ऑक्सीकरण – अपचयन

प्राक्कथन

यह एक आधारभूत अध्याय है तथा लगभग सम्पूर्ण रसायन शास्त्र में इसका अनुप्रयोग पाया जाता है। इस अध्याय में आप ऑक्सीकरण तथा अपचयन की विभिन्न परिभाषाओं का अध्ययन करेंगे। अध्याय के सफलतापूर्वक अध्ययन के पश्चात् आप ऑक्सीकरण अपचयन, ऑक्सीकरण संख्या, विभिन्न ऑक्सीकारकों तथा अपचायकों, रेडॉक्स अभिक्रियाओं तथा उनका संतुलन, रेडॉक्स अभिक्रियाओं में तुल्यांकी भार की गणना आदि के बारे में जान पायेंगे।

यह पुस्तिका इस अध्याय में उपयोग होने वाली सभी संकल्पनात्मक (theory) तथा प्रायोगिक व्याख्याओं को सम्मिलित रखती है। प्रत्येक टॉपिक की थ्योरी के साथ उदाहरण दिये गये हैं। प्रत्येक टॉपिक के थ्योरी भाग के अन्त में सभी तरह के मिश्रित (miscellaneous) साधित (solved) उदाहरण दिये हुए हैं, जो इस अध्याय की सभी संकल्पनाओं के अनुप्रयोग को स्पष्ट करते हैं।

विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है, कि प्रत्येक विद्यार्थी इन सभी हल किये उदाहरणों को अवश्य पढ़ें एवं समझें। ऐसा करने से इनसे सम्बन्धित टॉपिक को अच्छी तरह समझने में मदद मिलेगी।

अध्याय ऑक्सीकरण-अपचयन में कुल प्रश्नों की संख्या :

अध्याय में कुल उदाहरण	.....	08
हल सहित उदाहरण	.....	18
प्रश्नों की कुल संख्या	.....	**26**

1. ऑक्सीकरण–अपचयन की पुरानी अभिधारणा

A. ऑक्सीकरण : इस अभिधारणा के अनुसार, ऑक्सीकरण में किसी आयन, यौगिक या स्पीशीज में ऑक्सीजन का योग या हाइड्रोजन का निष्कासन होता है या किसी समूह, आयन, स्पीशीज या यौगिक में किसी विद्युत ऋणी तत्व का योग या किसी विद्युत धनी तत्व का निष्कासन ऑक्सीकरण कहलाता है।

जैसे :

(a) $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

→ ऑक्सीजन का योग

(b) $C + O_2 \rightarrow CO_2$

(c) $\underline{H_2S} + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S$

→ हाइड्रोजन का निष्कासन

(d) $MnO_2 + \underline{4HCl} \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$

B. अपचयन : इस अभिधारणा के अनुसार, अपचयन में किसी परमाणु, समूह, आयन, स्पीशीज या यौगिक में हाइड्रोजन का योग या ऑक्सीजन का निष्कासन होता है या किसी समूह, आयन स्पीशीज या यौगिक में विद्युतधनी तत्व का योग या विद्युतऋणी तत्व का निष्कासन अपचयन कहलाता है।

जैसे :

(a) $H_2S + \underline{Cl_2} \rightarrow 2HCl + S$

→ हाइड्रोजन का योग

(b) $H_2 + \underline{Cl_2} \rightarrow 2HCl$

(c) $\underline{ZnO} + C \rightarrow Zn + CO$

→ ऑक्सीजन का निष्कासन

(d) $\underline{Fe_2O_3} + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

2. ऑक्सीकरण–अपचयन की संयोजकता अभिधारणा

A. ऑक्सीकरण: इस अभिधारणा के अनुसार किसी अभिक्रिया में धनात्मक संयोजकता में वृद्धि या ऋणात्मक संयोजकता में कमी का प्रक्रम ऑक्सीकरण कहलाता है।

जैसे : $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

(0) (+2)

B. अपचयन : इस अभिधारणा के अनुसार, यह वह प्रक्रम है जिसमें किसी अभिक्रिया में धनात्मक संयोजकता में कमी तथा ऋणात्मक संयोजकता में वृद्धि होती है।

जैसे : $2HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow Hg_2Cl_2 + SnCl_4$

(+2) (+1)

3. ऑक्सीकरण–अपचयन की ऑक्सीकरण संख्या अभिधारणा

A. ऑक्सीकरण: इस अभिधारणा के अनुसार, किसी अभिक्रिया में किसी तत्व में ऑक्सीकरण संख्या में वृद्धि ऑक्सीकरण कहलाती है।

B. अपचयन : इस अभिधारणा के अनुसार, किसी अभिक्रिया में किसी तत्व में ऑक्सीकरण संख्या में कमी अपचयन कहलाती है।

जैसे : $KMnO_4 + FeSO_4 \rightarrow MnO + Fe_2(SO_4)_3$

+ 7 + 2 + 2 + 3

4. ऑक्सीकरण–अपचयन की आधुनिक या इलेक्ट्रॉनिक अभिधारणा

A. ऑक्सीकरण: इस अभिधारणा के अनुसार वह प्रक्रम जिसमें किसी तत्व या स्पीशीज में इलेक्ट्रॉनों की हानि होती है, ऑक्सीकरण कहलाता है। यह विइलेक्ट्रॉनीकरण भी कहलाता है।

जैसे : $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ (O.N. of Fe, $0 \rightarrow 2$)

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ (O.N. of Fe, $2 \rightarrow 3$)

$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ (O.N. of Cl, $-1 \rightarrow 0$)

B. अपचयन : इस अभिधारणा के अनुसार, वह प्रक्रम जिसमें किसी तत्व या परमाणु या आयन द्वारा इलेक्ट्रॉन को ग्रहण किया जाता है, अपचयन कहलाता है।

जैसे : $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ (O.N. of I, $0 \rightarrow -1$)

$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$ (O.N. of Fe, $+3 \rightarrow +2$)

$Sn^{+4} + 2e^- \rightarrow Sn^{+2}$ (O.N. of Sn, $+4 \rightarrow +2$)

5. ऑक्सीकारक

स्पीशीज जो कि किसी अभिक्रिया में उपस्थित अन्य स्पीशीज को ऑक्सीकृत करती है तथा स्वयं अपचयित हो जाती है। इस प्रकार की स्पीशीज ऑक्सीकारक कहलाती है या स्पीशीज जो कि किसी अभिक्रिया में अन्य स्पीशीज से इलेक्ट्रॉन ग्रहण करती है तथा अभिक्रिया में इसकी ऑक्सीकरण संख्या में कमी दर्शाती है, ऑक्सीकारक कहलाती है।

