

प्रश्न 1: समन्वय यौगिक क्या है?

उत्तर: ऐसे यौगिक जिनमें केंद्रीय धातु आयन (central metal ion) अन्य उदासीन अणुओं या ऋणायनों (ligands) के साथ उप-सहसंयोजक बंध (coordinate bonds) द्वारा जुड़े होते हैं, उन्हें समन्वय यौगिक (coordination compounds) कहते हैं।

○ **उदाहरण:** $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

प्रश्न 3: कीलेटिंग लिगेंड क्या है? एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर: जब कोई बहुदंतुक (multidentate) लिगेंड अपने दो या दो से अधिक दाता परमाणुओं द्वारा केंद्रीय धातु आयन के साथ जुड़कर एक वलय (ring) जैसी संरचना बनाता है, तो इसे कीलेटिंग लिगेंड कहते हैं और इस प्रक्रिया को 'chelation' कहते हैं।

- **उदाहरण:** एथिलीनडायमीन (Ethylenediamine - en) - $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2--\text{CH}_2--\text{NH}_2$

प्रश्न 4: वर्नर का समन्वय सिद्धांत क्या है?

उत्तर: अल्फ्रेड वर्नर के अनुसार, धातु आयन दो प्रकार की संयोजकता (valency) प्रदर्शित करते हैं:

- **प्राथमिक संयोजकता (Primary Valency):** यह आयनिक (ionizable) होती है और ऋणात्मक आयनों द्वारा संतुष्ट होती है (धातु की ऑक्सीकरण अवस्था के बराबर)।
- **द्वितीयक संयोजकता (Secondary Valency):** यह अन-आयनिक (non-ionizable) होती है और उदासीन अणुओं या ऋणायनों द्वारा संतुष्ट होती है (धातु की समन्वय संख्या के बराबर)।

प्रश्न 5: प्रकाशीय समावयवता क्या है?

उत्तर: ऐसे यौगिक जिनके अणुसूत्र और संरचना सूत्र समान होते हैं, लेकिन वे समतल ध्रुवित प्रकाश (plane-polarized light) के तल को अलग-अलग दिशाओं (दायीं या बायीं) में घुमाते हैं, उन्हें प्रकाशीय समावयवी कहते हैं और इस घटना को **प्रकाशीय समावयवता (optical isomerism)** कहते हैं।

प्रश्न 6: समन्वय यौगिक रंगीन क्यों होते हैं?

उत्तर: समन्वय यौगिकों में d-कक्षकों (d-orbitals) का लिगेण्डों की उपस्थिति के कारण t_{2g} और e_g में विपाटन (splitting) हो जाता है। जब दृश्य प्रकाश (visible light) इन पर पड़ता है, तो इलेक्ट्रॉन एक d-कक्षक से दूसरे d-कक्षक में संक्रमण ($d - d$ transition) करते हैं। यह अवशोषित प्रकाश का पूरक रंग (complementary color) प्रदर्शित करते हैं, इसलिए रंगीन होते हैं।

प्रश्न 7: कुछ समन्वय यौगिक प्रतिकुंबकीय क्यों होते हैं?

उत्तर: ऐसे समन्वय यौगिक जिनमें केंद्रीय धातु आयन के पास सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित (paired) होते हैं और कोई भी अयुग्मित इलेक्ट्रॉन (unpaired electron) नहीं होता, वे **प्रतिकुंबकीय (diamagnetic)** होते हैं क्योंकि इनका कुंबकीय आघूर्ण शून्य होता है।

प्रश्न 9: कॉम्प्लेक्सोमेट्रिक टाइट्रेशन में EDTA का उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर: EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) एक षट्दंतुक (hexadentate) लिगैंड है जो लगभग सभी धातु आयनों के साथ 1 : 1 के अनुपात में बहुत ही स्थायी और वलय-युक्त (ring) कीलेट संकुल बनाता है। इसके कारण टाइट्रेशन में निश्चित और स्पष्ट अंत-बिंदु (end point) प्राप्त होता है।

प्रश्न 10: उच्च-चक्रण एवं निम्न-चक्रण संकुलों के बीच क्या अंतर है?

