NCERT के पूर्णतया संशोधित नवीनतम् पाठ्यक्रम पर आधारित

संजीव®

रसायन विज्ञान

कक्षा-11 (भाग-2)

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान के विद्यार्थियों के लिए

लेखक :
डॉ. के.बी. बंसल
एम.एससी., एम.फिल., पीएच.डी.
सहआचार्य, रसायन विज्ञान विभाग
राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, दौसा

संजीव प्रकाशन
जयपुर-3

मूल्य : ₹ 320/-

- प्रकाशक :

  संजीव प्रकाशन

  धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता,

  जयपुर-3

  email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com

  website : www.sanjivprakashan.com

- © प्रकाशकाधीन

- **मूल्य : ₹ 320.00**

- लेजर कम्पोजिंग :

  संजीव प्रकाशन (D.T.P. Department), जयपुर

- मुद्रक :

  मनोहर आर्ट प्रिन्टर्स, जयपुर

  ****

- ❖ इस पुस्तक में त्रुटियों को दूर करने के लिए हर संभव प्रयास किया गया है। किसी भी त्रुटि के पाये जाने पर अथवा किसी भी तरह के सुझाव के लिए आप हमें निम्न पते पर email या पत्र भेजकर सूचित कर सकते हैं—

  email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com

  पता : प्रकाशन विभाग संजीव प्रकाशन

  धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता, जयपुर

  आपके द्वारा भेजे गये सुझावों से अगला संस्करण और बेहतर हो सकेगा।
- ❖ यद्यपि इस पुस्तक को प्रकाशित करने में सभी सावधानियों का पालन किया गया है तथापि इस पुस्तक में प्रकाशित किसी त्रुटि के प्रति तथा इससे होने वाली किसी भी क्षति के लिए लेखक, प्रकाशक, संपादक तथा मुद्रक किसी भी रूप में जिम्मेदार नहीं हैं।
- ❖ सभी प्रकार के विवादों का न्यायिक क्षेत्र 'जयपुर' होगा।

भूमिका

NCERT के नवीनतम पाठ्यक्रम के अनुसार कक्षा 11 के विद्यार्थियों के लिए **रसायन विज्ञान भाग-2** की इस अद्वितीय पुस्तक के संशोधित एवं परिवर्धित संस्करण को प्रस्तुत करते हुए मुझे अपार हर्ष हो रहा है। प्रस्तुत पुस्तक सरल एवं सहज भाषा में लिखी गई है ताकि छात्र विषय को आसानी से आत्मसात् कर सकें। **यह पुस्तक कक्षा 11 के विद्यार्थियों के लिए तो उपयोगी है ही, साथ ही मेडिकल तथा इंजीनियरिंग की विभिन्न प्रवेश परीक्षाओं की तैयारी कर रहे विद्यार्थियों के लिए भी अत्यन्त उपयोगी साबित होगी।** आशा है कि विद्यार्थी वर्ग इससे लाभान्वित होगा तथा शिक्षक वर्ग मेरे इस प्रयास को सराहेगा। बाजार में उपलब्ध अन्य पुस्तकों की तुलना में इस पुस्तक की अनेक ऐसी **विशेषताएँ** हैं जिनके कारण यह एक अद्वितीय पुस्तक है—