5.1 कुछ महत्वपूर्ण ऑक्सीकारक

1. उच्च विद्युत ऋणता वाले सभी तत्व जैसे- N, O, F, Cl, इत्यादि।
2. सभी धात्विक ऑक्साइड जैसे- Li_2O, Na_2O, Na_2O_2, CO_2, CaO, MgO, BaO_2 इत्यादि।
3. कुछ अधात्विक ऑक्साइड जैसे- CO_2, SO_2, H_2O_2, O_3.
4. सभी उदासीन यौगिक या आयन जिसमें तत्व इनकी उच्च ऑक्सीकरण संख्या या अवस्था दर्शाते हैं, ऑक्सीकारक की तरह कार्य करते हैं।

जैसे- $KMnO_4$, H_2SO_4, $SnCl_4$, H_3PO_4, $K_2Cr_2O_7$, $HClO_4$, $CuCl_2$, HNO_3, H_2SO_5, $FeCl_3$, $HgCl_2$ इत्यादि।

6. अपचायक ::

स्पीशीज जो कि किसी अभिक्रिया में अन्य तत्व को अपचयित करती है तथा स्वयं ऑक्सीकृत होकर इलेक्ट्रॉन दान करती है तथा ऑक्सीकरण संख्या में वृद्धि दर्शाती है अपचायक कहलाती है।

6.1 कुछ महत्वपूर्ण अपचायक

1. सभी धातुएँ जैसे- K, Mg, Ca, इत्यादि
2. सभी धात्विक हाइड्राइड्स जैसे- NaH, CaH_2, $LiAlH_4$, $NaBH_4$, AlH_3 इत्यादि।
3. सभी हाइड्रोअम्ल जैसे HF, HCl, HBr, H_2S इत्यादि।
4. कुछ कार्बनिक यौगिक जैसे- एल्डीहाइड, फॉर्मिक अम्ल, ऑक्जैलिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल।
5. निम्न ऑक्सीकरण अवस्था वाले सभी उदासीन यौगिक या आयन

जैसे- MnO, HClO, $HClO_2$, H_3PO_2, HNO_2, H_2SO_3, $FeCl_2$, $SnCl_2$, Hg_2Cl_2, CH_2Cl_2 इत्यादि।

कुछ महत्वपूर्ण यौगिक जो कि ऑक्सीकारक या अपचायक दोनों की तरह कार्य कर सकते हैं।

HNO_2, SO_2, H_2O_2, O_3, Al_2O_3, CrO_2, MnO_2, ZnO, CuO,

नोट : Al_2O_3, CrO_2, MnO_2, ZnO, CuO उभयधर्मी ऑक्साइड कहलाते हैं।

7. ऑक्सीकरण संख्या ::

A. परिभाषा : यह परमाणु जब मुक्त अवस्था से यौगिक में परिवर्तित होता है तो इसके द्वारा प्राप्त किये इलेक्ट्रॉन या खोये इलेक्ट्रॉनों की संख्या को दर्शाती है।

(a) यदि यौगिक निर्माण में किसी परमाणु द्वारा इलेक्ट्रॉनों की हानि होती है तो ऑक्सीकरण संख्या को धनात्मक चिन्ह में व्यक्त किया जाता है।

(b) यदि यौगिक निर्माण में किसी परमाणु द्वारा इलेक्ट्रॉन अर्जित किये जाते हैं तो ऑक्सीकरण संख्या को ऋणात्मक चिन्ह में व्यक्त किया जाता है।

(c) यह आयनिक यौगिकों में वास्तविक आवेश प्रदर्शित करती है तथा सहसंयोजी यौगिकों में काल्पनिक आवेश प्रदर्शित करती है।

(d) किसी तत्व की अधिकतम ऑक्सीकरण संख्या आवर्त सारणी में वर्ग (group) संख्या के बराबर होती है।

(e) किसी तत्व की न्यूनतम ऑक्सीकरण संख्या वर्ग संख्या - 8 के बराबर होती है-

I वर्ग के तत्व सदैव +1 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

II वर्ग के तत्व सदैव +2 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

III वर्ग के तत्व सदैव +3 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं लेकिन वर्ग में नीचे जाने पर +1 अधिक स्थाई हो जाती है (अक्रिय युग्म प्रभाव के कारण)

IV वर्ग के तत्व सदैव –4 से +4 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

V वर्ग के तत्व सदैव –3 से +5 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

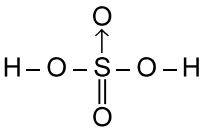
VI वर्ग के तत्व सदैव –2 से +6 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

VII वर्ग के तत्व सदैव –1 से +7 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं।

अक्रिय गैसें शून्य ऑक्सीकरण संख्या दर्शाती है।

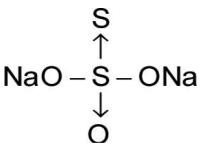
7.1 उपसहसंयोजी बन्ध के लिये ऑक्सीकरण संख्या

(a) जब उपसहसंयोजी बन्ध निम्न विद्युतऋणी तत्व से उच्च विद्युतऋणी तत्व के मध्य बनता है तो इस प्रकार के बन्ध से बने यौगिकों में इलेक्ट्रॉन दाता तत्व +2 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं जबकि इलेक्ट्रॉन ग्राही – 2 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाते हैं। जैसे H_2SO_4 में



यहाँ पर S, O की अपेक्षा निम्न विद्युतऋणी तत्व है। इसलिए 'S' की ऑक्सीकरण संख्या = +2 तथा O की ऑक्सीकरण संख्या = –2 है।

(b) जब उपसहसंयोजी बन्ध दो समान विद्युतऋणी तत्वों के मध्य बनता है तो इस प्रकार के बन्ध से बने यौगिकों में इलेक्ट्रॉन दाता +2 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाता है जबकि इलेक्ट्रॉन ग्राही –2 ऑक्सीकरण संख्या दर्शाता है। जैसे :– $Na_2S_2O_3$ में



यहाँ पर 'S' की ऑक्सीकरण संख्या +2 है क्योंकि यह इलेक्ट्रॉन दाता है तथा दूसरे 'S' की ऑक्सीकरण संख्या –2 है, क्योंकि यह इलेक्ट्रॉन ग्राही है।

(c) जब उपसहसंयोजी बन्ध उच्च विद्युतऋणी तत्व से निम्न विद्युतऋणी तत्व में बनता है तो उपसहसंयोजी बन्ध से बन्धित दोनों तत्वों में कोई परिवर्तन प्रदर्शित नहीं होता है। जैसे- CH_3NC

8. ऑक्सीकरण अवस्था

किसी परमाणु की ऑक्सीकरण अवस्था को सभी प्रायोगिक उद्देश्यों के लिये प्रति परमाणु ऑक्सीकरण संख्या के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। ऑक्सीकरण अवस्था को प्रायः ऑक्सीकरण संख्या के रूप में व्यक्त किया जाता है।

8.1 ऑक्सीकरण संख्या या ऑक्सीकरण अवस्था को ज्ञात करने के नियम

(a) किसी तत्व की इसकी मुक्त अवस्था में ऑक्सीकरण अवस्था शून्य होती है। उदाहरण- Na, Cu, I_2, Cl_2, O_2 इत्यादि की ऑक्सीकरण अवस्थाएँ शून्य होती है।

(b) उदासीन अणुओं में सभी परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्थाओं का योग शून्य होता है।

(c) संकुल आयन में सभी परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्थाओं का योग इस पर उपस्थिति आवेश के बराबर होता है।

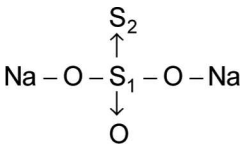
(d) संकुल यौगिकों में, कुछ उदासीन अणुओं (लिगेन्ड्स) की ऑक्सीकरण अवस्था शून्य होती है। उदाहरण- CO, NO, NH_3, H_2O.

