

کوآرڈینیشن مرکبات

(Coordination Compounds)



5262CH09

مقاصد

- اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد آپ اس قابل ہو جائیں گے کہ
- کوآرڈینیشن مرکبات کے ورز اصول کے مفروضات کی اہمیت کو سمجھ سکیں۔
- کوآرڈینیشن ہستی، مرکزی ایٹم/آئن، لگند (Ligand)، کوآرڈینیشن نمبر، کوآرڈینیشن اسفیر، کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن، تسکیری عدد، ہومولپٹک اور ہیٹرو پٹیک جیسی اصطلاحات کے معنی جان سکیں۔
- کوآرڈینیشن مرکبات کے تقسیمہ کے قاعدے سیکھ سکیں۔
- سالماتی کوآرڈینیشن مرکبات کے فارمولے اور نام لکھ سکیں۔
- کوآرڈینیشن مرکبات میں مختلف قسم کی آکسو میرزم کی تعریف بیان کر سکیں۔
- ویلنس بانڈ اور کرسٹل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی نوعیت کو سمجھ سکیں۔
- ہماری روزمرہ کی زندگی میں کوآرڈینیشن مرکبات کی اہمیت اور اطلاق کو سمجھ سکیں۔

کوآرڈینیشن مرکبات جدید غیر نامیاتی اور حیاتیاتی غیر نامیاتی کیمسٹری نیز کیمیائی صنعت کی ریڑھ کی ہڈی ہیں۔

گذشتہ اکائی میں ہم نے سیکھا ہے کہ عبوری دھاتیں بڑی تعداد میں کمپلیکس مرکبات کی تشکیل کرتی ہیں جن میں دھاتی ایٹم/آئن یا تعدیلی سالمات کی ایک بڑی تعداد سے الیکٹران کی ساجھے داری کی وجہ سے بندھے ہوتے ہیں۔ جدید اصطلاح میں اس قسم کے مرکبات کوآرڈینیشن مرکبات کہلاتے ہیں۔ کوآرڈینیشن مرکبات کی کیمسٹری جدید غیر نامیاتی کیمسٹری کا ایک اہم مبارزاتی شعبہ ہے۔ کیمیائی بندش اور سالماتی ساخت کے نئے تصورات نے حیاتیاتی نظام کے جاندار اجزاء کے افعال کی مکمل جانکاری فراہم کی ہے۔ کلوروفل، ہیموگلوبن اور وٹامن B₁₂ بالترتیب میکینیشیم، آئرن اور کوبالٹ کے کوآرڈینیشن مرکبات ہیں۔ فلزکاری کے مختلف عملوں، صنعتی وسیط اور تجزیاتی ریجٹ میں کوآرڈینیشن مرکبات کا استعمال ہوتا ہے۔ برقی ملمع کاری (Electroplating)، کپڑوں کی رنگائی اور ادویاتی کیمیا میں بھی کوآرڈینیشن مرکبات کے متعدد استعمال ہیں۔

سب سے پہلے سوئس کیمیا داں الفریڈ ورنر (1866-1919) نے کوآرڈینیشن مرکبات کی ساختوں کے متعلق اپنے خیالات پیش کیے۔ انھوں نے متعدد کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل کی اور سادہ تجرباتی تکنیکوں کی مدد سے ان کے طبعیاتی اور کیمیائی طرز عمل کا مطالعہ کیا۔ ورنر نے دھاتی آئن کے لیے پرائمری گرفت (Primary Valence) اور سیکنڈری گرفت (Secondary Valence) کا تصور پیش کیا۔ CoCl_2 ، CrCl_3 یا PdCl_2 جیسے بانٹری مرکبات کی پرائمری گرفت بالترتیب 3، 2 اور 2 ہوتی ہے۔ کوبالٹ (iii) کلورائیڈ کے امونیا کے ساتھ بننے والے مرکبات کے سلسلہ میں یہ پایا گیا ہے کہ ان کے عام درجہ حرارت پر ان کے محلول میں سلور نائٹریٹ کی وافر مقدار ملانے میں کچھ کلورائیڈ آئن AgCl کی شکل میں ترتیب ہو جاتے ہیں اور کچھ محلول میں ہی رہ جاتے ہیں۔

9.1 کوآرڈینیشن

مرکبات کا ورز

نظریہ

(Werner's Theory of Coordination Compounds)

1 mol	$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ پیلا	دیتا ہے	3 mol AgCl
1 mol	$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ بیگنی	دیتا ہے	2 mol AgCl
1 mol	$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ ہرا	دیتا ہے	1 mol AgCl
1 mol	$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ بنفشی	دیتا ہے	1 mol AgCl

مذکورہ بالا مشاہدات اور محلول میں ایصالیت کی پیمائش کے نتائج کو مندرجہ ذیل نکات کی بنیاد پر سمجھایا جاسکتا ہے۔ اگر (i) تعامل کے دوران کل ملا کر چھ گروپ (کلورائیڈ آئن یا امونیا سالمات یا دونوں) کو بالٹ آئن سے جڑے رہیں اور (ii) مرکبات کی فارمولہ سازی جدول 9.1 کے مطابق کی جائے، جن میں بڑے بریکٹ میں دکھائے گئے ایٹم ایک واحد ہستی کی تشکیل کرتے ہیں جو کہ تعامل کے حالات میں تحلیل نہیں ہوتے۔ ورنہ دھاتی آئن سے جڑے ان گروپوں کی تعداد کو سیکنڈری گرفت کا نام دیا۔ ان سبھی مثالوں میں سیکنڈری گرفت 6 ہے۔

جدول 9.1 کو بالٹ (iii) کلورائیڈ۔ امونیا کمپلیکس کی فارمولہ سازی

رنگ	فارمولہ	Solution conductivity corresponds to
پیلا	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} 3\text{Cl}^-$	1:3 الیکٹروائٹ
بیگنی	$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+} 2\text{Cl}^-$	1:2 الیکٹروائٹ
ہرا	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+ \text{Cl}^-$	1:1 الیکٹروائٹ
بنفشی	$[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+ \text{Cl}^-$	1:1 الیکٹروائٹ

نوٹ کیجیے کہ جدول 9.1 میں آخری دو مرکبات کے نسبتی فارمولے یکساں ہیں $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ لیکن خصوصیات مختلف ہیں۔ اس قسم کے مرکبات آئسومر (Isomer) کہلاتے ہیں۔ ورنہ 1898 میں کوآرڈینیشن مرکبات کا نظریہ پیش کیا۔ اہم تصورات ذیل میں دیے گئے ہیں۔

- 1- کوآرڈینیشن مرکبات میں دھاتیں دو قسم کی گرفت ظاہر کرتی ہیں پرائمری اور سیکنڈری
- 2- پرائمری گرفتیں عام طور سے آئینی ہوتی ہیں اور منفی آئینوں سے مطمئن رہتی ہیں۔
- 3- سیکنڈری گرفتیں غیر آئینی ہوتی ہیں۔ یہ تعدیلی سالمات یا منفی آئینوں سے مطمئن رہتی ہیں۔ سیکنڈری گرفت کوآرڈینیشن نمبر کے مساوی ہوتی ہے اور اس کی قدر کسی دھات کے لیے مقرر ہوتی ہے۔
- 4- دھات سے سیکنڈری گرفت کے ذریعہ بندھے ہوئے آئن رگروپ مختلف کوآرڈینیشن نمبر کے نظیری مخصوص طریقے سے مرتب ہوتے ہیں۔

جدید فارمولہ سازی میں اس قسم کی مکانی ترتیب (Spatial Arrangements) کوآرڈینیشن پالی ہیڈرا کہلاتی ہے۔ مربع بریکٹ میں لکھی اسپیشز کوآرڈینیشن ہستیاں یا کمپلیکس کہلاتی ہیں اور مربع بریکٹ کے باہر لکھے آئن کاؤنٹر آئن کہلاتے ہیں۔

اس نے یہ بھی تصور پیش کیا ہے کہ عبوری دھاتوں کے کوآرڈینیشن مرکبات میں عام طور سے آکٹا ہیڈرل، ٹیٹرا ہیڈرل اور اسکوائر پلینر جیومیٹریائی شکلیں پائی جاتی ہیں۔ اس طرح $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ، $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ اور $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ آکٹا ہیڈرل ہستیاں ہیں جب کہ $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ اور $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ بالترتیب ٹیٹرا ہیڈرل اور اسکوائر پلینر ہستیاں ہیں۔