1. सैद्धान्तिक विषय-सामग्री का पर्याप्त तथा सटीक विवरण चित्रों सहित दिया गया है।
2. NCERT के नवीनतम पाठ्यक्रम का पूर्णत: पालन किया गया है।
3. शीर्षक एवं महत्त्वपूर्ण पदों के अंग्रेजी शब्द भी कोष्ठक में दिए गए हैं।
4. हिन्दी भाषा के जटिल शब्दों के स्थान पर सरल शब्दों का प्रयोग किया गया है।
5. पाठ्यपुस्तक के सभी उदाहरणों तथा पाठ्यनिहित प्रश्नों को हल सहित यथास्थान समावेशित किया गया है।
6. अध्ययन-सामग्री के साथ बीच-बीच में अभ्यास हेतु अतिलघूत्तरात्मक तथा लघूत्तरात्मक प्रश्न भी हल सहित दिए गए हैं।
7. पाठ्यपुस्तक में अध्याय के अन्त में दिए गए सभी अभ्यास प्रश्नों के सम्पूर्ण हल सरल भाषा में दिए गए हैं।
8. अध्याय की पुनरावृत्ति हेतु प्रत्येक अध्याय में बिन्दुवार सारांश भी दिया गया है।
9. प्रत्येक अध्याय में परीक्षा में पूछे जाने योग्य सभी प्रकार के प्रश्न (वस्तुनिष्ठ, रिक्तस्थान, अतिलघूत्तरात्मक, लघूत्तरात्मक, आंकिक तथा निबन्धात्मक प्रश्न) दिए गए हैं।
10. प्रत्येक अध्याय के अन्त में **विभिन्न प्रतियोगी परीक्षाओं में पूछे गये बहुविकल्पीय प्रश्नों को भी हल सहित** दिया गया है।
11. पुस्तक के अन्त में **परिशिष्ट I** से III तक रसायन विज्ञान से सम्बन्धित महत्त्वपूर्ण सामग्री का संकलन प्रस्तुत किया गया है। यथा—महत्वपूर्ण नाम अभिक्रियाएँ, गुणधर्मों की प्रवृत्तियाँ, महत्वपूर्ण कार्बनिक यौगिकों के सामान्य नाम आदि।

पुस्तक का नवीनतम संशोधित संस्करण नये कलेवर में प्रस्तुत किया जा रहा है। इसमें विषय विशेषज्ञों, शिक्षकों तथा पाठकों से प्राप्त बहुमूल्य सुझावों को भी उचित स्थान दिया गया है।

मैं हृदय से उस परमपिता परमेश्वर को शत्-शत् नमन करता हूँ जिसकी अनवरत प्रेरणा तथा आशीर्वाद से ही इस पुस्तक का लेखन सम्भव हो पाया है। मैं अपनी पत्नी श्रीमती अनिता बंसल को भी धन्यवाद ज्ञापित किए बिना नहीं रह सकता जिनके सहयोग के बिना इस पुस्तक का लेखन सम्भव नहीं हो पाता।

मेरे इस प्रयास को आकर्षक प्रारूप में समय पर प्रकाशित करके पाठकों के हाथों तक पहुँचाने के लिए मैं प्रकाशक—संजीव प्रकाशन के श्रीमान् प्रदीप मित्तल एवं मनोज मित्तल, उनके समस्त स्टाफ, लेजर टाइप सेंटर एवं मुद्रक का हृदय से आभार प्रकट करता हूँ।

यद्यपि पुस्तक के प्रकाशन में पूर्ण सावधानी रखी गई है फिर भी मानवीय त्रुटियाँ होना सम्भावित है, अत: पुस्तक को और अधिक उपयोगी बनाने हेतु अपने विद्वान् साथियों एवं विद्यार्थियों के बहुमूल्य सुझावों का सदैव स्वागत है।

सहयोग की अपेक्षा में!

लेखक

डॉ. के.बी. बंसल

विषय-सूची

7. अपचयोपचय अभिक्रियाएँ
(Redox Reactions) 1-44

8. कार्बनिक रसायन : कुछ आधारभूत सिद्धान्त तथा तकनीकें
(Organic Chemistry : Some Basic Principles and Techniques) 45-126

9. हाइड्रोकार्बन
(Hydrocarbon) 127-194

- **परिशिष्ट** **195-201**

अपचयोपचय अभिक्रियाएँ (REDOX REACTIONS)