(e) ऑक्सीजन की ऑक्सीकरण अवस्था सामान्यतया –2 होती है किन्तु H_2O_2 में यह –1 तथा OF_2 में +2 होती है।

(f) हाइड्रोजन की ऑक्सीकरण अवस्था सामान्यतया +1 होती है लेकिन धात्विक हाइड्राइडों में यह –1 होती है।

(g) हैलोजन परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्था सामान्यतया –1 होती है लेकिन इन्टर हैलोजन यौगिकों में यह परिवर्तित हो जाती है।

नोट: कभी–कभार एक ही यौगिक में समान परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्थाएँ भिन्न–भिन्न होती है। जैसे $Na_2S_2O_3$ की संरचना है-



यहाँ पर S_1 तथा S_2 दोनों सल्फर परमाणु है लेकिन इनकी ऑक्सीकरण अवस्थाएँ भिन्न–भिन्न है-

S_1 की ऑक्सीकरण अवस्था = 6

S_2 की ऑक्सीकरण अवस्था = –2 (यह S_1 से दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है)

S की औसत ऑक्सीकरण अवस्था = $\frac{6-2}{2}$ = 2

(h) सामान्यतया, क्षार धातुओं की ऑक्सीकरण अवस्था +1 होती है तथा क्षारीय मृदा धातुओं की +2 होती है।

(i) संक्रमण तत्वों की ऑक्सीकरण अवस्था यौगिक से यौगिक में बहुत परिवर्तित होती है। Mn की ऑक्सीकरण अवस्था +1 से +7 तक होती है।

$Mn_2O \rightarrow +1$, $MnO \rightarrow +2$, $Mn_3O_4 \rightarrow 8/3$, $MnO_2 \rightarrow +4$, $Mn_2O_5 \rightarrow +5$, $MnO_4^{2-} \rightarrow +6$, $MnO_4^{-} \rightarrow +7$

(j) किसी परमाणु की ऑक्सीकरण अवस्था भिन्न (fractional) ऋणात्मक, शून्य तथा साथ ही धनात्मक हो सकती है।

8.2 आवर्तीय गुण के रूप में ऑक्सीकरण अवस्था

किसी परमाणु की ऑक्सीकरण अवस्था परमाणु के इलेक्ट्रॉनिय विन्यास पर निर्भर करती है। यह आवर्ती गुण होता है।

(a) I A वर्ग या क्षार धातुएँ +1 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाती हैं।

(b) II A वर्ग या क्षारीय मृदा धातुएँ +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाती हैं।

(c) अधिकतम सामान्य ऑक्सीकरण अवस्था + 3 है, जो कि III A वर्ग के तत्व दर्शाते हैं। ये तत्व + 2 से +1 ऑक्सीकरण अवस्था भी दर्शाते हैं।

(d) IVA वर्ग के तत्वो की अधिकतम तथा न्यूनतम ऑक्सीकरण अवस्था क्रमशः + 4 तथा – 4 दर्शाते हैं।

(e) अधातुएँ बहुत सी ऑक्सीकरण अवस्थाएँ दर्शाती हैं। अधातुओं के लिए अधिकतम तथा न्यूनतम ऑक्सीकरण अवस्थाओं के बीच सम्बन्ध :

अधिकतम ऑक्सीकरण अवस्था – न्यूनतम ऑक्सीकरण अवस्था = 8 होता है।

जैसेः सल्फर की अधिकतम ऑक्सीकरण संख्या + 6 होती है जैसा कि VI A वर्ग के तत्वों में होता है।

8.3 भिन्नात्मक ऑक्सीकरण अवस्था (Fractional Oxidation States)

बहुत सारे तत्व भिन्नात्मक ऑक्सीकरण अवस्थाएँ दर्शाते हैं। जैसे सुपर ऑक्साइडों (KO_2, SO_2, RbO_2) में ऑक्सीजन की ऑक्सीकरण अवस्था –1/2 होती है।

उदा. Fe_3O_4 में, Fe 8/3 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाता है क्योंकि यह मिश्रित ऑक्साइड होता है तथा $Fe^{II}Fe_2^{III}O_4$. प्रकार से लिखा जा सकता है।

Examples based on **ऑक्सीकरण संख्या तथा ऑक्सीकरण अवस्था पर आधारित**

उदा.1 NaN_3 में नाइट्रोजन की ऑक्सीकरण अवस्था है-
(A) – 3/1 (B) 3
(C) – 3 (D) – 1/3
उत्तर. [D]

हल. NaN_3 में
Na N_3
$1 + 3x = 0, \quad x = \mathbf{-1/3}$
अतः NaN_3 में नाइट्रोजन की ऑक्सीकरण संख्या – 1/3 है।

उदा.2 OF_2 में ऑक्सीजन की ऑक्सीकरण संख्या है-
(A) +2 (B) +4
(D) +3 (D) नहीं
उत्तर. [A]

हल. OF_2 में
$x + 2(-1) = 0, \quad x = \mathbf{+2}$
अतः OF_2 में ऑक्सीजन की ऑक्सीकरण संख्या **= + 2** है।

9. रेडॉक्स अभिक्रियाएँ

(a) अभिक्रियाएँ जिनमें ऑक्सीकरण तथा अपचयन दोनों साथ-साथ होते हैं, रेडॉक्स अभिक्रियाएँ कहलाती है।

(b) अधिकांश रासायनिक अभिक्रियाएँ रेडॉक्स होती है क्योंकि यदि एक तत्व इलेक्ट्रॉन खोता है तो दूसरा तत्व उसे ग्रहण करने के लिए वहाँ पर उपस्थित रहता है।

(c) किसी भी रेडॉक्स अभिक्रिया को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है।
(i) ऑक्सीकरण अर्ध-अभिक्रिया
(ii) अपचयन अर्ध-अभिक्रिया
अब हम, कुछ अभिक्रियाओं का अध्ययन करेंगे-

