बिहार बोर्ड कक्षा 12 वीं के तैयारी के लिये
सबसे भरोसेमंद संस्थान

CHEMISTRY

NOTES

कक्षा 12 वीं

बिल्कुल आसान भाषा में

CHAPTER WISE

Bihar Board Exam-2025

Download Target Board App || 8114532021, 9263991125

Chapter – 9 उपसंहसयोजन यौगिक (coordination Compounds)

वे यौगिक जिनमें केन्द्रीय धातु परमाणु/आयन, अन्य आयनों या उदासीन अणु के साथ उपसहसंयोजी आबन्ध के द्वारा बँधे होते है, उपसहसंयोजी (संकुल) यौगिक कहलाते है।

Example:- $BF_3 \leftarrow NH_3, NH_4{}^+$

वे यौगिक ठोस अवस्था के साथ-2 विलयन में भी अपना अस्तित्व बनाए रखते है, उपसहसंयोंजन यौगिक कंहलाते है

उदाहरण०: $[Ni(CO)_4], [Cu(NH_9)_4]^{2-}[Fe(CN)_6]^{3-}$ K4[Fe(N)$_6$]

संकुल आयन:- उदासीन अणुओं या आयनों के केन्द्रीय धातु परमाणु से उपसंहसंयोजी बन्ध द्वारा आबन्धित होने से प्राप्त यौगिक पर यदि धन ऋणा आवेश उपस्थित होता है, तो उसें संकुल आयन कहते है।

➢ संकुल यौगिक के प्रकार:-

(i) धन संकुल आयन युक्त यौगिक:-इन संकुल यौगिको में संकुल आयन धनायन होता है।

उदाहरण:- $[Cu(NH_3)_4]SO_4, [Ag(NH_3)_2]Cl$ $Cu(NH_3)_4SO_4 \longrightarrow [Cu(SOH_4)_4]^{21} + SO_4{}^{2-}$

(ii) ऋण संकुल आयन युक्त यौगिक:- यौगिको में संकुल आयन ऋणायन होता है।

$K_2[Ni(CN)_4]$ $K_3[Co(NO_2)_6]$

$K_2[Ni(CCN)_4] \longrightarrow 2\ K^+[Ni(CN)_4]^{2-}$

(iii) उदासीन संकुल युक्त यौगिक:- इस प्रकार संकुल पर कोई आवेश नही होता है

$[PH(NH_3)_2Cl_2]$ $[Cr(H_2O)_3CCl_3]$.

Note:- क्लोरोफिल, हीमोग्लोबिन, विटामिन B_{12} में क्रमश: Mg, Fe, व Co के उपसहसंयोजन यौगिक है।

द्विकलवण व संकुल यौगिक में अन्तर:-

द्विक लवण (Double Salts)	संकुल यौगिक (coordination salt)
1. ये ठोस अवस्था में स्थायी होते है किन्तु विलयन में अपने अवयवों में टूट जाते है। $KCl \cdot MgCl_2 6H_2O \longrightarrow K^+ + Mg^{2+} + 3Cl^- + 6H_2O$ कार्नलाइट	1. ये ठोस व विलयन दोनो अवस्था में स्थायी होते है। $K_4[Fe(CN)_6] \longrightarrow 4K^+ + [Fe(CN)6]^4$
2. इनके जलीय विलयन में सभी अवयवी आयनों का परीक्षण किया जा सकता है।	2. इनके जलीय विलयन में सभी अवयवी आयनों का परीक्षण नहीं किया जा सकता है।
3. इनमें सभी बंध वैद्युत संयोजी प्रकृति के होते है।	3. इनमें उपसहसंयोजी बंध के साथ साथ वैद्युत संयोजी व सहसंयोजी बंध हो सकते है।
4. उदाहरण:	4. उदाहरण K4[Fe(CN)6]
कार्नेलाइट- KCl•Mg Cl2.6 H_2O	$[Cr(NH_3)_3 \cdot (H_2O)_3]Cl_3$
पोटारा ऐलिम- $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$	$K_2[Zn(OH)_4]$
मोहर लवण - $FeSO_4(NH_4)_2 \cdot SO_4 \cdot 6H_2O$	

उपसहसंयोजन यौगिक से संबंधित प्रमुख परिभाषा:-

(i) उपसहसंयोजन सत्ता(समन्वय सत्ता) (Coordination entity) केन्द्रीय धातु परमाणु। आयन से किसी एक निश्चित संख्या में आबंधित आयन या अणु मिलकर एक उपसहसंयोजन सत्ता का निर्माण करते है, जिसे समन्वय मण्डल भी कहते है।

$[Ni(CO)_4]$, $[PtCl_2(NH_3)_2]$, $[Fe(CN)_6]^4$, $[CO(NH_3)_6]^3$

(ii) समन्वय मण्डल (Coordination Sphere):- केन्द्रीय धातु परमाणु से जुड़े लिगेण्डों को वर्गाकार कोष्ठक में लिखा जाता है, जिसे समन्वय मडल कहते है।

Example:- K4[Fe(CN)$_6$] में $[Fe(CN)_6]^4$- समन्वय मण्डल तथा k^+ प्रति आयन [आयनिक मण्डल] है।

केन्द्रीय परमाणु / आयन (Central Atom or ion):- किसी उपसहसंयोजन सत्ता में परमाणु/आयन जो एक निश्चित संख्या में अन्य आयन/समूह से एक निश्चित ज्यामिति व्यवस्था में जुड़े होते है, केन्द्रीय परमाणु/आयन कहलाते है।

Example:- $[NiCl_2(H_2O)_4]$ → केन्द्रीय परमाणु → Ni^{2+}

लिगेण्ड → Cl^-, H_2O

$[Co \cdot Cl(NH_3)_5]^{2+}$ → [केन्द्रीय परमाणु → CO^{3+} ; लिगेण्ड → Cl, NH_3]

$[Fe(CN)_6]^{3-}$ → [केन्द्रीय परमाणु → Fe^{3+} ; लिगेण्ड → CN^-]

Note:- केन्द्रीय परमाणु/आयन को लुईस अम्ल भी कहा जाता है।

लिगेण्ड संलग्नी (ligands):- उप सहसंयोजन सत्ता में केन्द्रीय परमाणु|आयन से जुड़े आयन या अणु लिगेण्ड कहलाते है।

Example:- $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ संकुल आयन में 4 NH_3 लिगेण्ड है।

लिगेण्ड का वर्गीकरण (Classification of Ligands):-

➢ **आवेश के आधार पर (On the basis of Charge):-** आवेश के आधार पर ये तीन प्रकार के होते है-

(i) ऋणावेशित लिगेण्ड (Negatively Charged Ligands):-

$Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, CN^-, NO_2^-$

(ii) धनावेशित लिगेण्ड (Pasitive Charged Ligands):

$NO^+, NH_2 - NH_3^+$,

(iii) उदासीन लिगेण्ड (Neutral Ligands): H2O, NH3, CO, RO, NO, पिरीडिन (Ry) [6 HSN], $NH_2CH_2CH_2NH_2$ (एविलीन आइंमीन) [en]

➢ **संयोजकता के आधार पर (On the basis of Valency):-**

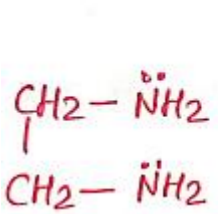
(i) एकदन्ती लिगेण्ड (UnidentateLigands):- जब लिगेण्ड बातु आयन से एक दाता परमाणु से जुड़ा होता है, उसे एकदंतुर लिगेण्ड कहते है।

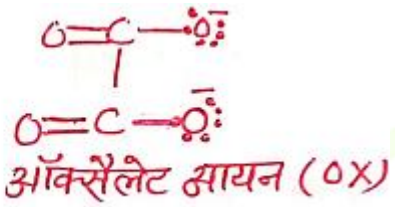
उदाहरण:- H_2O, NH_3, ROH, पिरीडीन (P_y), CO, NO, F^-, Cl^-, Br^-, I^-

$OH^-, NO_2^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, CN^-$,

(ii) द्विदंतुर लिगेण्ड (Bidentate ligands):- जब लिगेण्ड धातु आयन से दो दाता परमाणु से जुड़ा होता है, उसे द्विदंतुर लिगेण्ड कहते है।

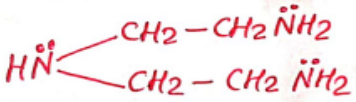
उदाहरण:- एथिलीन डाई ऐमीन (*en*)



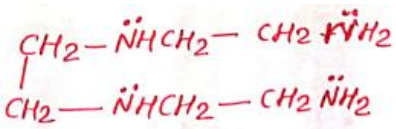


(iii) बहुदंतुर लिगेण्ड (Palydentate Ligands):- जब लिगेण्ड धातुआयन से दो से अधिक दाता परमाणु से जुड़ा होता है, उसे बहुंदतुर लिगेण्ड कहते है।

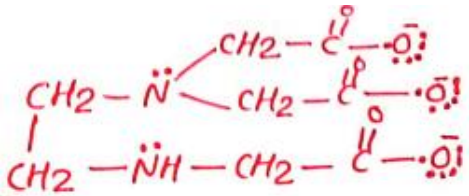
(i) त्रिदन्ती लिगेण्ड:- डाइएथिलीन ट्राइऐमीन



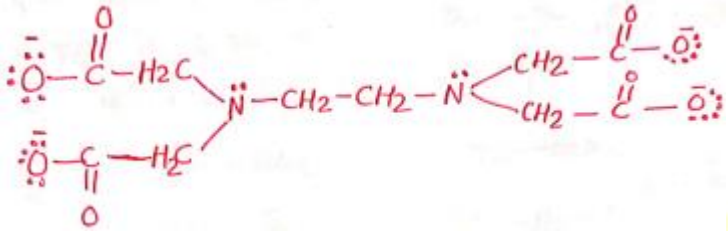
(ii) चतुष्दन्ती लिगेण्ड:- ट्राइ एथिलीन टेट्रा ऐमीन



(iii) पचदन्ती लिगेण्ड:- एथिनीन डाइऐमीन ट्राइ ऐसीटेट आयन [EDTA $^{3-}$]

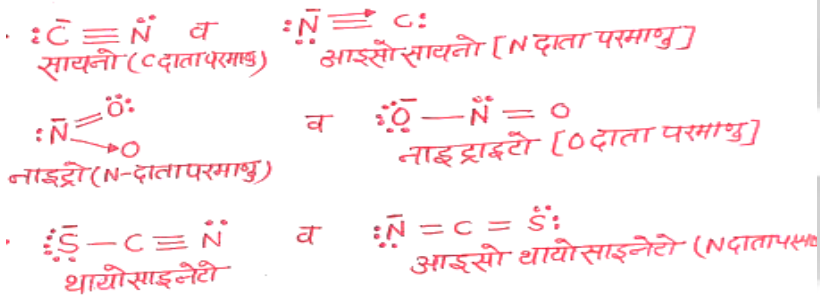


(iv) षठदन्ती लिगेण्ड (Hexadentate Ligands):- एथिलीन डाइऐमीन टेट्रा ऐसीटेट (EDTA $^{4-}$)



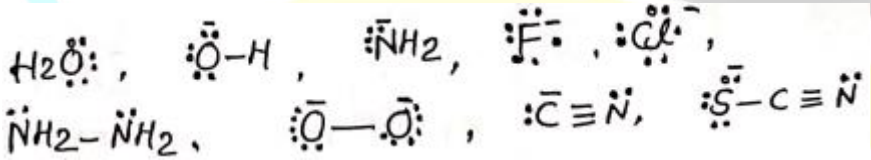
(v) उभयदन्ती लिगेण्ड (Ambidentate Ligands):- वे लिगोण्ड जिनमें दो भिन्न दाता परमाणु होते है और उपसहसंयोजन बंध में इनमें से कोई भी एक भाग लेता है, उभयदन्ती लिगेण्ड कहते है।