अध्याय 7

7.1 अपचयोपचय अभिक्रियाएँ (Redox Reactions)
7.2 इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण अभिक्रियाओं के रूप में अपचयोपचय अभिक्रियाएँ (Redox Reactions in Terms of Electron Transfer Reactions)
7.3 ऑक्सीकरण संख्या (Oxidation Number)
7.4 अपचयोपचन अभिक्रियाएँ तथा इलेक्ट्रोड प्रक्रम (Redox Reactions and Electrode Processes)

रसायन विज्ञान में अपचयोपचय अभिक्रियाएँ बहुत महत्त्वपूर्ण होती हैं। अनेक भौतिक तथा जैविक घटनाएँ अपचयोपचय अभिक्रियाओं से सम्बन्धित होती हैं। इनका उपयोग जीव-विज्ञान, औषधि विज्ञान, धातु निर्माण, औद्योगिक क्षेत्र तथा कृषि विज्ञान क्षेत्र में होता है। घरेलू, यातायात तथा व्यावसायिक क्षेत्रों में अनेक प्रकार के ईंधन के दहन से ऊर्जा प्राप्त करने के लिए विद्युत रासायनिक प्रक्रमों, क्रियाशील धातुओं तथा अधातुओं के निष्कर्षण, धातु-संक्षारण, रासायनिक यौगिकों जैसे—क्लोरीन तथा कास्टिक सोडा का निर्माण तथा शुष्क एवं गीली बैटरियों के चालन में भी अपचयोपचय अभिक्रियाएँ ही प्रयुक्त होती हैं। आजकल द्रव हाइड्रोजन का ईंधन के रूप में उपयोग तथा ओजोन छिद्र जैसे प्रक्रम भी अपचयोपचय अभिक्रियाओं से ही सम्बन्धित दिखते हैं।

7.1 अपचयोपचय अभिक्रियाएँ (Redox Reactions)

प्रारम्भ में ऑक्सीकरण शब्द, तत्त्वों तथा यौगिकों के ऑक्सीजन के साथ संयोग के लिए किया जाता था। जैसे- मैग्नीशियम तथा सल्फर ऑक्सीजन के साथ क्रिया करके संगत ऑक्साइड बनाते हैं—

$$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$
$$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

ऑक्सीकरण (Oxidation)—**(i) किसी पदार्थ का ऑक्सीजन या अन्य ऋणविद्युती तत्त्व या मूलक जैसे—F, Cl, Br, I या S के साथ जुड़ना (समावेश) ऑक्सीकरण या उपचयन कहलाता है।**

उदाहरण—
$$2Zn(s) + O_2(g) \longrightarrow 2ZnO(s)$$
$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$$
$$Mg(s) + F_2(g) \longrightarrow MgF_2(s)$$
$$Mg(s) + Cl_2(g) \longrightarrow MgCl_2(s)$$
$$Mg(s) + S(s) \longrightarrow MgS(s)$$
$$FeCl_2(s) + Cl_2(g) \longrightarrow FeCl_3(s)$$
$$SnCl_2(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow SnCl_4(aq)$$

(ii) किसी पदार्थ में से हाइड्रोजन या किसी धनविद्युती तत्त्व का निकलना भी ऑक्सीकरण कहलाता है।

उदाहरण—$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$

यहाँ CH_4 में हाइड्रोजन के स्थान पर ऑक्सीजन आ गया है अर्थात् हाइड्रोजन का निष्कासन हो रहा है।

$$CH_3–CH_2–OH \longrightarrow CH_3CHO + H_2$$

इस अभिक्रिया में C_2H_5OH में H_2 निकल कर CH_3CHO बन रहा है अत: यहाँ C_2H_5OH का ऑक्सीकरण हो रहा है।

$$H_2S + I_2 \longrightarrow S + 2HI$$
$$4HI + O_2 \longrightarrow 2I_2 + 2H_2O$$
$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O$$