क्र. सं.	अभिक्रिया	ऑक्सीकारक (अपचयित होता है)	अपचायक (ऑक्सीकृत होता है)
1.	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	O [0 → – 2]	C [0 → + 4]
2.	$PbS + 4O_3 \rightarrow PbSO_4 + 4O_2$	O [+ 2 → 0]	S [– 2 → + 6]
3.	$PbS + 4H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4H_2O$	O [–1 → –2]	S [– 2 → + 6]
4.	$Sn + 2F_2 \rightarrow SnF_4$	F [0 → –1]	Sn [0 →+ 4]
5.	$SO_2 + 2H_2O + Cl_2 \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$	Cl [0 → –1]	S [+ 4 → + 6]
6.	$I_2 + 10HNO_3 \rightarrow 2HIO_3 + 10NO_2 + 4H_2O$	N [+ 5 → + 4]	I [0 → + 5]
7.	$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$	Cu [+ 2 → 0]	H [0 → + 1]
8.	$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 5H_2S \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5S$	Mn [+ 7 → + 2]	S [–2 → 0]
9.	$H_2O_2 + Ag_2O \rightarrow 2Ag + H_2O + O_2$ (Oxygen of H_2O_2)	Ag [+ 1 → 0]	O [–1 → 0]
10.	$H_2SO_4 + 2HI \rightarrow SO_2 + I_2 + 2H_2O$	S [+ 6 → + 4]	I [–1 → 0]

नोट: अभिक्रिया 2 में ओजोन की ऑक्सीजन की विभिन्न ऑक्सीकरण अवस्थाएँ होती हैं।
ओजोन की संरचना है-
$O_3 \leftarrow O_1 = O_2$
O_1 का ऑक्सीकरण अंक = + 2
O_2 का ऑक्सीकरण अंक = 0
यहाँ पर O_1 अभिक्रिया 2 में अपचयित हो जाती है।
O_3का ऑक्सीकरण अंक = – 2

(d) रेडॉक्स अभिक्रियाएँ अन्तः आण्विक या विषमानुपाती (disproportionation) अभिक्रियाएँ हो सकती हैं। यह निर्भर करता है कि इलेक्ट्रॉनों का अभिगमन एक यौगिक के परमाणुओं में होता है या विभिन्न यौगिकों में।

(i) अन्तराआण्विक रेडॉक्स अभिक्रिया

$$\overset{+6}{2H_2SO_4}(conc.) + Cu \rightarrow \overset{+2}{CuSO_4} + \overset{+4}{SO_2} + 2H_2O$$

(ii) अन्तः आण्विक रेडॉक्स अभिक्रिया

$$\overset{+5\ -2}{2KClO_3} \rightarrow \overset{-1}{2KCl} + \overset{0}{3O_2}$$

(iii) विषम अनुपात (Disproportions) रेडॉक्स अभिक्रियाएँ इस प्रकार की रेडॉक्स अभिक्रियाओं में एक ही तत्व ऑक्सीकारक तथा अपचायक कारक दोनों की तरह कार्य करता है।

$$\overset{0}{Cl_2} + H_2O \rightarrow \overset{+1}{HClO} + \overset{-1}{HCl}$$

10. आयन इलेक्ट्रॉन विधि द्वारा रेडॉक्स अभिक्रियाओं को सन्तुलित करना ::

10.1अम्लीय माध्यम

(a) निम्न उदाहरण का अवलोकन करें।

$$Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} \xrightarrow{H^+} Cr^{3+} + CO_2$$

(b) दोनों अर्ध अभिक्रियाओं को अलग–अलग करते हैं।

$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+}$ (अर्ध अपचयन अभिक्रिया)

$C_2O_4^{2-} \rightarrow CO_2$ (अर्ध ऑक्सीकरण अभिक्रिया)

(c) H तथा O के अतिरिक्त परमाणुओं को सन्तुलित किया जाता है।

$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$

$C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2$

(d) दूसरे पक्ष में H_2O के योग द्वारा O- परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं।

$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2$

(e) दूसरे पक्ष में H^+ आयनों के योग द्वारा H^- परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं।

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2$

(f) अब, इलेक्ट्रॉनों के योग द्वारा आवेश को सन्तुलित करते हैं।

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$

(g) दोनों पक्षों में समान इलेक्ट्रॉन लाने के लिए समीकरणों को किसी निश्चित संख्या से गुणा किया जाता है, उपरोक्त स्थिति में द्वितीय समीकरण को 3 से गुणा करते है तथा प्रथम अभिक्रिया में जोड़ते हैं।

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$3C_2O_4^{2-} \rightarrow 6CO_2 + 6e^-$

$Cr_2O_7^{2-} + 3C_2O_4^{2-} + 14\ H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$

10.2 क्षारीय माध्यम

(a) निम्न अभिक्रिया का अवलोकन करें।

$$Cr(OH)_3 + IO_3^- \xrightarrow{OH^-} I^- + CrO_4^{2-}$$

(b) दोनों अर्ध अभिक्रियाओं को अलग करते हैं।

$Cr(OH)_3 \rightarrow CrO_4^{2-}$ (ऑक्सीकरण अर्ध अभिक्रिया)

$IO_3^- \rightarrow I^-$ (अपचयन अर्ध अभिक्रिया)

(c) H_2O के योग द्वारा O- परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं।

$H_2O + Cr(OH)_3 \rightarrow CrO_4^{2-}$

$IO_3^- \rightarrow I^- + 3H_2O$

(d) जिस तरफ H_2O की कमी हो उस तरफ H_2O को जोड़कर तथा जिस तरफ H-परमाणुओं की कमी हो उस तरफ OH^-को जोड़कर हाइड्रोजन परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं।

$5OH^- + H_2O + Cr(OH)_3 \rightarrow CrO_4^{2-} + 5H_2O$

or $5OH^- + Cr(OH)_3 \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O$

$IO_3^- + 6H_2O \rightarrow I^- + 3H_2O + 6OH^-$

or $IO_3^- + 3H_2O \rightarrow I^- + 6OH^-$

(e) इलेक्ट्रॉनों द्वारा आवेशों को सन्तुलित करते हैं।

$5OH^- + Cr(OH)_3 \rightarrow CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e^-$

$IO_3^- + 6H_2O + 6e^- \rightarrow I^- + 3H_2O + 6OH^-$

(f) प्रथम समीकरण को 2 से गुणा करके द्वितीय समीकरण में जोड़ते है तो निम्न समीकरण प्राप्त होती है-

$10OH^- + 2Cr(OH)_3 \rightarrow 2CrO_4^{2-} + 8H_2O + 6e^-$

$IO_3^- + 6H_2O + 6e^- \rightarrow I^- + 3H_2O + 6OH^-$

$4OH^- + 2Cr(OH)_3 + IO_3^- \rightarrow 5H_2O + 2CrO_4^{2-} + I^-$

Examples based on समीकरणों को सन्तुलित करने पर आधारित

उदा.3 निम्न समीकरणों में x, y तथा z के मान होंगे-

$H_2C_2O_4 + xH_2O_2 \longrightarrow yCO_2 + zH_2O$

(A) 2, 1, 2 (B) 1, 2, 2

(C) 2, 2, 1 (D) इनमें से कोई नहीं

उत्तर. [B]