उत्तर:

- **उच्च-चक्रण संकुल (High-spin complexes):**
इनका निर्माण दुर्बल (weak field) लिगैंडों द्वारा होता है। इनमें क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा (Δ_o) का मान युग्मन ऊर्जा (P) से कम होता है ($\Delta_o < P$), जिससे अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या अधिक होती है।
- **निम्न-चक्रण संकुल (Low-spin complexes):**
इनका निर्माण प्रबल (strong field) लिगैंडों द्वारा होता है। इनमें $\Delta_o > P$ होता है, जिससे इलेक्ट्रॉनों का युग्मन (pairing) हो जाता है और अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या कम या शून्य हो जाती है।

प्रश्न 11: संक्रमण तत्व क्या हैं? जिंक को संक्रमण तत्व क्यों नहीं माना जाता?

उत्तर:

- **संक्रमण तत्व:** ऐसे तत्व जिनके मूल अवस्था या सामान्य ऑक्सीकरण अवस्था में d-उपकोश आंशिक रूप से भरे (d^{1-9}) होते हैं, उन्हें संक्रमण तत्व कहते हैं।
- **जिंक (Zn) को न मानने का कारण:** जिंक (Zn , परमाणु क्रमांक 30) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Ar]3d^{10}4s^2$ होता है और इसकी सामान्य ऑक्सीकरण अवस्था (Zn^{2+}) में भी $[Ar]3d^{10}$ विन्यास होता है। क्योंकि इसका d-उपकोश पूरी तरह से भरा (d^{10}) होता है, इसलिए इसे संक्रमण तत्व नहीं माना जाता।

प्रश्न 12: d-ब्लॉक तत्वों का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास समझाइए।

उत्तर: d-ब्लॉक तत्वों का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ होता है।

- यहाँ n बाह्यतम कोश (outermost shell) को दर्शाता है और $(n-1)$ आंतरिक d-कक्षक (penultimate shell) को दर्शाता है।

प्रश्न 13: संक्रमण धातुएँ परिवर्तनशील ऑक्सीकरण अवस्थाएँ क्यों प्रदर्शित करती हैं?

उत्तर: संक्रमण धातुओं के $(n - 1)d$ और ns कक्षकों की ऊर्जा में बहुत कम अंतर होता है। इसलिए रासायनिक बंध बनाने में ns इलेक्ट्रॉनों के साथ-साथ $(n - 1)d$ इलेक्ट्रॉन भी भाग ले सकते हैं, जिसके कारण ये परिवर्तनशील (variable) ऑक्सीकरण अवस्थाएँ दर्शाते हैं।

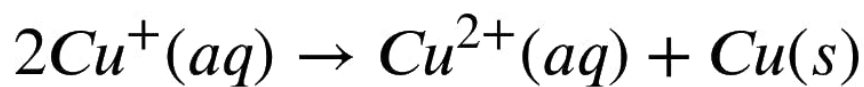
प्रश्न 14: लैंथेनाइड संकुचन क्या है? इसके कारण बताइए।

उत्तर:

- **लैंथेनाइड संकुचन (Lanthanoid Contraction):** लैंथेनाइड श्रेणी में परमाणु क्रमांक बढ़ने के साथ-साथ त्रि-धनात्मक आयनों (M^{3+}) के आकार/त्रिज्या में एक समान क्रम से होने वाली कमी को लैंथेनाइड संकुचन कहते हैं।
- **कारण:** $4f$ -कक्षकों का परिरक्षण प्रभाव (shielding effect) बहुत ही दुर्बल (poor) होता है। इससे नाभिकीय आवेश का आकर्षण बाहरी इलेक्ट्रॉनों पर अधिक हो जाता है और आकार छोटा हो जाता है।

प्रश्न 16: जलीय विलयन में Cu^+ आयन अस्थिर क्यों होता है?