آبی محلولوں میں کیے گئے مندرجہ ذیل مشاہدات کی بنیاد پر مندرجہ ذیل مرکبات میں سیکنڈری گرفت بتائیے۔

فارمولہ	دافر مقدار میں AgNO_3 ملانے پر فی مول مرکب سے ترسیب ہونے والے AgCl کے مولوں کی تعداد
$\text{PdCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ (i)	2
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ii)	2
$\text{OPtCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$ (iii)	0
$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (iv)	1
$\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ (v)	0

سیکنڈری (i) 4	سیکنڈری (ii) 6
سیکنڈری (iii) 6	سیکنڈری (iv) 6
	سیکنڈری (v) 4

حل

دوہرے نمک اور کمپلیکس کے درمیان فرق (Difference between a double

Salt and a Complex)

دوہرے نمک اور کمپلیکس دونوں ہی دو یا دو سے زیادہ مستحکم مرکبات کے تناسب پیمائی اتحاد کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ حالانکہ یہ اس حقیقت کی بنیاد پر ایک دوسرے سے مختلف ہیں کہ کاربنیلائٹ $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ، موہر نمک $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ، پوٹاش ایلیم (پھٹکری) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ وغیرہ جیسے دوہرے نمک پانی میں حل ہو کر مکمل طور سے آئنوں میں تحلیل ہو جاتے ہیں۔ تاہم $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ کا $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ کمپلیکس آئن Fe^{2+} اور CN^- میں تحلیل نہیں ہوتا۔



(1866-1919)

ورنر کی پیدائش 12 دسمبر 1866 میں ایلسیس کی فرانسیسی ریاست کی ایک چھوٹی سی برادری مل ہاؤس (Mul House) میں ہوئی۔ انھوں نے کیمسٹری کا مطالعہ کارل سہ (جرمنی) میں شروع کیا اور زیورخ (سوئزرلینڈ) میں جاری رہا جہاں انھوں نے 1890 میں ڈاکٹریٹ کے اپنے مطالعے میں کچھ نائٹروجن پر مشتمل کاربن کے مرکبات کی خصوصیات میں فرق کو آکسو میرزم کی بنیاد پر واضح کیا۔ انھوں نے وائنٹ ہاف کے ٹیٹراہیڈرل کاربن ایٹم کے نظریہ میں اصلاح کر کے نائٹروجن کے لیے اس کی توسیع کی۔ طبعی پیمائشوں کی بنیاد پر ورنر نے کمپلیکس مرکبات کے درمیان بھری اور برقی فرق کو ظاہر کیا۔ درحقیقت ورنر ہی وہ پہلا شخص تھا جس نے کچھ مخصوص کوآرڈینیشن مرکبات میں آپٹکل ایکٹیویٹی کی کھوج کی۔

وہ 1895 میں 29 برس کی عمر میں ہی زیورخ کے Thechinsche Hochschule میں پروفیسر بن گئے تھے۔ الفریڈ ورنر ایک کیمیا داں اور ماہر تعلیم تھے۔ ان کے کمالات میں کوآرڈینیشن مرکبات کے نظریہ کا ارتقا شامل ہے۔ یہ نظریہ جس میں ورنر نے ایٹموں اور سالمات کے درمیان بندش کے بارے میں انقلابی تصورات پیش کیے، صرف تین برس کے وقفہ (1893-1890) میں پیش کیا۔ انھوں نے اپنی زندگی کا باقی وقت اپنے لیے تصورات کی توثیق کے لیے تجرباتی حمایت جمع کرنے میں خرچ کیا۔ ورنر پہلے سوئزر کیمیا داں تھے جنھیں کوآرڈینیشن تھیوری اور ایٹموں کے درمیان بندش پر کیے گئے کام کے لیے 1913 میں نوبل انعام سے نوازا گیا۔

9.2 کوآرڈینیشن مرکبات سے متعلق کچھ اہم ارکان کی تعریفیں

(a) کوآرڈینیشن ہستی (Coordination Entity)

مرکزی دھاتی ایٹم یا آئن سے کسی مقررہ تعداد میں جڑے ہوئے آئن یا سالمات مل کر کوآرڈینیشن ہستی کی تشکیل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر $[\text{CoCl}_3(\text{NH}_3)_3]$ ایک کوآرڈینیشن ہستی ہے جس میں کوہالت آئن تین امونیا سالمات اور تین کلورائیڈ آئنوں سے گھرا ہوا ہے۔ دیگر مثالیں ہیں $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$, $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$

(b) مرکزی ایٹم/آئن (Central Atom/Ion)

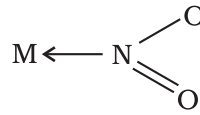
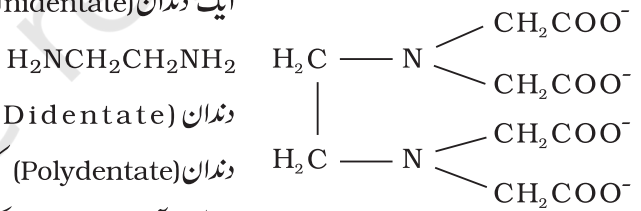
کوآرڈینیشن ہستی میں وہ ایٹم/آئن ہیں جس کے چاروں طرف آئنوں/گروپوں کی ایک مقررہ تعداد ایک متعین جیومیٹریائی ترتیب میں موجود ہوتی ہے، مرکزی ایٹم یا آئن کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر کوآرڈینیشن ہستیتوں $[\text{NiCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]$, $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ are Ni^{2+} , Co^{3+} and Fe^{3+} میں مرکزی ایٹم/آئن بالترتیب Fe^{3+} , Co^{3+} اور Ni^{2+} ہیں۔ یہ مرکزی ایٹم/آئن لوکس ایسڈ بھی کہلاتے ہیں۔

(c) لیگند (Ligands)

کوآرڈینیشن ہستی میں مرکزی ایٹم یا آئن سے منسلک آئن یا سالمات لیگند کہلاتے ہیں۔ یہ سادہ آئن ہو سکتے ہیں جیسے Cl^- ، چھوٹے سالمات ہو سکتے ہیں جیسے کہ H_2O یا NH_3 ، بڑے سالمات ہو سکتے ہیں مثلاً $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ یا $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3$ یا میکروسالمات (Macromolecules) بھی ہو سکتے ہیں جیسے کہ پروٹین۔

جب ایک لیگند دھاتی آئن سے ایک واحد معطی ایٹم جیسے H_2O یا NH_3 سے منسلک ہوتا ہے تو ایک لیگند ایک دندان (Unidentate) کہلاتا ہے۔ جب لیگند دو معطی ایٹموں سے منسلک ہوتا ہے جیسا کہ $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ (Ethane-1,2-diamine) یا $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (آگنریلیٹ) تو لیگند دو دندان (Didentate) کہلاتا ہے اور جب واحد لیگند میں کئی معطی ایٹم موجود ہوں تو یہ کثیر دندان (Polydentate) کہلاتا ہے جیسے کہ $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3$ میں۔ استھالین ڈائی امین ٹیڑا ایسٹیٹ آئن (EDTA^{4-}) ایک اہم شش دندان (Hexadentate) لیگند ہے۔ یہ دو نائٹروجن اور چار آکسیجن ایٹموں کے ذریعہ ایک مرکزی دھاتی آئن سے جڑ سکتا ہے۔

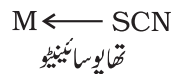
جب ایک دو دندان یا کثیر دندان لیگند ایک ساتھ اپنے دو یا دو سے زیادہ معطی ایٹموں کے ذریعہ واحد دھاتی آئن سے جڑتا ہے تو یہ کلیٹ لیگند (Chelate Ligand) کہلاتا ہے اس قسم کے لیگند گروپوں کی تعداد لیگند کی ڈینٹیسٹی (Denticity) کہلاتی ہے۔ اس قسم کے کمپلیکس کلیٹ کمپلیکس کہلاتے ہیں اور یہ ایک دندان پر مشتمل اسی طرح کے کمپلیکس کے مقابلے زیادہ مستحکم ہوتے ہیں وہ لیگند جو مختلف (donor)