हल. (i) ऑक्सीकरण के लिए अर्ध अभिक्रिया है-

$H_2C_2O_4 \longrightarrow CO_2$

दोनों पक्षों में कार्बन परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं-

$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2$

दोनों पक्षों में हाइड्रोजन परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं-

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+$$

दोनों पक्षों में आवेश को सन्तुलित करते हैं-

$$H_2C_2O_4 \longrightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-$$

(सन्तुलित)

(ii) अपचयन के लिए अर्ध-अभिक्रिया है-

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O$$

दोनों पक्षों पर ऑक्सीजन परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं-

$$H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

हाइड्रोजन परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं-

$$H_2O_2 + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$$

आवेश को सन्तुलित करते हैं-

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$$

(सन्तुलित)

अब, दोनों समीकरणों को जोड़ना-

$$H_2C_2O_4 + H_2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

यह सन्तुलित समीकरण है।

उदा.4 निम्न अभिक्रिया में x, y तथा z के मान होंगे-

$$xI_2 + yOH^- \longrightarrow IO_3^- + zI^- + 3H_2O$$

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

उत्तर. [C]

हल.

$\overset{0}{I_2} \longrightarrow \overset{+5}{IO_3}$ ..... (i) ऑक्सीकरण

$\overset{0}{I} \longrightarrow \overset{-1}{I^-}$ .....(ii) अपचयन

दोनों पक्षों में आयोडीन के परमाणुओं को सन्तुलित करते हैं तो हमें प्राप्त होता है-

$$I_2 \longrightarrow 2IO_3^-$$

या, $I_2 + 12OH \longrightarrow 2IO_3^- + 6H_2O$

आवेश का सन्तुलन

$$I_2 + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3^- + 6H_2O + 10e^-$$

$$I_2 \longrightarrow 2I^-$$

तथा $(I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-) \times 5$

जोड़ने पर $6I_2 + 12OH^- \longrightarrow 2IO_3 + 10I^- + 6H_2O$

या, $3I_2 + 6OH^- \longrightarrow IO_3^- + 5I^- + 3H_2O$

यह सन्तुलित समीकरण है।

उदा.5 निम्न समीकरण में a, b, c, d, e तथा f के मान होंगे-

$$aMnO_4^- + bC_2O_4^{--} + cH^+ \rightarrow dMn^{++} + eCO_2 + f\,H_2O$$

(A) 2, 2, 10, 8, 5, 16 (B) 2, 5, 16, 2, 10, 8
(C) 2, 5, 10, 2, 8, 16 (D) 2, 8, 16, 2, 5, 10

उत्तर. [B]

हल. (i) अपचयन के लिए अर्ध अभिक्रिया है

$$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{++}$$

RHS में $4H_2O$ को जोड़कर ऑक्सीजन को सन्तुलित करते हैं।

$$MnO_4^- \longrightarrow Mn^{++} + 4H_2O$$

LHS में $8H^+$ को जोड़कर हाइड्रोजन को सन्तुलित करते हैं।

$$MnO_4^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{++} + 4H_2O$$

इलेक्ट्रॉनों को जोड़कर आवेश को सन्तुलित करते हैं।

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

(ii) ऑक्सीकरण के लिए अर्ध अभिक्रिया है

$$C_2O_4^{--} \longrightarrow 2CO_2$$

RHS में इलेक्ट्रानों को जोड़कर विद्युत आवेश को सन्तुलित करते हैं।

$$C_2O_4^{--} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-$$

अब, इलेक्ट्रॉनों की संख्या को बराबर करने के लिए, अपचयन अर्ध अभिक्रिया को 2 से गुणा किया जाता है तथा ऑक्सीकरण अर्ध अभिक्रिया को 5 से, अतः जोड़ने पर हमें प्राप्त होगा

$(C_2O_4^{2-} \longrightarrow 2CO_2 + 2e^-) \times 5$

$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{++} + 4H_2O) \times 2$

$$\mathbf{2MnO_4^- + 5C_2O_4^{--} + 16H^+ \longrightarrow 2Mn^{++} + 10CO_2 + 8H_2O}$$

यह सन्तुलित समीकरण है।

11. तुल्यांकी भार

(a) किसी ऑक्सीकारक का तुल्यांकी भार (get reduced)

$$= \frac{\text{आण्विक भार}}{\text{एक मोल द्वारा ग्रहण किये गये इलेक्ट्रॉनों की संख्या}}$$

$$= \frac{\text{आण्विक भार}}{\text{ऑक्सीकरण अवस्था में कमी} \times \text{अपचयन में जाने वाले परमाणुओं की संख्या}}$$

उदाहरण :

अम्लीय माध्यम में

$$6e^- + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

यहाँ पर Cr परमाणु अपचयित होता है इसकी ऑक्सीकरण अवस्था 6 से 3 तक घटती है।

$K_2Cr_2O_7$ का तुल्यांकी भार

$$= \frac{\text{Mol. wt. of } K_2Cr_2O_7}{3\times 2} = \frac{\text{Mol. wt.}}{6}$$

नोट: [हर (denominator) में 6 यह प्रदर्शित करता है कि $Cr_2O_7^{2-}$ द्वारा 6 इलेक्ट्रॉन अर्जित किये गये जैसा कि नीचे दी गयी सन्तुलित समीकरण द्वारा स्पष्ट हो जाता है।

(b) इसी प्रकार किसी अपचायक का तुल्यांकी भार

$$= \frac{\text{Mol. wt.}}{\text{No. of electrons lost by one mole}}$$

$$= \frac{\text{Mol. wt.}}{\text{increase in O.S.} \times \text{No. of atom undergoing oxidation}}$$

उदाहरण:

अम्लीय माध्यम में $C_2O_4^{2-} \rightarrow 2CO_2 + 2e^-$

यहाँ पर कार्बन की ऑक्सीकरण अवस्था +1 से + 2 तक परिवर्तित होती है जैसे प्रत्येक कार्बन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन खो रहा है तथा यहाँ पर 2 कार्बन परमाणु हैं अतः कुल इलेक्ट्रॉनों की हानि = 2 अतः तुल्यांकी भार

$$= \frac{\text{Mol.wt}}{2}$$

(c) भिन्न अवस्था में किसी यौगिक का तुल्यांकी भार भिन्न हो सकता है। क्योंकि यह उस अभिक्रिया में किसी यौगिक द्वारा ग्रहण किये या खोए हुए इलक्ट्रॉनों की संख्या पर निर्भर करता है।

उदाहरण:

(i) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ (अम्लीय माध्यम)
(+7) (+2)

