Chapter 9 Coordination Compounds उपसहसंयोजन यौगिक

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS
बहुविकल्पीय प्रश्न:

1. **The ligands and the coordination number for $[Cr(H_2O)_4(NO_2)_2]^-$ are**
   a) Ligands, Cr, H_2O ; Coordination no. – 4
   b) Ligands H_2O, NO_2 ; Coordination no. – 4
   c) Ligands H_2O, NO_2 ; Coordination no. – 6
   d) Ligands Cr, H_2O, NO_2 ; Coordination no. – 6

1. **$[Cr(H_2O)_4(NO_2)_2]^-$ के लिए लिगेंड्स और समन्वय संख्या हैं-**
   a) लिगेंड्स Cr, H_2O ; समन्वय सं. - 4
   b) लिगैंड्स H_2O, NO_2 ; समन्वय सं. - 4
   c) लिगैंड्स H_2O, NO_2 ; समन्वय सं. – 6
   d) लिगेंड्स Cr, H_2O, NO_2 ; समन्वय सं. – 6

2. **The groups satisfying the secondary valencies of a cation in a complex is:**
   a) Radical
   b) electron deficient molecule
   c) ligands
   d) all of these

2. **एक संकुल में धनायन की द्वितीयक संयोजकताओं को संतुष्ट करने वाले समूह कहलाते हैं:**
   a) मुक्त मूलक
   b) इलेक्ट्रॉन की कमी वाले अणु
   c) लिगेंड
   d) ये सभी

3. **Which one of the element with the following outer orbital configuration may exhibit the largest number of oxidation state?**
   a) $3d^5 4s^1$ b) $3d^5 4s^2$
   c) $3d^2 4s^2$ d) $3d^3 4s^1$

3. **निम्नलिखित बाहरी कक्षीय विन्यास वाले तत्वों में से कौन सी विन्यास अवस्था सबसे अधिक ऑक्सीकरण संख्या प्रदर्शित कर सकता है:**
   a) $3d^5 4s^1$ b) $3d^5 4s^2$
   c) $3d^2 4s^2$ d) $3d^3 4s^1$

4. **The number of unpaired electrons of in $[FeF_6]^{3-}$ and $[Fe(CN)_6]^{3-}$ respectively**
   a) 5,5 b) 5,1
   c) 1,5 d) 1,1

4. **$[FeF_6]^{3-}$ में और $[Fe(CN)_6]^{3-}$ के अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या क्रमशः: है :**
   a) 5,5 b) 5,1
   c) 1,5 d) 1,1

5. **$[PtBrCl(NO_2)(NH_3)]I$ complex on ionization will give the ion**
   a) I^- b) Cl^-
   c) Br^- d) all of them

5. **$[PtBrCl(NO_2)(NH_3)]I$ यौगिक आयनीकरण पर आयन प्रदान करेगा**
   a) I^- b) Cl^-
   c) Br^- d) इनमे सभी

6. **Oxidation State of Cu in $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ is**
   a) -2 b) +3
   c) +2 d) 0

6. **$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ में Cu की ऑक्सीकरण अवस्था होती है**
   a) -2 b) +3
   c) +2 d) 0

7. **For the square planar complex MXYZA, where M is central ligand X, Y, Z, A are monodentate ligands, the possible geometrical isomers are**
   a) 1 b) 2
   c) 4 d) 3

7. **वर्गाकार समतलीय यौगिक MXYZA के लिए, जहां M केंद्रीय धातु तथा लिगैंड X, Y, Z, A एकदंतुर लिगेंड हैं, संभावित ज्यामितीय समावयवी की संख्या होगी**
   a) 1 b) 2
   c) 4 d) 3

8. **The hybridisation involved in $[Ni(CN)_4]^{2-}$**
   a) sp^3 b) dsp^2
   c) sp^3d d) sp^3d^3

8. **$[Ni(CN)_4]^{2-}$ में संकरण हैं -**
   a) sp^3 b) dsp^2
   c) sp^3d d) sp^3d^3

9. **Which type of isomerism is represented by octahedral complex $Co(NH_3)_4Br_2Cl$ if Co is in +2 state**
   a) Geometrical and ionization
   b) Geometrical and optical
   c) Optical and ionization
   d) only geometrical

