Chapter - 5

पाठ ⇒ 5

उप - सहसंयोजी यौगिक

सामान्य परिचय

इस प्रकार के यौगिक हमारी दिनचर्या में भी आवश्यक होते हैं। यह एक विशिष्ट प्रकार के यौगिक होते हैं। जैसेकि — हीमोग्लोबिन आयरन (Fe) का, क्लोरोफिल मैग्नीशियम (Mg) का तथा विटामिन B_{12} कोबाल्ट (Co) का उप - सहसंयोजी यौगिक होता है।

आण्विक या योगात्मक यौगिक

दो या अधिक स्थायी यौगिकों की स्टाइकियोमितीय (स्थिर) मात्रा के आपस में जुड़ने से योगात्मक यौगिक बनते हैं।

योगात्मक यौगिक दो प्रकार के होते हैं —

1. द्विक् लवण
2. उप - सहसंयोजी यौगिक

1. द्विक् लवण ⇒

इनका अस्तित्व केवल क्रिस्टलीय (ठोस) अवस्था में ही रहता है। जैसे ही इन्हें जल में या किसी अन्य विलायक में घोला जाता है, तो ये अवयवी घटकों के रूप में टूट जाते हैं। इस प्रकार द्विक् लवण विलयन में अपनी पहचान खो देते हैं। द्विक् लवणों के गुण इनके अवयवों के ही होते हैं।

उदा० -

$FeSO_4 \cdot (NH_4)_2 SO_4 \cdot 6H_2O$ (मोहर लवण)

$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ (पोटाश लवण)

$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (कार्नेलाइट)

2. उप-सहसंयोजी यौगिक ⇒ वह यौगिक जिसमें केंद्रीय धातु परमाणु या आयन सभी अपनी सामान्य संयोजकता के विरुद्ध विपरीत आवेश वाले आयन या उदासीन अणुओं से घिरी होती है, उप-सहसंयोजी यौगिक या संकुल यौगिक या जटिल यौगिक कहलाते हैं।

अथवा

उप-सहसंयोजी यौगिक ऐसे आण्विक यौगिक हैं, जो जल या किसी अन्य विलायक में घोले जाने पर अपनी पहचान बनाए रखते हैं। इनके गुण अवयवों के गुणों के से सर्वथा भिन्न होते हैं।

उदा० -

जब जलीय अमोनिया को निकिल क्लोराइड के हरे विलयन में मिलाया जाता है, तब बैंगनी रंग का उप-सहसंयोजी यौगिक प्राप्त होता है।

$$NiCl_2 + 6NH_3 \longrightarrow [Ni(NH_3)_6]Cl_2$$

निकिल क्लोराइड (हरा) — अमोनिया — उप-सहसंयोजी यौगिक (बैंगनी)

द्विक लवण एवं उपसहसंयोजी यौगिक में अंतर :

★★★

द्विक लवण	उपसहसंयोजी यौगिक
यह केवल ठोस अवस्था में अपना अस्तित्व बनाए रखते हैं लेकिन विलयन में अवयवी यौगिकों के घटकों में विभक्त हो जाते हैं।	यह यौगिक ठोस तथा विलयन दोनों अवस्थाओं में अपना अस्तित्व बनाए रखते हैं।
द्विक लवणों के गुण मूल यौगिकों के ही समान होते हैं।	उपसहसंयोजी यौगिक के गुण मूल सरल यौगिकों से काफी भिन्न होते हैं।
द्विक लवण में धातु आयन की सामान्य संयोजकता होती है।	संकुल यौगिक में धातु आयन की संयोजकता सामान्य से अधिक होती है।
द्विक लवण में धातु आयन बंध बनाती है।	संकुल यौगिक में धातु उपसहसंयोजी बंध बनाती है।
उदा० – $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$ (मोहर लवण)	उदा० – $K_4[Fe(CN)_6]$

महत्वपूर्ण शब्दावली

I. **उपसहसंयोजी क्षेत्र या समन्वयन क्षेत्र या उपसहसंयोजी मंडल :**

केंद्रीय धातु परमाणु एवं लिगेण्ड (संलग्नी) जो कि सीधे जुड़े होते हैं, एक वर्ग कोष्ठक [ ] के अंदर व्यक्त किए जाते हैं, इसे उपसहसंयोजी क्षेत्र या समन्वयन क्षेत्र कहते हैं। इस वर्ग कोष्ठक [ ] के बाहर का भाग आयनीकरण क्षेत्र या आयनीकरण परिसर कहलाता है।

उदा०-

$K_4[Fe(CN)_6]$

- K_4 — आयनिकरण क्षेत्र / या परिसर
- Fe — केंद्रीय धातु परमाणु
- CN — लिगेण्ड (संलग्नी)
- [Fe(CN)₆] — उपसहसंयोजी क्षेत्र
- 6 — उपसहसंयोजी संख्या / समन्वयन संख्या

Note : उपसहसंयोजी क्षेत्र गैर आयनित भाग होता है, जबकि आयनीकरण क्षेत्र या परिसर संकुल यौगिक का आयनिकृत भाग होता है।

उपसहसंयोजी क्षेत्र के प्रकार :

उपसहसंयोजी क्षेत्र को उसके आवेश के हिसाब से तीन भागों में बाँटा गया है —

theboardstudy.com

1. धनात्मक उपसहसंयोजी क्षेत्र [कैटायनिक] : वह उपसहसंयोजी क्षेत्र जिसपर कुल ~~आवेश~~ धनावेश होता है।

उदा० - $[Co(en)_3]Cl_3$

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$

2. ऋणात्मक उपसहसंयोजी क्षेत्र [एनायनिक] : वह उपसहसंयोजी क्षेत्र जिसपर कुल ऋणावेश होता है।

उदा० - $K_2[HgI_4]$

$K_4[Fe(CN)_6]$

3. उदासीन उपसंहसंयोजी क्षेत्र : वह उपसहसंयोजी क्षेत्र जिसपर कोई आवेश नहीं होता है।

उदा० - $[Ni(CO)_4]$

$[Fe(CO)_5]$

II केंद्रीय धातु परमाणु या आयन : संकुल आयन या यौगिक में उपस्थित वह परमाणु या आयन जो सामान्य संयोजकता नियमों के विरुद्ध अनेक अणु या आयनों से बंध बनाता है, केंद्रीय धातु आयन या परमाणु कहलाता है।

Note: केंद्रीय धातु परमाणु या आयन लुईस अम्ल (एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म ग्राही) का कार्य करती है।

III लिगेण्ड या संलग्नी :