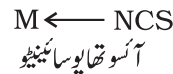
nitrito-N



nitrito-O



تھائوسائیائیڈ



آکسو تھائوسائیائیڈ

ایٹم سے جڑ سکتا ہے، ایبھی ڈینٹ (Ambidentate) لیگنڈ کہلاتے ہیں۔ اس قسم کے لیگنڈ کی مثالیں ہیں۔ NO_2^- اور SCN^- آئن NO_2^- آئن یا ٹو نائٹروجن سے یا آکسیجن کے ذریعہ مرکزی دھاتی ایٹم آئن سے کوآرڈینیٹ ہو سکتا ہے۔ اسی طرح SCN^- آئن سلفر یا نائٹروجن ایٹم سے کوآرڈینیٹ ہو سکتا ہے۔

(d) کوآرڈینیٹیشن نمبر (Coordination Number)

ایک کمپلیکس میں دھاتی آئن کا کوآرڈینیٹیشن نمبر ان لیگنڈ معطی ایٹموں کے مساوی ہوتا ہے جن سے دھات براہ راست منسلک ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس آئن $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ اور $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ میں Pt اور Ni کے کوآرڈینیٹیشن نمبر بالترتیب 6 اور 4 ہیں۔ اسی طرح کمپلیکس آئن $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ اور $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ میں Fe اور Co دونوں کا کوآرڈینیٹیشن نمبر 6 ہے۔ کیونکہ $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ اور $(\text{Ethane-1,2-diamine})\text{en}$ ڈائی ڈینٹ لیگنڈ ہیں۔

یہاں یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ مرکزی ایٹم آئن کا کوآرڈینیٹیشن نمبر مرکزی ایٹم آئن اور لیگنڈ کے درمیان تشکیل پانے والے سگما بانڈ کی تعداد پر متعین ہوتی ہے۔ اگر لیگنڈ اور مرکزی ایٹم آئن کے درمیان Pi بانڈ تشکیل پاتے ہیں تو انھیں شمار نہیں کیا جاتا۔

(e) کوآرڈینیٹیشن اسفینر (Coordination Sphere)

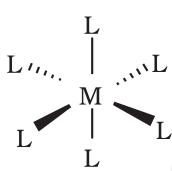
مرکزی ایٹم آئن اور اس سے منسلک لیگنڈ کو مربع بریکٹ میں لکھا جاتا ہے اور اسے مجموعی طور پر کوآرڈینیٹیشن اسفینر کہا جاتا ہے۔ آئیونی گروپ کو مربع بریکٹ سے باہر لکھا جاتا ہے اور یہ کاؤنٹر آئن کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ہے اور کاؤنٹر آئن K^+ ہے۔

(f) کوآرڈینیٹیشن پالی ہیڈرون (Coordination Polyhedron)

مرکزی ایٹم آئن سے براہ راست منسلک لیگنڈ ایٹموں کی مکانی ترتیب کو مرکزی ایٹم کے اطراف کوآرڈینیٹیشن پالی ہیڈرون کہا جاتا ہے۔ آکٹا ہیڈرل اسکوائر پلانر اور ٹیٹرا ہیڈرل سب سے عام کوآرڈینیٹیشن پالی ہیڈرا ہیں۔ مثال کے طور پر $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ آکٹا ہیڈرل ہے، $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ٹیٹرا ہیڈرل ہے اور $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ اسکوائر پلانر ہے۔

(g) مرکزی ایٹم کا تکسیدی عدد (Oxidation number of Central Atom)

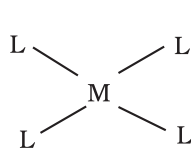
کمپلیکس میں مرکزی ایٹم کا تکسیری عدد اس چارج کے برابر ہے جو اس وقت پیدا ہوتا ہے جب ان تمام لیگنڈ کو الیکٹران جوڑوں سمیت ہٹا لیا جائے جو مرکزی ایٹم کے ساتھ شریک ہیں۔ تکسیدی عدد کو کوآرڈینیٹیشن ہستی کے نام میں



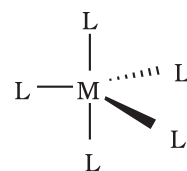
آکٹا ہیڈرل



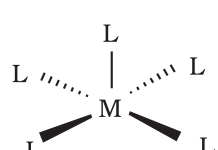
ٹیٹرا ہیڈرل



اسکوائر پلینر



ٹرائی گول بائی پیرامیڈل



اسکوائر پلانر

شکل 9.1: میں مختلف کوآرڈینیٹیشن پالی ہیڈرا کی شکلیں دکھائی گئی ہیں۔

M مرکزی ایٹم / آئن کو ظاہر کرتا ہے اور L، a (Unidentate) لیگنڈ کوڈ

مرکزی ایٹم کی علامت کے ساتھ قوسین میں رومن ہندسے کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ میں کارپ کا تکسیری عدد +1 ہے اور اسے $\text{Cu}(\text{II})$ لکھا جاتا ہے۔

(h) ہومو لیپٹک اور ہیٹرو لیپٹک کمپلیکس (Homoleptic and Heteroleptic

Complexes)

وہ کمپلیکس جن میں دھات صرف ایک ہی قسم کے معطی گروپوں سے منسلک ہوتی ہے وہ ہومو لیپٹک (Homoleptic) کہلاتے ہیں مثلاً $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ۔ وہ کمپلیکس جن میں دھات ایک سے زیادہ قسم کے معطی گروپوں سے منسلک ہوتی ہے وہ ہیٹرو لیپٹک (Heteroleptic) کہلاتے ہیں مثلاً $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ ۔

کوآرڈینیشن کیمسٹری میں خاص طور سے آکسومر پر غور کرتے وقت، فارمولوں اور ناموں کو باقاعدگی کے ساتھ اور واضح طور پر لکھنے کے لیے تسمیہ کی بہت اہمیت ہے۔ کوآرڈینیشن مرکبات کے لیے جو فارمولے اور نام اختیار کیے گئے ہیں وہ IUPAC کی سفارشات پر مبنی ہیں۔

9.3 کوآرڈینیشن
مرکبات کا تسمیہ
(Nomenclature of
Coordination
Compounds)

9.3.1 ایک نیوکلیائی کوآرڈینیشن ہستیتوں کے فارمولے

(Formulas of Mononuclear Coordination Entities)

مرکب کا فارمولہ مرکب کی ترکیب کے متعلق اطلاعات کو مختصر اور آسان شکل میں ظاہر کرنے کا ایک طریقہ ہے۔ ایک نیوکلیائی ہستیاں واحد مرکزی دھاتی ایٹم پر مشتمل ہوتی ہیں۔ فارمولے لکھتے وقت مندرجہ ذیل قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے۔

- (i) سب سے پہلے مرکزی ایٹم کو لکھا جاتا ہے۔
- (ii) اس کے بعد لیگند کو انگریزی حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ لیگند کا مقام اس کے چارج پر منحصر نہیں ہوتا۔
- (iii) کثیر دندان لیگند کو بھی حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ مخفف لیگند کے معاملے میں مخفف کے پہلے حرف کا استعمال حرف تہجی کی ترتیب میں لیگند کے مقام کا تعین کرنے میں کیا جاتا ہے۔
- (iv) مکمل کوآرڈینیشن ہستی چارج شدہ ہو یا نہیں، کے لیے فارمولہ مربع بریکٹ میں لکھا جاتا ہے۔ جب لیگند کثیر ایٹمی ہو تو ان کے فارمولے مربع بریکٹ میں لکھے جاتے ہیں۔ جب لیگند کثیر ایٹمی ہو تو ان کے فارمولے قوسین میں لکھے جاتے ہیں۔ لیگند کے مخفف بھی قوسین میں لکھے جاتے ہیں۔
- (v) کوآرڈینیشن اسفیر کے اندر لیگند اور دھات کے درمیان خالی جگہ نہیں چھوڑی جاتی۔
- (vi) جب چارج شدہ کوآرڈینیشن ہستی کے فارمولے کو بغیر کاؤنٹر آئن کے لکھا جاتا ہے تو چارج کو مربع بریکٹ کے باہر دائیں طرف Super Script میں لکھا جاتا ہے جس میں پہلے چارج کا عدد اور پھر اس کی علامت لکھی جاتی ہے مثلاً $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ، $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$