9. **यदि Co, +2 अवस्था में हो तो, किस प्रकार की समावयवता अष्टफलकीय संकुल $Co(NH_3)_4Br_2Cl$ द्वारा प्रदर्शित होगी।**
   a) ज्यामितीय और आयनीकरण
   b) ज्यामितीय और प्रकाशीय
   c) प्रकाशीय और आयनीकरण
   d) केवल ज्यामितीय

10. **Assign the charge on $[Co(NH_3)Cl_5]^x$**
    a) 1 b) -2
    c) -3 d) 0

© JCERT not to be republished

10. $[Co(NH_3)Cl_5]^x$ में आवेश निर्धारित कीजिए

a) 1 b) -2

c) -3 d) 0

Answer of MCQ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c	c	b	b	a	c	d	b	a	b

VERY SHORT ANSWER TYPE QUESTIONS:
अति लघु उत्तरीय प्रश्न

11. Write the formula of dichloro tetraamine platinum(IV).

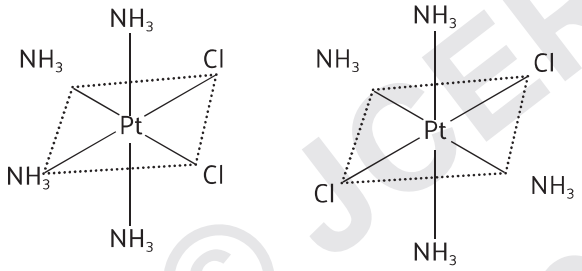
Ans - $[Pt(NH_3)_4Cl_2]^{+2}$

11. डाईक्लोरीडोटेट्राऐमीन प्लैटिनम (IV) का सूत्र लिखिए।

Ans - $[Pt(NH_3)_4Cl_2]^{+2}$

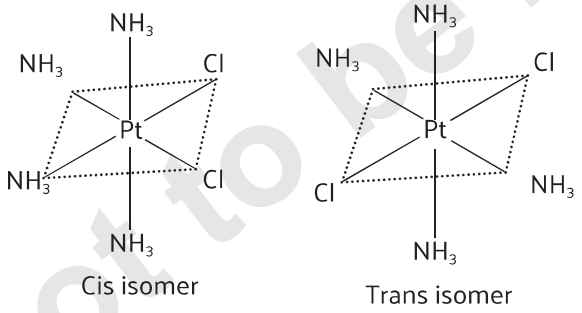
12. Illustrate the geometrical isomers of $[Pt(NH_3)_4Cl_2]^{+2}$.

Ans -



12. $[Pt(NH_3)_4Cl_2]^{+2}$ के ज्यामितीय समावयवियों को दर्शाइए।

उत्तर:



13. Write two differences between double salt and complex salt.

Ans-

Double salt	Complex salt
1.They usually contain two simple salt in equimolar proportion. 2. They are ionic compounds and do not contain any coordinate bond. 3. In aqueous solution they dissociate completely into individual ions.	1. The simple salt from which they are formed may or may not be in equimolar proportion. 2. They are generally ionic compounds but the complex part of the salt contains coordinate bond. 3. In aqueous solution they dissociate into complex.

13. द्विक लवण और जटिल लवण में दो अंतर लिखिए।

उत्तर:

द्विक लवण	जटिल लवण
1. सामान्य रूप से मे दो लवण समतुल्य अनुपात में होते हैं। 2. इन यौगिकों में केवल आयनिक बंध पाए जाते हैं कोई सहसंयोजक बंधन नहीं पाया जाता है। 3. जलीय विलयन में ये यौगिक वियोजित होकर अपने आयन में आयनित हो जाते हैं।	1. जटिल लवण समतुल्य अनुपात में नहीं हो सकते हैं। 2. इन यौगिकों के संकुल में संयोजक बंधन अवश्य ही उपस्थित रहते हैं। 3. जलीय विलियन मे ये जटिल आयन का निर्माण करते हैं।

14. What is oxidation number of iron in $K_4[Fe(CN)_6]$ and $Na_2[Fe(H_2O)(CN)_5]$?

Ans.- $K_4[Fe(CN)_6]$ - oxidation state of Fe is +2.

$Na_2[Fe(H_2O)(CN)_5]$ - oxidation state of Fe is +3.

14. $K_4[Fe(CN)_6]$ और $Na_2[Fe(H_2O)(CN)_5]$ में लोहे की ऑक्सीकरण संख्या क्या है?