संकुल या उपसहसंयोजी आयन में केंद्रीय धातु परमाणु या आयन के साथ संयोजकता के सामान्य सिद्धांत के विपरीत जुड़े उदासीन अणु या आयन (सामान्यतः ऋणायन) या परमाणु को लिगेण्ड या संलग्नी कहलाते हैं। लिगेण्ड इलेक्ट्रॉन युग्म दाता होता है। लिगेंड लुईस क्षार का कार्य करते हैं।

अथवा

वह परमाणु या आयन या अणु जिसके पास एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म को दान करने की क्षमता होती है तथा केंद्रीय धातु परमाणु से जुड़कर उपसहसंयोजी बंध का निर्माण करता है, लिगेण्ड या संलग्नी कहलाता है।

उदा० – F^-, Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, CN^-, NH_3, H_2O आदि।

लिगेंड या संलग्नी का वर्गीकरण :

1. एक दंतुर लिगेण्ड :

जब लिगेंड में केवल एक दाता परमाणु उपस्थित होते हैं, उसे एकदंतुर लिगेंड कहते हैं।

उदा० - F^-, Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, CN^-, NH_3, H_2O e.t.c.

2. द्विदन्तुर लिगेण्ड :
जब लिगेंड में केवल दो दाता परमाणु उपस्थित होते हैं, इसे द्वि-दंतुर लिगेण्ड कहते हैं।

उदा० - $C_2O_4^{2-}$, $[CH_2]_2[NH_2]_2$

$$\begin{array}{l} COO^- \\ | \\ COO^- \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH_2 - NH_2 \\ | \\ CH_2 - NH_2 \end{array}$$

ऑक्सलेट आयन (ox)   एथिलीन डाइएमीन (en)

3. बहुदंतुर लिगेण्ड :
जब तीन या तीन से अधिक दाता परमाणु किसी लिगेण्ड में उपस्थित होते हैं, उन्हें बहु-दंतुर लिगेण्ड कहते हैं।

यदि तीन दाता परमाणु हो, तो ट्राइ डेन्टेट (त्रीदन्तुर), चार दाता परामाणु हो, तो टेट्रा डेन्टेट (चतुर्थदन्तुर), यदि पाँच दाता परमाणु हो, तो पेन्टा दंतुर डेन्टेट और छः दाता परमाणु हो तो हेक्सा डेन्टेट।

उदा० -

डाइऐथिलीन ट्राइऐमीन (ट्राइडेंटेट)

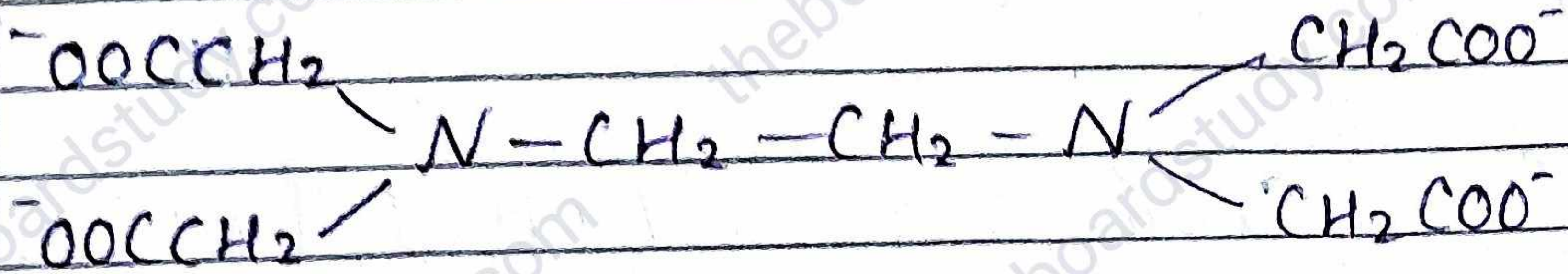
ट्राइऐथिलीन टेट्राएमीन (टेट्राडेंटेट)

ऐथिलीन डाइऐमिन ट्राइऐसीटेट (पेण्टा डेंटेट)

ऐथिलीन डाइऐमिन टेट्राएसिटेट (हेक्सा डेंटेट)

(EDTA) आयन

प्र पर आवेश = -4



ऐथिलीन डाइऐमिन टेट्राएसिटेट आयन (EDTA)

theboardstudy.com

उभयधर्मी या एम्बीदंतुर या एम्बीडेंटेट लिगेण्ड

वे लिगेंड जो दो दाता परमाणु युक्त होते हैं, परंतु आवश्यकता के अनुसार केवल एक ही परमाणु का उपयोग करते हैं, एम्बीडुन्टर या उभयधर्मी लिगेण्ड कहलाते हैं।

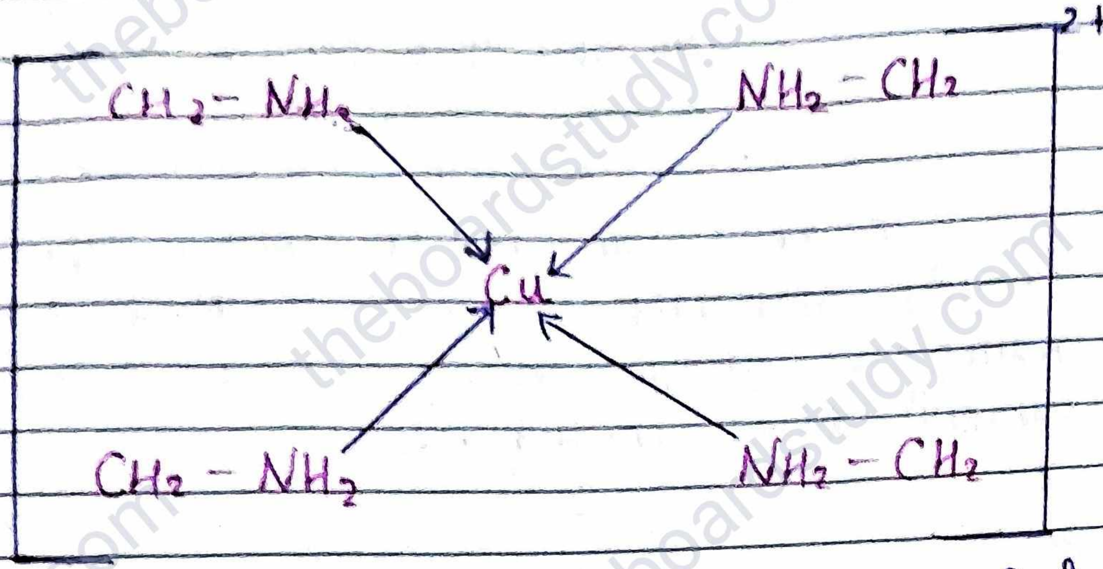
उदा० –

M	CN	साइनाइड
M	NC	आइसोसाइनाइड
M	NO_2	नाइट्राइटो – N –
M	ONO	नाइट्राइटो – O –
M	SNC	थायोसाइनेटो
M	NCS	आइसोथायोसाइनेटो