उदाहरण:-

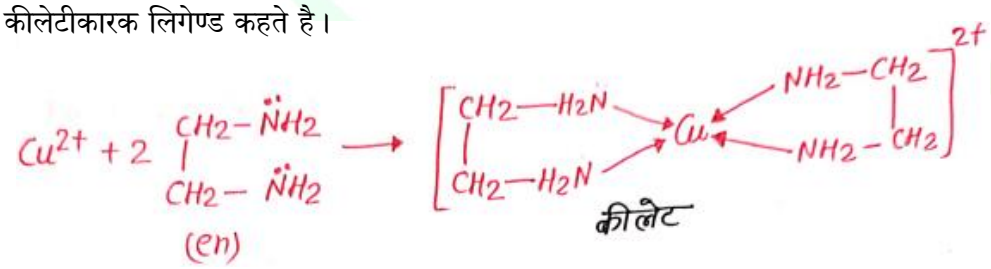


(vi) सेतु आबन्ध लिगेण्ड (Bridging Ligands):- कुछ एकदन्ती लिगेण्ड जो एक या दो (भिन्न) परमाणु पर कम से कम दो इलेक्ट्रॉन युम्म रखते हो, तथा दो धातु परमाणु या आयनो के साध उपसहसंयोजन कर सकते है, ऐसे लिगण्ड एक सेतु की भाँति व्यवहार करते है, इन्हे सेतु आबन्ध लिगेण्ड कहते है।

उदाहरण:-



कीलेट संकुल व कीलेटीकरण (Chelate Complex and Chelation):- जब एक द्विंदती या बहुदंती लिगेण्ड अपने दो या अधिक दाता परमाणुओं का प्रयोग एक साथ, एक ही धातु आयन से आबंधन के लिए करता है तो, उसे कीलेट संकुल और लिगेण्ड को कीलेटीकारक लिगेण्ड कहते है।



दंतुरता (denticity):- कीलेट संकुल बनाने बाले बंधनकारी समूहों की संख्या, लिगेण्ड की दंतुरता कहलाती है।

उपसहसंयोजन संख्या (Coordination Number):- केन्द्रीय धातु परमाणु या आयन के द्वारा लिगेण्ड से प्राप्त इलेक्ट्रॉन युग्म की संख्या उपसहसंयोजन संख्या कहलाती है।

or केन्द्रीय धातु परमाणु से जुड़े एकदंती लिगेण्ड की संख्या, उपसहसंयोजन कहलाती है।

उपसहसंयोजन संख्या = लिगेण्ड की दन्तुकता x लिगेण्ड की संख्या

प्र०:निम्नलिखित मे उपसहसंयोजन संख्या ज्ञात कीजिए।

(i) $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

Cu की उपसहसंयोजन संख्या $= 1 \times 4$

$= 4$

(ii) $K4[Fe(CN)_6]$

Fe की उपसहसंयोजन संक्या $= 1 \times 6$

$= 6$

(iii) $[Co(NH_3)_4 - Cl_2]NO_3$

C_0 की उपसहसंयोजन संख्या $= 4 \times 1 + 2 \times 1$

$= 4 + 2$

$= 6$

(iv) $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$

Fe की उपसहसंयोजन संख्या $= 2 \times 3$

$= 6$

(v) $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$

C_O की उपसहसंयोजन संख्या

$4 \times 1 + 2 \times 1$

$=4 + 2$

$=6$

(vi) $[Ag(CN)_2]^-$

Ag की उप्सहसंयोजन संख्या $= 2 \times 1$

$= 2$

(vii) $[Pt(en)_2Cl_2]$

Pt की उपसहसंयोजन संख्या $= 2 \times 2 + 2 \times 1$

$= 4 + 2$

$= 2$

(vii) $K_2[HgI_4]$

Hg की उपसहसंयोजन संख्या $= 4 \times 1$

$= 4$

केन्द्रीय परमाणु पर ऑक्सीकरण संख्या:- वह संख्या जो संकुल आयन या अणु के केन्द्रीय धातु पर विद्युत आवेश को प्रदर्शित करती है, केन्द्रीय धातु परमाणु की आक्सीकरण संख्या कहलाती है।

अणु	ऑक्सीकरण संख्या
NH_3	0
H_2O	0
CO	0
CN^-	-1
$C_2O_4^{2-}$	-2
NO_2^-	-1
en	0
Fi,CC,Br, I-	-1
Na^+, K^+	+1
Ca^{2+}, Mg^{2+}	+2
SO_4^{2-}	-2
CO_3^{2-}	-2

प्रश्नः निम्नलिखित संकुल अणुओं पर संकुल आयनों पर रेखांकित परमाणु की ऑक्सीकरण संख्या ज्ञात कीजिए।

(i) $[\underline{Cu}(NH_3)_4]SO_4 = +2$

(ii) $K3[Fe(C_2O4)_3] = +3$

(iii) $[Fe(CO)_5] = 0$

(iv) $[\underline{Co}(NH_3)_5Cul^{2+} = +3$

(v) $K4[Fe(CN)_6] = +2$

(vi) $[Ag(CN)_2]^- = +1$

(vii) $[Co(NH_3)_4Cl_2]NO_3 = +3$

(viii) $[Ni(CN)_4]^{2-} = +2$

(ix) $[\underline{Pt}(NH_3)_4]^{2+} = +2$

(x) $[Cr(H_2O)6]^{3+} = +3$

(xi) $[cr(CN)_6]^{3-} = +3$

(xii) $[Fe(CN)6]^{3-} = +3$

(xiii) $[Zn(OH)_4]^{2-} = +2$

प्रभावी प्रमाणु क्रमांक (Effective Atomic Number):-

➢ प्रभावी परमाणु क्रमांक के बारे में सर्वप्रथम सिडविक ने

➢ लिगेण्ड से इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने के परचात् केन्द्रीय परमाणु पर उपस्थित इलेक्ट्रॉन की कुल संख्या, उस धातु का प्रभावी परमाणु क्रमांक कहलाता है।

➢ **सामान्यतः** यह निकटतम अक्रिय गैस के विन्यास के बराबर होता है।

EAN = केन्द्रीय धातु का परमाणु क्रमांक - ऑक्सीकरण सख्या $+2 \times$ उसहसंयोजन सख्या

Note: - Ag = 47, Cu = 29, Ni = 28, Hg. = 80, Fe = 26 $C_0 = 27$, $C_r = 24$

प्रश्नः प्रभावी परमाणु क्रमांक की गणना कीजिए।

(i) $[Ag(NH_3)_2] \cdot Cl$

$= 47 - (+1) + 2 \times 2$
$= 47 - 1 + 4$
$= 51 - 1$
$= 50$

(ii) $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

$= 29 - (+2) + 2 \times 4$
$= 29 - 2 + 8$
$= 37 - 2$
$= 35$

(iii) $[\ Ni(CO)_4]$

$= 28 - 0 + 2 \times 4$
$= 28 + 8$
$= 36$

(iv) $K3[Cr(C_2O_4)_3]$

$= 24 - (+3) + 2 \times 6$
$= 24 - 3 + 12$
$= 36 - 3$
$= 33$

(v) $K_2[HgI_4]$

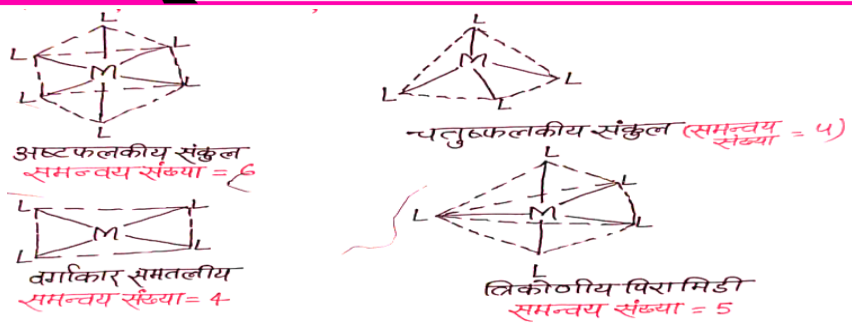
$= 80 - (+2) + 2 \times 4$
$= 80 - 2 + 8$
$= 88 - 2$
$= 86$

(vi) $[CO(NH_3)_6]Cl_3$

$= 27 - (+9) + 2 \times 6$
$= 27 - 3 + 12$
$= 39 - 3$
$= 36$

समन्वय बहुफलक (Coordination Palyhedron):- केन्द्रीय धातु परमाणु/आयन से जुड़े लिगेण्ड परमाणुओं की दिक् स्थान व्यवस्था को समन्वय बहुफलक कहते है।

'समन्वय बहुफलक चतुंडफलकीय', वगाकिर', समतलीय, त्रिकोणीय पिरामिडी; अठटफलकीय, वर्ग पिरामिडी आदि।



होमोलेप्टिक तथा हेट्रोलेप्टिक संकुल:- वे संकुल यौगिक जिनमें धातु परमाणु केवल एक प्रकार के दाता समूह से जुड़ा होता है, उसे होमोलेप्टिक तया जिसमें धातु परमाणु एक से अधिक प्रकार के दाता समूह से जुड़ा रहता है, हेट्रोलेप्टिक संकुल कहलाता है।

$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	$[Co(NH_3)_4Cl_2]^{+}$
होमोलेप्टिक संकुल	हेट्रोलेप्टिक संकुल

उपसहसंयोजन यौगिक का नामकरण (Nomenclature of Coordination Compounds):-

- I.U.P.A. C का नामकरण:- International Union of Pure and Applied Chemistry
- उपसहसंयोजन यौगिक के नामकरण में निम्न नियम प्रयुक्त होते है-

(i) ऋणायन संकुल का नाम:-

धनायन का नाम + लिगोण्ड का नाम (अंग्रेनी वर्णमाला के अनुसार) + केन्द्रीय + धातु + ate + सं० परमाणु कानाम

(ii) धनायन संकुल का नाम:-

लिगेण्ड का नाम (अंग्रेनी वर्णमाला के अनुसार) + केन्द्रीय परमाणु का समान्य नाम + ऑक्सीकरण संख्या + ऋणायन का नाम

(iii) उदासीन संकुल का नाम:-

लिगेण्ड का नाम (अंग्रेनी वर्णमाला के अनुसार) + केन्द्रीय परमाणु का सामान्य नाम + ऑक्सीकरण संख्या

Note:- (i) यदि उपसहसंयोजन सत्ता में एक ही प्रकार के लिगण्ड एक से अधिक हो, तो उनके नाम के पूर्व डाइ ट्राई व टेट्रा आदि शब्द का प्रयोग करते है। किन्तु जिस लिगेण्ड के नाम से पहले से डाइ, ट्राइ पूर्वलग्न लगा हो, तब उसके लिए बिस, ट्रिस का प्रयोग करते है।

लिगेण्ड का नामकरण:-

नाम	सूत्र	आवेश	लिगण्ड का नाम
जल	H_2O	0	ऐक्वा
अमोनिया	NH3	0	ऐम्मीन
हैलाइड आयन	$X^-[F, Gl, Br, I]$	-1	हैलो फ्लोरो क्लोरी, आयोडी ब्रोमो,
हाइड्रॉक्साइड आयन	OH^-	-1	हॉइड्रॉक्सो
कार्बन मोनो ऑक्साइड	CO	0	कोर्बोनिल-
नाइट्रोजन ऑक्साइड	NO	0	नाइट्रोसिल
सायनाइड आयन	CN^-	-1	सायनो
नाइट्रो आयन	NO_2^-	-1	नाइट्रो
सल्केट आयन	SO_4^{2-}	-2	सल्फेटो
पिरीडीन	Py [(6H5N]	0	पिरीडीन
थायोसायनेट	SCN^-	-1	आइसो थायो सायनेट
कार्बोनेट	CO_3^{2-}	-2	कार्बोनेटो
ऑक्सैलेट आयन	$C_2O_4^{2-}$	-2	ऑक्सेलेटो
एविलीन डाइ ऐमीन	$en[NH_2CH_2CH_2NH_2]$	0	एथिलीन डाइऐमीन
नाइट्राइटो आयन	ONO^-	-1	नाइट्राइटो-0

