Chapter-10 {रसायन-विज्ञान}

उपसहसंयोजक यौगिक

बहुविकल्पीय :-

(i) कौन-सा आयन उपसंयोजक यौगिक नहीं बनाता है।

(ii) हैड्रोलेटिक संकर है।

(iii) कौन सा आयन बन्धनी समावयता दर्शाता है।

अतिलघु :

(I) उदासीन, धनायनिक तथा ऋणायनिक संकर यौगिकों में से प्रत्येक का एक एक उदाहरण दीजिए।

(II) एक षटदन्तुर लिगैण्ड का नाम लिखिए।

(III) जैविक क्रियाओं में उपसहसंयोजक यौगिकों के महत्व का उल्लेख कीजिए।

(IV) उपसहसंयोजक संख्या किसे कहते हैं। उदाहरण

(V) संयोजकता बन्ध सिद्धान्त की सीमाएँ क्या हैं।

Date

लघु उत्तरीय :→

(i) उपसहसंयोजक यौगिकों की संरचनात्मक समावयवता की व्याख्या उचित उदाहरण के साथ कीजिए।

(ii) वर्नर के सिद्धान्त को समझाइए। यदि $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ को जल - अपघटित किया जाए, तो कितने आयन बनेंगे।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न :→

(i) अष्टफलकीय क्रिस्टल क्षेत्र तथा चतुष्फलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d- कक्षकों का विपाटन किस प्रकार होता है। चित्र द्वारा दर्शाइए। दुर्बल क्षेत्र लिगैण्ड तथा प्रबल क्षेत्र लिगैण्ड को समझाइए।

प्रश्न 1. निम्न में से धनायनिक, ऋणायनिक तथा उदासीन संकर यौगिकों को छाँटिए।

$K_2[HgI_4]$, $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

$K_4[Fe(CN)_6]$, $[Ni(CO)_4]$

$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$

अथवा उदासीन, धनायनिक तथा ऋणायनिक संकर यौगिकों में से प्रत्येक का एक-एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर धनायनिक संकर यौगिक $[Co(NH_3)_6]Cl_3$, $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$

ऋणायनिक संकर यौगिक $K_2[HgI_4]$, $K_4[Fe(CN)_6]$

उदासीन संकर यौगिक $[Ni(CO)_4]$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ **[2]**

प्रश्न 4. एक षट्दन्तुर लिगैण्ड का नाम लिखिए।

उत्तर EDTA (एथिलीन डाइऐमीन टेट्राऐसीटेट) एक षट्दन्तुर लिगैण्ड है। *[2]*

प्रश्न 41. जैविक निकायों में उपसहसंयोजक यौगिक के महत्त्व को संक्षेप में लिखिए। ***(2016, 14)***

अथवा जैविक निकायों में उपसहसंयोजक यौगिकों के महत्त्व का उल्लेख कीजिए। ***(2018)***

उत्तर (i) प्रकाश संश्लेषण के लिए उत्तरदायी वर्णक, क्लोरोफिल मैग्नीशियम का उपसहसंयोजक यौगिक है। [½]

(ii) रक्त का लाल वर्णक हीमोग्लोबिन (जो ऑक्सीजन का वाहक है) आयरन का उपसहसंयोजक यौगिक है। [½]

(iii) विटामिन B_{12} सायनोकोबालऐमीन, प्रतिरक्षा प्रणाली, अरक्तता कारक, कोबाल्ट का उपसहसंयोजक यौगिक है। [½]

(iv) कार्बोक्सिपेप्टाइडेज-A एक एन्जाइम है, जो Zn का उपसहसंयोजक यौगिक है। [½]

प्रश्न 2. उपसहसंयोजन संख्या किसे कहते हैं? उदाहरण सहित समझाइए।

अथवा उपसहसंयोजन संख्या की परिभाषा लिखिए और $[Co(NH_3)_4]SO_4$ में कॉपर की ऑक्सीकरण संख्या ज्ञात कीजिए। ***(2014)***

अथवा समन्वय संख्या को एक उदाहरण द्वारा स्पष्ट कीजिए। ***(2018)***

उत्तर धातु आयन से जुड़े हुए दाता परमाणुओं की संख्या उपसहसंयोजन संख्या कहलाती है। [1]