कीलेट

धातु अथवा धातु आयन के साथ जब कोई द्विदंतुर या बहुदंतुर लिगेण्ड दो या अधिक दाता परमाणुओं द्वारा चक्रीय संरचना वाला अणु बनाता तो इस यौगिक को कीलेट कहते हैं। और इस प्रकार के लिगेण्ड का कीलेटी कारक कहा जाता है।

theboardstudy.com



कॉपर का डाइएथीलिन डाइएमीन का कीलेट

कीलेट का महत्व :

1. अंत: या आंतरिक संक्रमण तत्वों के पृथक्करण में।
2. गुणात्मक विश्लेषण में कुछ धातु आयनों की पहचान में।
3. कठोर जल के मृदुकरण में।
4. Cu (II), Mg (II), Ni (II) आदि धातुओं के आकलन में।

theboardstudy.com

उपसहसंयोजी संख्या या समन्वयन संख्या

किसी उपसहसंयोजी यौगिक में लिगेंड के दाता परमाणुओं की वह संख्या, जो उपसहसंयोजन द्वारा केंद्रीय धातु परमाणु या आयन से जुड़े होते हैं, समन्वयन संख्या कहलाती है।

उदा० –

$K[Ag(CN)_2]$ = 2

$Na_2[NiCl_4]$ = 4

$[Fe(CO)_5]$ = 5

$K_4[Fe(CN)_6]$ = 6

$[Co(en)_3]Cl_3$ = 6

$[Al(ox)_3]^{3-}$ = 6

$[Na(EDTA)]^{2-}$ = 6

ऑक्सीकरण संख्या या ऑक्सीकरण अवस्था

ये लिगेंड से जुड़ने से पहले परमाणु या आयनों में मूल रूप से उपस्थित केंद्रिय धातु के

theboardstudy.com

धातु की ऑक्सीकरण संख्या को रोमन में व्यक्त करते हैं।
आवेश की संख्या होती है।

उदा० -

$K[Ag(CN)_2]$ $1 + x - 2 = 0$
$x - 1 = 0$ Ag (I)
$x = +1$

$Na_2[NiCl_4]$ $2 + x - 4 = 0$
$x - 2 = 0$ Ni (II)
$x = +2$

$[Fe(CO)_5]$ $x + 0 = 0$ Fe (0)
$x = 0$

$K_4[Fe(CN)_6]$ $4 + x - 6 = 0$ Fe (II)
$x - 2 = 0$
$x = +2$

$[PtCl_2(NH_3)_2]$ $[Co(NH_3)_5NO_2]Cl_2$

होमोलेप्टिक संकुल यौगिक

वह संकुल यौगिक जिनमें केंद्रीय धातु परमाणु समान प्रकार के लिगेण्ड से जुड़ा होता है, होमोलेप्टिक संकुल यौगिक कहलाते हैं।

उदा० - $K[Ag(CN_2)]$

$[Fe(CO)_5]$

International Union of Pure and Applied Chemistry

हेट्रोलेप्टिक संकुल यौगिक

वे संकुल यौगिक, जिनमें केंद्रीय धातु परमाणु असामान्य प्रकार से जुड़ा होता है, हेट्रोलेप्टिक संकुल यौगिक कहलाते हैं।

उदा०

$[Pt\ Cl_2\ (NH_3)_2]$

$[Co\ (NH_3)_5\ NO_2]\ Cl_2$

नामकरण

असंकुलसंयोजी यौगिकों का IUPAC नाम

1. यदि यौगिक आयनिक है, तो धनायन का नाम पहले और बाद में ऋणायन का नाम लिखा जाता है।

2. संकुल धनायन अथवा उदासीन संकुल के नामकरण में लिगेण्डों का नाम सर्वप्रथम फिर केंद्रीय धातु परमाणु का नाम उसके पश्चात् रोमन अंक में केंद्रक धातु परमाणु की ऑक्सीकरण संख्या व्यक्त की जाती है।

3. जटिल धनायनों तथा उदासीन अणुओं का कोई विशेष समापन नहीं होता, किंतु ऋणायनों के केंद्रीय परमाणु के नाम में (पीछे) अनुलग्न (Suffix) एट (Ate) जोड़ देते हैं।

उदा० -

Pt - Platinate (प्लेटिनेट)
Co - Cobaltate (कोबाल्टेट)
Zn - Zincate (जिंकेट)
Fe - Ferrate (फैरेट)
Au - Aurate (आरेट)
Cu - Cuprate (क्युपरेट)
Hg - Mercurate (मर्क्युरेट)
Ag - Argentate (अर्जेन्टेट)

4. ऋणात्मक लिगेण्डों के नाम ओ (o) और धनात्मक लिगेंडों के नाम इयम (ium) से समाप्त होते हैं।

विभिन्न प्रकार के लिगेंडों की सूची :

(A) ऋणात्मक आवेशित लिगेण्ड –

(फ्लोराइड)	F^-	Fluorido	(फ्लोराइडो)
(क्लोराइड)	Cl^-	Clorido	(क्लोराइडो)
(ब्रोमाइड)	Br^-	Bromido	(ब्रोमाइडो)
(आयोडाइट)	I^-	Iodido	(आयोडाइडो)
(कार्बोनेट)	CO_3^{2-}	Carbonato	(कार्बोनेटो)
(सल्फेट)	SO_4^{2-}	Sulphato	(सल्फेटो)
(सल्फाइट)	SO_3^{2-}	Sulphito	(सल्फाइटो)
(सल्फाइड)	S^{2-}	Sulphido	(सल्फाइडो)
(ऑक्सलेट)	$C_2O_4^{2-}$	Oxalato (ox)	(ऑक्सलेटो)
(हाइड्रॉक्साइड)	OH^-	Hydroxo	(हाइड्रॉक्सो)
(सायनाइट)	CN^-	Cyano	(सायनो)

(थायोसाइनेट)	SCN^-	Thiocynato-S-	(थायोसाइनेटो -S-)
(थायोसाइनेट)	NCS^-	Thiocynato-N-	(थायोसाइनेटो - N-)
(नाइट्राइट)	NO_2^-	Nitrito -N-	(नाइट्राइटो-N)
(नाइट्राइट)	ONO^-	Nitrito -O	(नाइट्राइटो-O)
(अमाइड)	NH_2^-	Amido	(अमाइडो)