H_2S तथा HI में से हाइड्रोजन निकल रही है अत: इनका ऑक्सीकरण हो रहा है।

$$2KI + H_2O_2 \longrightarrow 2KOH + I_2$$
$$2K_4[Fe(CN)_6](aq) + H_2O_2(aq) \longrightarrow 2K_3Fe(CN)_6](aq) + 2KOH\ (aq)$$

इन दोनों अभिक्रियाओं में धनविद्युती तत्त्व K निकल रहा है अत: ऑक्सीकरण हो रहा है।

(iii) किसी तत्त्व की संयोजकता में वृद्धि होना भी ऑक्सीकरण ही होता है।

उदाहरण— $PCl_3 + Cl_2 \longrightarrow PCl_5$

इस अभिक्रिया में P की संयोजकता 3 से 5 हो रही है अत: यहाँ PCl_3 का PCl_5 में ऑक्सीकरण हो रहा है।

अपचयन (Reduction)

(i) किसी पदार्थ में से ऑक्सीजन या अन्य ऋणविद्युती तत्त्व का निकलना (निष्कासन) अपचयन कहलाता है।

उदाहरण— $2HgO \xrightarrow[\Delta]{} 2Hg + O_2$

$$ZnO + H_2 \longrightarrow Zn + H_2O$$

यहाँ H_gO तथा ZnO में से ऑक्सीजन का निष्कासन होकर अपचयन हो रहा है।

$$2FeCl_3 + H_2S \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl + S$$

$$2FeCl_3 + H_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl$$

इन दोनों अभिक्रियाओं में फेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$) में से क्लोरीन का निष्कासन होकर $FeCl_2$ (फेरस क्लोराइड) बन रहा है। अत: अपचयन हो रहा है।

$$2Hg_2Cl_2 \longrightarrow 2HgCl_2 + Cl_2$$

यहाँ Hg_2Cl_2 का $HgCl_2$ में अपचयन हो रहा है क्योंकि Cl_2 का निष्कासन हो रहा है।

(ii) किसी पदार्थ के साथ हाइड्रोजन या किसी धनविद्युती तत्त्व के जुड़ने को अपचयन कहते हैं।

उदाहरण—

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_3$$

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

यहाँ एथीन तथा क्लोरीन में H_2 का योग हो रहा है अत: इनका अपचयन हो रहा है।

$$Cl_2 + Mg \longrightarrow MgCl_2$$

इस अभिक्रिया में Cl_2 में धनविद्युती तत्त्व (Mg) जुड़ रहा है अत: Cl_2, $MgCl_2$ में अपचयित हो रही है।

(iii) किसी तत्त्व की संयोजकता में कमी होना भी अपचयन कहलाता है।

उदाहरण— $2FeCl_3(s) \longrightarrow 2FeCl_2(s) + Cl_2(g)$

यहाँ Fe की संयोजकता 3 से 2 हो रही है अत: $FeCl_3$ का $FeCl_2$ में अपचयन हो रहा है।

ऑक्सीकरण (उपचयन) तथा अपचयन प्रक्रम साथ-साथ होते हैं अत: ये एक-दूसरे के पूरक होते हैं। यदि किसी अभिक्रिया में एक पदार्थ का ऑक्सीकरण होता है तो दूसरे पदार्थ का अपचयन होगा इसी कारण इन्हें संयुक्त रूप से **अपचयोपचय (अपचयन + उपचयन) अभिक्रिया** (Redox Reaction = Reduction + Oxidation) कहते हैं।

वह पदार्थ जिसका अपचयन होता है वह ऑक्सीकारक कहलाता है क्योंकि यह दूसरे पदार्थ का ऑक्सीकरण करता है तथा वह पदार्थ जिसका ऑक्सीकरण होता है उसे अपचायक कहते हैं क्योंकि यह दूसरे पदार्थ का अपचयन करता है।