Note:- केन्द्रीय धातु परमाणु के नाम में ate जोड़ने पर प्राप्त नाम होगा-

(i) ऐलुमिनियम (Aluminium)⟶ ऐलुमिनेट (Aluminate)

(ii) क्रोमियम (Chromium)⟶ क्रोमेट (Chromate)

(iii) पैलेडियम (Palla dium)⟶ पैलेडेट (Palladate)

(iv) मैगनीज (Manganese)⟶ मैग्नेट (Manganate)

(v) कोबाल्ट (Cobalt)⟶ कोबाल्टेट (Cobaltate)

(vi) निकिल (NicKal)⟶ निकिलेट (NicKelote)

(vi) जिंक (Zinc) ⟶ जिंकेट (Zincate)

(vii) प्लैटिनम (Platinum) → प्लैटिनेट (Plotinate)

(viil) आयरन (Tron) ⟶ फेरेट (Ferrate)

(ix) कॉपर (Copper) ⟶ क्यूप्रेट (Cuperate)

(x) सिल्वर (silver) ⟶ अर्जेन्टेट (Argentate)

(xi) लेड (lead) ⟶ प्लम्बेट (Plumbate)

(xii) गोल्ड (gald) ⟶ औरेट (Aurate)

NOTE:- यदि धातु परमाणु किसी अम्ल में है तो उसके अंत में ' iC ' लगाते है।

➢ $H_2[PtCl_6]$ ÷ हेक्सा क्लोराइडो प्लैटिनिक (IV) अम्ल है।

➢ $H_4[PtCl_6]$ ÷ हेक्सा क्लोराइडो प्लैटिनिक (II) अम्ल

प्रश्न:- निम्नलिखित उपसहसंयोजी यौगिक के I.U.P.A.C नाम लिखिए।

(1) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ → हेक्सा ऐम्मीन कोबाल्ट (III) क्लोराइड

(2) $[CO(NH_3)_5Cl]Cl_2$ → पेन्टरिम्मीन क्लोरो कोबाल्ट (III) क्लोराइड

(3) $[CoCl_2(en)_2]Cl$ → डाइक्लोरो किस एथिलीन डाइए ऐमीन कोबाल्ट क्लोराइड(III)

(4) $[Pt(NH_3)_2Cl \cdot (NH_2CH_3)] \cdot Cl$ → डाइ ऐमीन क्लोरो मेथिल ऐमीन प्लैटिनम (II) क्लोराइड

(5) $\left[Co(\ en\ )_3\right] Cl_3$ → ट्रिस एथिलीन डाइ ऐमीन कोबाल्ट(III) क्लोराइड

(6) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ → हैक्सा ऐम्मीन कोबाल्ट (III) क्लोराइड

(7) $[CO(NH_3)_4Ge(NO_2)]Cl$ → टेट्रा ऐम्मीन क्लोरो क्लीनाइट्रो कोबाल्ट(III) क्लोराइड

(8) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ → हेक्सा ऐम्मीन निकिल (II) क्लोराइड

(9) $[Mn_nH_2Ol]^{2+}$ → हेक्सा एक्वा मैगनीज (II) आयन

(10) $[Co(en)_3]^{3+}$ → ट्रिस एथिलीनडाईऐमीन कोबाल्ट (III)

(11) $[Co(H_2O)(CN)(en)_2]^{2+}$ → सायनो बिस एथिलीन डाइऐमीन ऐक्वा कोबाल्ट (II) आयन

(12) $K_4[Fe(CN)_6]$ → पोटैशियम हेक्सा सायनो फैरेट (II)

(13) $K_2[PaCl_4]$ → पोटैशियम टेट्रा क्लोरो पैलेडेट(II)

(14) $K3[Fe(C_2O_4)_3]$ → पोटैशियम ट्राइ ऑक्सैलेटो फैरेट (III)

(15) $K3[Al(Cl_2O_4)_3]$ → पौटैशियम ट्राइ ऑक्सैलेटो ऐलुमिनेट (III)

(16) $K_2[Zn(OH)_4]$ → पोटैशियम टेट्रा हाइड्रॉक्सो जिंकेट (III)

(17) $K3[Cr(C_2O_4)_3]$ → पॉटैशियम ट्राईऑक्सैलेटो क्रोमेट (III)

(18) $Na[Mn(CO)_5]$ → सोडियम पेन्टा कार्बोनिल मैग्नेट (II)

(19) $Na_3[CO(NO_2)_6]$ → सोडियम हेक्सा नाइट्रो कोबाल्टेट (III)

(20) $[PtCl_4]^{2-}$ → टेट्रा अक्सैलेटो (प्लैटिनेट (II) आयन

(21) $[NiCl_4]^{2-}$ → टेट्रा क्लोरो निकिलेट (II) आयन

(22) $[Zn(OH)_4]^{2-}$ → टेट्रा हाइड्रॉक्सो जिकेंट (II) आयन

(23) $[[Fe(CN)_6]^{3-}$ → हेक्सा सायनो फैरेट (III) आयन

(24) $[CoCl_6]^{3-}$ → हेक्सा क्लोरो कोबाल्टेट (III) आयन

(25) $[Cr(CN)/C]^{3-}$ → हेक्सासायनो क्रोमेट (III) आयन

(26) $[Ni(CO)_4]$ → टेट्रा कार्बोनिल निकिल (0)

(27) $[Fe(CO)_5]$ → पेन्टा कार्बोनिल आयरन (0)

(28) $\left[[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]\right.$ → ट्राइ ऐम्मीन डाइ नाइट्रो कोबाल्ट (ख)

(29) $[Cr(CO)_6]$ → हेक्साकार्बोनिल क्रोमियम (O)

(30) $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ → डाई ऐम्मीन, डाईक्लोरो प्लैटिनम (II)

(31) $[Cr(NH_3)_3ClO_3]$ → ट्राइ ऐमीन, ट्राइक्लोरो क्रोमियम (III)

NOTE:- जिसमें संकुल धनायन व संकुल ऋणायन उपस्थित हो तो

(i) $[Pt(NH_3)_4][Pt(Cel)_4]$ → टेट्रा ऐमीन प्लैटिनम (II) टेट्रा क्लोरो प्लैटिनम

(ii) $[Co(NH_3)_6][Cr(C_2O_4)_3]$ → हेक्सा ऐमीन कोबाल्ट (III) ट्राइ अक्सैलेटो क्रोमेट (III)

(iii) $[Cr(NH_3)_6][CO(CN)_6]$ → हेक्साऐम्मीन क्रोमियम ((III)) हेक्सा सायनो कोबाल्टेट (III)

(iv) $[Pt(NH_3)_4ClO_2][PtCl_4]$ → टेट्राऐम्मीन डाइक्लोरो प्लैटिनम टेट्रा क्लोरो प्लैटिनम (II)

(v) $[CoCl2(NH_3)_4][Cr(CN)_6]$ → टेट्राऐमीनि डाइक्लोरो कोबाल्ट (VI) हैक्सासायन क्रोमेट (III)

(Vi) $[Co(NH_3)_6][Cr(C_2O4)_3]$ - हक्सा ऐमीन कोबाल्ट (II) ट्राइ अक्सैलेटो क्रोमेट (III)

(Vii) $[Ag(NH_3)_2][Ag(CN)_2]$ ⟶ डाई एम्मीन सिल्वर (I) डाइ सायनो अर्जेन्टेट (I)

✍ एक केन्द्रीय उपसहसंयोजन यौगिक के सूत्र:- इसके निम्नलिखित नियम है -

(i) सर्वप्रथम केन्द्रीय धातु परमाणु लिखा जाता है।

(ii) लिगेण्ड को अंग्रेजी वर्णमाला क्रम में लिखा जाता है।

(iii) सम्पूर्ण उपसहसंयोजन सत्ता आवेशित हो या न हो, उसके सूत्र को एक कोष्ठक में लिखा जाता है।

(iv) उपसहसंयोजन सत्ता में धातु व लिगेण्ड के मध्य रिक्ति स्थान नही छोड़ा जाता है।

(v) धनायन के आवेश को ऋणायन के आवेशित से संतुलित किया जाता है।

प्रश्न:- निम्नलिखित उपसहसंयोजन यौगिक के रूत्र लिखिए।

(i) टेट्रा ऐम्मीन एक्वा क्लोरिडो कोबाल्ट (iii) क्लोराइड

(ii) पीटैशियम टेट्रा हाइड्रॉक्सो जिंकेट (II.)

(iii) पोटैशियम ट्राइ अक्सैलेटो एलुमिनेट (iii)

(iv) डाइक्लोरो बिस (एथेन-1,2 डाइऐमीन) कोबाल्ट (III)

(v) टेट्रा कार्बोनिल निकिल (0)

(vi) टेट्रा ऐम्मीन डाइएक्वा कोबाल्ट (III) क्लोराइड

(vii) पौटैशियम टेट्रा सायनो निकिलेट (II)

(viii) ट्रिस (एथेन 1,2 डाइऐमीन) क्रोमियम (III) क्लोराइड

हल:

(i) $[CO(NH_3)_4(H_2O)Cl]Cl_2$

(iii) $K_3[Al(C_2O_4)_3]$

(iii) $K2[Zn(OH)_4]$

(iv) $[COCl_2(en)_2]^+$

(v) $[N/C(CO_4]$

(vi) $[CO(NH_3)_4(H_2O)_2]Cl_3$

(vil) $K_2[Ni(CN)_4]$

(viii) $[Cr(en)_3]Cl_3$

उपसहसंयोजी यौगिक में समावयवता (Ísomerism in Coordination Compounds):- दो या दो से अधिक वे यौगिक जिनके अणु सूत्र समान किन्तु संरचना सूत्र भिन्न-भिन्न हो तो उन्हे समावयवी तथा यह परिघटना समावयवता कहलाती हैं।

➢ **उपसहसंयोजी यौगिक दों प्रकार की समान्यवता प्रदर्शित करते है।**

(i) त्रिविम समावयवता:-

(1) ज्यामितीय समाव्यवता (2) ध्रुवण समावयवता

(ii) **संरचनात्मक समावयवता:-**

(i) बंधनी समावयवता (ii) आयनन समावयवता (iii) उपसहसंयोजन समावयवता (iv) विलायक योजन समावयवता

त्रिविम समावयवता (Stereo Isomerism):- वे समावयवी जिनके रासायनिक सूत्र व रासायनिक बंध समान होते है, किन्तु उनकी दिक स्थान व्यवस्था भिन्न होती है, त्रिविम समावयवयी कहलाती है, और घटना त्रिविम समावयवता कहलाता है। ये दो प्रकार के होते है-

(i) ज्यामितीय समावयवता (Geometrical Isomerism):- वह समावयवता जो केन्द्रीय धातु परमाणु के चारों ओर लिगेण्ड की आकाशीय व्यवस्था की विभिन्न स्थितियों के कारण होती है, ज्यामितीय समावयवता कहलाती है।

NOTE:- इस प्रकार की समावयवता हेट्रोलेप्टिक संकुल में पायी जाती है। इस समावयवता में समपक्ष (cis)-विपक्ष (trans) दो प्रकार के समावयवी पाए जाते है, उन्हे समन्वय संख्या के आधार पर दो भागों में बाटा गया है -

➢ **समन्वय संख्या 4 के समावयवी:-** केन्द्रीय धातु आयन की समन्वय संख्या 4, चतुष्फलकीय या वर्गाकार समतलीय संकुल यौगिकों में पायी जाती है।

➢ चतुष्फलकीय संकुल यौगिकों में इस प्रकार की समावयवता नहीं पाई जाती है, इसका कारण यह है कि इनमें धातु परमाणु से जुड़े एकहन्ती लिगेण्ड की सापेक्ष स्थितियाँ आपस में एक जैसी होती है।