(B) उदासीन लिगेंड –

(जल)	H_2O	Aqua	(एक्वा)
(अमोनिया)	NH_3	Ammine	(एमीन)
(कोबाल्ट)	CO	Carbonyl	(कार्बोनिल)
(नाइट्रिक ऑक्साइड)	NO	Nitrosyl	(नाइट्रोसिल)
(इथिलिन डाइएमीन) CH_2-NH_2 / CH_2-NH_2		Ethane-1,2-diamine (en)	(इथेन-1, 2-डाइएमिन)
(ट्राइफेनिल फास्फीन)		Triphenylphosphine (Ph_3P)	(ट्राइफेनिल फास्फीन)

(c) **धनात्मक आवेशित लिगेण्ड -**

NO^+ नाइट्रोसिनियम (Nitrosonium)

NO_2^+ नाइट्रोनियम (Nitronium)

$NH_2^- NH_3^+$ हाइड्रोजीनीयम (Hydrozinium)

5. संकुल में एक से अधिक प्रकार के लिगेण्ड होने पर लिगेण्ड अंग्रेजी वर्णमाला के क्रम में लिखा जाता है।

6. प्रत्येक प्रकार के लिगेण्डों की संख्या को उपसर्ग (Pefix) डाय (2), ट्राय (3), टेट्रा (4), पेण्टा (5) तथा हेक्सा (6) नाम लिखकर बतलाते हैं।

7. ऐसे लिगेण्ड जिनमें नाम में डाइ, ट्राइ आदि उपसर्ग आते हैं, उनकी संख्या को दर्शाने के लिए कुछ विशिष्ट उपसर्ग लगाए जाते हैं।

जैसे -
2 Bis (बिस)
3 Tris (ट्रिस)
4 Tetrakis (टेट्राकीस)

उदा० -
(इथेन -1, 2 - डाइएमिन) [en]

बिस - (इथेन -1, 2 - डाइएमिन) $[en]_2$
ट्रिस - (इथेन -1, 2 - डाइएमिन) $[en]_3$
टेट्राकीस - (इथेन -1, 2 - डाइएमिन) $[en]_4$

निम्नलिखित संकुल यौगिक का IUPAC नामकरण :

1. $K_4[Fe(CN)_6]$
पोटेशियम हेक्सासाइनाइडो फैरेट (II)

2. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$
टेट्रा एम्मिन कॉपर (II) सल्फेट

3. $K_3[Fe(CN)_6]$
पोटेशियम हेक्सासाइनाइडो फैरेट (III)

4. $[Co(en)_3]Cl_3$
ट्रिस (इथेन-1,2-डाइएमीन) कोबाल्ट (III) क्लोराइड

5. $Na_3[Al(ox)_3]$
सोडियम ट्राइऑक्सेलेटोएल्युमीनेट (III)

6. $[Cr(H_2O)]Cl_3$
हेक्साएक्वाक्रोमियम (III) क्लोराइड

7. $[NiCl_4]^{2-}$
टेट्राक्लोराइडोनिकिलेट (II) आयन

8. $[Ni(CN)_4]^{2-}$
टेट्रासाइनाइडोनिकिलेट (II) आयन

9. $K[Ag(CN)_2]$
पोटैशियम डाइसाइनाइडोअर्जेन्टेट (I)

10. $K_2[HgI_4]$ (नेस्लर्स अभिकर्मक)
पोटैशियम टेट्राआयोडाइडोमर्क्युरेट (II)

11. $[Ni(CO)_4]$
टेट्राकार्बोनिलनिकिल(0)

12. $[Zn(OH)_4]^{2-}$
टेट्राहाइड्रोऑक्सीडोजिंकेट (II) आयन

13. $[PtCl_2(NH_3)_2]$
डाइएम्मिनडाइक्लोराइडप्लैटिनम (II)

14. $[Co(NH_3)_5NO_3]Cl_2^{-2}$
पेण्टाएम्मिननाइट्राइटो-N-कोबाल्ट (III) क्लोराइड

1. पेण्टा नाइट्राइटो - O - कोबाल्ट (III) आयन

$[Co(NH_3)_5ONO]^{2+}$

2. आयरन (III) हेक्सासाइनाइडो फैरेट (II)

[NCERT]

$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

3. टेट्राक्लोराइड पैलेडेट (II) आयन

$[PbCl_4]^{2-}$

4. टेट्राक्लोराइडोनिकिलेट (II) आयन $[NiCl_4]^{2-}$

$[Ni(H_2O)_6]Cl_2$

5. हेक्साएक्वानिकिल (II) क्लोराइड

~~$[Ag(NH_3)_2]$ $[Ag(CN)_2]$~~

6. डाइएम्मिनसिल्वर (I) डाइसायनाइडोअर्जेंटेट (I)

$[Ag(NH_3)_2][Ag(CN)_2]$

7. ट्राइएम्मिनट्राइएक्वाक्रोमियम (III) सल्फेट

$[\overset{+3}{Cr}(NH_3)_3(H_2O)_3]_2^{2+}(SO_4)_3^{-2}$

Pragya Pragya Pragya Pragya

DATE ______ PAGE

8. पेण्टाकार्बोनिलआयरन (0)

[Fe(CO)]

9. टेट्राब्रोमाईडोक्यूप्रेट (II)

$[Cu Br_4]^{2-}$

10. हेक्साएक्वाटाइटेनियम (III)

$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$

11. डाइएम्मिनक्लोराइडोमेथेनामीन प्लैटिनम (II) क्लोराइड

$[Pt(NH_3)_2 Cl(CH_3NH_2)]Cl$

12. मर्क्यूरी (I) टेट्राथायोसाइनेटो - S - कोबाल्टेट (III)

$Hg[Co(SCN)_4]$

theboardstudy.com

उपसहसंयोजी यौगिकों में समावयवता

समावयवता
- संरचनात्मक
  - * आयनीकरण
  - हाइड्रेट या सोलवेट
  - * बंधन या लिंकेज
  - उपसहसंयोजी
- त्रिविमीय
  - ज्यामितीय
  - प्रकाशिक

I) **संरचनात्मक समावयवता** → ऐसे यौगिक जिनका आण्विक सूत्र (अणु सूत्र) समान होते हैं, परंतु इनके संरचनात्मक सूत्र भिन्न होते हैं, संरचनात्मक समावयवता कहलाते हैं।