उत्तर: $K_4[Fe(CN)_6]$ - Fe की ऑक्सीकरण अवस्था +2 है।

$Na_2[Fe(H_2O)(CN)_5]$ - Fe की ऑक्सीकरण अवस्था +3 है।

15. Give an example of ionization isomerism.

Ans. - $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ and $[Co(NH_3)5SO_4]Br$

15. आयनन समावयवता का एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर: $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ और $[Co(NH_3)_5SO_4]Br$

16. What type of isomerism is shown by $[Cr(H_2O)NCS]^{+2}$

Ans.- Linkage isomerism

16. $[Cr(H_2O)NCS]^{+2}$ संकुल द्वारा कौन सी समावयवता प्रदर्शित की जाती है।

उत्तर: बंधनी समावयवता

17. Give an example of homoleptic and heteroleptic coordination complex

Ans.- Homoleptic complex - $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$

Heteroleptic complex $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$

17. होमोलेप्टिक और हेटरोलेप्टिक समन्वयक संकुल का एक-एक उदाहरण दें

उत्तर: होमोलेप्टिक यौगिक - $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$

हेटरोलेप्टिक यौगिक - $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$

SHORT ANSWER QUESTIONS:
लघु उत्तरीय प्रश्न:

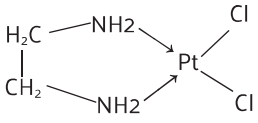
18. What do you mean by chelate? Give an example?

Ans- Chelate - Chelate is a multidentate ligand which coordinates with the metal atom at two or more points forming a ring-like structure. example - ethylenediamine

© JCERT not to be republished

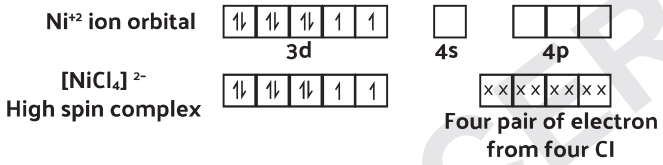
18. कीलेट से आप क्या समझते हैं ? एक उदाहरण दें?

उत्तर: कीलेट - कीलेट एक बहुदंतुर लिगैंड है जो दो या दो से अधिक बिंदुओं पर धातु के परमाणु के साथ मिलकर एक वलय जैसी संरचना का निर्माण करता है। उदाहरण - एथिलीनडायएमिन



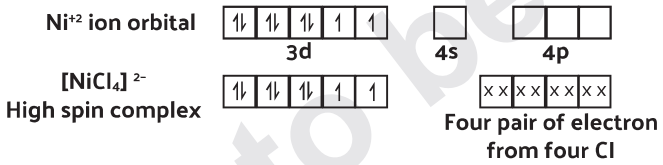
19. $[NiCl_4]^{2-}$ is paramagnetic while $Ni(CO)_4$ is diamagnetic though both are tetrahedral why?

Ans- In $[NiCl_4]^{2-}$, Ni^{+2} ion is coordinated to weak field Cl^- ligands by sp^3 hybridization with two unpaired electrons, whereas in $Ni(CO)_4$ Ni atom is in zero oxidation State. In the presence of strong ligand CO the unpaired electrons of Ni are paired up forming sp^3 hybridization. The unpaired electrons present in $[NiCl_4]^{4-}$ makes it paramagnetic.



19. $[NiCl_4]^{2-}$ अनुचुम्बकीय है जबकि $Ni(CO)_4$ प्रतिचुम्बकीय है यद्यपि दोनों चतुष्फलकीय हैं क्यों?

उत्तर: $[NiCl_4]^{2-}$ में Ni^{+2} आयन चार दुर्बल क्षेत्र लिगेण्ड Cl^- के साथ उपसहसंयोजक बंधन बनाता है जिनका संकरण sp^3 होता है एवं उनमें दो अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं, जबकि $Ni(CO)_4$ में Ni की ऑक्सीकरण संख्या 0 होती है। CO एक प्रबल क्षेत्र लिगेण्ड होने के कारण Ni के इलेक्ट्रॉन युग्मित हो जाते हैं तथा चार CO लिगेंड sp^3 संकरण प्राप्त करते हैं।



20. What is meant by unidentate, bidentate and ambidentate ligands? Give two examples for each.

Ans- <u>Unidentate ligand</u> - only one donor site is present in this type of ligand. example ammonia, chloride ion