उदाहरण $[Co(NH_3)]Cl_2$ में Co की उपसहसंयोजन संख्या 6 है। संकुल $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ में Cu की ऑक्सीकरण संख्या निम्न प्रकार से ज्ञात की जाती है

माना, Cu की ऑक्सीकरण संख्या $= x$

$\therefore \quad x + (0 \times 4) \times -2 = 0$

$x = +2$

अत; Cu की ऑक्सीकरण संख्या +2 है। [2]

प्रश्न 4. संयोजकता बन्ध सिद्धान्त की क्या सीमाएँ हैं? ***[2018]***

उत्तर *इस सिद्धान्त की सीमाँए निम्नलिखित हैं*

(i) इस सिद्धान्त में अनेक पूर्वानुमान करने पड़ते हैं।

(ii) इससे समन्वयी संख्या 4 वाले संकुलों की संरचना की सही व्याख्या नहीं होती।

(iii) इस सिद्धान्त से चुम्बकीय आँकड़ों की मात्रात्मक व्याख्या नहीं की जा सकती है।

(iv) इससे उपसहसंयोजक यौगिकों के रंग की व्याख्या नहीं होती है।

(v) इससे उपसहसंयोजक यौगिकों के गतिक तथा ऊष्मागतिकीय स्थायित्व की मात्रात्मक व्याख्या नहीं की जा सकती है। [3]

प्रश्न 2. उपसहसंयोजक यौगिकों की संरचनात्मक समावयवता की व्याख्या उचित उदाहरण के साथ कीजिए। ***(2017)***

उत्तर संरचनात्मक समावयवता

(i) **आयनन समावयवता** यह समावयवता सहसंयोजक गोलक तथा आयनन समूहों या आयन के विनिमय के कारण होती है।

उदाहरण $[Co(NH_3)_6]Cl_2$ तथा $[Co(NH_3)_5]NH_3Cl$ [1]

(ii) **जलयोजन समावयवता** यह उपसहसंयोजक संकुल में जल के अणुओं की संख्या में भिन्नता पर आधारित है।

उदाहरण $[Fe(H_2O)_6]Cl_3$ तथा $[Fe(H_2O)_5Cl]H_2O \cdot Cl_2$ [1]

(iii) **बन्धनी समावयवता** इस प्रकार की समावयवता उपसहसंयोजक यौगिक में उभयदन्ती लिगैण्ड (जैसे– —CN, $—NO_2$, आदि) की उपस्थिति के कारण उत्पन्न होती है, जो दोनों परमाणुओं में से किसी एक के द्वारा धातु आयन से जुड़े हो सकते हैं।

उदाहरण $M—NC$ तथा $M—CN$ [1]

(iv) **उपसहसंयोजक समावयवता** इस प्रकार की समावयवता तब पायी जाती है, जब धनायन तथा ऋणायन दोनों प्रकार के संकर हों।

उदाहरण $[Co(NH_3)_6]Cr(CN)_6$ तथा $[Co(CN)_6]Cr(NH_3)_6$ [1]

प्रश्न 3. वर्नर के सिद्धान्त को समझाइए। यदि $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ को जल-अपघटित किया जाए, तो कितने आयन बनेंगे?

उत्तर वर्नर का सिद्धान्त उपसहसंयोजक यौगिकों के गुणों के अध्ययन के लिए अनेक सिद्धान्त प्रतिपादित किए गए, परन्तु स्विस वैज्ञानिक **अल्फ्रेड वर्नर** (1893) ने उपसहसंयोजक यौगिकों की संरचनाओं के सम्बन्ध में अपने विचार प्रतिपादित किए। उन्होंने अनेक उपसंयोजक यौगिक बनाए तथा उनकी विशेषताओ को स्पष्ट किया तथा उनके भौतिक तथा रासायनिक व्यवहार का सामान्य प्रायोगिक तकनीकों द्वारा अध्ययन किया। [2]

इनके सिद्धान्त की मुख्य अवधारणाएँ निम्न हैं

(i) उपसहसंयोजक यौगिकों में धातुएँ दो प्रकार की संयोजकताएँ दर्शाती हैं प्राथमिक तथा द्वितीयक।

