્ધતિ.

4.7.1 ઑક્સિડેશન આંકની પદ્ધતિ વડે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન (Balancing of Redox Reaction by Oxidation Number Method) : રેડોક્ષ સમીકરણના સમતોલનમાં સમીકરણના પ્રક્રિયકો અને નીપજોનાં તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાને સમતુલિત કરવામાં આવે છે જે ઍસિડિક અને બેઝિક એવાં બંને જુદાં જુદાં માધ્યમોમાં સમતુલિત કરી શકાય છે.

રેડોક્ષ સમીકરણના સમતોલનમાં નીચેના મુદ્દાઓનો ક્રમશઃ ઉપયોગ કરી સમતુલિત સમીકરણ મેળવવામાં આવે છે :

મુદ્દા :

(1) રેડોક્ષ સમીકરણમાં રહેલાં બધાં જ તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક ગણો.

(2) ઑક્સિડેશન આંકનો ફેરફાર થતો હોય તેવા પ્રક્રિયકો અને નીપજોના પરમાણુઓનું સમતોલન કરો અને ઑક્સિડેશન આંકમાં થતો ફેરફાર લખો. જો એક જ પ્રક્રિયક ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન એમ બંને પ્રક્રિયા અનુભવતો હોય તો તે પ્રક્રિયક અથવા નીપજ બે વખત દર્શાવો.

(3) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાઓ નક્કી કરો અને ઑક્સિડેશન આંકમાં થતો ફેરફાર લખો.

(4) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને સમતુલિત કરવા માટે ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયાને યોગ્ય સહગુણક વડે ગુણો.

(5) પ્રક્રિયકો અને નીપજોના વીજભાર અને પ્રક્રિયાના માધ્યમને આધારે H^+ અથવા OH^- આયન ઉમેરી, ઑક્સિજનના પરમાણુ સમતુલિત કરવા H_2O ઉમેરી સમતુલિત સમીકરણ મેળવો તેમજ પ્રેક્ષક પરમાણુ સમતુલિત કરવા જો માધ્યમ એસિડિક હોય તો H^+ અને H_2O ઉમેરવા અને બેઝિક માધ્યમ હોય તો OH^- અને H_2O ઉમેરવા સમીકરણમાં પ્રક્રિયકો અને નીપજોના વીજભાર દર્શાવવા. જે સમતુલિત સમીકરણમાં સમાન થાય છે.

દાખલો 4.1 : નીચે આપેલી રેડોક્ષ પ્રક્રિયા ઑક્સિડેશન આંકની પદ્ધતિ વડે સમતુલિત કરો.

ઉકેલ :

$MnO_4^{-1} + H_2S + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + S$ (એસિડિક માધ્યમ)

(1) તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક લખો.

$MnO_4^{-1} + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S$

(+7)(−2) (+1)(−2) +2 0

(2) ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થતાં તત્ત્વોના પરમાણુનું સમતોલન કરો. ઑક્સિડેશન આંકમાં થતો ફેરફાર લખો.

$MnO_4^{-1} + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S$

(+7) (−2) (+2) 0

(3) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયા નક્કી કરો.

ઑક્સિડેશન આંકનો વધારો - ઑક્સિડેશન

(+2)

$MnO_4^{-1} + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S$

(−5)

ઑક્સિડેશન આંકનો ઘટાડો - રિડક્શન

(4) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને સમતુલિત કરવા માટે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાને 5 અને રિડક્શન પ્રક્રિયાને 2 વડે ગુણતાં

$2MnO_4^{-1} + 5H_2S \rightarrow Mn^{2+} + 5S$

(5) વીજભાર અને ઑક્સિડેશન આંકનો ફેરફાર થતો ન હોય તેવા પરમાણુઓ (પ્રેક્ષકો) ને સમતુલિત કરતાં

$2MnO_4^{-1} + 5H_2S + 6H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5S + 8H_2O$

વીજભાર $2(-1)\ 5(0) + 6(+1) = 2(+2) + 5(0) + 8(0)$

$-2 + 6 = +4$

$+4 = +4$

ઉપરની રેડોક્ષ પ્રક્રિયામાં પ્રક્રિયકો અને નીપજોમાં વીજભાર અને વજન-તુલ્યતાથી સમતુલિત છે.