यह चार प्रकार के होते हैं —

(i) **आयनिकरण समावयवता** : ऐसे संकुल यौगिक जिनका आण्विक सूत्र समान होता है, परंतु विलयन में अलग-अलग आयन उत्पन्न करते हैं, आयनीकरण समावयवता कहलाते हैं। इस समावयवता में आयनीकरण परिसर भी लिगंड का कार्य करना चाहिए।

theboardstudy.com

उदा० -

$$\underset{(I)}{[Co(NH_3)_5Br]SO_4} \longrightarrow [Co(NH_3)Br]^{2+} + SO_4^{2-}$$

$$\underset{(II)}{[Co(NH_3)_5SO_4]Br} \longrightarrow [Co(NH_3)_5SO_4]^{+} + Br^{-}$$

1 यौगिक (I) में सल्फेट $(SO_4)^{2-}$ आयन परीक्षण देता है। जब इसकी बेरियम क्लोराइड $(BaCl_2)$ के विलयन से क्रिया होती है।

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} \longrightarrow \underset{\text{सफेद अवक्षेप}}{BaSO_4}$$

यौगिक (II) ब्रोमाइड आयन (Br^-) परीक्षण देता है। जब इसकी अभिक्रिया सिल्वर नाइट्रेट के विलयन से कराई जाती है।

$$Ag^{+} + Br^{-} \longrightarrow \underset{\text{सफेद अवक्षेप}}{AgBr}$$

theboardstudy.com

(ii) **हाइड्रेट या सोलवेट समावयवता :** ऐसे संकुल यौगिक जिनका आण्विक सूत्र समान होता है, परंतु जल के अणु क्रिस्टल के रूप में अथवा लिगेण्ड के रूप में या दोनों प्रकार से संकुल यौगिक में उपस्थित रहते हैं, हाइड्रेट या सोलवेट समावयवता कहते हैं।

उदा० -

$$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$$

$$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$$

$$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl_2 \cdot 2H_2O$$

(iii) **बंधन या लिंकेज :** ऐसे संकुल यौगिक जिनका आण्विक सूत्र समान होता है, परन्तु केंद्रीय धातु आयन से एक ही लिगेंड भिन्न होती है। इस घटना को बंधन या लिंकेज समावयवता कहते हैं।

इस प्रकार की समावयवता उभयधर्मी या एम्पी दंतुर लिगेंड प्रदर्शित करते हैं।

theboardstudy.com

उदा० -

$[Co(NH_3)_5 NO_2]Cl_2$

$[Co(NH_3)_5 ONO]Cl_2$

$[Ni(NH_3)_5 SCN]Cl_2$

$[Ni(NH_3)_5 NCS]Cl_2$

(iv) **उपसहसंयोजी समावयवता :**

यह समावयवता उन यौगिकों में पाई जाती हैं, जिनमें धनायन तथा ऋणायन दोनों ही संकुल आयन हो। धनायन संकुल के लिगेंड तथा ऋणायन संकुल के लिगेंड अपने केंद्रीय धातु परमाणु के साथ परस्पर परिवर्तन से समावयवी प्राप्त होते हैं तथा इस घटना को उपसहसंयोजी समावयवता कहते हैं।

उदा० -

$[Cu(NH_3)_6]$ $[Cr(CN)_6]$

$[Cr(NH_3)_6]$ $[Cu(CN)_6]$

theboardstudy.com

सिस - समपक्ष
ट्रांस - विपक्ष

II त्रिविमीय समावयवता :

यह लिगेंड के त्रिविमीय व्यवस्था में आकाशीय व्यवस्था में परिवर्तन के कारण उत्पन्न होती है। यह दो प्रकार की होती है—

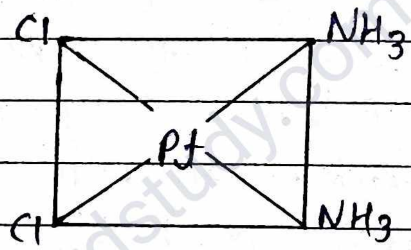
(i) ज्यामितीय समावयवता
(ii) प्रकाशिक समावयवता

(i) ज्यामितीय समावयवता ⇒

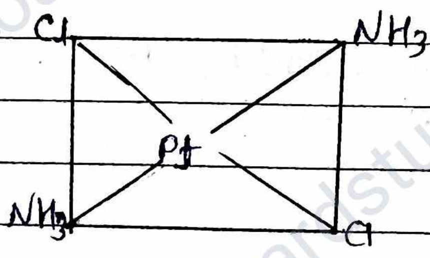
यह असमान समूहों की केंद्रीय धातु आयन के चारों ओर भिन्न-भिन्न व्यवस्था के कारण उत्पन्न होती है। जब केंद्रीय धातु आयन के चारों ओर दो समान लिगेंड एक दूसरे के निकटवर्ती अर्थात् 90° पर होते हैं, तो उसे सिस समावयवी एवं जब लिगेंड विपरीत अर्थात् 180° पर होते हैं, तो उसे ट्रांस समावयवी कहते हैं।

उदा०-

समन्वयन संख्या - 4



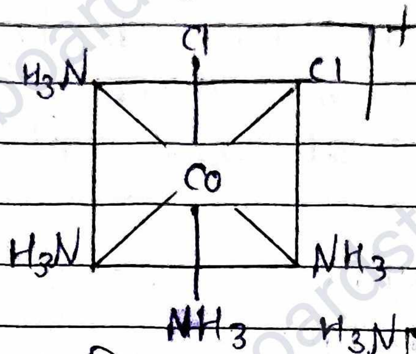
सिस



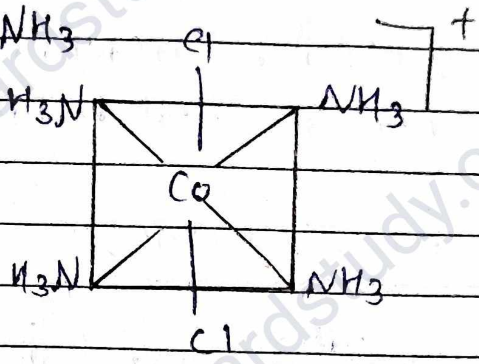
ट्रांस

$[Pt\ Cl_2 (NH_3)_2]$

समन्वयन संख्या - 6



सिस



ट्रांस

$[Co(NH_3)_4Cl_2]$

Note:

सिस प्लेटिन $[Pt\,Cl_2(NH_3)_2]$ कैंसर का उपयोग कैंसर के उपचार में किया जाता है।

(ii) प्रकाशिक समावयवता ⇒

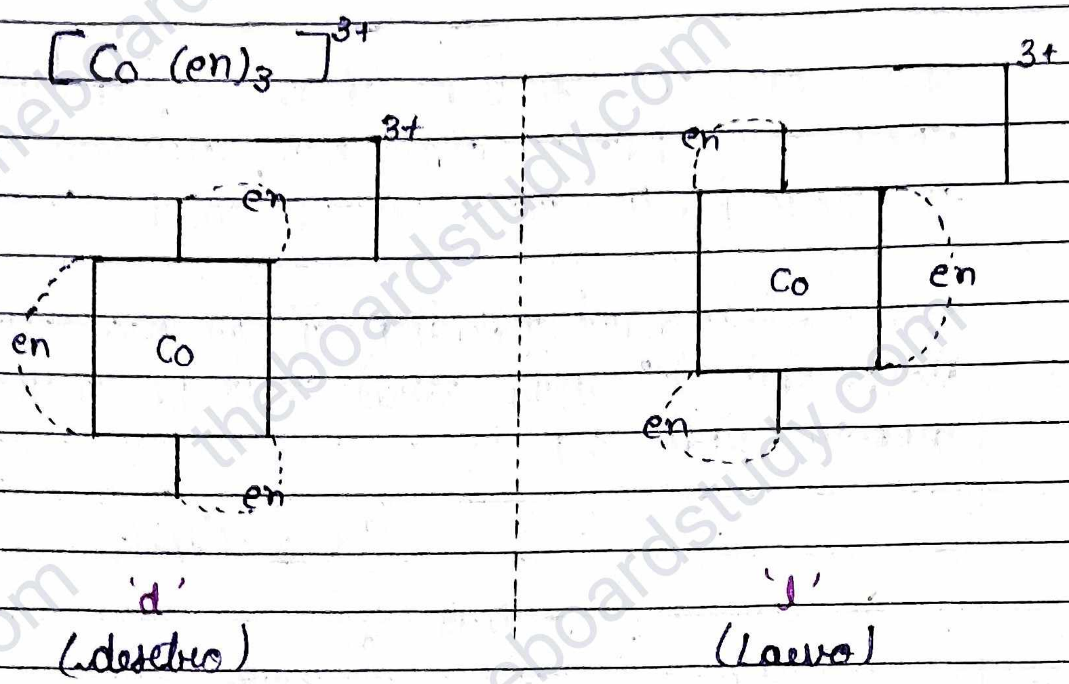
इस प्रकार की समावयवता ऐसे दो समान यौगिकों में पाई जाती है जो एक-दूसरे के दर्पण प्रतिबिंब होते हैं, जिन्हें एक-दूसरे पर अध्यारोपित नहीं किया जाता है। ऐसी समावयवता असम्मिती के कारण उत्पन्न होती है, इन्हें प्रकाशिक समावयवी तथा इस प्रक्रिया को प्रकाशिक समावयवता कहते हैं।

इन्हें 'd' (dextro) (right) तथा 'l' (laevo) (left) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

theboardstudy.com

उदा०-

$[Co(en)_3]^{3+}$



वर्नर का उपसहसंयोजी सिद्धांत
(Werner's Co-ordination Theory)

अल्फ्रेड वर्नर ने उप-सहसंयोजकता का प्रतिपादन 1893 ई० में किया था।

इस सिद्धांत के अभिगृहित निम्नलिखित हैं —

1. धातुओं में दो प्रकार की संयोजकता होती हैं — ① प्राथमिक संयोजकता, ② द्वितीयक संयोजकता

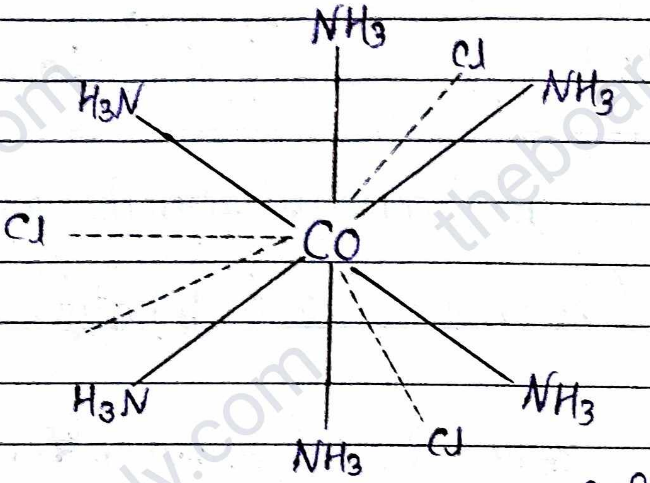
2. प्राथमिक संयोजकता आयनित हो सकती हैं और इसे बिंदुकित या टूटी रेखा (- - - - -) से प्रदर्शित करते हैं, जबकि द्वितीयक संयोजकता को ठोस या पूर्ण रेखा (———) से

प्रदर्शित करते हैं। अतः यह गैर आयनित होती है।

प्रत्येक धातु की प्राथमिक संयोजकता, ऑक्सीकरण संख्या तथा द्वितीयक संयोजकता, समन्वयन संख्या या उपसहसंयोजी संख्या प्रदर्शित करती है।

द्वितीय संयोजकताएँ त्रिविमीय में निश्चित दिशाओं में स्थित होती हैं अर्थात् इनकी निश्चित ज्यामीतिय व्यवस्था होती है।

$CoCl_3 \cdot 6NH_3$



(ल्युटियो कोबाल्टिक क्लोराइड)

प्रभावी परमाणु संख्या

(Effective Atomic Number)

उपसहसंयोजी यौगिक के केंद्रिय धातु परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रॉन की संख्या तथा बंध बनने से

प्राप्त इलेक्ट्रॉनों की संख्या के योग को प्रभावी परमाणु संख्या (EAN) कहते हैं।

$$\text{प्रभावी परमाणु संख्या} = \left[\text{परमाणु संख्या} - \text{आयन बनने में लुप्त इलेक्ट्रॉन (ऑक्सीकरण संख्या)}\right] + \text{लिगेंड द्वारा प्राप्त इलेक्ट्रॉन की संख्या}$$

उदा० - 1. $K_2[HgI_4]$ (I_4 - एक दंतुर)

$EAN = (80-2)+8$

$EAN = 86$

2. $[Co(en)_3]Cl_3$ (en - द्विदंतुर)

$ENA = (27-3)+12$

$ENA = 36$

3. $K_4[Fe(CN)_6]$ (CN - एक दंतुर)