<u>Bidentate ligand</u> - Bidented ligands are also Lewis base that donate two pair of electron to the central metal atom. example ethylene diamine and oxalate ion

<u>Ambidented ligand</u>- ligand that have two or more donor atoms but only one atom is attached to the metal during complex formation. Example- SCN, NO_2

20. एकदंतुर, द्विदंतुर और उभयदन्ती लिगेंड से क्या तात्पर्य है? प्रत्येक के लिए दो-दो उदाहरण दीजिए।

उत्तर: <u>एकदंतुर लिगेंड</u> - इस प्रकार की लिगेंड में केवल एक दाता केंद्र होता है। उदाहरण- अमोनिया, क्लोराइड आयन

<u>द्विदंतुर लिगेंड</u> - यह भी लुईस क्षार होते हैं जो दो इलेक्ट्रॉन युग्म केंद्रीय धातु को प्रदान कर सकते हैं। उदाहरण- एथिलीन डाईएमीन, ऑक्सलेट आयन

<u>उभयदन्ती लिगेंड</u> - इस प्रकार के लिगेंड में दो या दो से अधिक दाता परमाणु होते हैं लेकिन उप संयोजक यौगिक के निर्माण के दौरान केवल एक परमाणु केंद्रीय धातु से जुड़ा होता है।उदाहरण-SCN, NO_2

21. Why are transition metal complexes coloured? Explain why Zn^{+2} and Sc^{+3} ions are colorless.

Ans- Most of the transition metal compounds are coloured both in solid and aqueous solution due to the absorption of visible light radiation which promote an electron from one d -orbital to another d- orbital this is called d-d transition. The frequency of light which is absorbed lies in the visible region and also depends on the nature of ligand.

Sc^{3+} ion has completely vacant d-orbital and no electron is available for d-d transition. While Zn^{2+} ion has completely filled d-orbital and there is no d-d transition. Hence, Sc^{3+} and Zn^{2+} ions are colourless.

Sc^{3+} - $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^0\ 4S^0$

Zn^{2+} - $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^{10}\ 4S^0$

21. संक्रमण धातु संकुल साधारणत रंगीन क्यों होते हैं? परंतु व्याख्या कीजिए कि Zn^{+2} और Sc^{+3} आयन रंगहीन क्यों होते हैं।

उत्तर: दृश्य प्रकाश विकिरण के अवशोषण के कारण अधिकांश संक्रमण धातु यौगिक ठोस या जलीय विलयन में रंगीन होते हैं। दृश्य प्रकाश के अवशोषण से इलेक्ट्रॉन उत्तेजित होकर एक d-ऑर्बिटल से दूसरे d- ऑर्बिटल में चले जाते हैं जिसे d-d संक्रमण कहा जाता है। अवशोषित प्रकाश की आवृत्ति दृश्य पारस में होती है तथा लिगेंड की प्रकृति पर भी निर्भर करती है।

Sc^{+3} आयन के d-ऑर्बिटल पूर्णतः खाली एवं d-d संक्रमण के लिए कोई इलेक्ट्रॉन उपस्थित नहीं होता है जबकि Zn^{+2} का d-ऑर्बिटल पूरा भरा होता है एवं d-d संकरण संभव नहीं है, यही कारण है कि Sc^{+3} एवं Zn^{+2} के आयन रंगहीन होते हैं।

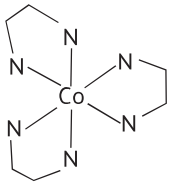
Sc^{3+} - $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^0\ 4S^0$

Zn^{2+} - $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^6\ 3d^{10}\ 4S^0$

22. What is the chelate effect? Why does $[Co(en)_3]^{+3}$ have a higher value of stability constant then $[Co(NH)_3]^{+3}$?

Ans- <u>Chelate effect</u> - The complexes resulting from coordination of metal ion with the chelating legends are thermodynamically much more stable than the complexes with non-chelating ligands is known as chelate effect.

ethylenediamine(en) is a bidentate ligand which forms Chelate with the metal atom. In $[Co(en)_3]^{+3}$ there are three chelate rings present that lead to higher values of stability constant.

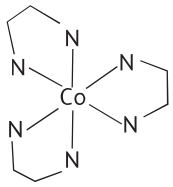


© JCERT not to be republished

22. कीलेट प्रभाव क्या है? क्यों $[Co(en)_3]^{+3}$ स्थिरता स्थिरांक का मान $[Co(NH_3)_3]^{+3}$ से अधिक है?