(ii) प्राथमिक संयोजकताएँ सामान्य रूप से आयनिक होती हैं तथा प्राय: ऋणात्मक आयनों द्वारा सन्तुष्ट होती है।

(iii) द्वितीयक संयोजकताएँ अन-आयनिक होती हैं। ये उदासीन अणुओं अथवा ऋणात्मक आयनों द्वारा सन्तुष्ट होती हैं। द्वितीयक संयोजकता उपसहसंयोजन संख्या के बराबर होती है तथा इसका मान किसी धातु के लिए सामान्यतया निश्चित होता है।

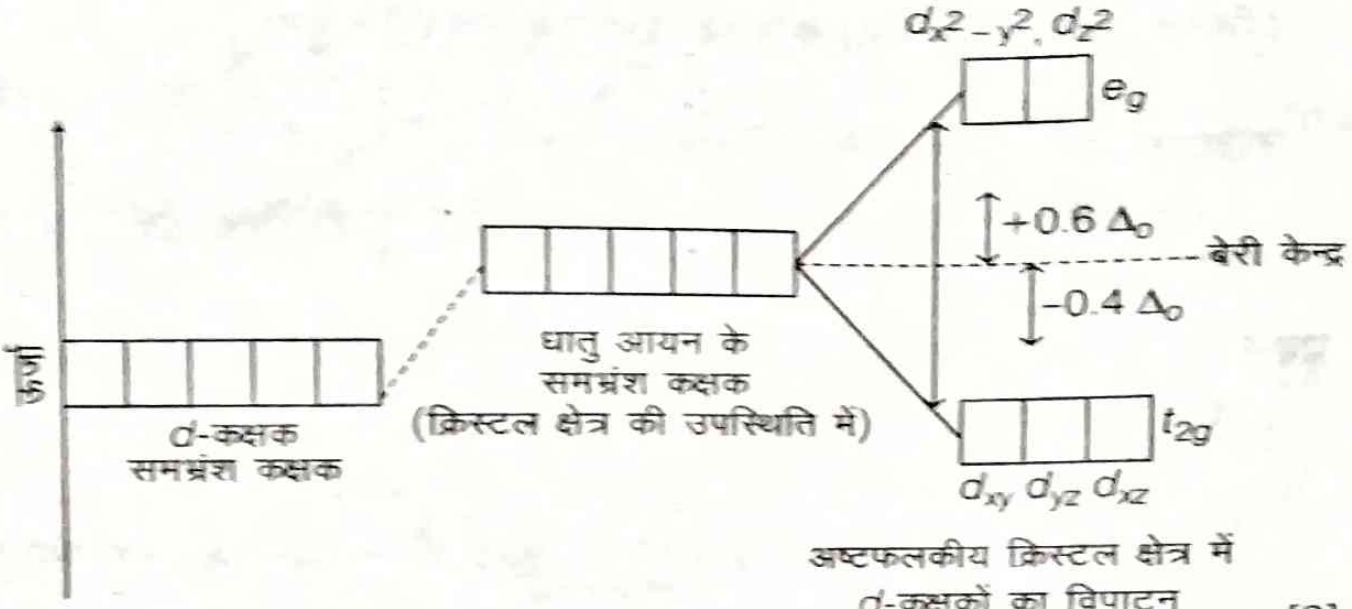
(iv) प्रत्येक धातु अपनी दोनों संयोजकताओं, अर्थात् प्राथमिक तथा द्वितीयक को सन्तुष्ट करती है। आवश्यकता पड़ने पर ऋणायन प्राथमिक तथा द्वितीयक दोनों प्रकार की संयोजकताओं को संतृप्त कर सकते हैं।

(v) धातु से द्वितीयक संयोजकता में आबन्धित आयन समूह विभिन्न उपसहसंयोजक संख्या के अनुरूप द्विक् स्थान में विशिष्ट रूप से व्यवस्थित रहते हैं। यदि $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ का जल-अपघटन किया जाए, तो आयनन निम्न प्रकार होगा

$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_5Cl]^{2+} + 2Cl^-$ तथा तीन आयनों का निर्माण होगा। [2]