$ENA = (26-2)+12$

$ENA = 24+12$

$ENA = 36$

कार्बधात्विक यौगिक तथा उनके उपयोग (अनुप्रयोग) :

(Organometallic Compound)

ऐसे यौगिक जिनमें कार्बनिक समूह का कार्बन परमाणु धातु परमाणु से आबंधित होता है, कार्बधात्विक

यौगिक कहलाते हैं। यह कार्बधात्विक कुछ मिश्र धातुएँ जैसे — B, Si आदि के साथ भी बनते हैं।

उदा० -

RMgX (ग्रिगनार्ड अभिकर्मक)

उपयोग (अनुप्रयोग) :

1. टेट्राएथिललेड [(TEL) $(C_2H_5)_4Pb$] का प्रयोग अपस्फुटनरोधी (Antiknock) के रूप में किया जाता है।

2. जिग्लर नाटा उत्प्रेरक [$TiCl_4 + (C_2H_5)_3Al$] का उपयोग एथिलीन की बहुलीकरण क्रियाओं में किया जाता है।

3. एथिल मर्क्यूरिक क्लोराइड (C_2H_5HgCl) का उपयोग कृषि में कीटनाशक के रूप में किया जाता है।

4. विल्किन्सन उत्प्रेरक [$RhCl(PPh_3)_3$] का उपयोग कुछ एल्कीन के हाइड्रोजनीकरण में किया जाता है।

जीसे लवण तथा फेरोसीन

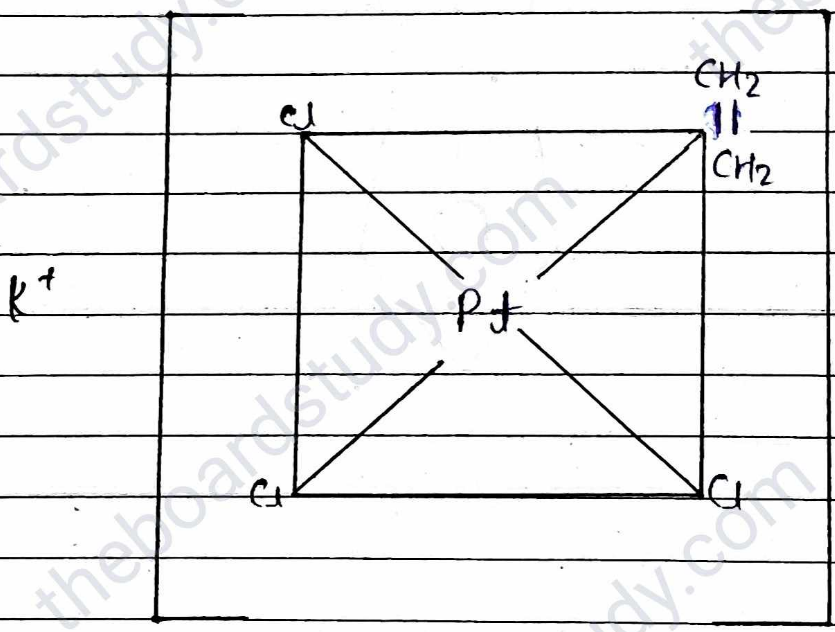
Zeise Salt & Ferrocene

Zeise Salt

इस यौगिक की खोज डेनमार्क के भेषजज्ञ (Danish Phamasist) जीसे ने सन् 1830 में की थी।

यह संक्रमण धातुओं के प्रथम प्राप्त यौगिकों में से एक है। इसमें एथिलीन अणु का तल तथा (C=C) अक्ष केंद्रीय परमाणु के प्रत्यासित बंध दिशा के लंबवत् होता है।

$K[PtCl_3(\eta^2-C_2H_4)]$

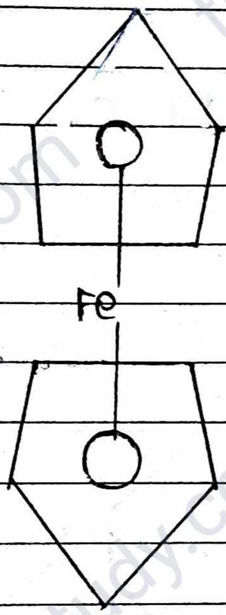


VBT
CFT

Ferrocene

यह नारंगी पीले रंग का यौगिक होता है, इसकी खोज सन् 1951 ई० में कीली और पाउसन तथा मिलर एवं उनके सहयोगियों ने की थी। इसकी सैंडविच संरचना होती है, जिसमें दो साइक्लोपेण्टा डाइनिल रिंग के बीच आयरन परमाणु होता है।

$$[Fe\ \eta^5-(C_5H_5)_2]$$



---

4 — sp^3 चतुष्फलकीय
4 — dsp^2 वर्ग समतलीय

6 — sp^3d^2 / d^2sp^3 — अष्टफलकीय

★ $[NiCl_4]^{2-}$ अनुचुंबकीय है, जबकि $[Ni(CO)_4]$ प्रतिचुंबकीय है, जबकि दोनों चतुष्फलकीय है, क्यों?

$[NiCl_4]^{2-}$ में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं। अतः यह अनुचुम्बकीय है, जबकि $[Ni(CO)_4]$ में CO प्रबल क्षेत्र लिगण्ड होता है जिसके फलस्वरूप कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन शेष नहीं है। अतः यह प्रतिचुम्बकीय है।

$[NiCl_4]^{2-}$ Ni(II) [Ar] $3d^8\ 4s^0$

3d					4s	4p		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	xx	xx	xx	xx

(4s, 4p) → sp^3 संकरण

$[Ni(CO)_4]$ Ni(0) [Ar] $3d^{10}\ 4s^0$

3d					4s	4p		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	xx	xx	xx	xx

(4s, 4p) → sp^3 संकरण

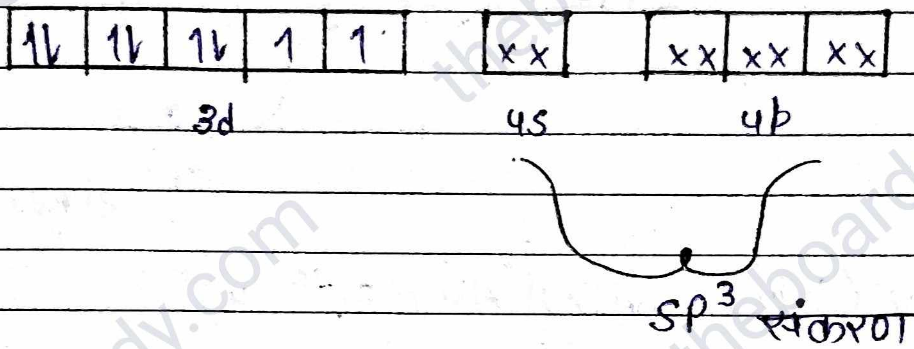
अतः दोनों में sp^3 संकरण होने के कारण यह चतुष्फलीक है।