➢ वर्गाकार समतलीय संकुल यौगिक में इस प्रकार की समावयतता पायी जाती हैं

➢ ऐसे वर्गाकार समतलीय संकुल यौगिक जिनका सूत्र $[MX_2\ L_2\ ]$ $[M \times 2AB]$ तथा $[MAB \times L]$ हो, ज्यामितीय समावयवता प्रदर्शित करते हैं, जहाँ A, B, x व L एकदंती लिगेण्ड है।

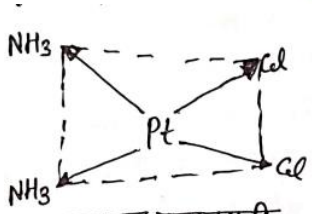
➢ $[M(A-B)_2]$ भी ज्यामितीय समावयवता प्रदर्शित करते है, जिसमें $A-B$ असममित द्विदंती लिगेण्ड है।

Note:- जिनका सामान्य सूत्र $[M \times 4]^{n\pm}, [M \times 3L]^{n\pm}$ या $[M \times L_3]^{n\pm}$. होता है, इस प्रकार की समावयवता प्रदर्शित नहीं करते है।

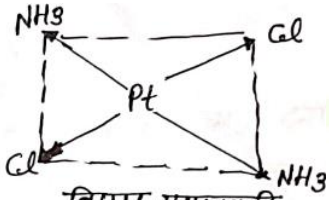
उदाहरण:- $[Pt(NH_3)_4]^{2+}, [PtCl4]^{2-}, [N(Cl_4]^{2-}$

(i) $[MX_2\ L_2]$ **प्रकार:-**

$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, $[Pt(NH_3)_2(NO_2)_2]$

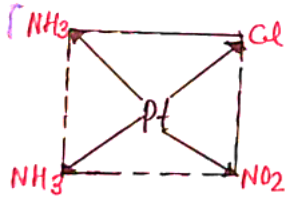


समपक्ष समावयवी

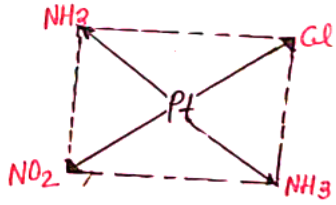


विपक्ष समावयवी

(ii) $[MX_2AB]$ या $[MX_2AB]^{n\pm}$ **प्रकार:-** $[Pt(NH_3)_2(NO_2)Cl]$, $[Pt(Py)_2(NH_3)Cl]^+$, $[Pt(NH_3)_2(Cl)(Br)]$,



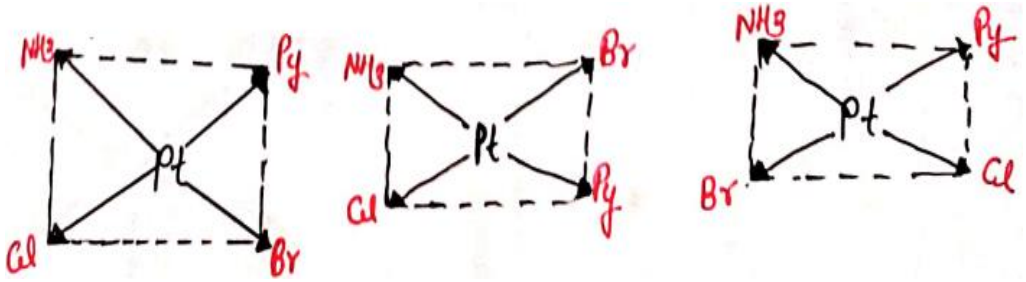
समपक्ष समावयवी



विपक्ष समावयवी

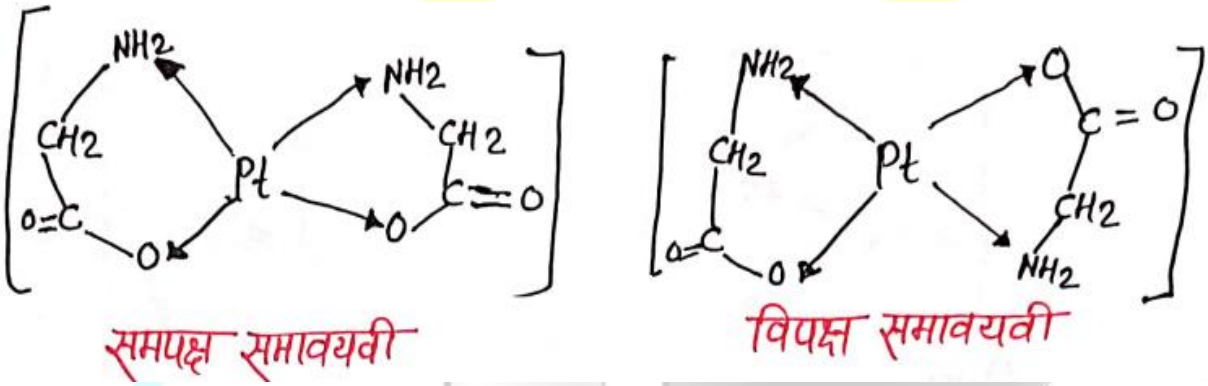
(iii) [MAB XL]प्रकार:-

$[Pt(Py)(NH_3)(Cl)(Br)]$



(iv) $[M(A-B)_2]$ प्रकार:-

$[Pt\ (gly)_2]$



प्रश्न. वे चतुषफलकीय संकुल जिनमें दो भिन्न प्रकार के एकदन्तुर लिगेन्ड केन्द्रीय धातु आयन से जुड़े हो, ज्यामितीय समावयवता क्यों नहीं दर्शाते है।

उत्तर:- चतुष्फलकीय संकुल ज्यामितीय समावयवता नहीं दर्शाते है, क्योंकि इनमें केन्द्रीय धातु से जनड़े एकदन्तुर लिगेण्ड की सापेक्ष स्थितियाँ एक जैसी होती है।

➢ **उपसहसंयोजन संख्या 6 के समावयवी:-** केन्द्रीय धातु आयन की उपसहसंयोजन संख्या 6 -अष्टफलकीय समतलीय संकुल में पायी जाती है।

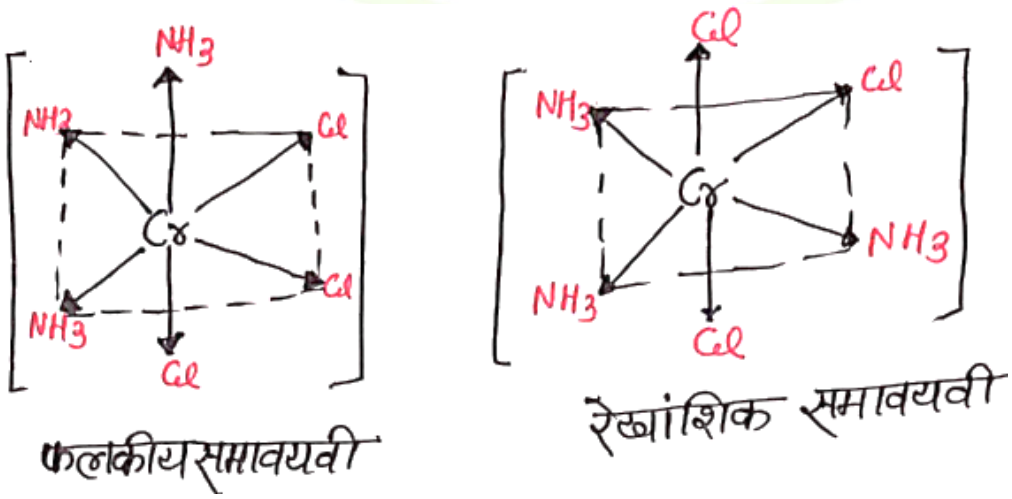
➢ ऐसे संकुल यौगिक जिनका समान्य सूत्र $[MA_4^-B_2]$, $[MA_2\ B_4]$, $[MA_4BC]$, $[MA_3B_3]$, $[MABCDXY]$, $[M(AA)_2B_2]$, $[M(AA)_2BC]$ $[M(AB)_3]$ हो तो ज्यामितीय समावयवता प्रदर्शित करते है।

(i) $[MA_4\ B_2]^{n\pm}$ या $[MA_4BC]$ प्रकार:-

$[Co(NH_3)_4Cal_2]^+$, $[Cr(NH_3)_4Cal_2]^+$, $[Cr(NH_3)_4(NO_2)Cl]^+$,

➢ $[MA_3\ B_3]^{n\pm}$ प्रकार:-

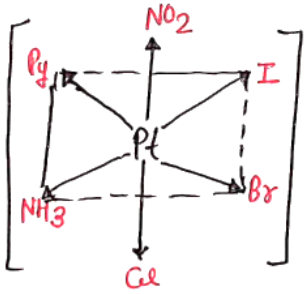
$[Cr(NH_3)_3\ ^{'}Cl_3]$ $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$,

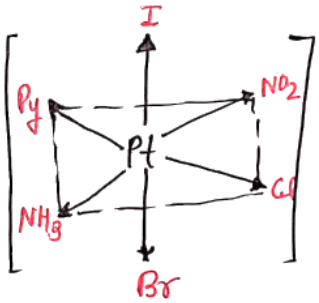


Note:- यदि एक ही लिगेण्ड के तीन निकटवर्ती दाता परमाणु अष्टफलक के कोने पर उपस्थित हो तो, फलकीय समावययवी प्राप्त होते है। - जब तीन दाता परमाणु अष्टफलक के ध्रुववृत पर स्थित हो तो, रेखांशिक समावयवी प्राप्त होते है।

➢ $[MABCDXY]^{n\pm}$ प्रकार:-

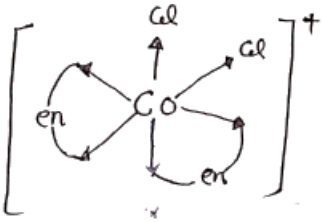
$[Pt(Py)(NH_3)(Cl)(Br)(I)(NO_2)]$



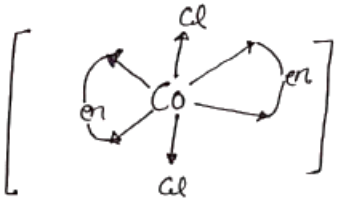


➢ $[M(A-A)_2B2]^{n\pm}$ या $[M(A-A)_2BC]^{n\pm}$ प्रकार

$[CO(en)_2Cl_2]^+$ $[Ir(C_2O_4)_2Cl_2]^{3-}$ $[CO(en)_2Cl_2]^+$

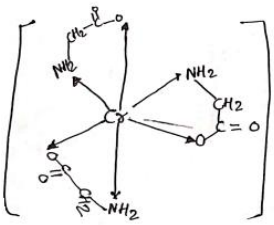


समपक्ष

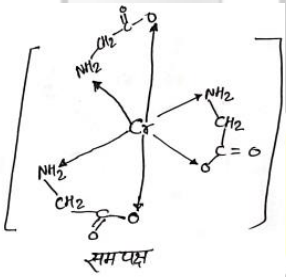


विपक्ष

➢ $[M(AB)_3]^{n\pm}$ प्रकार:-

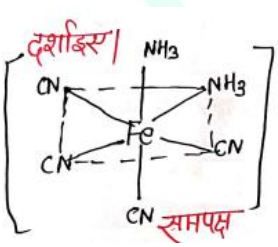


विपक्ष

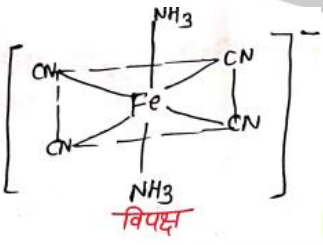


समपक्ष

प्रश्न. $[Fe(NH_3)_2(CN)_4]^-$ के ज्यामितीय समावयवी की संरचना दर्शाइए।



समपक्ष

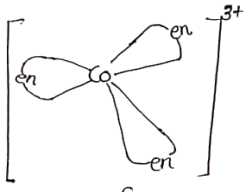


विपक्ष

✍ **प्रकाशिक (ध्रुवण) समावयवता (optical Isomerism):-** ध्रुवण समावयवी एक-दूसरे के दर्पण प्रतिबिम्ब होते है, जिन्हे एक-दूसरे पर अध्यारोपित नहीं किया जा सकता है, इन्हे प्रतिबिम्ब रुप [ऐन्टिओमर?] कहते है।