जैसे—

$$2HgCl_2(aq) + SnCl_2(aq) \longrightarrow Hg_2Cl_2(s) + SnCl_4(aq)$$

इस अभिक्रिया में मरक्यूरिक क्लोराइड ($HgCl_2$) का मरक्यूरस क्लोराइड (Hg_2Cl_2) में अपचयन हो रहा है तथा स्टैनस क्लोराइड ($SnCl_2$) का स्टैनिक क्लोराइड ($SnCl_4$) में ऑक्सीकरण हो रहा है।

इसी प्रकार अभिक्रिया

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

में Fe का $FeSO_4$ में ऑक्सीकरण हो रहा है जबकि $CuSO_4$ का Cu में अपचयन हो रहा है।

पाठ्यपुस्तक (NCERT) के उदाहरण

उदाहरण 7.1 : नीचे दी गई अभिक्रियाओं में पहचानिए कि किसका ऑक्सीकरण हो रहा है और किसका अपचयन—

(i) $H_2S(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g) + S(s)$

(ii) $3Fe_3O_4(s) + (s)\ 8Al(s) \longrightarrow 9Fe(s) + 4Al_2O_3(s)$

(iii) $2Na(s) + H_2(g) \longrightarrow 2NaH(s)$

हल—(i) इस अभिक्रिया में H_2S का ऑक्सीकरण हो रहा है, क्योंकि हाइड्रोजन से ऋणविद्युती तत्त्व क्लोरीन का संयोग हो रहा है या H_2S से धनविद्युती तत्त्व हाइड्रोजन का निष्कासन हो रहा है। हाइड्रोजन से संयोग के कारण क्लोरीन का अपचयन हो रहा है।

(ii) ऑक्सीजन से संयोग के कारण ऐलुमिनियम का ऑक्सीकरण हो रहा है। ऑक्सीजन के निष्कासन के कारण फैरस फैरिक ऑक्साइड (Fe_3O_4) का अपचयन हो रहा है।

(iii) इस अभिक्रिया में सोडियम ऑक्सीकृत तथा हाइड्रोजन अपचयित हो रहा है।

ऑक्सीकरण तथा अपचयन की इलेक्ट्रॉनीय धारणा
(Electronic Concept of Oxidation and Reduction)

ऑक्सीकरण (Oxidation)—**जब किसी परमाणु, अणु या आयन में से इलेक्ट्रॉन का निष्कासन होकर ऑक्सीकरण अंक में वृद्धि होती है तो इस अभिक्रिया को ऑक्सीकरण कहा जाता है।**

ऑक्सीकरण में धनावेश में वृद्धि अथवा ऋणावेश में कमी होती है। अत: ऑक्सीकरण एक **विइलेक्ट्रॉनीकरण** (De-electronation) प्रक्रम है।

उदाहरण—

$$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e^-$$

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

$$[Fe(CN)_6]^{4-} \longrightarrow [Fe(CN)_6]^{3-} + e^-$$

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

परमाणुओं द्वारा इलेक्ट्रॉन का त्याग करने पर वे धनायनों में

परिवर्तित हो जाते हैं लेकिन जब धनायन इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है तो वह अधिक धनावेशित हो जाता है तथा ऋणायन द्वारा इलेक्ट्रॉन त्यागने पर वह कम ऋणावेशित आयन या उदासीन अणु में परिवर्तित हो जाता है। लेकिन जब एक अणु द्वारा इलेक्ट्रॉन का त्याग किया जाता है तो वह धनायन तथा अन्य स्पीशीज बनाता है।

अपचयन (Reduction)

वह प्रक्रम जिसमें किसी परमाणु, अणु या आयन द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण किया जाता है, उसे अपचयन कहते हैं। अत: अपचयन से ऑक्सीकरण अंक में कमी होती है तथा इससे धनावेश में कमी अथवा ऋणावेश में वृद्धि होती है। इसलिए अपचयन एक **इलेक्ट्रॉनीकरण** (Electronation) प्रक्रम है।