દાખલો 4.2 : નીચેની રેડોક્ષ પ્રક્રિયા ઑક્સિડેશન આંકની પદ્ધતિ વડે સંતુલિત કરો.

ઉકેલ : $P_4 + OH^- \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^{1-}$

(1) તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક લખો.

$P_4 + OH^- \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^{1-}$

0 −2+1 (−3)(+1)+(1+1)(−2)

(2) તત્ત્વોના પરમાણુઓનું સમતોલન કરો અને ઑક્સિડેશન આંકમાં થતો ફેરફાર લખો.

$P_4 + P_4 \rightarrow 4PH_3 + 4H_2PO_2^{1-}$

0 0 4(−3) 4(1)

−12 +4

(3) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન પ્રક્રિયા નક્કી કરો.

4(+1) = 4 ઑક્સિડેશન આંકનો વધારો − ઑક્સિડેશન

(+4)

$P_4 + P_4 \rightarrow 4PH_3 + 4H_2PO_3^{1-}$

4(−3) = −12

ઑક્સિડેશન આંકનો ઘટાડો - રિડક્શન

(4) ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને સમતુલિત કરવા માટે ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાને 3 વડે ગુણતાં

$$P_4 + 3P_4 \rightarrow 4PH_3 + 12H_2PO_2^{1-}$$

$$4P_4 \rightarrow 4PH_3 + 12H_2PO_2^{1-}$$

4 સામાન્ય લેતાં સમીકરણ $P_4 \rightarrow PH_3 + 3H_2PO_2^{1-}$

(5) વીજભાર અને ઑક્સિડેશન આંકનો ફેરફાર થતો ન હોય તેવા પરમાણુઓને સમતુલિત કરવા બેઝિક માધ્યમમાં OH^- અને H_2O મૂકવા.

$$P_4 + 3OH^- + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3H_2PO_2^{1-}$$

વીજભાર $4(0)+3(-1)+3(0) \qquad 0+3(-1)$

$$-3 = -3$$

ઉપરની રેડોક્ષ પ્રક્રિયા વીજભાર અને વજન-તુલ્યતાથી સમતુલિત કરેલ છે.

4.7.2 ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણની પદ્ધતિ વડે રેડોક્ષ પ્રક્રિયાના સમીકરણનું સમતોલન (Balancing of Redox Reaction Equation Using Oxidation Number and Half-Reaction Equation Method) :

રેડોક્ષ સમીકરણના સમતોલનમાં નીચેના મુદ્દાઓનો ક્રમશઃ ઉપયોગ કરી સમતુલિત સમીકરણ મેળવવામાં આવે છે.

મુદ્દાઓ :

(1) ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થતો હોય તેવાં તત્ત્વો શોધો અને તેની અર્ધ પ્રક્રિયાઓ લખો.

(2) ઑક્સિડેશન આંકમાં ફેરફાર થતો હોય તેવી બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓ જુદી તારવી તેમના પરમાણુઓનું સમતોલન કરો.

(3) બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિડેશન આંકને આધારે તફાવત જેટલા ઇલેક્ટ્રૉન બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં મૂકો.

(4) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં કુલ વીજભારના તફાવતને આધારે અને માધ્યમને આધારે H^+, OH^- અને H_2O ઉમેરી સમતુલિત કરો.

(5) બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા સમાન કરી બંને અર્ધ પ્રક્રિયાનો સરવાળો કરી સમતુલિત સમીકરણ મેળવો.