इसलिए यहाँ पर 5 इलेक्ट्रॉन लिए जाते हैं

अतः तुल्यांकी भार $= \frac{\text{Mol. wt. of } KMnO_4}{5}$

$= \frac{158}{5} = 31.6$

(ii) $MnO_4^- \rightarrow MnO_2$ (उदासीन माध्यम)
(+7) (+4)

यहाँ पर केवल तीन इलेक्ट्रॉन का लाभ होता है

इसलिए, तुल्यांकी भार $= \frac{\text{Mol. wt. of } KMnO_4}{3}$

$= \frac{158}{3} = 52.7$

(iii) $MnO_4^- \rightarrow MnO_4^{-2}$ (क्षारीय माध्यम)
(+7) (+6)

यहाँ पर केवल एक इलेक्ट्रॉन का लाभ होता है

इसलिए तुल्यांकी भार $= \frac{\text{Mol. wt. of } KMnO_4}{3}$

$= 158$

नोट: यहाँ पर यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि $KMnO_4$ प्रत्येक माध्यम में आक्सीकारक की तरह कार्य करता है यद्यपि विभिन्न सामर्थ्य के साथ जो कि निम्न क्रम का पालन करता है।

अम्लीय माध्यम > उदासीन माध्यम > क्षारीय माध्यम

जबकि, $K_2Cr_2O_7$ केवल अम्लीय माध्यम में निम्न प्रकार ऑक्सीकारक की तरह कार्य करता है।

$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2\ Cr^{3+}$

(2 x 6) $\rightarrow$ (2 x 3)

यहाँ पर 6 इलेक्ट्रॉनों का लाभ होता है

इसलिये तुल्यांकी भार $= \frac{\text{Mol. wt. of } K_2Cr_2O_7}{6}$

$= \frac{294.21}{6} = 49.03$

(d) यह स्पष्ट है कि $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ की अपेक्षा अच्छा ऑक्सीकारक है।

(e) आयन इलेक्ट्रॉन विधि द्वारा $KMnO_4$ के अपचयन की (a) (b) (c) अभिक्रियाऐं सन्तुलित करने पर हमें निम्न प्राप्त होंगे-

(i) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ (अम्लीय माध्यम)

(ii) $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$ (क्षारीय माध्यम)

Examples based on तुल्यांकी भार पर आधारित

उदा.6 निम्न रेडॉक्स अभिक्रिया में परमैंगनेट ऑयन का तुल्यांकी भार क्या होगा-

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

(A) M/5 (B) M/6
(C) M/8 (D) 5M

उत्तर. [A]

हल. MnO_4^- का तुल्यांकी भार

$= \frac{\text{Molecular weight of } MnO_4^-}{5} = \frac{M}{5}$

उदा.7 निम्न रासायनिक अभिक्रिया में अपचायक का तुल्यांकी भार क्या होगा जो कि एक रासायनिक अभिक्रिया में एक इलेक्ट्रॉन का दान करता है-

$2S_2O_3^{--} \rightarrow S_4O_6^{--} + 2e^-$

(A) 2M (B) 3M

(C) M/2 (D) M

उत्तर. [D]

हल. $S_2O_3^{--}$ का तुल्यांकी भार = $\frac{2M}{2}$ **= M.**

उदा.8 निम्न अभिक्रिया में, ऑक्सीकारक तथा अपचायक का आण्विक भार क्रमशः होगा-

$5Zn + V_2O_5 \rightarrow 5ZnO + 2V$

[V = 50.94, Zn = 65.38 तथा O = 16]

(A) 18.2, 32.69 (B) 30, 20

(C) 34.10, 20.2 (D) 40, 10

उत्तर. [A]

हल. Zn की ऑक्सीकरण संख्या में परिवर्तन

Zn : Zn $\rightarrow$ ZnO

Zn = 0, Zn में ZnO = + 2

परिवर्तन = 2

$V_2O_5 \rightarrow 2V$, [V_2 के लिये] + 10 $\rightarrow$ 0

परिवर्तन = 10

अपचायक कारक का तुल्यांकी भार

$= \frac{65.38}{2}$ = 32.69 ग्राम

ऑक्सीकारक का तुल्यांकी भार

$= \frac{50.94 \times 2 + 80}{10}$ = 18.18 या 18.2

12. विततानुपाती अभिक्रिया में तुल्यांकी भार

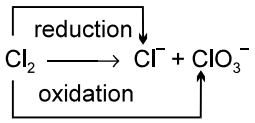
विषमानुपात दर्शाने वाले पदार्थों के तुल्यांकी भार को निम्नलिखित विधि से ज्ञात किया जा सकता है।

माना कि पदार्थ 'X' विततानुपाती अभिक्रिया दर्शाता है।

(i) ऑक्सीकरण अभिक्रिया के लिए पदार्थ 'X' का तुल्यांकी भार ज्ञात करना। माना यह E_1 है।

(ii) अपचयन अभिक्रिया के लिए पदार्थ 'X' का तुल्यांकी भार भी ज्ञात करें। माना यह E_2 है।

(iii) 'X' का तुल्यांकी भार = $E_1 + E_2$ उदाहरण के लिए Cl_2 का Cl^- तथा ClO_3^- में विततअनुपात होता है।



ऑक्सीकरण के लिए X कारक = 2

अपचयन के लिए X कारक = 10

Cl_2 का तुल्यांकी भार = $\frac{71}{2} + \frac{71}{10}$

= 35.5 + 7.1

= 42.6 उत्तर

हल सहित उदाहरण

उदा.1 निम्न में से कौन ऑक्सीकारक तथा अपचायक कारक दोनों की तरह कार्य करता है-

(A) HNO_3
(B) HNO_2
(C) HNO_3 तथा HNO_2 दोनों
(D) न तो HNO_3 न ही HNO_2

उत्तर. [B]

हल. HNO_2 में N की ऑक्सीकरण संख्या + 3 है

N की अधिकतम ऑक्सीकरण संख्या + 5 है

N की न्यूनतम ऑक्सीकरण संख्या – 3 है

अतः HNO_2 में N की ऑक्सीकरण संख्या में वृद्धि तथा कमी हो सकती है। अतः यही कारण है कि HNO_2 ऑक्सीकरण तथा अपचायक कारक दोनों की तरह कार्य करता है।

HNO_3 में N की ऑक्सीकरण सख्या + 5 है, अतः यह केवल ऑक्सीकारक की तरह ही कार्य कर सकता है।

उदा.2 बताइए निम्न में से कौनसी अभिक्रिया न तो ऑक्सीकारक हैं और न ही अपचायक है-

(A) $Na \rightarrow NaOH$
(B) $Cl_2 \rightarrow Cl^- + ClO_3^-$
(C) $P_2O_5 \rightarrow H_4P_2O_7$
(D) $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

उत्तर. [C]