उदाहरण—

$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$

$$S + 2e^- \longrightarrow S^{2-}$$

$$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$$

$$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$$

$$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$$

$$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$$

$$O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$$

$$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$$

जब किसी उदासीन परमाणु द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण किया जाता है तो वह ऋणायन में परिवर्तित हो जाता है। लेकिन धनायन इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके कम धनावेशित अथवा उदासीन हो जाता है तथा ऋणायन द्वारा इलेक्ट्रॉन के ग्रहण करने पर वह अधिक ऋणावेशित हो जाता है। लेकिन जब किसी अणु द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण किया जाता है तो विभिन्न स्पीशीज बनती हैं।

7.2 इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण अभिक्रियाओं के रूप में अपचयोपचय अभिक्रियाएँ (Redox Reactions in Terms of Electron Transfer Reactions)

पूर्व में किए गए अध्ययन के आधार पर हम जानते हैं कि निम्नलिखित अभिक्रियाओं में सोडियम के साथ ऑक्सीजन, सल्फर तथा क्लोरीन (ऋणविद्युती तत्त्व) का संयोग हो रहा है अत: सोडियम का ऑक्सीकरण हो रहा है लेकिन साथ ही ऑक्सीजन, सल्फर तथा क्लोरीन का अपचयन भी हो रहा है क्योंकि इनके साथ धनविद्युती तत्त्व सोडियम जुड़ रहा है।

$$4Na(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Na_2O(s)$$

(सोडियम ऑक्साइड)

$$2Na(s) + S(s) \longrightarrow Na_2S(s)$$

(सोडियम सल्फाइड)

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

(सोडियम क्लोराइड)

चूँकि उपरोक्त अभिक्रियाओं से प्राप्त उत्पाद आयनिक यौगिक है अत: इन्हें निम्न प्रकार लिखा जा सकता है—

$[Na^+]_2O^{2-}(s)$, $[Na^+]_2S^{2-}(s)$ तथा $Na^+Cl^-(s)$

इसलिए उपरोक्त अभिक्रियाओं को निम्न प्रकार प्रदर्शित किया जाता है—

2*e* त्यागता है।

(i) $2Na(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow (Na^+)_2O^{2-}(s)$

2*e* ग्रहण करता है।

2*e* त्यागता है।

(ii) $2Na(s) + S(s) \longrightarrow (Na^+)_2S^{2-}(s)$

2*e* ग्रहण कर रहा है।

2*e* त्याग रहा है।

(iii) $2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2Na^+ + Cl^-(s)$

2*e* ग्रहण कर रहा है।

इन अभिक्रियाओं को निम्न प्रकार दो पदों में लिखा जा सकता है, एक पद में इलेक्ट्रॉन का निष्कासन होता है जबकि दूसरे पद में इलेक्ट्रॉन ग्रहण किए जाते हैं।

उदाहरण—

सोडियम तथा क्लोरीन की क्रिया से NaCl का बनना—

$$2Na(s) \longrightarrow 2Na^+(g) + 2e^-$$

$$Cl_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2\,Cl^-(g)$$

इन दोनों पदों को अर्ध-अभिक्रियाएँ कहा जाता है। इनमें से प्रथम पद जिसमें **इलेक्ट्रॉन का निष्कासन हो रहा है, को ऑक्सीकरण अर्ध-अभिक्रिया** तथा द्वितीय पद **जिसमें इलेक्ट्रॉन ग्रहण किया जा रहा है, को अपचयन अर्ध-अभिक्रिया कहते हैं।**

दोनों अर्ध-अभिक्रियाओं को जोड़ने पर एक पूर्ण अभिक्रिया प्राप्त होती है जो कि निम्नलिखित है—

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2Na^+Cl^-(s) \text{ या } 2NaCl(s)$$