દાખલો 4.3 : નીચે આપેલી રેડોક્ષ પ્રક્રિયા અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણની પદ્ધતિ માટે સમતુલિત કરો :

$MnO_4^- + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(1) તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધ પ્રક્રિયાઓ લખવી.

$$MnO_4^- + H_2S \rightarrow Mn^{2+} + S$$

$(+7)\ (-2)\ (+1)(-2)$	$+2 \qquad 0$
$MnO_4^{-1} \rightarrow Mn^{2+}$	$H_2S \rightarrow S$
ઑક્સિડેશન આંકમાં ઘટાડો	ઑક્સિડેશન આંકમાં વધારો
∴ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા	∴ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા

(2) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં તત્ત્વોના પરમાણુઓનું સમતોલન કરો.

$MnO_4^{-1} \rightarrow Mn^{2+}$	$H_2S \rightarrow S$
$(+7) \qquad +2$	$(-2) \qquad 0$

(3) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે ઇલેક્ટ્રૉન ઉમેરવા.

$MnO_4^- + 5e^- \rightarrow Mn^{2+}$ | $H_2S \rightarrow S + 2e^-$

(4) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં વીજભાર સમતુલિત કરવા ઍસિડિક માધ્યમને આધારે H^+ અને H_2O ઉમેરવા.

$$MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$H_2S \rightarrow S + 2e^- + 2H^+$$

બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા સમાન કરવા ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયાને 5 વડે અને રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયાને 2 વડે ગુણી બંને અર્ધ પ્રક્રિયાનો સરવાળો કરતાં

$$2MnO_4^- + 10e^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

$$5H_2S \rightarrow 5S + 10e^- + 10H^+$$

$$2MnO_4^- + 5H_2S + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5S$$

$2(-1) + 5(0)\ 6(+1) \qquad 2(+2) \quad 8(0) + 5(0)$

$$-2 + (0) + 6\ (+1) = +4$$

$$+4 = +4$$

ઉપર્યુક્ત રેડોક્ષ પ્રક્રિયા વીજભાર અને વજન-તુલ્યતાથી સમતુલિત છે.

દાખલો 4.4 : નીચેની રેડોક્ષ પ્રક્રિયા અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણની મદદથી સમતુલિત કરો :

$P_4 + OH^{1-} \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^{1-}$ (બેઝિક માધ્યમ)

(1) તત્ત્વોના ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધ પ્રક્રિયાઓ લખવી.

$$P_4 + OH^{1-} \rightarrow PH_3 + H_2PO_2^{1-}$$

$0 \qquad -2\ +1 \qquad -3(+1)\ +1\ +1-2$

$P_4 \rightarrow H_2PO_2^{1-}$	$P_4 \rightarrow PH_3$
ઑક્સિડેશન આંકમાં વધારો થાય છે.	ઑક્સિડેશન આંકમાં ઘટાડો થાય છે.
∴ ઑક્સિડેશન અર્ધ પ્રક્રિયા	∴ રિડક્શન અર્ધ પ્રક્રિયા

(2) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં તત્ત્વોના પરમાણુઓનું સંતુલન કરો.

P_4 →	$4H_2PO_2^{1-}$	P_2 →	$4PH_3$
4(0)	4(1)	0	4(−3)
0	+4		−12

(3) બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં ઑક્સિડેશન આંકના તફાવતને આધારે ઇલેક્ટ્રોન ઉમેરવા.

$P_4 \rightarrow 4H_2PO_2^{1-} + 4e^-$ | $P_2 + 12e^- \rightarrow 4PH_3$

(4) બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓમાં વીજભાર સમતુલિત કરવા બેઝિક માધ્યમને આધારે OH^- અને H_2O ઉમેરવા.

$P_4 + 8OH^- \rightarrow 4H_2PO_2^{1-} + 4e^-$

$P_4 + 12e^- \rightarrow 4PH_3 + 12OH^- + 12H_2O$

(5) બંને અર્ધ પ્રક્રિયામાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા સમાન કરવા ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાને 3 વડે ગુણી અને બંને અર્ધ પ્રક્રિયાઓનો સરવાળો કરવો.