उत्तर: जलीय विलयन में Cu^+ आयन असमानुपातन (disproportionation) अभिक्रिया करता है और Cu^{2+} तथा Cu में टूट जाता है:



Cu^{2+} आयन का आकार छोटा होने के कारण इसकी जलयोजन ऊर्जा (hydration enthalpy) Cu^+ की तुलना में बहुत अधिक ऋणात्मक (स्थायी) होती है, जो द्वितीय आयनन एन्थैल्पी की भरपाई कर देती है।

प्रश्न 17: संक्रमण तत्वों की परमाणुकरण एन्थैल्पी अधिक क्यों होती है?

उत्तर: संक्रमण तत्वों में अधिक संख्या में अयुग्मित d -इलेक्ट्रॉन (unpaired d -electrons) होते हैं। ये इलेक्ट्रॉन मजबूत धात्विक बंध (metallic bond) और अंतर-परमाणुक अंतःक्रिया में भाग लेते हैं। धात्विक बंध बहुत मजबूत होने के कारण परमाणुओं को अलग करने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है, इसलिए इनकी परमाणुकरण एन्थैल्पी (enthalpy of atomization) उच्च होती है।

प्रश्न 18: मोलरता क्या है?

उत्तर: किसी विलयन के 1 लीटर (1000 mL) आयतन में घुले हुए विलेय के मोलों की संख्या को उस विलयन की **मोलरता (Molarity)** कहते हैं। इसे M से प्रदर्शित करते हैं।

- **सूत्र:** $(M) = \frac{\text{मोल}}{\text{लीटर}}$
- **इकाई:** mol L^{-1} या मोल/लीटर।

प्रश्न 19: शीतल पेय की बोतल सावधानी से क्यों खोलनी चाहिए?

उत्तर: शीतल पेय (Soft Drinks) में CO_2 गैस उच्च दाब पर घुली रहती है (हेनरी के नियमानुसार)। जब बोतल को अचानक या बिना सावधानी के खोला जाता है, तो आंतरिक दाब घट जाता है। दाब कम होने से CO_2 गैस की विलेयता तेजी से घटती है, जिससे गैस तीव्र बुदबुदाहट के साथ द्रव को बाहर फेंक सकती है।

प्रश्न 20: वाष्पशील द्रवों के लिए राउल्ट का नियम क्या है?

उत्तर: राउल्ट के नियमानुसार, किसी निश्चित ताप पर वाष्पशील द्रवों के विलयन में प्रत्येक घटक का आंशिक वाष्प दाब (P), उसके मोल-अंश (x) के समानुपाती होता है।

- **गणितीय रूप:** $P_A = P_A^\circ \cdot x_A$ तथा $P_B = P_B^\circ \cdot x_B$
- जहाँ P_A° और P_B° शुद्ध घटकों के वाष्प दाब हैं।

प्रश्न 22: सेल संकेतन से क्या अभिप्राय है?

उत्तर: किसी वैद्युत-रासायनिक सेल (Galvanic Cell) की संरचना को संक्षेप में प्रतीकों और रेखाओं द्वारा निरूपित करने की विधि को **सेल संकेतन (Cell Notation)** कहते हैं।

- एनोड (ऑक्सीकरण) को बाईं ओर तथा कैथोड (अपचयन) को दाईं ओर लिखा जाता है।
- दोनों इलेक्ट्रोडों को अलग करने वाले लवण सेतु (Salt Bridge) को दो समानांतर रेखाओं ($||$) से दर्शाया जाता है।

○ उदाहरण:



प्रश्न 23: रासायनिक अभिक्रिया की दर को परिभाषित कीजिए।

उत्तर: इकाई समय में किसी रासायनिक अभिक्रिया के अभिकारकों या उत्पादों की सांद्रता में होने वाले परिवर्तन को **अभिक्रिया की दर (Rate of Reaction)** कहते हैं।

- सूत्र:
$$= \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$
- इकाई: $\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$

प्रश्न 24: दर नियम क्या है?