इसी प्रकार उपरोक्त अभिक्रियाओं में सोडियम का ऑक्सीकरण हो रहा है तथा ऑक्सीजन व सल्फर का अपचयन हो रहा है। अत: सारांश के रूप में यह कहा जा सकता है कि **किसी स्पीशीज (परमाणु अणु या आयन) द्वारा इलेक्ट्रॉन का निष्कासन ऑक्सीकरण तथा किसी स्पीशीज द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना अपचयन कहलाता है।**

ऑक्सीकारक तथा अपचायक पदार्थ (Oxidising Agent and Reducing Agent)

ऑक्सीकारक (Oxidant)

वह पदार्थ जो दूसरे पदार्थ का ऑक्सीकरण करता है तथा स्वयं अपचयित होता है उसे ऑक्सीकारक कहते हैं, अत: **ऑक्सीकारक, इलेक्ट्रॉनग्राही अभिकर्मक** होता है। इसलिए किसी पदार्थ की ऑक्सीकारक क्षमता उसकी इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति के समानुपाती होती है। जब किसी यौगिक में उपस्थित तत्त्व अपनी उच्चतम ऑक्सीकरण अवस्था में होता है तो वह यौगिक प्रबल ऑक्सीकारक होगा।

प्रमुख ऑक्सीकारकों के उदाहरण निम्नलिखित हैं—

$K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, $CuSO_4$, $HClO_4$, HNO_3, F_2, Cl_2, Br_2, I_2, $C_6H_5NO_2$ इत्यादि।

अपचायक (Reductant)

वह पदार्थ जो दूसरे पदार्थ का अपचयन करता है तथा स्वयं ऑक्सीकृत हो जाता है उसे अपचायक कहा जाता है। अत: **अपचायक, इलेक्ट्रॉनदाता अभिकर्मक होता है** इसलिए किसी पदार्थ की अपचायक क्षमता उसकी इलेक्ट्रॉन देने की प्रवृत्ति के समानुपाती होती है। जब किसी यौगिक में उपस्थित तत्त्व अपनी निम्नतम ऑक्सीकरण अवस्था में होता है तो वह यौगिक प्रबल अपचायक होगा।

प्रमुख अपचायकों के उदाहरण निम्नलिखित हैं—

$FeSO_4$, $FeSO_4 . (NH_4)_2 SO_4 . 6H_2O$ धातुएँ, H_2S, HI, HBr, HCl, फैरस ऑक्जेलेट (FeC_2O_4), ऑक्जेलिक अम्ल ($H_2C_2O_4$), सोडियम थायोसल्फेट ($Na_2S_2O_3$), लीथियम-ऐलुमिनियमहाइड्राइड ($LiAlH_4$), सोडियम बोरोहाइड्राइड ($NaBH_4$)।

कुछ यौगिक ऐसे होते हैं जिनमें उपस्थित तत्त्व अपनी मध्यवर्ती ऑक्सीकरण अवस्था में होता है तो वे यौगिक परिस्थितियों के अनुसार ऑक्सीकारक तथा अपचायक दोनों के रूप में कार्य करते हैं।

उदाहरण— H_2O_2, SO_2, MnO_2 तथा O_3

अपचयोपचय अभिक्रिया (Redox Reaction)

ऑक्सीकरण तथा अपचयन की अभिक्रियाओं में वह पदार्थ जो इलेक्ट्रॉन देता है उसका ऑक्सीकरण होता है तथा पदार्थ जो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है उसका अपचयन होता है तथा इस सम्पूर्ण अभिक्रिया को अपचयोपचय अभिक्रिया (redox reaciton) कहते हैं।