$3P_4 + 24OH^- \rightarrow 12H_2PO_2^{1-} + 12e^-$

$P_4 + 12e^- + 12H_2O \rightarrow 4PH_3 + 12OH^-$

$4P_4 + 12H_2O + 12OH^- \rightarrow 12H_2PO_2^{1-} + 4PH_3$

ચાર સામાન્ય લેતાં

$P_4 + 3H_2O + 3OH^- \rightarrow 3H_2PO_2^{1-} + PH_3$

(0) + (0) 3(−1) 3(−1)+ 0 = −3

ઉપર્યુક્ત રેડોક્ષ પ્રક્રિયા વીજભાર અને વજન તુલ્યતાથી સમતુલિત છે.

સારાંશ

રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓનું સ્વરૂપ એક એવી અગત્યની પ્રક્રિયા છે કે જેમાં ઑક્સિડેશન અને રિડક્શન એક સાથે થાય છે. તેમાં સમાયેલા મુદ્દાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય ઑક્સિડેશન આંક વગેરે સમાયેલા છે. આ પ્રકરણમાં આ મુદ્દાઓની ઊંડાણથી સમજ આપવા પ્રયત્ન કરેલ છે. ઑક્સિડેશન, રિડક્શન, ઑક્સિડેશનકર્તા, રિડક્શનકર્તાનો ક્રમશઃ ખ્યાલ આપેલો છે.

ઑક્સિડેશન આંક શોધવા માટે ક્રમિક નિયમો આપેલા છે જેને અનુસરતાં ઑક્સિડેશન આંક શોધી શકાય છે. ધાતુનાં સંયોજનોમાં સ્ટૉક નોટેશન પદ્ધતિથી નામકરણ દર્શાવી શકાય. રેડોક્ષ પ્રક્રિયા સમતુલિત સમીકરણ પદ્ધતિ મેળવવા બે પદ્ધતિઓ (i) ઑક્સિડેશન આંક પદ્ધતિ (ii) અર્ધ પ્રક્રિયા સમીકરણ પદ્ધતિ વાપરી શકાય છે. જે ઍસિડિક અને બેઝિક બંને માધ્યમમાં ઉદાહરણ સાથે દર્શાવેલ છે.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા બહુવિકલ્પમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) જે પ્રક્રિયા દરમિયાન હાઇડ્રોજન ઉમેરાય તેવી પ્રક્રિયાઓને શું કહે છે ?

(A) ઑક્સિડેશન (B) રિડક્શન

(C) રેડોક્ષ (D) આપેલી બધી જ

(2) $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$ આ પ્રક્રિયામાં કોણ ઑક્સિડેશન પામે છે.

(A) H_2 (B) Br_2

(C) HBr (D) H_2 અને Br_2 બંને

(3) નીચેનામાંથી કયું વિધાન સાચું છે ?

(A) રિડક્શનકર્તાનું રિડક્શન થાય છે. (B) ઑક્સિડેશનકર્તાનું ઑક્સિડેશન થાય છે.

(C) રિડક્શનકર્તાનું ઑક્સિડેશન થાય છે. (D) રેડોક્ષ પ્રક્રિયામાં ઑક્સિડેશન-રિડક્શન થતું નથી.

(4) નીચેની પ્રક્રિયામાં ઑક્સિડેશનકર્તા પદાર્થ કયો છે ?

R-CHO + 2CuO → Cu_2O + R-COOH

(A) CuO (B) R-CHO

(C) Cu_2O (D) R-COOH

(5) નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયા રેડોક્ષ છે ?

(A) $NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O(\ell)$

(B) $CH_3COOH + CH_3OH \rightarrow CH_3COOCH_3 + H_2O$

(C) $K_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$

(D) $H_2S_{(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 4SO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$

(6) <u>Ba</u>O_2 અને <u>Si</u>O_2 માં લીટી દોરેલ પરમાણુના ઑક્સિડેશન આંક કયા ક્રમમાં છે ?