प्रश्न 1. अष्टफलकीय क्रिस्टल क्षेत्र तथा चतुष्फलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d-कक्षकों का विपाटन किस प्रकार होता है? चित्र द्वारा दर्शाइए। दुर्बल क्षेत्र लिगैण्ड तथा प्रबल क्षेत्र लिगैण्ड को समझाइए।

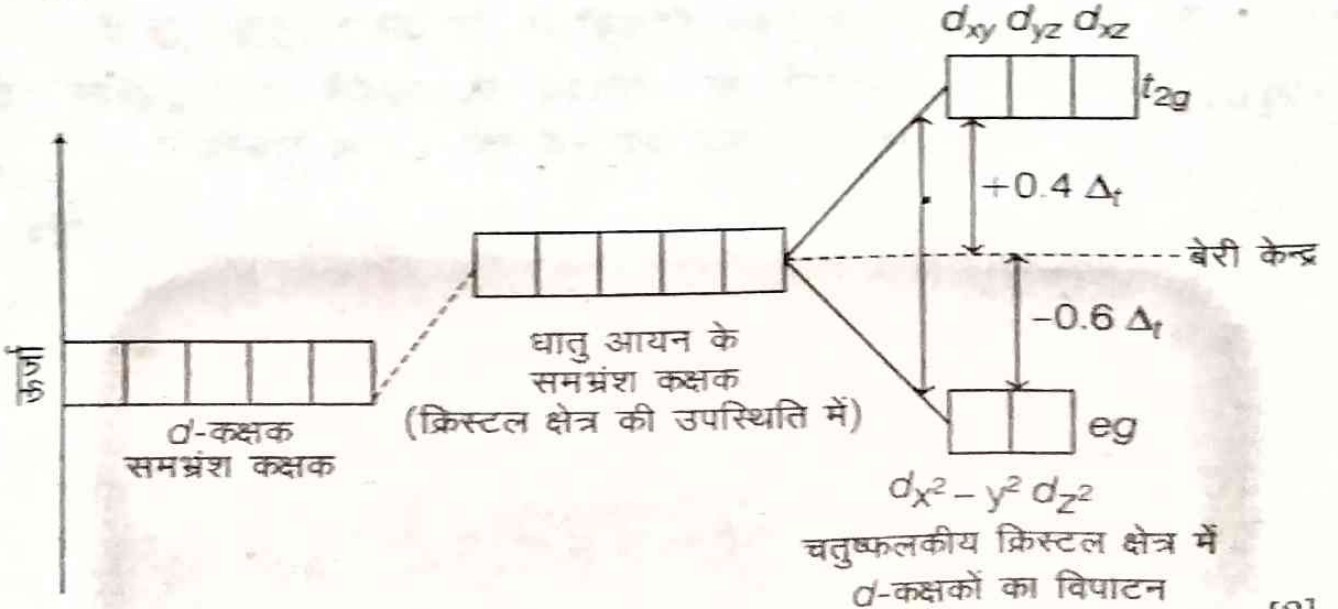
उत्तर *अष्टफलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d-कक्षकों का विपाटन निम्न प्रकार दर्शाया जाता है*



अष्टफलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d-कक्षकों का विपाटन

[2]

चतुष्फलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d-कक्षकों का विपाटन अष्टफलकीय से विपरीत होता है।



चतुष्फलकीय क्रिस्टल क्षेत्र में d-कक्षकों का विपाटन

[2]

दुर्बल क्षेत्र और प्रबल क्षेत्र लिगैण्ड वे लिगैण्ड, जो धातु आयन के समभ्रंश कक्षकों का विपाटन सरलता से कर देते हैं, प्रबल क्षेत्र लिगैण्ड कहलाते हैं। इस प्रकार के लिगैण्ड के कारण विपाटन ऊर्जा CFSE का उच्च मान प्राप्त होता है, जबकि वे लिगैण्ड जो धातु आयन के साथ मिलकर धातु के कक्षकों का विपाटन सरलता से नहीं करते हैं, दुर्बल क्षेत्र लिगैण्ड कहलाते हैं। ऐसे लिगैण्डों के कारण विपाटन ऊर्जा (CFSE) का कम मान प्राप्त होता है।

[1]