उत्तर: <u>कीलेट प्रभाव</u> - कीलेटिंग लिगेंड के साथ धातु आयन के समन्वय से उत्पन्न यौगिक ऊष्मागतिकी रूप से गैर-कीलेटिंग वाले लिगेंड की तुलना में बहुत अधिक स्थिर होते हैं इसे कीलेट प्रभाव के रूप जाना जाता है ।

Ethylenediamine(en) एक लिगेंड है जो धातु परमाणु के साथ किलेट बनाता है। $[Co(en)_3]^{+3}$ में तीन कीलेट वलय मौजूद हैं जो स्थिरता स्थिरांक के उच्च मूल्य की ओर ले जाते हैं।

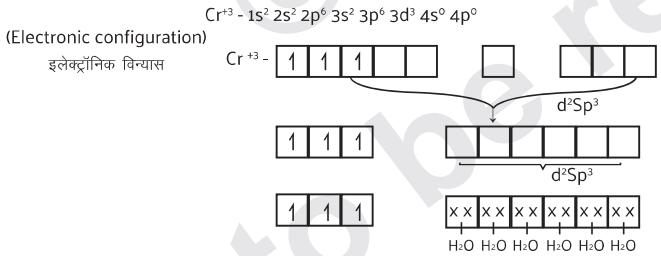


LONG ANSWER TYPE QUESTIONS:
दीर्घ उत्तरीय प्रश्न:

23. Using valence bond theory, explain the geometry and magnetic nature $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ ion.

Ans.- According to VBT, the ligand orbital overlaps with the vacant hybrid orbital of the central metal atom or ion and donate its lone pair electron to it.

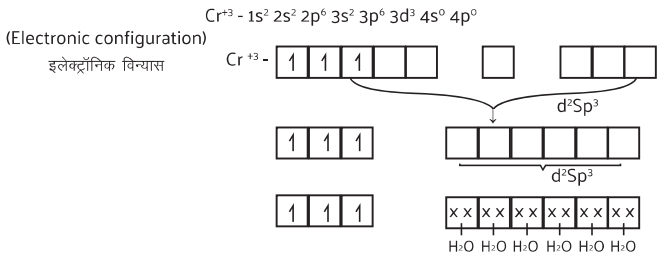
In the complex $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$, Cr metal is in +3 oxidation state the electronic configuration of Cr^{+3} ion is.



In $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ d^2sp^3 hybridization takes place in which two-d orbital, one-s orbital and three-p orbitals of central metal atom will participate. Since there are 3 unpaired electrons present in the complex, that complex is paramagnetic in nature.

23. संयोजी आबंध सिद्धांत का उपयोग करते हुए, $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ आयन की ज्यामिति और चुंबकीय प्रकृति की व्याख्या करें।

उत्तर- संयोजकता आबंध सिद्धांत के अनुसार लिगेंड आर्बिटल केंद्रीय धातु परमाणु के खाली कक्षक के साथ अतिव्यापन करते हैं एवं इलेक्ट्रॉन युग्म प्रदान करते हैं। $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ आयन में Cr धातु की ऑक्सीकरण संख्या + 3 होती है Cr^{+2} का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास



$[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ में d^2sp^3 सकरण होता है जिसमें दो-d, एक-s और तीन-p आर्बिटल धातु के सम्मिलित होते हैं। अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति के कारण $[Cr(H_2O)_6]^{+3}$ अनु चुंबकीय प्रवृत्ति का होता है।

24. Using IUPAC norms write the formula of following

a) Tetrahydroxozincate

b) Hexaamminecobalt(III) sulfate

c) Potassium Trioxalatochromate(III)

d) Pentaammine Nitrito -N-cobalt(III)

e) Tetrabromido cuprate(II)

Ans.- a) $[Zn(OH)_4]^{-2}$

b) $[Co(NH_3)_6]_2(SO_4)_3$

c) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$

d) $[CO(NH_3)_5(NO_2)]^{+2}$

e) $[CuBr_4]^{2-}$

24. IUPAC मानकों का प्रयोग करते हुए निम्नलिखित के सूत्र लिखिए

a) टेट्राहाइड्रोक्सोजिंकेट

b) हेक्साऐमीनकोबाल्ट (III) सल्फेट

c) पोटेशियम ट्राइऑक्सैलेटोक्रोमेट (III)

d) पेंटाऐमीन नाइट्रीटो-N-कोबाल्ट (III)

e) टेट्रा ब्रोमिडो क्यूप्रेट (II)