(A) +2, +4 (B) +2, +2

(C) +4, +2 (D) +4, +4

(7) $CH_3CHO_{(s)} + Ag_2O_{(s)} \rightarrow CH_3COOH + 2Ag$ પ્રક્રિયામાં કયો પદાર્થ રિડક્શનકર્તા છે.

(A) CH_3CHO (B) Ag_2O

(C) CH_3COOH (D) Ag

(8) N_3HNનો ઑક્સિડેશન આંક કેટલો થશે ?

(A) 2 (B) 1

(C) $-\frac{1}{3}$ (D) O

(9) $K_2Cr_2O_7 + (a)SO_2 + (b)\ H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + (c)H_2O$ પ્રક્રિયામાં (a), (b) અને (c) અનુક્રમે કયા સહગુણક હશે ?

(A) 1, 1, 3 (B) 3, 1, 1

(C) 1, 3, 1 (D) 3, 1, 3

(10) નીચેનામાંથી કયો પરમાણુ ધન અને ઋણ ઑક્સિડેશન આંક તેનાં સંયોજનોમાં ધરાવી શકે છે ?

(A) F (B) Na

(C) Ar (D) Cl

(11) સમતુલિત રાસાયણિક પ્રક્રિયા $BrO_3^- + (a)Br^- + (b)\ H^+ \rightarrow (c)\ Br_2 + (d)\ H_2O$ માટે a, b, c અને d નાં મૂલ્યો અનુક્રમે જણાવો :

(A) 5, 6, 3, 3 (B) 5, 4, 3 ,4

(C) 3, 5, 6, 3 (D) 3, 3, 6, 5

(12) નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયામાં H_2SO_4 ઑક્સિડેશનકર્તા તરીકે વર્તે છે ?

(A) $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

(B) $2HCl + H_2SO_4 \rightarrow Cl_2 + SO_2 + 2H_2O$

(C) $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$

(D) $NaCl + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + HCl$

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં ઉત્તર લખો :

(1) ઑક્સિડેશન-પ્રક્રિયા એટલે શું ?

(2) રિડક્શન-પ્રક્રિયા એટલે શું ?

(3) ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.

(4) રિડક્શન પ્રક્રિયાનું ઉદાહરણ આપો.

(5) ઑક્સિડેશનકર્તા એટલે શું ?

(6) રિડક્શનકર્તા એટલે શું ?

(7) ઑક્સિડેશન આંક એટલે શું ?

(8) સ્ટૉક નોટેશન પદ્ધતિ કોને લાગુ પડે છે ?

(9) H_2SO_5 માં S નો ઑક્સિડેશન આંક ગણો.

(10) સિલ્વર નાઇટ્રેટના દ્રાવણમાં Cu નો સળિયો મૂકતાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

(11) જસતના સળિયાને H_2SO_4 ના દ્રાવણમાં મૂકતાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયા લખો.

(12) $K_2Cr_2O_7$ નું સ્ટૉક નોટેશન પ્રમાણે નામ લખો.

3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર લખો :

(1) ઑક્સિડેશન-રિડક્શન (રેડોક્ષ) પ્રક્રિયા સમજાવો.

(2) નીચેનાં ઉદાહરણોમાં કાર્બનનો ઑક્સિડેશન આંક શોધો :

CH_4 , CO, H_2CO_3, K_2CO_3

(3) નીચેના ઉદાહરણમાં નાઇટ્રોજનનો ઑક્સિડેશન આંક શોધો :

$(NH_4)_2CO_3$, N_2H_4, $NaNO_3$, $BaNO_2$

(4) સ્ટૉક નોટેશન નામકરણ પદ્ધતિ ઉદાહરણ સહિત સમજાવો :

(5) નીચેની પ્રક્રિયાઓ રેડોક્ષ છે કે નહિ ? સમજાવો.