पाठ्यपुस्तक (NCERT) के उदाहरण

उदाहरण 7.2 : निम्नलिखित अभिक्रिया एक अपचयोपचय अभिक्रिया है, औचित्य बताइए—

$$2\,Na(s) + H_2(g) \longrightarrow 2NaH(s)$$

हल—क्योंकि उपरोक्त अभिक्रिया में बनने वाला यौगिक एक आयनिक पदार्थ है, जिसे Na^+H^- से प्रदर्शित किया जा सकता है, अत: इसकी अर्द्धअभिक्रिया इस प्रकार होगी—

$$2\,Na(s) \longrightarrow 2Na^+(g) + 2e^-$$

तथा दूसरी अर्ध-अभिक्रिया—

$$H_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2H^-(g)$$

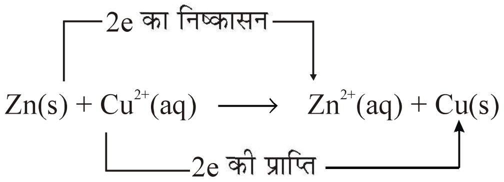
इस अभिक्रिया का दो अर्द्धअभिक्रियाओं में विभाजन, सोडियम के ऑक्सीकरण तथा हाइड्रोजन के अपचयन का प्रदर्शन करता है अत: इस सम्पूर्ण अभिक्रिया को अपचयोपचय अभिक्रिया कहते हैं।

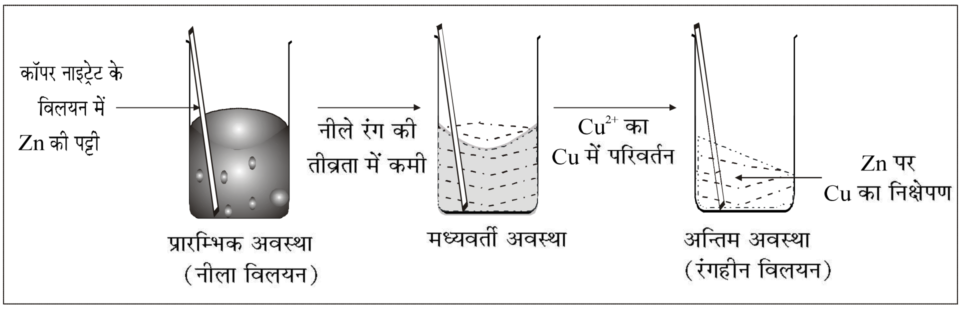
7.2.1 प्रतियोगी इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण अभिक्रियाएँ (Competitive Electron Transfer Reactions)

जब जिंक धातु की पट्टी को लगभग एक घण्टे तक कॉपर नाइट्रेट के जलीय विलयन में रखा जाता है तो जिंक धातु की पट्टी पर कॉपर की लाल रंग की एक परत जम जाती है तथा जलीय विलयन का नीला रंग गायब हो जाता है। इन परीक्षणों की व्याख्या इस प्रकार की जा सकती है। यहाँ Zn से Zn^{2+} बनते हैं तथा Cu^{2+} से Cu बन जाता है जिससे विलयन का नीला रंग गायब हो जाता है तथा इस प्रकार बना Cu, जिंक की छड़ पर लाल रंग की परत के रूप में जमा हो जाता है। यदि Zn^{+2} के विलयन में H_2S गैस प्रवाहित की जाती है तो जिंक सल्फाइड (ZnS) का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है जिसे NH_3 द्वारा विलयन को क्षारीय बनाकर देखा जा सकता है। जिंक तथा कॉपर नाइट्रेट विलयन के मध्य होने वाली अभिक्रिया निम्नलिखित है—

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

इस अभिक्रिया में Zn से इलेक्ट्रॉनों का निष्कासन होकर Zn^{2+} बन रहा है अत: इसका ऑक्सीकरण हो रहा है तथा जिंक धातु से प्राप्त इलेक्ट्रॉन Cu^{2+} द्वारा ग्रहण किए जा रहे हैं जिससे वह कॉपर में अपचयित हो रहा है।





चित्र 7.1 : कॉपर नाइट्रेट तथा जिंक के मध्य अपचयोपचय अभिक्रिया