نوٹ: 2004 IUPAC کی
سفارشات کے مطابق لیگند کو
حرف تہجی کے اعتبار سے
ترتیب دیا جانا ہے ان کے چارج
کے بلا لحاظ

9.3.2 یک نیوکلیائی

کوآرڈینیشن

مرکبات کا تسمیہ

(Naming of
Mononuclear
Coordination
Compounds)

کوآرڈینیشن مرکبات کے نام جمعی تسمیہ کے اصولوں کا اتباع کرتے ہوئے اخذ کیے جاتے ہیں۔ اس طرح وہ گروپ جو مرکزی ایٹم کو گھیرے رہتا ہے انہیں بھی نام میں شامل کیا جاتا ہے۔ یہ مناسب ضارب کے ہمراہ ایٹم کے نام میں سابقہ کے طور پر لکھے جاتے ہیں۔ کوآرڈینیشن مرکبات کے نام لکھتے وقت مندرجہ ذیل قاعدوں کا اطلاق ہوتا ہے۔

- (i) مثبت اور منفی چارج شدہ دونوں کوآرڈینیشن ہستیوں میں سے سب سے پہلے کیٹ آئن کا نام لکھا جاتا ہے۔
- (ii) لیگند کے نام کو مرکزی ایٹم/آئن سے پہلے حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ (یہ طریقہ فارمولہ لکھنے کے طریقہ کے برعکس ہے)

(iii) این آینی لیگند کے نام کے آخر میں O- آتا ہے۔ تعدیلی اور کیٹ آینی لیگند کے نام وہی رہتے ہیں، کچھ استثنائی بھی ہیں جیسے H_2O کے لیے ایکوا (Equa)، NH_3 کے لیے امین (Amine) Co کے لیے کاربنل اور No کے لیے نائٹروسل۔ انہیں () میں لکھا جاتا ہے۔

(iv) کوآرڈینیشن ہستی میں انفرادی لیگند کی تعداد کو ظاہر کرنے کے لیے مونو، ڈائی، ٹرائی وغیرہ کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جب لیگند کے نام میں عددی سابقہ شامل ہو تو tris، bis اور tetrakis اصطلاحات کا استعمال کیا جاتا ہے اور ایسے لیگند کو قوسین میں لکھتے ہیں۔ مثال کے طور پر $[NiCl_2(PPh_3)_2]$ کا نام ڈائی کلوروس (ٹرائی) فینائل فاسفین (نکل (II)) ہے۔

(v) کیٹ آئن، این آئن یا تعدیلی کوآرڈینیشن ہستی میں دھات کا تکسیدی عدد قوسین میں رومن ہندسے کے ذریعہ ظاہر کیا جاتا ہے۔

(vi) اگر کمپلیکس آئن کیٹ آئن ہے تو دھات کا نام وہی رہتا ہے جو عنصر کا نام ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس کیٹ آئن میں Co کا نام کوبالٹ ہے اور pt پلٹیم ہے۔ اگر کمپلیکس این آئن ہے تو دھات کے نام کے آخر میں لاحقہ ate لگایا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر کمپلیکس این آئن $[Co(SCN)_4]^{2-}$ میں Co کو کوبالٹیٹ (Cobaltate) کہتے ہیں۔ کچھ دھاتوں کے لیے کمپلیکس این آینوں میں لاطینی ناموں کا بھی استعمال کیا جاتا ہے مثلاً Fe کے لیے فیریٹ (Ferrate)۔

(vii) تعدیلی کمپلیکس سالمات کے نام کمپلیکس کیٹ آئن کی طرح ہی رکھے جاتے ہیں مندرجہ ذیل مثالوں سے کوآرڈینیشن مرکبات کے تسمیہ کی وضاحت ہو جائے گی۔

1- $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$ کا نام ہے۔

ٹرائی امین ٹرائی ایکوا کرومیم (iii) کلورائیڈ

وضاحت: کمپلیکس آئن مربع بریکٹ کے اندر ہے جو کہ کیٹ آئن ہے۔

امین لیگند کا نام ایکوا لیگند سے پہلے حرف تہجی کی ترتیب میں لکھا جاتا ہے۔ کیونکہ مرکب میں تین کلورائیڈ آئن ہیں لہذا کمپلیکس پر چارج $+3$ (کیونکہ مرکب برقی اعتبار سے تعدیلی ہے) ہونا چاہیے۔ کمپلیکس آئن اور لیگند پر موجود چارج کی مدد سے ہم دھات کے تکسیدی عدد کا حساب لگاتے ہیں۔ اس مثال میں تمام لیگند تعدیلی سالمات ہیں لہذا کرومیم کا تکسیدی عدد کمپلیکس آئن کے چارج یعنی $+3$ کے مساوی ہونا چاہیے۔

نوٹ: IUPAC-2004 کی سفارشات کے مطابق این آینی لیگند Ido پر ختم ہوں گے تاکہ کلورو، Chlorido بن جائے۔

2- $[\text{Co}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]_2(\text{SO}_4)_3$ کا نام ہے۔

ٹرس (اتھین-1، 2- ڈائی امین) کو بالٹ (iii) سلفیٹ

وضاحت: سلفیٹ آئن اس سالمہ میں کاؤنٹر آئن ہے۔ کیونکہ یہ دو کمپلیکس کیٹ آئون سے بندش کے لیے تین سلفیٹ آئن لیتا ہے۔ مزید یہ کہ Ethane-1,2-diamine ایک تعدیلی سالمہ ہے اس لیے کمپلیکس آئن میں کو بالٹ کا تکسیدی عدد 3+ ہونا چاہیے۔ یاد رہے کہ آئی مرکب کے نام میں آپ کو کبھی بھی کیٹ آئن یا این آئن کی تعداد کو ظاہر نہیں کرنا ہے۔

3- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2][\text{Ag}(\text{CN})_2]$ کا نام ہے۔

ڈائی امین سلور (I) ڈائی سائٹوارجنٹیٹ (I)

مثال 9.2

مندرجہ ذیل کو آرڈینیشن مرکبات کے فارمولے لکھیے۔

- ٹیٹرا امین ایکوا کلورائڈ کو بالٹ (III) کلورائڈ
- پونٹا شیم ٹیٹرا، ہائڈروکسی ڈوزنکیٹ (II)
- پونٹا شیم ٹرائی آکسیلیٹو ایلوومینٹ (III)
- ڈائی کلورائڈ ولس (اتھین-1، 2- ڈائی امین) کو بالٹ (III)
- ٹیٹرا کاربونیل نکل (0)

حل

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (i)
- $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ (ii)
- $\text{K}_3[\text{Al}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ (iii)
- $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$ (iv)
- $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ (v)

مثال 9.3

مندرجہ ذیل کو آرڈینیشن مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}(\text{NO}_2)]$ (i)
- $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ (ii)
- $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]\text{Cl}$ (iii)
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{CO}_3)]\text{Cl}$ (iv)
- $\text{Hg}[\text{Co}(\text{SCN})_4]$ (v)

حل

- ڈائی امین کلورائڈ و نائٹرو- N- پلیٹنم
- پونٹا شیم ٹرائی آکسیلیٹو کرومیٹ (III)
- ڈائی کلورائڈ ولس (اتھین-1، 2- ڈائی امین) کو بالٹ (III) کلورائڈ
- پینٹا امین کاربونیٹو کو بالٹ (III) کلورائڈ
- مرکری ٹیٹرا پوسٹا نینٹیو الیس کو بالٹیٹ (III)

9.1 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے فارمولے لکھیے۔

- ٹیٹرا امین ڈائی اکیوا کوبالٹ (III) کلورائیڈ
- پوٹاشیم ٹیٹرا سائی نیڈونکلیٹ (II)
- ٹرس (اتھین-1،2-ڈائی امین) کرومیم (III) کلورائیڈ
- امین بروائیڈ وکلورائیڈ و نائٹرائٹو-N-پلیٹینٹ (II)
- ڈائی کلورائیڈ و س (اتھین-1،2-ڈائی امین) پلیٹیم (IV) نائٹریٹ
- آئرن (III) ہیکسا سائی نیڈوفیریٹ (II)