(1) $H_2S_{(aq)} + Cl_{2(g)} \rightarrow S_{(s)} + Cl^-{}_{(aq)}$

(2) $2Na_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2NaCl_{(s)}$

(3) $FeSO_{4(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow MgSO_{4(aq)} + Fe_{(s)}$

(4) $Cu_{(s)}+4HNO_{3(aq)} \rightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)}+2NO_{2(g)}+ 2H_2O$

(6) $Cr^{3+}{}_{(aq)} + ClO_3{}^{1-}{}_{(aq)} \rightarrow Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + ClO_{2(aq)}$

પ્રક્રિયામાં, નીચે માંગેલ માહિતી આપો :

(1) કયા પ્રક્રિયકનું ઑક્સિડેશન થાય છે ?

(2) કયા પ્રક્રિયકનું રિડક્શન થાય છે ?

(3) કયો પ્રક્રિયક ઑક્સિડેશનકર્તા છે ?

(4) કયો પ્રક્રિયક રિડક્શનકર્તા છે ?

4. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર જવાબ આપો :

(1) ઇલેક્ટ્રૉન વિનિમય આધારિત ઑક્સિડેશન-રિડક્શન (રેડોક્ષ)ની ત્રણ પ્રક્રિયાઓ ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

(2) નીચેની રેડોક્ષ પ્રક્રિયાઓ (ઑક્સિડેશન આંક અને અર્ધપ્રક્રિયા સમીકરણ) બંને પદ્ધતિથી સમતોલિત કરો :

(1) $MnO_4^{1-} + As_2O_3 \rightarrow Mn^{2-} + AsO_4^{3-}$ $(pH < 7)$

(2) $Br_2 + OH^- \rightarrow BrO_3^- + Br^-$ (બેઝિક માધ્યમ)

(3) $S + HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + NO$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(4) $P_4 + NO_3^- \rightarrow PO_4^{3-} + NO_2$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(5) $FeS + H_2O_2 \rightarrow FeO + SO_2$(ઍસિડિક માધ્યમ)

(6) $Cr(OH)_3^{1-} + HO_2^{1-} \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + OH^-$ (બેઝિક માધ્યમ)

(7) $As_2O_3 + CrO_4^{2-} \rightarrow H_3AsO_4 + Cr_2O_3$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(8) $S_2O_3^{2-} + Br_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + Br^-$

(9) $Cu_2S + SO_4^{2-} \rightarrow CuO + SO_2$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(10) $P_4 + NaOH \rightarrow PH_3 + NaH_2PO_2$ (બેઝિક માધ્યમ)

(11) $V + H_2O \rightarrow H_4V_6O_{17} + H_2$ (બેઝિક માધ્યમ)

(12) $Ag_2S + CN^{1-} + O_2 \rightarrow Ag(CN)^-{}_2 + S$ (બેઝિક માધ્યમ)

(13) $Cl_2 + NaOH \rightarrow ClO_3^- + NaCl$ (બેઝિક માધ્યમ)

(14) $CuS + SO_4^{2-} \rightarrow CuO + SO_2$ (ઍસિડિક માધ્યમ)