उत्तर- a) $[Zn(OH)_4]^{-2}$

b) $[Co(NH_3)_6]_2(SO_4)_3$

c) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$

d) $[CO(NH_3)_5(NO_2)]^{+2}$

e) $[CuBr_4]^{2-}$

25. Write down the IUPAC names of following compounds or ions

a) $[Mn(H_2O)_6]Cl_2$

b) $K_3[Fe(CN)_6]$

c) $[PtCl(NH_3)_2(NH_2CH_3)]Cl$

d) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

e) $Hg[Co(SCN)_4]$

Ans. - a) Hexa aqua manganese(II) chloride

b) Potassium hexacyanoferrate(III)

c) Diamminechloridomethylamine platinum(II)

d) Hexaamminenickel (II) chloride

e) Mercury tetrathiocyanatocobaltate(III)

25. निम्नलिखित यौगिकों या आयनों के IUPAC नाम लिखिए

a) $[Mn(H_2O)_6]Cl_2$

b) $K_3[Fe(CN)_6]$

© JCERT not to be republished

c) $[PtCl(NH_3)_2(NH_2CH_3)]Cl$

d) $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$

e) $Hg[Co(SCN)_4]$

उत्तर: a) हेक्सा एक्वा मैंगनीज (II) क्लोराइड

b)पोटेशियम हेक्सासायनोफेरेट (III)

c) डाइऐमीनक्लोरीडोमिथाइलऐमीन प्लेटिनम (II)

d)हेक्साएमीननिकेल (II) क्लोराइड

e)मरकरी टेट्राथायोसाइनेटोकोबाल्टेट (III)

26. What are the limitations of crystal field theory? If Δ_o is the octahedral crystal field splitting energy. Then what will be the CFSE for $Fe(CN)_6]_4$?

ans - The limitations of crystal field theory are as follows:

1) This theory is applicable to metal ions with d-orbitals and does not explain s- and p-orbitals.

2) This theory considers electrostatic attraction between central metal ion and ligands, hence considering only ionic bonds between them but does not account for covalent nature between them or coordinate bonds.

3) Water (H_2O) is a stronger ligand than OH, which this theory cannot explain satisfactorily.

Fe is in +2 oxidation state, and therefore the configuration will be $3d^6$.

Since the ligand is a strong field ligand, the excitation energy is greater than the pairing energy. Therefore, the configuration is $t_{2g}^6 e_g^0$.

CFSE= $6 \times (-0.4\Delta_o) = -2.4\ \Delta_o$.

26. क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धांत की सीमाएँ क्या हैं? यदि Δ_o अष्टफलकीय क्रिस्टल क्षेत्र विपाटन ऊर्जा है तो $[Fe(CN)_6]_4$ के लिए CFSE क्या होगा?

उत्तर: क्रिस्टल क्षेत्र सिद्धांत की सीमाएँ इस प्रकार हैं:

1) यह सिद्धांत d-ऑर्बिटल्स वाले धातु आयनों पर लागू होता है और s- और p-ऑर्बिटल्स की व्याख्या नहीं करता है।

2) यह सिद्धांत केंद्रीय धातु आयन और लिगेंड के बीच विद्युत आकर्षण पर विचार करता है, इसलिए उनके बीच केवल आयनिक बंधनों पर विचार करता है लेकिन उनके बीच सहसंयोजक प्रकृति या समन्वय बंधन के लिए नहीं है।

3) जल H_2O, OH की तुलना में एक प्रबल लिगैंड है, जिसे यह सिद्धांत संतोषजनक ढंग से नहीं समझा सकता है।

Fe +2 ऑक्सीकरण अवस्था में है, और इसलिए इसका विन्यास $3d^6$ होगा। चूंकि लिगैंड CN एक प्रबल क्षेत्र लिगैंड है, उत्तेजित ऊर्जा युग्मन ऊर्जा से अधिक होगी इसलिए विन्यास $t_{2g}^6 e_g^0$ है।

CFSE = $6 \times (-0.4\Delta_o) = -2.4\ \Delta_o$

© JCERT not to be republished