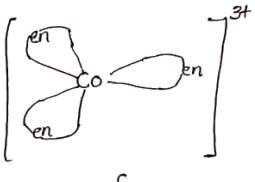
इसमें दक्षिणावर्त व वामावर्त दो प्रकार के समावयवी पाए जाते है।

➢ $[Co(en)3]^{3+}$:-



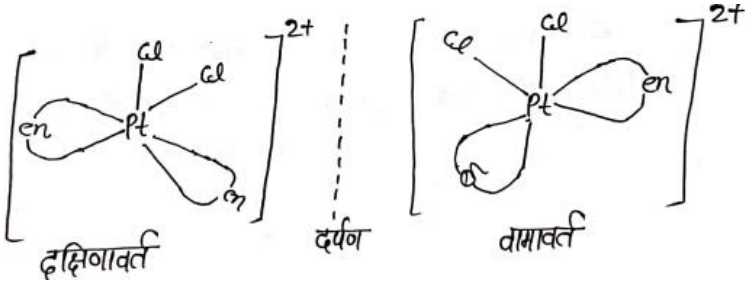
दक्षिणावर्त(d)

दर्पण



वामावर्त(l)

➢ $[PtCl_2(en)_3]^{2+}$:-



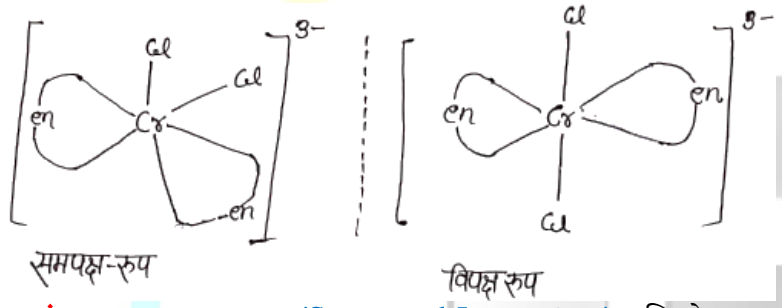
Note:-

(i) अणुया आयन जो एक-दूसरे पर अध्यारोपित नहीं किए जा सकते है, काइरल कहलाते है।

(ii) यह समावयवता सामान्यत: द्विदंतुर लिगेण्डयुक्त अष्टफलकीय संकुल में पायी जाती है।

प्रश्न:- निम्नलिखित दो उपसहसंयोजन यौगिक में से कौन-सा किरैल (ध्रुवन घूर्णक) है।

(i) समपक्ष- $[CrCl_2 \cdot (OX)_2]^{3-}$ (ii) विपक्ष- $[CrCl_2(OX)_2]^{3-}$



संरचनात्मक समावयवता (Structural Isomerism):- जिनके अणुसूत्र समान किन्तु संरचना भिन्न होती है, संरचनात्मक समावयवता कहलाती है।

➢ ये निम्नप्रकार की होता है-

(1) बंधनी समावयवता (linkage Isomerism):- जिनके अणुसूत्र समान लेकिन जुड़ने वाले समूह भिन्न-भिन्न होते है, बंधनी समावयवता कहलाता है।

➢ यह समावयवता उभदती लिगेण्ड वाले यौगिक में पायी जाती है।

$[Co(NH_3)_5CN]Cl_2 \longrightarrow [Co(NH_3)_5NC]Cl_2$

$[Co(NH_3)_5SCN]Br_2 \longrightarrow [Co(NH_3)_5NCS]Br_2$

आयनन समाव्यवता (Ionization Isomerism):- जिनके अणुसूत्र समान लेकिन आयन भिन्न - भिन्न होते है, आयनन समावयवता कहलाता है।

$[CO(NH_3)_5Br] \cdot SO_4 \longleftrightarrow [CO(NH_3)_5SO4] \cdot Br$

$[CO(en)_2Cl_2]NO_2 \longleftrightarrow [CO(en)_2 \cdot NO_2 \cdot Cl] \cdot Cl$

विलायकयोजन (हाइड्रेट) समावयवता (Hydrate Salvate Isomeria):- जिनमें अणुसूत्र समान किन्तु जल का अणु लिगेण्ड से हाइड्रेट में परिवर्तित हो जाता है, विलायक योजन समावयवता कहलाती है।

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3 \rightarrow [Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O \rightarrow [CrH_2O)_4Cl2] \cdot Cl \cdot 2H_2O$

Note:- $[CO(NH_3)_4(H_2O)Cl]Br_2$ और $[CO(NH_3)_4Br_2]Cl \cdot H_2O$ में आयनन व विलायक योजन समावयवता पायी जाती है।

उपसहसंयोजन समावयवता (Coordination Isomerism):- जब उपसहसंयोजक यौगिक में धनायन एवं ऋणायन दोनों संकुल हो और दोनो संकुल धातु आयनों का विनिमय कर लेते है, तो उसे उपसहसंयोजन समावयवता कहते है।

$[CO(NH_3)_6][Cr(CN)_6] \longrightarrow [Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$

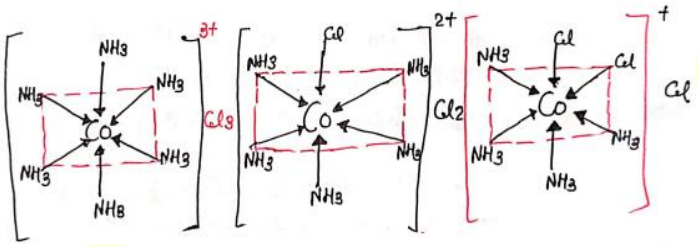
वर्नर का सिद्धान्त (Werner's Theory):-इस सिद्धान्त की प्रमुख आवधारणा निम्नलिखित है-

(i) उपसहसंयोजन यौगिक में धातुएँ दो प्रकार संयोजकता प्रदर्शित करती है - प्राथमिक तथा द्वितीयक

(ii) प्राथमिक संयोजकता सामान्य रुप से आयनिक होती है, तथा ऋणायन से संतुष्ट होती है, यह धातु परमाणु की ऑक्सीकरण संख्या होती है।

(iii) द्वितीयक संयोजकता अनआयनित होती हैं, ये उदासीन अणु या ऋणात्मक आयनों द्वारा संतुष्ट होती है, ।द्वितीयक संयोजकता, उपसहसंयोजन संख्या के बराबर होती है।

(iv) धातु से द्वितीयक संयोजकता से आबंधित आयन समूह विभिन्न उपसह्संयोजन संख्या के अनुरुप दिक् स्थान में विशिष्ट रुप से व्यवस्थित रहते है।



प्रश्न. जलीय विलयनों में किए गए, निम्नलिखित प्रेक्षणों के आधार पर निम्नलिखित यौगिको में धातु की द्वितीयक संयोजकता बताइए।

सूत्र	आधिक्य में $AgNO_3$ मिलाने पर 1 मोल यौगिक से अवक्षेपित Agal के मोलो की संख्या	द्वितीयक संयोजकता
(i) $PdCl_2 4NHB$	2	4
(ii) $NiCl_2 6H_2O$	2	6
(iii) $PtCl4 \cdot 2HCl$	0	6
(iv) $CoCl_3 . 4NH_3$	1	6
(v) $PtCl_2 2NH_3$	0	4

वर्नर सिद्धान्त की सीमाएं (Limit of Werner's Theory):-

(i) संकुल यौगिक केवल कुछ धातुए ही क्यों बनाती है।

(ii) द्वितीयक संयोजकता यौगिक की ज्यामिति कैसे निर्धारित करती है।

(iii) यह सिद्धान्त यौगिक के चुम्बकीय व प्रकाशीय गुण की करती है। व्याख्या नहीं करता है।

Note:- $[Co(NH_3)_6]^{3+}, [CoCel(NH_3)_5]^{2+}, [COCl_2(NH_3)_4]^{+}$ की ज्यामिति अष्टफलकीय होती है।

➢ $[Ni(CO)_4]$ तथा $[PtCl_4]^{2-}$ क्रमशः चतुष्फलकीय व वर्ग-समतली है।

संयोजकता आबंध सिद्धान्त (Valence Bond Theory):- इस सिद्धान्त का प्रतिपादन लीनियस पॉलिग ने किया इस सिद्धान्त के अनुसार, "किसी संयोजी कोश का बंध निर्माण में भाग लेकर यौगिक निर्माण।

➢ इसके प्रमुख बिन्दु निम्नलिखित है-

(i) सर्वप्रथम धातु की ऑक्सीकरण संख्या ज्ञात करना।

(ii) लिगेण्ड की सामर्थ्य ज्ञात करना-यदि लिगेण्ड दुर्बल है तो लिगेण्ड तो लिगेण्ड इलेक्ट्रॉन युग्म नही बनाएगा और बाह्यतम कक्षक संकरण में भाग लेगे और लिगेण्ड प्रबल है तो लिगेण्ड इलेक्ट्रॉन युगम बनाएगा और आन्तरिक कक्षक संकरण में भाग लेगें।

(iii) धातु लिगेण्ड की संख्या के अनुसार रिक्त कक्षक उपलब्ध कराता है।

प्रबल लिगेण्ड

$NCS^- < P_4 < NH_3 < en < NO_2^- < CN^- < CO$

दुर्बल लिगेण्ड

$I^- \angle Br^- \angle Cl^- \angle NO_3^- \angle F^- \angle OH^- \angle C_2H_5OH^- C_2O_4^{2-} \angle H_2O$

कक्षको की संख्या तथा संकरण के प्रकार

समन्वय संख्या	संकरण	ज्यामिति
2	SP	रेखीय
3	sp^2	त्रिकोणीय समतल
4	SP^3	चतुष्फलकीय
4	dSP^2	वर्ग समतली
5	dSP^3	त्रिकोणीय द्विपिरेमिडी
6	d^2sp^3	आन्तरिक अष्टफलकीय
6	sp^3d^2	बाह्य अस्टफलकीय

- NH_3 के लिए:-
- यदि समन्वय संख्या 4 हो तो NH_3-दुर्बल लिगेण्ड होगा।
- यदि समन्वय संख्या 6 हो तो Oxidation Number +3 हो तो NH_3 एक प्रबल लिगेण्ड होता है।
- यदि समन्वय संख्या 6 हो तो Oxidation Number +2 हो तो NH_3 एक दुर्बल लिगण्ड होता है।
- 4 d and 5 d → होशा NH_3 एक प्रबल लिगेण्ड तथा 3d होगा तो दुर्बल लिगेण्ड होगा।

प्रश्न. $[NiCl4]^{2-}$ व $[Ni(CO)_4]$ को V.B.T की सहायता से समझाइए।

$[NiCl4]^{2-}$ में Ni^{2+} के रुप में उपस्थित है।

$28Ni = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^8$

$28Ni = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^8$

1↓	1↓	1↓	1	1

Cl एक दुर्बल लिगेण्ड है, अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन नहीं होगा, इसलिए संकरण में बाह्य कक्षक भाग लेगें।

$3d^8$

1↓	1↓	1↓	1	1

45

1↓

4p

1↓	1↓	1↓

संकरण:- SP3

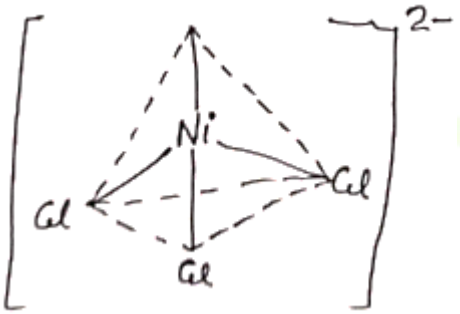
चुम्बकीय गुण:- अनुचुम्बकीय

रंग:- रंगीन

चक्रण:- उच्च प्रचक्रण संकुल

आकृति:- चतुष्फलकीय

संरचना:-



- $[Nl(CO)_4]$ में Ni के रुप में उपस्थित है।

$28^{Ni} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^8$

CO एक प्रबल लिगेण्ड है अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा और अन्तरिक कक्षक संकरण में भाग लेगें।