उत्तर: वह गणितीय व्यंजक जो किसी रासायनिक अभिक्रिया की दर को अभिकारकों की मोलर सांद्रता के पदों में व्यक्त करता है, **दर नियम (Rate Law)** कहलाता है।

- **उदाहरण:** अभिक्रिया $A + B \rightarrow \text{Product}$ के लिए:

$$= k[A]^x[B]^y$$

(जहाँ x और y प्रयोगों द्वारा निर्धारित घातें हैं)।

प्रश्न 25: दर स्थिरांक (k) को परिभाषित कीजिए।

उत्तर: जब अभिक्रिया में उपस्थित सभी अभिकारकों की सांद्रता इकाई (1 mol L^{-1}) हो, तो उस समय अभिक्रिया की दर ही **दर स्थिरांक (Rate Constant - k)** कहलाती है। इसे विशिष्ट अभिक्रिया दर (Specific Reaction Rate) भी कहते हैं।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 26: संक्रमण तत्वों की सामान्य विशेषताओं का वर्णन कीजिए। इन्हें संक्रमण तत्व क्यों कहा जाता है? इनके कोई पाँच प्रमुख गुणों की व्याख्या कीजिए।

उत्तर:

○ **संक्रमण तत्व क्यों कहते हैं?**

ये तत्व आवर्त सारणी में s -ब्लॉक और p -ब्लॉक के मध्य स्थित होते हैं तथा इनके गुणधर्म s -ब्लॉक के अत्यधिक विद्युत-धनात्मक धातुओं और p -ब्लॉक के विद्युत-ऋणात्मक अधातुओं के बीच के (संक्रमण) होते हैं। इनके d -कक्षक आंशिक रूप से भरे (d^{1-9}) होते हैं।

○ **पाँच प्रमुख गुण:**

1. **धात्विक प्रकृति:** ये सभी कठोर, उच्च गलनांक एवं क्वथनांक वाली आघातवर्धनीय तथा तन्य धातुएँ हैं।
2. **परिवर्तनशील ऑक्सीकरण अवस्था:** इनके $(n - 1)d$ तथा ns कक्षकों की ऊर्जा लगभग समान होती है, जिससे दोनों के इलेक्ट्रॉन बंध बनाने में भाग ले सकते हैं।

3. **रंगीन आयन का निर्माण:** इनमें अयुग्मित d -इलेक्ट्रॉनों के कारण $d - d$ संक्रमण होता है, जिससे इनके यौगिक रंगीन होते हैं।
4. **उत्प्रेरकीय गुण:** ये अपनी परिवर्तनशील ऑक्सीकरण अवस्था और रिक्त d -कक्षकों के कारण अभिक्रियाओं में बेहतरीन उत्प्रेरक का कार्य करते हैं (जैसे: Fe, Ni, Pt)।
5. **अनुचुंबकीय गुण:** अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति के कारण ये अधिकांशतः अनुचुंबकीय (Paramagnetic) होते हैं।

प्रश्न 27: संक्रमण धातु आयनों के रंगीन होने के कारण की व्याख्या कीजिए। Zn^{2+} , Sc^{3+} एवं Ti^{4+} सामान्यतः रंगहीन क्यों होते हैं?

उत्तर:

- **रंगीन होने का कारण:** लिगेण्डों या जल के अणुओं की उपस्थिति में संक्रमण धातु आयनों के d -कक्षक दो समूहों (t_{2g} और e_g) में विभाजित हो जाते हैं। दृश्य प्रकाश पड़ने पर अयुग्मित इलेक्ट्रॉन कम ऊर्जा वाले d -कक्षक से उच्च ऊर्जा वाले d -कक्षक में चले जाते हैं ($d - d$ संक्रमण)। इस दौरान अवशोषित प्रकाश का पूरक रंग दिखाई देता है।

○ Zn^{2+} , Sc^{3+} एवं Ti^{4+} के रंगहीन होने का कारण:

○ $Zn^{2+} = [Ar]3d^{10} \rightarrow d$ -उपकोश पूर्ण रूप से भरा है।

○ $Sc^{3+} = [Ar]3d^0 \rightarrow d$ -उपकोश पूरी तरह खाली है।

○ $Ti^{4+} = [Ar]3d^0 \rightarrow d$ -उपकोश पूरी तरह खाली है।

इन तीनों आयनों में कोई भी **अयुग्मित इलेक्ट्रॉन (Unpaired electron)** नहीं होता, जिससे इनमें $d - d$ संक्रमण संभव नहीं है। अतः ये रंगहीन होते हैं।

प्रश्न 28: संक्रमण तत्वों के चुंबकीय गुणों की व्याख्या कीजिए।

उत्तर:

संक्रमण तत्वों का चुंबकीय व्यवहार उनमें मौजूद अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों पर निर्भर करता है। इन्हें दो मुख्य श्रेणियों में बाँटा जाता है:

1. **अनुचुंबकीय (Paramagnetic):** ऐसे आयन या यौगिक जिनमें कम से कम एक या अधिक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं, चुंबकीय क्षेत्र की ओर आकर्षित होते हैं।

2. **प्रतिचुंबकीय (Diamagnetic):** ऐसे आयन जिनमें सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित (paired) होते हैं, चुंबकीय क्षेत्र द्वारा प्रतिकर्षित होते हैं।

• **चुंबकीय आघूर्ण का सूत्र (Spin-only formula):**

$$\mu = \sqrt{n(n+2)} \text{ BM}$$

(जहाँ $n =$,

BM = Bohr Magneton)।

अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या जितनी अधिक होगी, अनुचुंबकीय गुण उतना ही अधिक होगा।

प्रश्न 30: कीलेट प्रभाव एवं EDTA पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

उत्तर:

○ 1. कीलेट प्रभाव (Chelate Effect):

जब कोई बहुदंतुक लिगेण्ड (Multidentate Ligand) केंद्रीय धातु आयन के साथ जुड़कर एक या एक से अधिक 5 या 6 सदस्यीय वलय (ring) संरचना बनाता है, तो इसे कीलेट कहते हैं। इस प्रकार बने संकुल यौगिक सामान्य (एकदंतुक लिगेण्ड वाले) संकुलों की तुलना में बहुत अधिक स्थायी होते हैं। इस स्थायित्व में वृद्धि को **कीलेट प्रभाव** कहते हैं।

○ 2. EDTA (एथिलीनडायमीनटेट्राएसीटेट):

EDTA एक षट्दंतुक लिगेण्ड (Hexadentate Ligand) है। इसमें 2 नाइट्रोजन और 4 ऑक्सीजन दाता परमाणु होते हैं।

○ यह धातु आयनों के साथ 1 : 1 अनुपात में बहुत ही स्थायी कीलेट संकुल बनाता है।

○ **उपयोग:** इसका प्रयोग कठोर जल की कठोरता ज्ञात करने में तथा कॉम्प्लेक्सोमेट्रिक अनुमापन (Complexometric Titration) में किया जाता है।

प्रश्न 31: डैनियल सेल की संरचना एवं कार्यविधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर:

- **संरचना:**

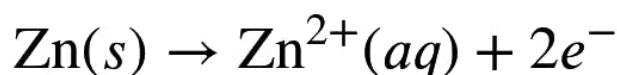
डैनियल सेल एक गैल्वेनिक सेल है जो रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है।

- इसमें जस्ता (Zn) की छड़ ZnSO_4 विलयन में (एनोड = ऋणात्मक) तथा ताँबा (Cu) की छड़ CuSO_4 विलयन में (कैथोड - धनात्मक) डूबी रहती है।

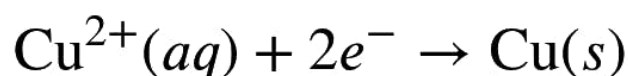
- दोनों विलयनों को KCl युक्त **लवण सेतु (Salt Bridge)** द्वारा जोड़ा जाता है।

- **कार्यविधि (सेल अभिक्रियाएँ):**

- **एनोड पर (ऑक्सीकरण):**



- **कैथोड पर (अपचयन):**



- **संपूर्ण अभिक्रिया:**