हल. अभिक्रिया $P_2O_5 \rightarrow H_4P_2O_7$ में

P_2O_5 में P की ऑक्सीकरण संख्या है–

$2x + 5 (-2) = 0$ or $x = +5$

$H_4P_2O_7$ में P की ऑक्सीकरण संख्या है–

$4 (+ 1) + 2 (x) + 7 (-2) = 0$

$2x = 10$ या $x = + 5$

चूंकि यहाँ पर P की ऑक्सीकरण संख्या में कोई परिवर्तन नहीं होता अतः उपरोक्त अभिक्रिया न ऑक्सीकरण है और न ही अपचयन।

उदा.3 अभिक्रिया $C_2O_4^{2-} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow Mn^{+2} + CO_2$ में अपचायक कारक है -

(A) $C_2O_4^{-2}$
(B) H^+
(C) MnO^-_4
(D) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर. [A]

हल. उपरोक्त अभिक्रिया में $C_2O_4^{-2}$ एक अपचायक कारक के रूप में कार्य करता है क्योंकि यह CO_2 में ऑक्सीकृत हो जाता है:

$C_2O_4^{-2} \rightarrow 2CO_2 + 2e$ (ऑक्सीकरण)

$C_2O_4^{-2}$ विलयन में MnO_4^- को Mn^{+2} में अपचयित करता है।

उदा.4 $[Co(NH_3)_6] Cl_2 Br$ में कोबाल्ट की ऑक्सीकरण संख्या है-

(A) + 6 (B) शून्य
(C) + 3 (D) + 2

उत्तर. [C]

हल. माना Co की ऑक्सीकरण संख्या x है।

NH_3 की ऑक्सीकरण संख्या शून्य है।

Cl की ऑक्सीकरण संख्या –1 है।

Br की ऑक्सीकरण संख्या –1 है।

अतः $x + 6 (0) - 1 \times 2 - 1 = 0$

$\therefore \quad x = + 3$

दिये गये संकुल यौगिक में कोबाल्ट की ऑक्सीकरण संख्या + 3 है।

उदा.5 S_8, $S_2O_8^{-2}$, $S_2O_3^{-2}$, $S_4O_6^{-2}$ में S की ऑक्सीकरण संख्या का बढ़ता हुआ क्रम है–

(A) $S_8 < S_2O_8^{-2} < S_2O_3^{-2} < S_4O_6^{-2}$
(B) $S_2O_8^{-2} < S_2O_3^{-2} < S_4O_6^{-2} < S_8$
(C) $S_2O_8^{-2} < S_8 < S_4O_6^{-2} < S_2O_3^{-2}$
(D) $S_8 < S_2O_3^{-2} < S_4O_6^{-2} < S_2O_8^{-2}$

उत्तर. [D]

हल. S की ऑक्सीकरण संख्याऐं उनके यौगिकों के साथ नीचे दी गई है-

S_8,	$S_2O_8^{-2}$,	$S_2O_3^{-2}$,	$S_4O_6^{-2}$
0	+ 6	+ 2	+ 2.5

अतः S की ऑक्सीकरण संख्या का बढ़ता हुआ क्रम है -

$S_8 < S_2O_3^{-2} < S_4O_6^{-2} < S_2O_8^{-2}$

उदा.6 वुस्टाईट के एक नमूने का संगठन $Fe_{0.93}O_{1.00}$ है। Fe (III) के रूप में आयरन के कितने प्रतिशत उपस्थित है-

(A) 13.05 (B) 14.05
(C) 15.05 (D) 16.05

उत्तर. [C]

हल. वुस्टाईट में Fe की ऑक्सीकरण संख्या है

$$= \frac{200}{93} = 2.15$$

यह Fe (II) तथा Fe (III) का मध्यवर्ती मान है।

माना Fe (III) का % a है तो

$2 \times (100 - a) + 3 \times a = 2.15 \times 100$

$a = 15.05$

∴ Fe (III) का प्रतिशत = 15.05%

उदा.7 $NOClO_4$ में Cl की ऑक्सीकरण संख्या है -

(A) + 11 (B) + 9

(C) + 7 (D) + 5

उत्तर. [C]

हल. यौगिकों को $NO^+ ClO_4^-$ के रूप में लिखा जा सकता है

ClO_4^- के लिए, माना कि Cl की ऑक्सीकरण संख्या = a

$a + 4 \times (-2) = -1$

$a = +7$

अतः $NOClO_4$ में Cl की ऑक्सीकरण संख्या + 7 है।

उदा.8 NH_4NO_3 में N परमाणुओं की सम्भावित ऑक्सीकरण संख्याएँ क्रमशः है–

(A) + 3, + 5 (B) + 3, – 5

(C) – 3, + 5 (D) – 3, – 5

उत्तर. [C]

हल. यहाँ पर NH_4NO_3 में दो नाइट्रोजन परमाणु हैं, लेकिन एक N परमाणु में ऋणात्मक ऑक्सीकरण संख्या है (H से जुड़े हुए N की) तथा दूसरे की धनात्मक ऑक्सीकरण संख्या है (O से जुड़े हुए N की) इसलिए मूल्यांकन भिन्न–भिन्न किया जाना चाहिए–

NH_4^+ में N की ऑक्सीकरण संख्या तथा NO_3^- में N की ऑक्सीकरण संख्या

$a + 4 \times (+1) = +1$ तथा $a + 3 (-2) = -1$

∴ $a = -3$ ∴ $a = +5$

यहाँ पर दो ऑक्सीकरण संख्याएँ क्रमशः – 3 तथा + 5 है।

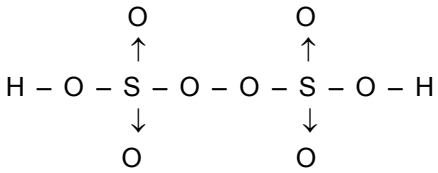
उदा.9 $H_2S_2O_8$ में S की ऑक्सीकरण संख्या है –

(A) + 8 (B) – 8

(C) + 6 (D) + 4

उत्तर. [C]

हल. $H_2S_2O_8$ में, दो ऑक्सीजन परमाणु परऑक्साइड लिंकेज बनाते हैं-



$2 \times 1 + 2a + 6(-2) + 2(-1) = 0$

∴ $a = +6$

इस प्रकार $H_2S_2O_8$ में S की ऑक्सीकरण संख्या + 6 है।

उदा.10 जब $K_2Cr_2O_7$ का परिवर्तन K_2CrO_4 में होता है तो Cr की ऑक्सीकरण संख्या में परिवर्तन है–

(A) 0 (B) 3 (C) 4 (D) 6

उत्तर. [A]

हल. जब $Cr_2O_7^{-2}$ का परिवर्तन CrO_4^{-2} में होता है तो Cr की ऑक्सीकरण संख्या में परिवर्तन शून्य है

$$\underset{+6}{Cr_2O_7^{-2}} \rightarrow \underset{+6}{CrO_4^{-2}}$$

यहाँ पर Cr की ऑक्सीकरण अवस्था में कोई परिवर्तन नहीं होता है अतः यह न तो ऑक्सीकृत होता है और न ही अपचयित तथा समान ऑक्सीकरण अवस्था में रहता है।