(15) $FeS_2 + O_2 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

હાઈડ્રોજન

5.1 પ્રસ્તાવના
5.2 હાઈડ્રોજન(H)નું આવર્ત કોષ્ટકમાં સ્થાન
5.3 હાઈડ્રોજનના સમસ્થાનિકો
5.4 ડાયહાઈડ્રોજન(H_2)ની બનાવટ અને ભૌતિક ગુણધર્મો
5.5 હાઈડ્રાઈડ
5.5.1 ક્ષારીય અથવા આયનીય હાઈડ્રાઈડ
5.5.2 ધાત્વીય અથવા આંતરાણ્વિય હાઈડ્રાઈડ
5.5.3 આણ્વિય અથવા સહસંયોજક હાઈડ્રાઈડ
5.6 પાણી (H_2O)
5.6.1 ભૌતિક ગુણધર્મો
5.6.2 બરફનું બંધારણ
5.6.3 રાસાયણિક ગુણધર્મો
5.6.4 કઠિન(સખત) અને નરમ પાણી
5.7 હાઈડ્રોજન પેરોક્સાઈડ (H_2O_2)
5.7.1 બનાવટ
5.7.2 ભૌતિક ગુણધર્મો
5.7.3 રાસાયણિક ગુણધર્મો
5.8 ભારે પાણી (D_2O)
5.9 ડાયહાઈડ્રોજનની આર્થિક ઉપયોગિતા

5.1 પ્રસ્તાવના

વિશ્વમાં સૌથી વિપુલ પ્રમાણમાં અને પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ત્રીજા નંબરના ક્રમમાં મળતા ડાયહાઈડ્રોજન (હાઈડ્રોજન અણુ H_2)ને ઊર્જાના ભવિષ્યના સૌથી મોટા સ્રોત તરીકે જોવામાં આવે છે. કુદરતમાંનાં તમામ તત્ત્વોમાં હાઈડ્રોજન સૌથી સાદું પરમાણ્વિય બંધારણ ધરાવે છે. તે ફક્ત એક પ્રોટોન અને એક ઇલેક્ટ્રૉનનો બનેલો છે. તેમ છતાંયે તે દ્વિપરમાણ્વિય અણુ(H_2) અથવા ડાયહાઈડ્રોજન સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. તે બીજા કોઈ પણ તત્ત્વ કરતાં વધારે ઘટકો રચે છે. શું તમે જાણો છો કે ડાયહાઈડ્રોજનનો ઊર્જાના એક સ્રોત તરીકે ઉપયોગ કરીને ઊર્જાસંબંધિત વૈશ્વિક (Global) ચિંતાને મહદંશે હલ કરી શકાય તેમ છે ? પૃથ્વી પર પાણી વિપુલ પ્રમાણમાં પ્રાપ્ય છે. આથી જો તેને ડાયહાઈડ્રોજન મેળવવાનો સ્રોત બનાવી શકાય તો વિજ્ઞાનીઓ ઊર્જા વિશે ઘણું હાંસલ કરી શકાશે. હકીકતમાં તો ડાયહાઈડ્રોજન ખૂબ જ ઔદ્યોગિક મહત્ત્વ ધરાવે છે જે આપણે આ પ્રકરણમાં શીખીશું.

5.2 હાઈડ્રોજન (H)નું આવર્ત કોષ્ટકમાં સ્થાન

(Position of Hydrogen (H) in the Periodic Table)

આવર્ત કોષ્ટકમાં હાઈડ્રોજન પ્રથમ આવર્તનું પ્રથમ તત્ત્વ (H) છે. છતાં આવર્ત કોષ્ટકમાં તેનું સ્થાન ચર્ચાનો વિષય બની રહેલ છે. બધાં તત્ત્વોની સરખામણીમાં તેની પરમાણ્વિય રચના સૌથી સાદી છે. હાઈડ્રોજનનો પરમાણ્વિય-ક્રમાંક Z=1 છે અને પરમાણ્વિય દળ 1.008 u છે. આથી તે આધુનિક આવર્ત કોષ્ટકના વર્ગીકરણમાં પ્રથમ તત્ત્વ ગણાય છે. હાઈડ્રોજનના ભૌતિક ગુણધર્મો અધાતુ જેવા છે. જ્યારે કેટલાક રાસાયણિક ગુણધર્મો ધાતુ અને અધાતુ જેવા છે.

હાઈડ્રોજનની ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના $1s^1$ છે જે 1(પ્રથમ) સમૂહ આલ્કલી ધાતુઓની બાહ્ય ઇલેક્ટ્રૉનીય રચના ns^1 જેવી