3d⁸					45	4p		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂

संकरण :- sp^3

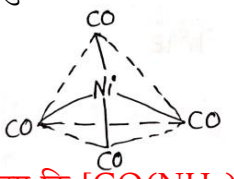
चुम्बकीय गुण:- प्रतिचुम्बकीय

रंग:- रंगहीन

चक्रण:- निम्न चक्रण संकुल

आकृति:- चतुष्फलकीय

संरचना:-



प्रश्न. समझाइए कि $[CO(NH_3)6]^{3+}$ एक आंतरिक कक्षक संकुल है, जबकि $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ एक बाह्य कक्षक संकुल है।

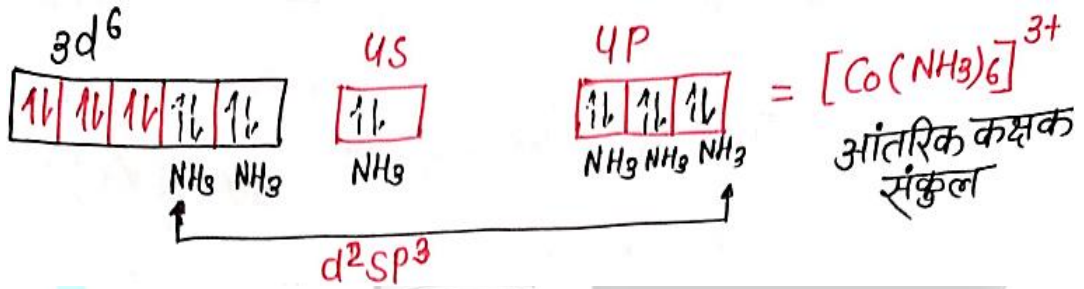
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$ में CO^{3+} के रुप उपस्थित है।

$_{27}Co = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^7$

$27Co^{3+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^6$

↿⇂	↿	↿	↿

NH_3 एक प्रबल है, अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा, और आन्तरिक कक्षक संकरण में भाग लेते है।



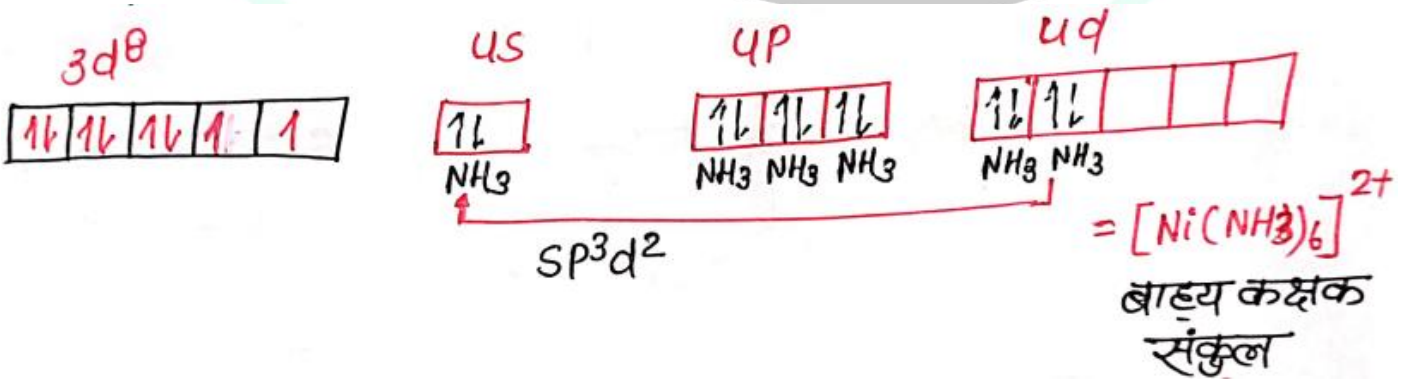
$[Ni(NH_3)6^{2+}$ में Ni^{2+} के रुप में उपस्थित होता है।

$28Ni = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^8$

$28Ni^{2+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^8$

↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿

NH_3 एक प्रबल लिगेण्ड है, अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा।



प्रश्न. वर्ग समतली $[Pt(CN)_4]^{2-}$ आयन में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या बतलाइए।

$[Pt(CN)_4]^{2-}$ में Pt^{2+} के रुप में उपस्थित है।

$80^p t = [xe]5d^9, 6s^1$

$_{80}Pt^{2+} = [xe]\ 5d^8$

↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿	↿

CN^- एक प्रबल लिगेण्ड है अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा।

5d⁸					6s	6p	
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂
				CN^-	CN^-	CN^-	CN^-

➤ सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित है अंत : कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन शून्य होगा।

प्रश्न:- $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ अनुचुम्बकीय है, जबकि $[Ni\ (CN)_4]^{2-}$ प्रति चुम्बकीय, समझाइए क्यों?

$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ में Cr^{3+} के रुप में उपस्थित है

$24Cr = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^1, 3d^5$

$24Cr^{3+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^3$

1	1	1

NH_3 एंक प्रबल लिगेण्ड है अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा।

$24Cr^{3+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6,$

3d³					45	4p		
1	1	1	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂
			NH_3	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3

➤ अयुग्मित 3 इलेक्ट्रॉन होने के कारण यह अनुचुम्बकीय होता है।

$[Ni(CN)_4]^{2-}$ में Ni^{2+} के रुप में उपस्थित होता है।

$28Ni = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^8$

$28Ni^{2+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^8$

↿⇂	↿⇂	↿⇂	1	1

➤ CN^- एक प्रबल लिगेण्ड अतः इलेक्ट्रॉन का युगमन होगा।

3d⁸					4s	4p	
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂
				CN^-	CN^-	CN^-	CN^-

➤ सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित होने के कारण यह प्रति चुम्बकीय है।

प्रश्न. $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ व $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ को V. B. T के आधार पर समझाइए।

$[Co(NH_3)_6]^{3+}$ में CO^{3+} के रुप में उपस्थित है।

$27C0 = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^7$

$27C^{3+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^6$

↿⇂	1	1	1	1

➤ NH_3 एक प्रबल लिगोण्ड है अतः इलेक्ट्रॉन का युग्मन होगा और आंतरिक कक्षक संकरण में भाग लेगें।

3d⁶					45	4p		
↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂	↿⇂
			NH_3	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3	NH_3

संकर:- d^2Sp^3

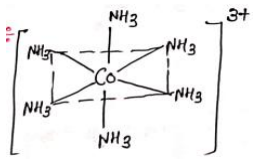
चुम्बकीय गुण:- प्रति चुम्बकीय गुण

रंग:- रंगहीन

चक्रण:- निम्नचक्रण संकुल

आकृति:- आन्तरिक अष्टफलकीय

संरचना:-



$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ में Fe^{2+} के रुप में उपस्थित है।

$26Fe^6 = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2, 3d^6$

$26Fe^{2+} = 1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 3d^6$

1↓	1	1	1	1

H_2O एक दुर्बल लिगेण्ड है अतः लिगेण्ड का युग्मन नही होगा, अतः बाह्य कक्षक संकरण सें भाग लेगें।

3d⁶					45	4p			4d	
1↓	1	1	1	1	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓
					H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O

संकरण:- sp^3d^2

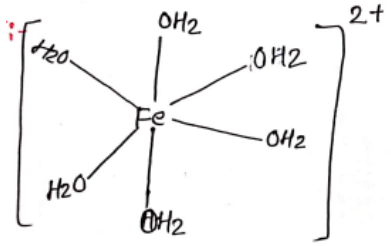
चुम्बकीय गुण:- अनुचुम्बकीय

रंग:- रंगीन

चक्रण:- उच्च चक्रण संकुल

आकृति:- बाह्य अष्टफलकीय

संरचना:-



➤ V.B.T द्वारा संकुल यौगिको में चुम्बकीय गुण:-

चुम्बकीय आघूर्ण $\mu = \sqrt{n(n+2)}$

$n =$ अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या

➤ V.B.T सिद्धान्त की सीमाएँ:-

(i) यह चुम्बकीय ऑकड़े की कोई मात्रात्मक व्याख्या नहीं करता है।

(ii) यह उपसहसंयोजन यौगिक द्वारा दर्शाए गए रंगों की करता है। स्पष्टीकरण नही देता है।

(iii) यह प्रबल एवं दुर्बल लिगेण्ड के मध्य विभेद नही करता है।

(iv) यह सिद्धान्त आन्तरिक कक्षक और बाह्यतम कक्षक संकुल की कोई संतोष जनक व्याक्या नहीं करता है।

क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धान्त (Crystal Field Theory):- क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धान्त का प्रतिपादन एच० वैंथे (1929) व बी 6 लैक ने किया धा। यह सिद्धान्त संकुल यौगिक के निमीण तथा उनके चुम्बकीय गुण, रंग या स्पेक्ट्रम की व्याख्या करता है,। प्रारम्भ में इसे केवल आयनिक क्रिस्टलों पर लागू किया गया था।, इसलिए, इसे **क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धान्त** कहते है।

➤ इस सिद्धान्त की अवधारणा निम्नलिखित है-

(i) एक संकुल यौगिक में केन्द्रीय धातु आयन तथा उसके चारों और से धिरे विभिन्न लिगेण्डो का समूह होता है।

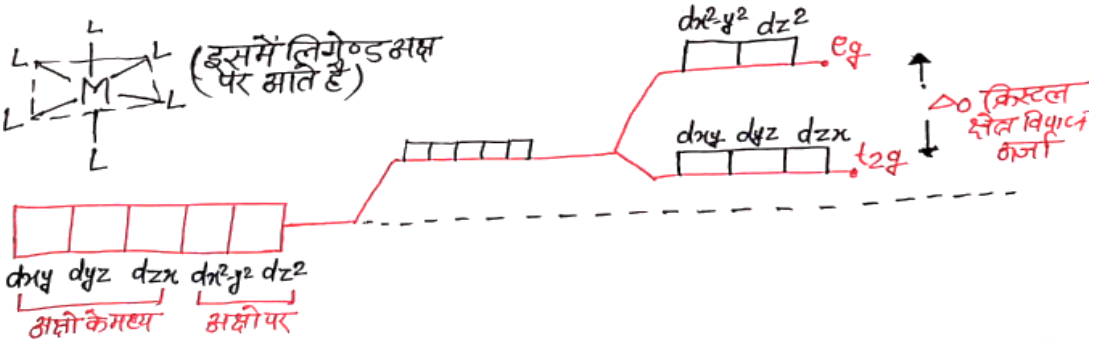
(ii) केन्द्रीय धातु आयन तथा लिगेण्ड के बीच आकर्षण होता है।

(iii) लिगेण्ड का केन्द्रीय धातु आयन की ओर अग्रसर होने पर धातु आयन के α-कक्षकों की ऊर्जा में वृद्धि हो जाती है।

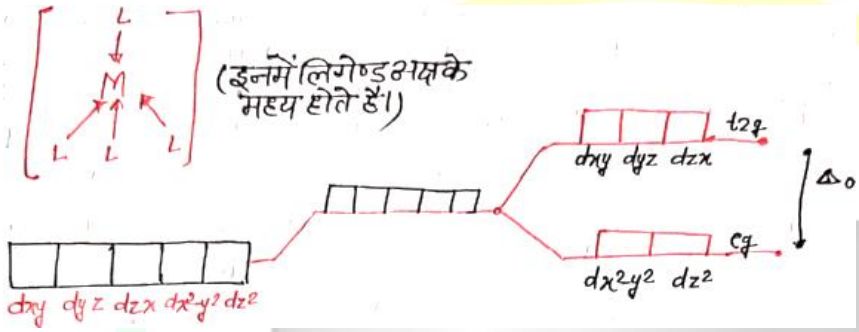
(iv) d-कक्षको की ऊर्जा में वृद्धि समान रुप से नहीं होती है, उन्हीं कक्षको की ऊर्जा में वृद्धि होती है, जो d-कक्षक लिगेण्ड के मार्ग में आते है।