theboardstudy.com

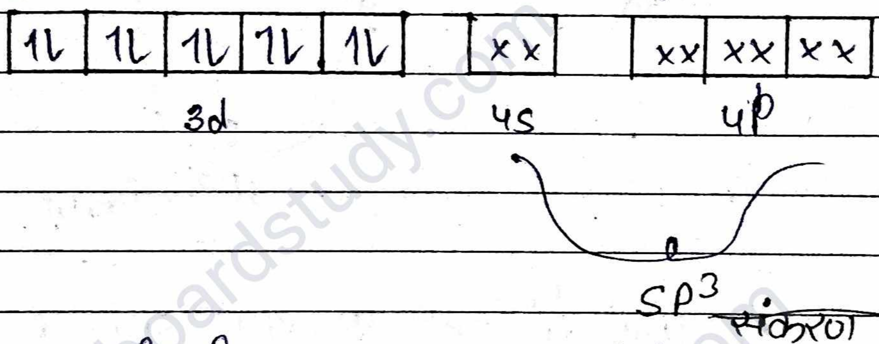
★★ संयोजकता बंध सिद्धांत के आधार पर $[NiCl_4]^{2-}$ चतुष्फलकीय है, जबकि $[Ni(CN)_4]^{2-}$ वर्ग समतलीय है। समझाइए।

$[NiCl_4]^{2-}$ में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं। अतः यह अनुचुंबकीय है, जबकि $[Ni(CO)_4]$ में CO प्रबल क्षेत्र लिगेण्ड होता है, जिसके फलस्वरूप कोई अयुग्मित इलेक्ट्रॉन शेष नहीं है। अतः यह प्रतिचुम्बकीय है।

$[NiCl_4]^{2-}$ Ni(II) [Ar] $3d^8\ 4s^0$



$[Ni(CO)_4]$ Ni(0) [Ar] $3d^{10}\ 4s^0$



अतः दोनों में sp^3 संकरण होने के कारण यह चतुष्फलकीय है।

संयोजकता बंध सिद्धांत के आधार पर $[NiCl_4]^{2-}$ चतुष्फलकीय है, जबकि $[Ni(CN)_4]^{2-}$ वर्ग समतलीय है. समझाइए ।

$[NiCl_4]^{2-}$ में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं, क्योंकि Cl एक दुर्बल क्षेत्र लिगण्ड होता है, जिसके कारण इलेक्ट्रॉन का युग्मन संभव नहीं होता, जिसके फलस्वरूप इसका संकरण sp^3 होगा तथा इसकी संरचना या ज्यामिति चतुष्फलकीय होगी । जबकि $[Ni(CN)_4]^{2-}$ में CN प्रबल क्षेत्र लिगण्ड होता है, जिसके फलस्वरूप इसका संकरण dsp^2 तथा संरचना या ज्यामिति वर्ग समतलीय होती है।

$[NiCl_4]^{2-}$ Ni(II) [Ar] $3d^8$ $4s^0$

3d						4s		4p		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑		xx		xx	xx	xx

sp^3 संकरण

$[Ni(CN)_4]^{2-}$ Ni (II) [Ar] $3d^8$ $4s^0$

3d						4s		4p		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	xx		xx		xx	xx	

dsp^2 संकरण

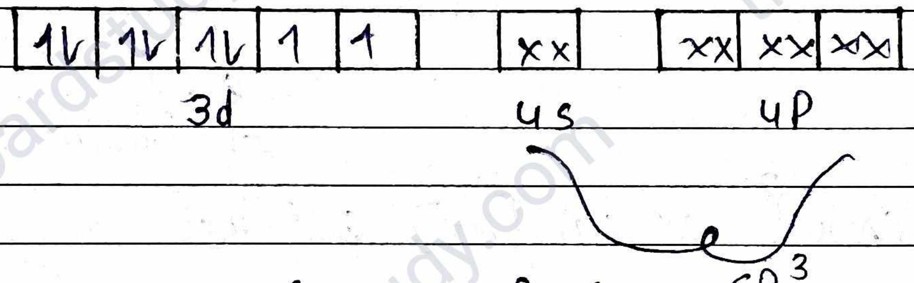
★ निम्नलिखित संकुल आयनों में केंद्रीय धातु में संकरण तथा ग्रहण की जाने वाली ज्यामिती का उल्लेख कीजिए।

I $[NiCl_4]^{2-}$

II $[Fe(CN)_6]^{3-}$

I $[NiCl_4]^{2-}$ संकुल आयन में Ni की ऑक्सीकरण अवस्था +2 होती है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Ar]3d^8$ है। इसमें sp^3 संकरण होता है, चूँकि Cl दुर्बल क्षेत्र लिगेंड है, इसलिए इलेक्ट्रॉन का युग्मन नहीं होता है। संकुल आयन में दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित है। अतः यह अनुचुंबकीय प्रकृति का है तथा ज्यामितीय चतुष्फलकीय होती है।

$[NiCl_4]^{2-}$ $_{28}Ni(II)$ Ar $3d^8$



(चतुष्फलकीय) sp^3 संकरण

II $[Fe(CN)_6]^{3-}$ संकुल आयन में Fe की ऑक्सीकरण अवस्था +3 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Ar]3d^5$ है। CN एक प्रबल क्षेत्र लिगेंड है।

इसकी उपस्थिति में 3d इलेक्ट्रॉनों का युग्मन होता है, केवल एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन शेष रहता है। अतः संकरण d^2sp^3 है, के कारण आंतरिक कक्षक संकुल बनाता है। संकुल आयन में एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित है। अतः यह अनुचुंबकीय प्रकृति का है तथा इसकी ज्यामितीय अष्टफलकीय होती है।

theboardstudy.com

उपसहसंयोजी यौगिक नोट्स - महत्वपूर्ण

★ समन्वयन क्षेत्र

लिगेण्ड (प्रकार)

कीलेट (अनुप्रयोग)

★ उप सह संयोजी संख्या

★ होमोलेप्टिक, हेट्रोलेप्टिक

नामकरण

समावयवता (1, 3)

★ वर्नर का उपसहसंयोजी सिद्धांत

★ प्रभावी परमाणु संख्या

कार्बधात्विक यौगिक