उदा.11 $(CH_3)_2 SO$ में S की ऑक्सीकरण संख्या है -

(A) 1 (B) 2 (B) 0 (D) 3

उत्तर. [C]

हल. माना S की ऑक्सीकरण संख्या 'a' है।

CH_3 की ऑक्सीकरण संख्या = +1

O की ऑक्सीकरण संख्या = – 2

$2 (+1) + a + (-2) = 0$

$a = 0$

अतः डाइमेथिल सल्फोक्साइड में S की ऑक्सीकरण संख्या शून्य है।

उदा.12 KI_3 में I की ऑक्सीकरण संख्या क्या होगी–

(A) $-\frac{1}{3}$ (B) $-\frac{1}{4}$ (C) + 4 (D) + 3

उत्तर. [A]

हल. KI_3 में $1 + 3 \times (a) = 0$

$$a = -\frac{1}{3}$$

या KI_3, $KI + I_2$ है।

∴ I की दो ऑक्सीकरण संख्याएँ क्रमशः – 1 तथा 0 है अतः स्पष्ट तौर पर KI_3 में I की ऑक्सीकरण संख्या – 1 व 0 का माध्यमान है।

अतः माध्य $= \frac{-1+2\times(0)}{3} = -\frac{1}{3}$.

उदा.13 $[Fe(CN)_6]^{-3}$, $[Fe(CN)_6]^{-4}$, $[Fe(SCN)]^{+2}$ तथा $[Fe(H_2O)_6]^{+3}$ में Fe की ऑक्सीकरण संख्याएँ क्रमशः होंगी–

(A) +3, +2, +3 तथा +3

(B) +3, +3, +3 तथा +3

(C) +3, +2, +2 तथा +2

(D) +2, +2, +2 तथा +2

उत्तर. [A]

हल. Fe की ऑक्सीकरण संख्याएँ–

प्रथम	द्वितीय	तृतीय	चतुर्थ
x–6 = –3	x–6 = –4	x–1 = +2	x+6×0=+3
x = +3	x = +2	x = +3	x = +3

उदा.14 निम्न में से कौनसी अभिक्रिया रेडॉक्स अभिक्रिया नहीं है-

(A) $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 \Leftrightarrow HI$

(B) $PCl_5 \Leftrightarrow PCl_3 + Cl_2$

(C) $2CuSO_4 + 4KI \Leftrightarrow Cu_2I_2 + 2K_2SO_4 + I_2$

(D) $CaOCl_2 \Leftrightarrow Ca^{+2} + OCl^- + Cl^-$

उत्तर. [D]

हल. (D) के अतिरिक्त उपरोक्त सभी अभिक्रियाओं में क्रियाकारक तथा उत्पाद के परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्थाओं में परिवर्तन होता है, अतः ये सभी रेडॉक्स अभिक्रियाएँ हैं। अभिक्रिया (D) में क्रियाकारकों तथा उत्पादों की ऑक्सीकरण अवस्थाएँ अपरिवर्तित रहती हैं अतः यह रेडॉक्स अभिक्रिया नहीं होती।

उदा.15 अभिक्रिया $Al + Fe_3O_4 \rightarrow Al_2O_3 + Fe$ में – परिवर्तन के दौरान कुल कितने इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरित होते हैं-

(A) 16 (B) 24 (C) 8 (D) 12

उत्तर. [B]

हल. $2Al^o \rightarrow Al_2^{+3} + 6e^-$ ..... (A)

$8e + Fe_3^{+8/3} \rightarrow 3Fe^o$ ..... (B)

समी. (A) को 4 से तथा समी. (B) को 3 से गुणा करके जोड़ने पर

$8Al^o \rightarrow 4Al_2^{+3} + 24e$

$24e + 3Fe_3^{+8/3} \rightarrow 9Fe^o$

$8Al^o + 3Fe_3^{+8/3} \rightarrow 9Fe^o + 4Al_2^{+3}$

---

or $8Al + 3Fe_3O_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Fe$

अतः, यह स्पष्ट है कि परिवर्तन के दौरान कुल परिवर्तित इलेक्ट्रॉन = 24

उदा.16 रेडॉक्स अभिक्रिया

$10FeC_2O_4 + x\,KMnO_4 + 24H_2SO_4 \rightarrow 5\,Fe_2(SO_4)_3 + 20CO_2 + y\,MnSO_4 + 3\,K_2SO_4 + 24H_2O,$

में x तथा y के मान क्रमशः हैं–

(A) 6, 3 (B) 3, 6

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

उत्तर. [D]

हल. उपरोक्त सन्तुलित रेडॉक्स अभिक्रिया को निम्न प्रकार लिखा जा सकता है-

$10FeC_2O_4 + 6\,KMnO_4 + 24\,H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2\,(SO_4)_3 + 20CO_2 + 6\,MnSO_4 + 3\,K_2SO_4 + 24H_2O$

अतः x = 6 तथा y = 6

उदा.17 क विलयन जिसमें A^{+n} आयन के 2.68×10^{-3} मोल उपस्थित है, को अम्लीय माध्यम में A^{+n} आयन का AO_3^- में ऑक्सीकरण के लिए 1.61×10^{-3} मोल MnO_4^- की आवश्यकता है तो n का मान होगा-

(A) 1 (B) 2

(C) 3 (D) 4

उत्तर. [B]

हल. अभिक्रिया निम्न है।

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

$A^{+n} + 3H_2O \rightarrow AO_3^- + 6H^+ + (5 - n)\,e^-$

MnO_4^- की दी गई मात्रा में सम्मिलित इलेक्ट्रॉनों की मात्रा = $5 \times 1.61 \times 10^{-3}$ मोल.

इन दोनों को बराबर करने पर हम प्राप्त करते हैं

$5 \times 1.61 \times 10^{-3} = (5 - n)\,2.68 \times 10^{-3}$

$\therefore$ n = 2 (लगभग)

उदा.18 निम्न में से कौनसी सही संतुलित अर्द्ध अभिक्रिया है-

(A) $AsO_3^{-3} + H_2O \rightarrow AsO_4^{-3} + 2H^+ - 2e^-$

(B) $H_2O_2 + 2e \rightarrow O_2 + 2H^+$

(C) $Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O - 6e^-$

(D) $IO_3^- + 6H^+ \rightarrow I_2 + 3H_2O + 5e^-$

उत्तर. [C]

हल. सही संतुलित अर्द्ध अभिक्रिया है–

$Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O - 6e^-$

समीकरण को आयन इलेक्ट्रॉन विधि द्वारा सन्तुलित करने पर यह एक अपचयन अर्द्ध अभिक्रिया है।