(v) केन्द्रीय धातु परमाणु। आयन तथा लिगेण्ड के इलेक्ट्रॉन के बीच प्रतिकर्षण बल होता है, जिसके कारण धातु आयन के d-कक्षक विभिन्न ऊर्जा के समूह में बट जाते है, जिन्हे eg समूह तया t2g समूह कहते है, तथा यह प्रक्रिया **क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन** कहते है।

अष्टफलकीय संकुल के लिए:- (जब समन्वय संख्या 6 हो) है।



चतुष्फलकीय संकुल के लिए:- (जब समन्वय संख्या 4 हो)



➢ क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा व युगमन ऊर्जा द्वारा संकुल का निर्धारण किया जाता है।

(i) $\triangle 0 > P$ [इलेक्ट्रॉन का युग्मन होता है, प्रबल लिगेण्ड की उपस्थित में जिसे कारण में जिसे कारण उच्च चक्रण संकुल बनता है]

(ii) $\Delta_0 < P$ [इलेक्ट्रॉन का युगमन नहीं होता है, दुर्बल लिगेण्ड की उपस्थिति में जिस कारण उच्च चक्रण संकुल बनता है।

➢ क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा को प्रभावित करने वाले कारक:-

(i) लिगेण्ड की प्रकृति

दुर्बल लिगेण्ड → विपाटन ↓ ⟶ विपाटन ऊर्जा ↓

प्रबल लिगेण्ड → विपाटन ↑ ⟶ विपाटन ऊर्जा ↑

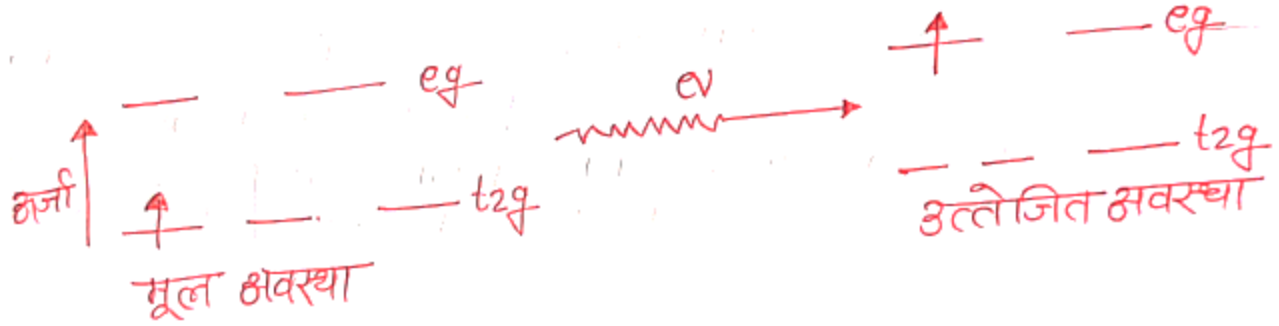
(ii) लिगेण्ड का अंकार:-

लिगेण्ड का आकार ↓ $\Delta_0/\Delta t$ ↑

(iii) ऑक्सीकरण अवस्था

ऑक्सीकरण संख्या↑ Δ_0 | Δt ↑

उपसहसंयोजी यौगिक के रंग (Calour of Coordination Compounds):- जब उपसहसंयोजी यौगिक के नमूनों का श्वेत प्रकाश से गुजारने पर उसका कुछ भाग अवशोषित कर लेते है, और बाहर निकलने वाला प्रकाश श्वेत प्रकाश नही रहता है। संकुल का रंग वह दिखाई देता है, जो उसके द्वारा अवशोषित रंग का पूरक होता है,। पूरक रंग अवशेष तरंगदैर्ध्य द्वारा उत्पन्न C.F.T. के अनुसार उपसहसंयोजी यौगिक का रंग इलेक्ट्रॉन होता है। के $d-d$ संक्रमण के कारण होता है।



क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धान्त की सीमाए:-

(i) लिमेण्ड को बिन्दु आवेश मानना सही नही है, यदि यह तथ्य सही है, तो ऋणावेशित लिगेण्ड, उदासनि लिगेण्ड से प्रबल होने चाहिए किन्तु OH^-NH_3 वे H_2O से दुर्बल लिगेण्ड है।

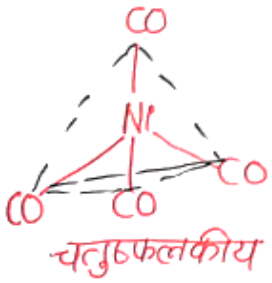
(ii) CFT में केवल धातु के d कक्षको की गणना की गयी है, तथा अन्य कक्षकों को महत्वहीन माना गया है।

धातु कार्बोनिल में आबन्धन (Bonding in Metal Carbonyls):-

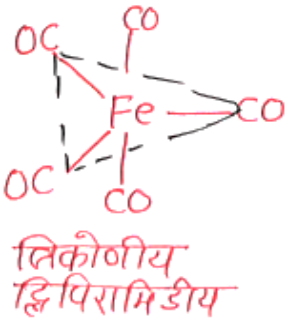
- जिनमें केवल कार्बोनिल लिगेण्ड उपस्थित हो तो, ऐसे संकुल यौगिको को धातु कार्बोनिल यौगिक कहा जाता है।
- धातु कार्बोनिल यौगिक अधिकतर संक्रमण धातुओं द्वारा प्राप्त होते है।
- धातु कार्बोनिल यौगिक की संरचना सरल व स्पष्ट होती है।
- धातु कार्बोनिल यौगिक दो प्रकार के होते है-

(i) एकल केन्द्रित धातु कार्बोनिलयौगिक:- ऐसे धातु कार्बोनिल यौगिक जिनमें सभी सिर्फ एक धातु परमाणु उपस्थित हो, एकल केन्द्रित धातु कार्बोनिल यौगिक कहलाते है।

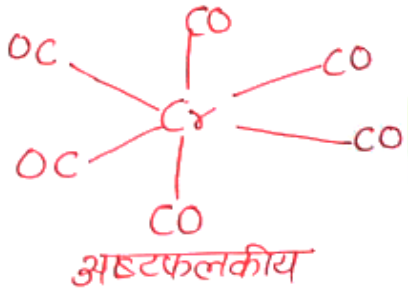
$[Ni(CO)_4]$



$[Fe(CO)_5]$



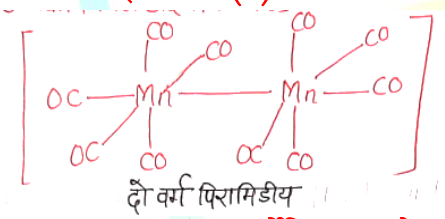
$[Cr(CO)_6]$



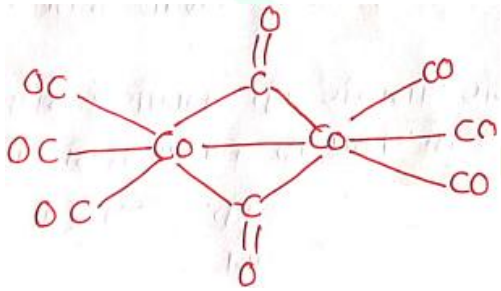
(ii) बहु केन्द्रीय धातु कार्बोनिल यौगिक:- ऐसे धातु कार्बोनिल यौगिक जिनमें एक से अधिक समान धातु परमाणु उपस्तित हो, बहुकेन्द्रीय धातु कार्बोनिल यौगिक कहलाते है।

- $[Mn_2(CO)_{10}]$

डेकाकार्बोनिल डाइ मैगनीज (0)

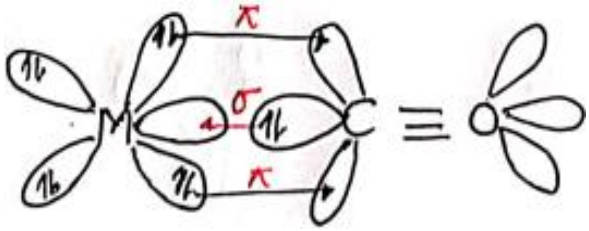


- $[CO_2(CO)_8]$ **ऑक्टाकार्बोनिल डाइ कोबाल्ट (0)**



इसमें दो $C_0 - C_0$ आबंध में प्रत्येक के मध्य एक CO समूह सेत्रु के रुप में होता है।

- **धातु कार्बोनिल यौगिकों में सह-क्रियाशीलता आबन्धन:-**



धातु कार्बोनिल के धातु-कार्बन आबंध में σ व π दोनो के गुण पाए जाते है,। $M-C$ ' σ आबंध, कार्बोनिल समूह के कार्बन पर उपस्थित इलेक्ट्रॉन युग्म. को धातु के रिक्त कक्षक में दान करने से बनता है,।

'M-C' π आबंध आबंध धातु के पूरित d-कक्षको में से एक इलेक्ट्रॉन युग्म को $[C=0]$ के रिक्ति प्रति आबंधन $\pi *$ कक्षक में दान करने से बनता है, धातु से लिगेण्ड का आबंध एक सहक्रियाशलिता का प्रभाव उत्पन्न करता है, जो CO व धातु के मध्य आबंध को मजबूत बनाता है।

उपसह संयोजी यौगिक का महत्व तथा अनुप्रयोग:-

(i) गुणात्मक विश्लेषण में

(ii) धातुओं के निष्कर्षण में

(iii) जैविक निकायों में

(iv) फोटोग्राफी में

(v) इलेक्ट्रोप्लेटिंग में

(vi) औषधि के रुप में

स्पेक्ट्रमी रासायनिक श्रेणी:- लिगेण्डों की उनकी बढ़ती हुई क्षेत्र प्रबलता के कम में एक श्रेणी में व्यवस्थित किया जाता है जिसे स्पेक्ट्रमी रासायनिक श्रेणी कहते है।

$I^{-} \angle Br^{-} \angle SCN^{-} \angle Cl \angle F^{-} \angle OH^{-} \angle OX \angle H_2O \angle EDTA^{4-} \angle NH_3 \angle en \angle CN^{-} \angle CO$

निम्न क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा मान वाले लिगेण्ड दुर्बल क्षेत्र लिगेण्ड है इनके लिए $\Delta_0 < P(P =$ (P युग्मन ऊर्जा) उच्च क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा मान वाले लिगेण्ड प्रबल क्षेत्र लिगेण्ड है इनके लिए $\Delta 0 > p$

SUBJECTIVE QUESTION

1. एकदन्ती लिगेण्ड क्या हैं? उदाहरण द्वारा समझाइए
2. ऐम्बिडेन्टेट (उभयदन्तुक) लिगेण्ड को उदाहरण सहित समझाइए।
3. कीलेट प्रभाव से क्या तात्पर्य है? एक उदाहरण दीजिए|
4. प्रभावी परमाणु क्रमांक क्या है? उदाहरण द्वारा समझाइए।
5. उपसहसंयोजक संख्या किसे कहते हैं? उदाहरण सहित समझाइए।
6. द्विक्-लवण तथा उपसहसंयोजक यौगिकों में अन्तर लिखिए।
7. (a) बर्नर के उपसहसयोजक सिद्धांत लिखें। (b) लिगन्ड क्या है? उदाहरण के साथ उनका वर्गीकरण करें।
8. उपसहसंयोजन यौगिकों के सन्दर्भ में क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धान्त को समझाइए
9. कीलेट संकुल का एक उदाहरण दीजिए।
10. संकर आयन को परिभाषित कीजिए।
11. एकदन्तुक एवं द्विदन्तुक लिगेण्ड से आप क्या समझते हैं? एक-एक उदाहरण सहित समझाइए।
12. उपसहसंयोजन यौगिकों में आयनन समावयवता तथा ध्रुवण समावयवता को उदाहरण द्वारा समझाइए
13. धातु कार्बोनिलों में आबंध की प्रकृति की विवेचना कीजिए।

OBJECTIVE QUESTION

1. समन्वय यौगिकों के लिए सबसे पहला महत्त्वपूर्ण सिद्धान्त किसने दिया?
(A) स्लेटर (B) पावलिंग
(C) वर्नर (D) लेविस

2. निम्नलिखित में से कौन एक द्विक् लवण का उदाहरण है?
(A) ब्लीचिंग पाउडर (B) $K_4[Fe(CN)_6]$
(C) हाइपो (D) पोटाश एलम

3 निम्नलिखित में से कौन बाइडेंटेट लिगेंड है?
(A) ई०डी०टी०ए० (B) इथिलीन डाईऐमीन
(C) ऐसीटेट आयन (D) पिरिडीन

4. $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ में Pt की ऑक्सीकरण संख्या है
(A) +1 (B) +2
(C) + 3 (D) + 4

5. $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ संकुल में Cr की ऑक्सीकरण संख्या है
(A) + 1 (B) + 3
(C) + 5 (D) + 6

6. भूरे वलय संकुल (Brown ring complex) $[Fe(H_2O)_5NO]SO_4$ में Fe की ऑक्सीकरण अवस्था है-
(A) + 1 (B) + 2
(C) + 3 (D) + 4

7. $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$ में Cr की उपसहसंयोजन संख्या है
(A) 3 (B) 4
(C) 5 (D) 6

8. उपसहसंयोजन यौगिक $K_4[Ni(CN)_4]$ में निकेल की ऑक्सीकरण अवस्था है
(A) 0 (B) + 1
(C) + 2 (D) – 1

9. $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ में Ni की उपसहसंयोजन संख्या है-
(A) 2 (B) 4
(C) 6 (D) 3

10. $[Cu(CN)_4]^{3-}$ में कॉपर का उपसहसंयोजन संख्या (CN) और ऑक्सीकरण (ON) क्रमशः है-
(A) $4, -3$
(B) $3, -4$
(C) $4, +1$
(D) $4, +2$

11. $[Pt(NH_3)_4Cl_2)^{2+}$ में प्लैटिनम का उपसहसंयोजन संख्या बतलाइए-
(A) 2 (B) 4
(C) 6 (D) 8

12. $Na_3[Cr(C_2O_4)_3]$ में Cr की उपसहसंयोजन संख्या है-
(A) 3 (B) 4
(C) 5 (D) 6

13. हेक्साएमाइन प्लैटिनम (IV) क्लोराइड का सही सूत्र है
(A) $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$
(B) $[Pt(NH_3)_6]Cl_2$
(C) $[Pt(NH_3)_2]Cl_3$
(D) $[Pt(NH_3)_6]Cl_2$

14. $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ का सही IUPAC नाम है-
(A) डाइऐम्मीन डाइक्लोरिडो प्लैटिनम (II)
(B) डाइऐम्मीन डाइक्लोरिडो प्लैटिनम (IV)
(C) डाइऐम्मीन डाइक्लोरिडो प्लैटिनम (0)
(D) डाइऐम्मीन डाइक्लोरिडो प्लैटिनम (V)

15. $Na_3[Co(NO_2)_6]$ का IUPAC नाम है?
(A) सोडियम कोबाल्ट नाइट्राइट
(B) सोडियम हेक्सानाइट्रो कोबाल्टेट (III)
(C) सोडियम हेक्सानाइट्रो कोबाल्ट (III)
(D) सोडियम हेक्सानाइट्रिटोकोबाल्टेट (II)

16. $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$ का IUPAC नाम-
(A) प्लैटिनम डाइऐम्मीन क्लोरोनाइट्राइट
(B) क्लोरोनाइट्रोइटो- N-ऐम्मीनप्लैटिनम [II]
(C) डाइऐम्मीन क्लोरिडोनाइट्राइटो- N प्लैटिनम (II)
(D) डाइऐम्मीन क्लोरोनाइट्राइटो- N-प्लैटिनेट (II)

17. $Ni(CO)_4$ का IUPAC नाम है-
(A) टेट्राकार्बोनिल निकेलेट (0)
(B) टेट्राकार्बोनिल निकेलेट (11)
(C) टेट्राकार्बोनिल निकेल (0)
(D) टेट्राकार्बोनिल निकेल (11)

18. $H_2[PtCl_6]$ का IUPAC नाम है-
(A) हाइड्रोजन हेक्सा क्लोरो प्लेटिनेट (IV)
(B) हाइड्रोजन हेक्सा क्लोरो प्लेटिनेट (II)
(C) हाइड्रोजन हेक्सा क्लोराइडो Pt (IV)
(D) हाइड्रोजन हेक्सा क्लोराइडो Pt (II)

19. निम्नलिखित में किस जैव अणु का Mg एक प्रमुख संघटक है?
(A) हीमोग्लोबिन (B) क्लोरोफिल
(C) फ्लोरीजेन (D) ATP

20. निम्नलिखित में से कौन द्विलवण नहीं है?
(A) कार्नेलाइट ($KClMgCl_2 \cdot 6H_2O$)
(B) मोर लवण, ($FeSO_4 \cdot [NH_4]_2SO_4 \cdot 6H_2O$)
(C) पोटाश, फिटकरी, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
(D) पोटाशियम फेरोसायनाइड $K_4[Fe(CN)_6]_4$

21. सभी लिगन्ड होते हैं।
(A) लुविस अम्ल (B) लुविस भस्म
(C) उदासीन (D) इनमें कोई नहीं

22. $H_2NCH_2CH_2NH_2$ (एथीलिनाडाइएमीन, en) है-
(A) एकदंतुर लिगन्ड (B) द्विदंतुर लिगन्ड
(C) उभयंती लिगन्ड (D) इनमें से कोई नहीं

23. $C_2O_4^{2-}$ या OX ऑक्जलेट है-
(A) एकदंतुर लिगन्ड (B) द्विदुंतर लिगन्ड
(C) उभयंती लिगन्ड (D) इनमें से कोई नहीं

24. NO_2^- और SCN^- आयन है-
(A) एकदंतुर लिगन्ड (B) द्विदुंतर लिगन्ड
(C) उभयंती लिगन्ड (D) षट्दंतुर लिगन्ड

25. EDTA है-
(A) एकदंतुर लिगन्ड (B) द्विदंतुर लिगन्ड
(C) त्रिदंतुर लिगन्ड (D) षट्दंतुर लिगन्ड

26. निम्न में से कौन ऋणात्मक लिगन्ड है?
(A) NH_3 (B) Co
(C) F^- (D) एथिलीन डाइऐमीन

27. निम्न में से कौन-सा लिगन्ड, चीलेट बनाता है?
(A) ऐसीटेट (B) ऑक्सेलेट
(C) सायनाइड (D) अमोनिया

28. निम्नलिखित में से कौन चीलेट लिगन्ड है?
(A) NH_3 (B) H_2O
(C) $C_2O_4^{2-}$ (D) SCN^-

29. $Ni(CO)_4$ में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है
(A) 1 (B) 2
(C) 3 (D) 0

30. कोबाल्ट की प्रभावी परमाणु संख्या $[Co(en)_2Cl_2]^{\oplus}$ काम्पलेक्स आयन में क्या होगी?
(A) 27 (B) 36
(C) 33 (D) 35

31. निम्न में से कौन-सा लिगन्ड बंधन समावयता दर्शाता है ?
(A) NO_2^- (B) CN^-
(C) SCN^- (D) इनमें से सभी

32. निम्न संकुल किस प्रकार की समावयता दर्शाते हैं?
$[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ व $[Co(NH_3)_5SO_4]Br$
(A) आयनन (B) बन्धन
(C) उपसहसंयोजन (D) प्रकाशीय

33. यौगिक $[Co(SO_4)[NH_3)_5]Br$ और $[Co(SO_4)NH_3)_5]Cl$ दर्शाता है-
(A) बंधनी समावयवता (B) आयनन समावयवता
(C) उपसहसंयोजन समावयवता (D) कोई समावयवता नहीं

34. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ किस प्रकार का संकुल यौगिक है?
(A) धनायनिक संकुल (B) ऋणायनिक संकुल
(C) उदासीन संकुल (D) इनमें से कोई नहीं

35. $K_4[Fe(CN)_6]$ है
(A) डबल साल्ट (B) जटिल लवण
(C) अम्ल (D) भस्म

36. $K_4[Fe(CN)_6]$ में Fe का प्रसंकरण क्या है?
(A) dsp^2 (B) sp^3
(C) d^2sp^3 (D) sp^3d^2

37. $[Ni(CO)_4]$ की ज्यामितीय आकृति है
(A) चतुष्फलकीय (B) वर्ग-समतलीय
C) अष्टफलकीय (D) इनमें से कोई नहीं

38. $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ के ज्यामितीय समावयवियों की संख्या है
(a) 2 (b) 1
(c) 3 (d) 4

39. $[Fe(CN)_6]^{4-}$ तथा $[Fe(CN)_6]^{3-}$ में अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या क्रमशः होगी
(a) 4,5 (b) 0,1
(c) 5,4 (d) 1,2

40. निम्नलिखित में कौन-सा आयन उप-सहसंयोजक यौगिक नहीं बनाता है?
(a) Na^+ (b) Cr^{2+}
(c) Co^{2+} (d) Cr^{3+}

41. $[Co(en)_2Cl_2]Cl$ में Co की समन्वय संख्या है
(a) 3
(b) 4
(c) 5
(d) 6

42. $K_4[Fe(CN)_6]$ में Fe की समन्वय संख्या है
(a) 2
(b) 4
(c) 6
(d) 10

43. निम्न में असमरूप (हेट्रोलिप्टिक संकुल) है
(a) $[Fe(CN)_6]^{4-}$
(b) $[Co(NH_3)_5SO_4]^+$
(c) $[HgI_4]^{2-}$
(d) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$

44. $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ में Co की ऑक्सीकरण अवस्था है
(a) +1
(b) +2
(c) +3
(d) +4

45. $[Ni(CN)_4]^{2-}$ में निकिल की ऑक्सीकरण अवस्था है
(a) 1
(b) 2
(c) 0
(d) 3

46. $K_2[Ni(CN)_4]$ का IUPAC नाम है
(a) पोटैशियम टेट्रासायनोनिकैलेट (II)
(b) पोटैशियम टेट्रासायनेटोनिकैलेट (III)
(c) पोटैशियम सायनोनिकैलेट (II)
(d) पोटैशियम टेट्रासायनोनिकैलेट (III)

47. $K_3[Co(NO_2)_6]$ का IUPAC नाम है
(a) पोटैशियम (I) हेक्सानाइट्रोकोबाल्टेट
(b) पोटैशियम (III) हेक्सानाइट्रोकोबाल्टेट (III)
(c) पोटैशियम हेक्सानाइट्रोकोबाल्ट (0)
(d) पोटैशियम हेक्सानाइट्रोकोबाल्टेट (III)

48. $[Ni((NH_3)_4][NiCl_4]$ का IUPAC नाम है
(a) टेट्राक्लोरिडोनिकिलेट (II) टेट्राऐमीननिकैल (II)
(b) टेट्राऐमीननिकिल (II) टेट्राक्लोरिडोनिकैलेट (III)
(c) टेट्राऐमीननिकिल (II) टेट्राक्लोरिडोनिकैलेट (II)
(d) टेट्राक्लोरिडोनिकिलेट (II) टेट्राऐमीननिकैल (O)

49. आयरन (III) हेक्सासायनोफैरेट (III) का रासायनिक सूत्र है
(a) $Fe[Fe(CN)_6]$
(b) $Fe_3[Fe(CN)_6]$
(c) $Fe_3[Fe(CN)_6]_4$
(d) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

50. $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ विलयन में कुल कितने आयन देगा?
(a) 3
(b) 2
(c) 4
(d) 5