9.2 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن مرکبات کے IUPAC نام لکھیے۔

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ (i)
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (ii)
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (iii)
- $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ (iv)
- $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$ (v)
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}(\text{NH}_2\text{CH}_3)]\text{Cl}$ (vi)

آئسو مر دیا دو سے زیادہ ایسے مرکبات ہیں جن کے کیمیائی فارمولے یکساں ہوتے ہیں لیکن ان میں ایٹموں کی ترتیب مختلف ہوتی ہے۔ ایٹموں کی مختلف ترتیب کی وجہ سے ان کی ایک یا زیادہ طبیعی یا کیمیائی خصوصیات میں فرق ہوتا ہے۔ کوآرڈینیشن مرکبات میں خاص طور سے دو اہم قسم کی آئسو میرزم معلوم ہیں۔ ان میں سے ہر ایک کی مزید ذیلی تقسیم کی گئی ہے۔

9.4 کوآرڈینیشن

مرکبات میں

آئسو میرزم

(Isomerism in Coordination Compounds)

(a) اسٹیرویو آئسو میرزم (Stereoisomerism)

(i) جیومیٹریکل آئسو میرزم (ii) آپٹیکل آئسو میرزم

(b) ساختی آئسو میرزم

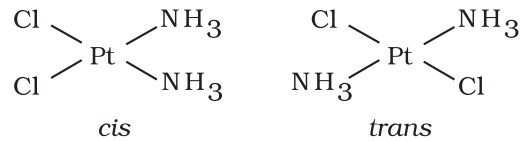
(i) بندش آئسو میرزم (ii) کوآرڈینیشن آئسو میرزم

(iii) آئیونائزیشن آئسو میرزم (iv) سالوئیٹ آئسو میرزم

اسٹیرویو آئسو مر کے کیمیائی فارمولے اور کیمیائی بانڈ یکساں ہوتے ہیں لیکن مکانی ترتیب مختلف ہوتی ہے۔ ساختی آئسو مر میں بانڈ مختلف ہوتے ہیں۔ ان آئسو مرکبات کی تفصیلی بیان ذیل میں دیا گیا ہے۔

اس قسم کی آئسو میرزم ہیٹرو لپٹک کمپلیکس میں پائی جاتی ہے جو کہ لیگنڈ کی مختلف ممکنہ جیومیٹریائی ترتیب کی وجہ سے ہے۔ اس قسم کے طرز عمل کی اہم مثالیں کوآرڈینیشن نمبر 4 اور 6 سے وابستہ ہیں۔ اسکوائر پلینر کمپلیکس جس کا فارمولہ $[\text{MX}_2\text{L}_2]$ (X اور سائیک دندان ہیں) ہے، دو X لیگنڈ cis آئسو مر میں ایک دوسرے سے متصل ترتیب میں ہو سکتے ہیں یا Trans آئسو مر میں ایک دوسرے کے مقابل ہو سکتے ہیں جیسا کہ شکل 9.2 میں دکھایا گیا ہے۔

9.4.1 جیومیٹریکل آئسو میرزم (Geometric Isomerism)

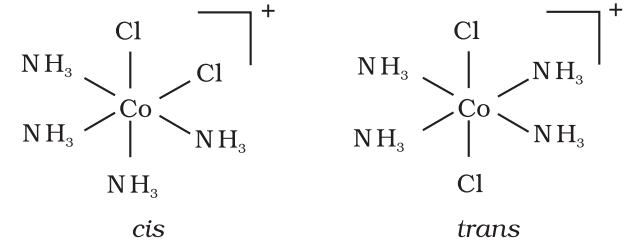


شکل 9.2: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ کے جیومیٹریکل آئسو مر (cis اور trans)

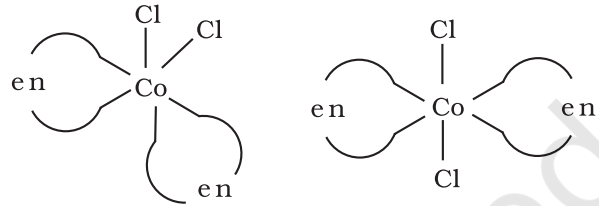
MABXL قسم کا ایک اور اسکوائر پلینر کمپلیکس (جہاں A، B، X، L ایک دندان ہیں) دو Cis اور ایک Trans یعنی تین آئسو مر ظاہر کرتے ہیں۔ اب ان ساختوں کو بنانے کی کوشش کیجیے۔ اس قسم کی آئسو میرزم ٹیڑا ہیڈرل جیومیٹری کے لیے ممکن نہیں ہے لیکن اس قسم کا طرز عمل آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں ممکن ہے جن کا فارمولہ $[MX_2L_4]$ ہے جن میں دو لیگند X ایک دوسرے کے cis یا Trans ہوں (شکل 9.3)۔

اس قسم کی آئسو میرزم اس وقت بھی پائی جاتی ہے جب $[MX_2(L-L)_2]$ فارمولہ والے کمپلیکس میں دو دندان لیگند L-L (مثلاً $NH_2CH_2CH_2NH_2$) موجود ہوں۔

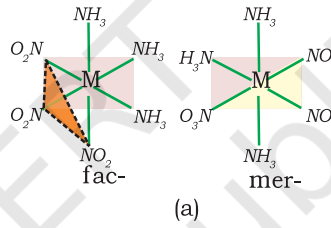
جیسی $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ قسم کی آکٹا ہیڈرل کو آرڈینیشن ہستیوں میں دوسری طرح کی آئسو میرزم پائی جاتی ہے۔ اگر ایک ہی لیگند کے تین معطی ایٹم آکٹا ہیڈرل رخ کے کونوں پر متصل مقامات پر ہیں، تو فیشیل (Fac) آئسو مر حاصل ہوتے ہیں۔ اگر یہ تین معطی ایٹم آکٹا ہیڈرل کے میریڈین (Meridian) پوزیشن میں ہوں تو meridional آئسو مر حاصل ہوتے ہیں (شکل 9.5)۔



شکل 9.3: $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ کے جیومیٹریکل آئسو مر (cis اور trans)



شکل 9.4: $[CoCl_2(en)_2]$ کے جیومیٹریکل آئسو مر (cis اور trans)



شکل 9.5: $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ کے فیشیل (fac) اور میریڈائنل (mer) آئسو مر

ان ٹیڑا ہیڈرل کمپلیکس میں جیومیٹریائی آئسو میرزم کیوں ممکن نہیں ہے جن میں دو مختلف قسم کے یک دندان لیگند مرکزی دھاتی آئن کے ساتھ جڑے ہوتے ہیں؟

دل ٹیڑا ہیڈرل کمپلیکس جیومیٹریائی آئسو میرزم ظاہر نہیں کرتے کیونکہ مرکزی دھاتی ایٹم سے منسلک یک دندان لیگند کے نسبی مقامات ایک دوسرے کے مناسبت سے یکساں ہوتے ہیں۔

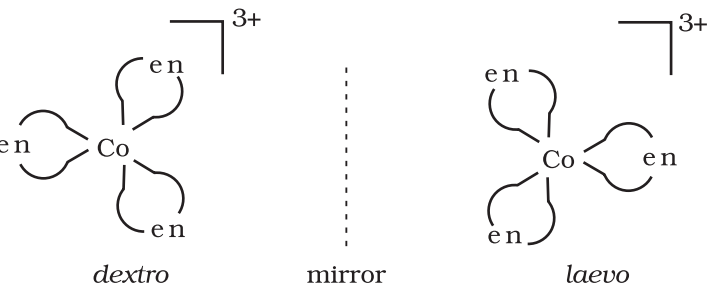
مثال 9.4

حل

آپٹیکل آئسو مر ایک دوسرے کی آئینہ شبیہ ہیں جو ایک دوسرے پر منطبق نہیں ہو سکتے۔ انھیں این اینٹیومر (Enantiomers) کہا جاتا ہے۔ وہ سالمات یا آئن جو منطبق نہیں کیے جاسکتے Chiral کہلاتے ہیں۔ یہ دو شکلیں Dextra (d) اور Laevo (l) کہلاتی ہیں، یہ اس بات پر منحصر ہے کہ تقطیب پیم (Polarimeter) میں تقطیب شدہ روشنی کے متولی کو کس سمت میں گھماتے ہیں۔ -d- دائیں طرف گردش کرتا ہے اور +d- بائیں طرف گردش کرتا ہے (دو دندان والے لیگند والے آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں

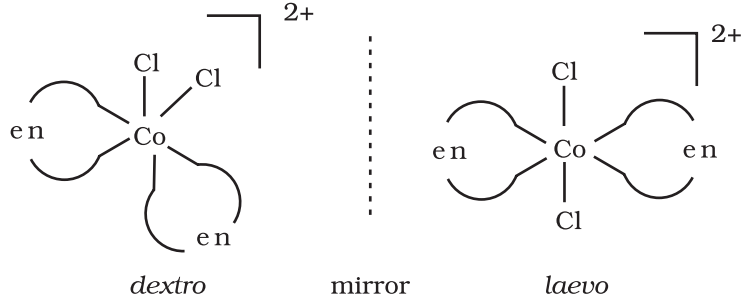
آپٹیکل آئسو میرزم عام ہے۔ (شکل 9.6)

9.4.2 آپٹیکل آئسو میرزم (Optical Isomerism)



شکل 9.6: $[Co(en)_3]^{3+}$ کے آپٹیکل آئسو مر (d اور l)

قسم کی $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$
کوآرڈینیشن ہستی میں
صرف cis آئسو مر ہی
آپٹیکل سرگرمی کو ظاہر
کرتے ہیں (شکل 9.7)

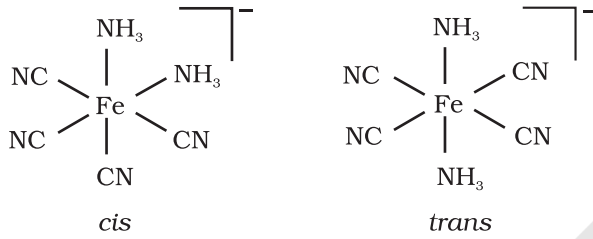


شکل 9.7:
 $cis-[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ کے
آپٹیکل آئسو مر (d اور l)

$[Fe(NH_3)_2(CN)_4]^{-}$ کے جیومیٹریکل آئسو مر کی ساختیں بنائیے۔

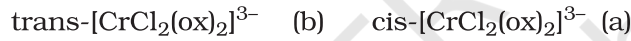
مثال 9.5

حل



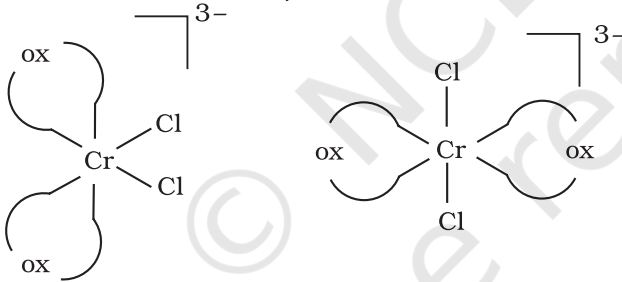
مندرجہ ذیل دو کوآرڈینیشن ہستیوں میں سے کون chiral ہے (Optically Active)

مثال 9.6



دونوں ہستیوں کو مندرجہ ذیل طریقے سے ظاہر کیا جاسکتا ہے

حل



ان دونوں میں سے (a) یعنی cis- $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ ہی chiral ہے (Optically Active)

ایک ڈینیٹ لیگنڈ پر مشتمل کوآرڈینیشن مرکبات میں بندشی آئسو میرزم پائی جاتی ہے۔ تھایوسائیٹ لیگنڈ، NCS^{-} پر مشتمل کمپلیکس اس قسم کی آئسو میرزم کی ایک سادہ مثال ہے جو نائٹروجن سے جڑ کر M-NCS اور سلفر سے جڑ کر M-SCN دیتا ہے۔ جورجنسن (Jorgenson) نے کمپلیکس $[Co(NH_3)_5(NO_2)]Cl_2$ میں اس قسم کے طرز عمل کی کھوج کی گئی ہے۔ اس میں نائٹرائٹ لیگنڈ آکسیجن کے ذریعہ جڑا رہتا ہے ($-ONO$) اور سرخ رنگ میں حاصل ہوتا ہے اور اگر نائٹرائٹ لیگنڈ نائٹروجن کے ذریعہ جڑا رہتا ہے ($-NO_2$) تو پیلی شکل میں حاصل ہوتا ہے۔

9.4.3 بندشی آئسو میرزم

(Linkage

Isomerism)

کسی کمپلیکس میں موجود مختلف دھاتی آئنوں کے کیٹ آئن اور این آئن ہستیوں کے درمیان لیگند کے بین تبادلہ سے اس قسم کی آئسو میرزم پیدا ہوتی ہے۔ کمپلیکس $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$ اس کی ایک مثال ہے جس میں NH_3 لیگند Co^{3+} سے جڑے ہیں اور CN^- لیگند Cr^{3+} سے۔ اس کے کوآرڈینیشن آئسو مر $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$ میں NH_3 لیگند Cr^{3+} سے جڑے ہیں اور CH^- لیگند Co^{3+} سے۔

9.4.4 کوآرڈینیشن
آئسو میرزم
(Coordination
Isomerism)

جب کسی کمپلیکس نمک میں اس کا کوآئر آئن خود ہی ایک مضر لیگند ہو اور کسی ایسے لیگند کو ہٹا سکے جو کہ کوآئر آئن بن سکے تو اس قسم کی آئسو میرزم پیدا ہوتی ہے۔ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$ اور $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$ آئسو نائزیشن آئسو میرزم کی مثالیں ہیں۔

9.4.5 آئیونائزیشن
آئسو میرزم
(Ionisation
Isomerism)

جب پانی کا استعمال بطور محل کیا جاتا ہے تو اس قسم کی آئسو میرزم ہائیڈریٹ (hydrate) آئسو میرزم کہلاتی ہے۔ یہ آئیونائزیشن آئسو میرزم کی طرح ہی ہے۔ سالوئیٹ آئسو مر میں فرق صرف اتنا ہوتا ہے کہ آیا محل سلیمہ دھاتی آئن سے براہ راست منسلک ہے یا نہیں یا کرشل لیٹس میں آزاد محل سلیمات کی شکل میں موجود ہو سکتا ہے۔ اس قسم کی ایک مثال ایکوا کمپلیکس $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ (ہینگنی) اور اس کا سالوئیٹ آئسو مر $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (بھورا ہرا) ہے۔

9.4.6 سالوئیٹ آئسو میرزم
(Solvate
Isomerism)

متن پر مبنی سوالات

9.3 مندرجہ ذیل کمپلیکس کے ذریعہ ظاہر ہونے والی آئسو میرزم کی قسم بتائیے اور ان آئسو مر کی ساختیں بنائیے۔



9.4 اس بات کا ثبوت پیش کیجیے کہ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{SO}_4$ اور $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Cl}$ آئیونائزیشن آئسو مر ہیں۔

کوآرڈینیشن مرکبات میں بندشی خصوصیات کا بیان سب سے پہلے ورز نے کیا تھا لیکن یہ نظریہ مندرجہ ذیل بنیادی سوالات کا جواب نہیں دے سکا۔

9.5 کوآرڈینیشن
مرکبات میں بندش
(Bonding in
Coordination
Compounds)

(i) کوآرڈینیشن مرکبات بنانے کی خصوصیات صرف کچھ مخصوص عناصر میں ہی کیوں پائی جاتی ہے؟

(ii) کوآرڈینیشن مرکبات میں بانڈ سمتی خصوصیات کے حامل کیوں ہیں؟

(iii) کوآرڈینیشن مرکبات میں نمایاں مقناطیسی اور آپٹیکل خصوصیات کیوں موجود ہوتی ہیں؟

کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی نوعیت کو سمجھانے کے لیے کئی تجاویز پیش کی گئیں جیسے ویلنس بانڈ تھیوری (VBT)، کرشل فیلڈ تھیوری (CFT)، لیگند فیلڈ تھیوری (LFT) اور مالیکولر اریٹل تھیوری (MOT)۔ ہم یہاں کوآرڈینیشن مرکبات پر VBT اور CFT کے اطلاق کے ابتدائی مباحثہ پر اپنی توجہ مرکوز کریں گے۔

اس تھیوری کے مطابق لیگند کے زیر اثر دھاتی ایٹم/آئن اپنے $(n-1)d$ ، ns ، np ، ns ، np ، nd اور np کے باہر آئیونائزیشن کے لیے استعمال کر سکتا ہے تاکہ آکٹاہیڈرل، ٹیٹراہیڈرل، اسکوئر پلینر وغیرہ جیسی مقررہ جیومیٹری کے

9.5.1 ویلنس بانڈ تھیوری
(Valence Bond
Theory)

معادل ارٹھل بنا سکے (جدول 9.2)۔ یہ مخلوط شدہ ارٹھل لیگند ارٹھل کے ساتھ اور لیپ کرتے ہیں اور لیگند بندش کے لیے اپنے الیکٹران انھیں دے دیتے ہیں۔ اسے مندرجہ ذیل مثالوں سے واضح کیا گیا ہے۔

جدول 9.2: ارٹھل کی تعداد اور ہائبرڈائزیشن کی اقسام

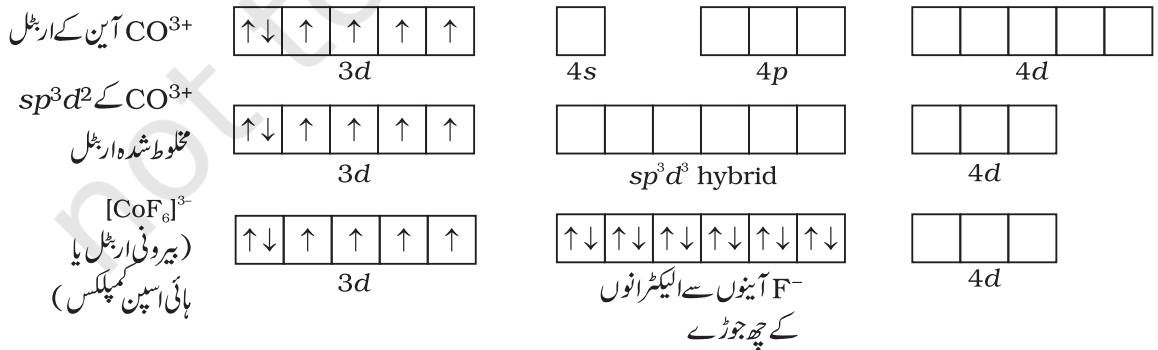
کوارڈینیشن نمبر	ہائبرڈائزیشن کی قسم	اسپیس میں مخلوط ارٹھل کی تقسیم
4	sp ³	ٹیٹراہیڈرل
4	dsp ²	اسکوائر پلینر
5	sp ³ d	ٹرائی گونل بائی پیرامیڈل
6	sp ³ d ²	آکٹاہیڈرل
6	d ² sp ³	آکٹاہیڈرل

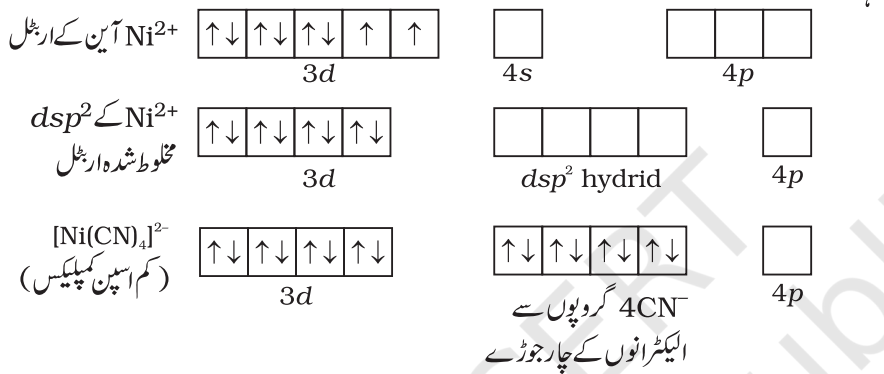
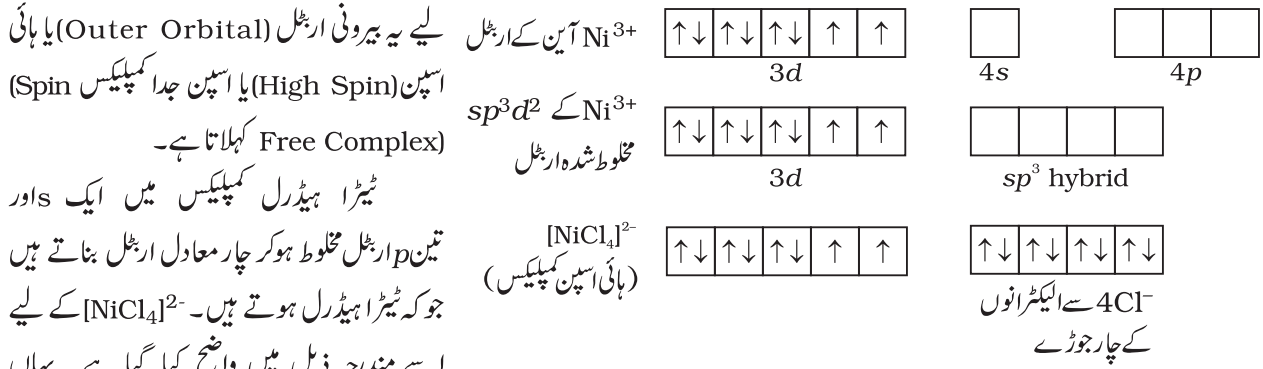
ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر کمپلیکس کے مقناطیسی طرز عمل کو جان کر اس کی جیومیٹری کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

ڈایا مقناطیسی آکٹاہیڈرل کمپلیکس [Co(NH₃)₆]³⁺ میں کو بالٹ آئن 3+ تکسیری حالت میں ہے اور اس کا الیکٹرانئی تشکل 3d⁶ ہے۔ ہائبرڈائزیشن اسکیم کو ڈائی گرام میں دکھایا گیا ہے۔

الیکٹرانوں کے چھ جوڑے (ہر ایک NH₃

سالہ سے ایک) چھ مخلوط ارٹھل میں جگہ گھیرتے ہیں۔ اس طرح کمپلیکس کی جیومیٹری آکٹاہیڈرل ہے اور یہ ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ بغیر جوڑے کے الیکٹران موجود نہیں ہیں۔ اس کمپلیکس کی تشکیل میں، کیونکہ اندرونی d ارٹھل (3d) ہائبرڈائزیشن میں استعمال ہوتے ہیں، کمپلیکس [Co(NH₃)₆]³⁺ اندرونی ارٹھل (Inner Orbital) یا کم اسپن (Low Spin) یا اسپن جفتہ کمپلیکس (Spin Paired Complex) کہلاتا ہے۔ پیرا مقناطیسی آکٹاہیڈرل کمپلیکس [CoF₆]³⁻ ہائبرڈائزیشن (sp³d²) میں بیرونی ارٹھل (4d) کا استعمال کرتا ہے۔ اس





ہر ایک Cl^- آئن الیکٹرانوں کا ایک جوڑا ڈونٹ کر دیتا ہے مرکب پیرا مقناطیسی ہے کیونکہ اس میں دو بغیر جوڑے کے الیکٹران ہیں۔ اسی طرح $[Ni(CO)_4]$ کی جیومیٹری ٹیڑا ہیڈرل ہے لیکن ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ نکل صفر تفسیری حالت میں ہے اور اس میں بغیر جوڑے کے الیکٹران نہیں ہے۔

اسکوائر پلینر کمپلیکس میں dsp^2 مخلوطیت پائی جاتی ہے۔ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ اس کی ایک مثال ہے۔ یہاں نکل +2 تفسیری حالت میں ہے اور اس کا الیکٹرانہ شکل $3d^8$ ہے۔ اور ہائیڈرائزیشن اسکیم کو ڈائیگرام میں دکھایا گیا ہے۔ ہر ایک مخلوط شدہ اوربٹل سائینڈ آئن سے الیکٹرانوں کا ایک جوڑا حاصل کرتا ہے۔ مرکب ڈایا مقناطیسی ہے کیونکہ بغیر جوڑے کے الیکٹرون موجود نہیں ہیں۔

یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ مخلوط اوربٹل کا حقیقت میں کوئی وجود نہیں ہے۔ دراصل مخلوطیت ایٹمی اوربٹل کے لیے لہر مساوات (Wave Equation) کی ریاضیاتی تدبیر ہے۔

کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی مومنٹ کی پیمائش مقناطیسی اثر پذیری کے تجربات کے ذریعے کی جاسکتی ہے۔ نتائج کا استعمال دھاتی کمپلیکس کی ساختوں اور غیر جوڑی دار الیکٹرانوں کی تعداد کی جانکاری حاصل کرنے میں کیا جاسکتا ہے۔ پہلے عبوری سلسلہ کی دھاتوں کے کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی اعداد و شمار کا تنقیدی مطالعہ کچھ پیچیدگیاں ظاہر کرتا ہے۔ دھاتی آئینوں کے لیے جن کے d اوربٹل میں تین تک الیکٹران ہوتے ہیں، مثلاً V^{3+} ، $Ti^{3+}(d^1)$ ، $Cr^{3+}(d^3)$ ، (d^2) میں $4s$ اور $4p$ اوربٹل کے ساتھ آکٹا ہیڈرل ہائیڈرائزیشن کے لیے دو اوربٹل دستیاب ہیں۔

9.5.2 کوآرڈینیشن مرکبات کی مقناطیسی خصوصیات (Magnetic Properties of Coordination Compounds)

ان آزاد آئینوں اور ان کے کوآرڈینیشن ہستیوں کا مقناطیسی طرز عمل ایک جیسا ہوتا ہے۔ جب تین سے زیادہ 3d الیکٹران موجود ہوں تو آکٹاہیڈرل مخلوطیت کے لیے درکار دو 3d اور 3d ارٹل براہ راست دستیاب نہیں ہوتے (ہنڈ کے قاعدے کے مطابق)۔ اس طرح $d^6 (Fe^{2+}, Co^{3+}), d^5 (Mn^{2+}, Fe^{3+}), d^4 (Cr^{2+}, Mn^{3+})$ کے لیے دو خالی d ارٹل دستیاب کروانے کے لیے 3d الیکٹرانوں کی جفت سازی کی جاتی ہے جس کے نتیجے میں بالترتیب دو، ایک اور صفر بغیر جوڑے کے الیکٹران بچے رہتے ہیں۔

متعدد معاملوں میں، بالخصوص d^6 آئینوں پر مشتمل کوآرڈینیشن مرکبات میں مقناطیسی اعداد و شمار اعظم اسپن جفت سازی سے میل کھاتے ہیں۔ تاہم d^4 اور d^5 آئینوں پر مشتمل اسپنیز میں پیچیدگیاں پائی جاتی ہیں۔ $[Mn(CN)_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ دو بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کا ہے جب کہ $[MnCl_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ چار بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کا ہے اور $[Fe(CN)_6]^{3-}$ کا مقناطیسی مومنٹ ایک بغیر جوڑے کے الیکٹران کا ہے۔ $[FeF_6]^{3-}$ کا پیرا مقناطیسی مومنٹ پانچ بغیر جوڑے کے الیکٹران کا ہے۔ $[CoF_6]^{3-}$ پیرا مقناطیسی ہے جس میں بغیر جوڑے کے چار الیکٹران ہیں جب کہ $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ ڈایا مقناطیسی ہے۔ اس بے قاعدگی کی تشریح ویلنس بانڈ تھیوری کے ذریعہ اندرونی ارٹل اور بیرونی ارٹل کوآرڈینیشن کی تشکیل کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔

$[Mn(CN)_6]^{3-}, [Fe(CN)_6]^{3-}$ اور $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ اندرونی ارٹل کمپلیکس میں جن میں d^2sp^3 مخلوطیت ہے۔ ان میں سے اول الذکر دو کمپلیکس پیرا مقناطیسی ہیں اور آخر الذکر ڈایا مقناطیسی ہے۔ دوسری طرف $[MnCl_6]^{3-}, [FeF_6]^{3-}$ اور $[CoF_6]^{3-}$ بیرونی ارٹل کمپلیکس ہیں جن میں sp^3d^2 مخلوطیت ہے اور ان کی پیرا مقناطیسی نوعیت بالترتیب چار، پانچ اور چار بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی وجہ سے ہے۔

مثال 9.7 $[MnBr_4]^{2-}$ کا Spin only مقناطیسی مومنٹ 5-9bM ہے۔ کمپلیکس آئن کی جیومیٹری کا اندازہ لگائیے۔

حل کیونکہ کمپلیکس آئن میں Mn^{2+} آئن کا تکسیدی عدد 4 ہے۔ یہ یا تو ٹیٹراہیڈرل (sp^3 مخلوطیت) ہوگا یا اسکوائر پلینر (dsp^2 مخلوطیت) ہوگا۔ لیکن یہ حقیقت ہے کہ اس کا مقناطیسی مومنٹ 5-9bm ہے، اس کی شکل اسکوائر پلینر کے مقابلے ٹیٹراہیڈرل ہونی چاہیے کیونکہ d ارٹل میں بغیر جوڑے کے پانچ الیکٹران موجود ہیں۔

9.5.3 ویلنس بانڈ تھیوری کی حدود

- (Limitations of Valence Bond Theory)
- اس میں متعدد مفروضات ہیں۔
 - یہ مقناطیسی اعداد و شمار کی مقداری ترجمانی نہیں کرتی۔
 - یہ کوآرڈینیشن مرکبات کے ذریعہ ظاہر کیے جانے والے رنگوں کی وضاحت نہیں کرتی۔
 - یہ کوآرڈینیشن مرکبات کے حرکیاتی یا حرکیاتی استحکام کی کوئی مقداری ترجمانی نہیں کرتی۔
 - یہ 4- کوآرڈینیشن کمپلیکس کے لیے ٹیٹراہیڈرل اور اسکوائر پلینر ساختوں کے بارے میں بالکل صحیح صحیح اندازہ کرنے سے قاصر ہے۔
 - یہ کمزور اور طاقتور لیگنڈ کے درمیان فرق نہیں کرتی ہے۔

9.5.4 کرسٹل فیلڈ تھیوری

(Crystal
Field
Theory)

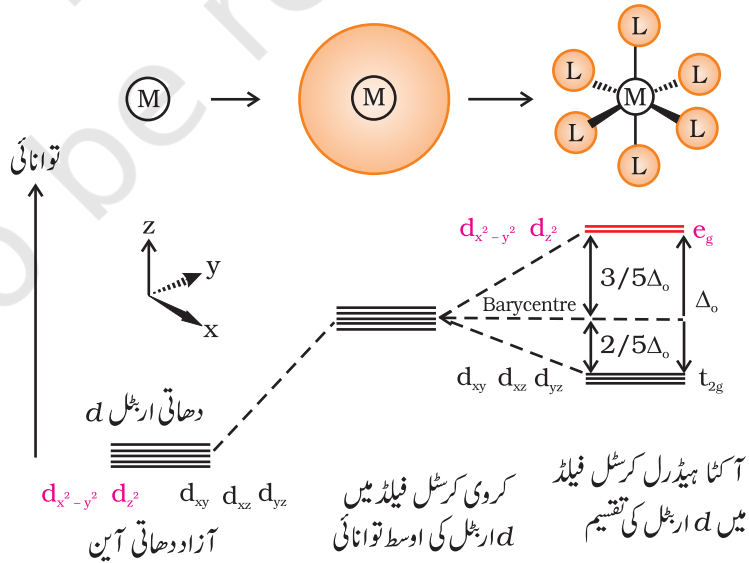
کرسٹل فیلڈ تھیوری (CFT) ایک برقی سکونی ماڈل ہے جس کے مطابق دھات-لیگنڈ بانڈ آہنی ہوتے ہیں جو صرف دھاتی آئن اور لیگنڈ کے درمیان برقی سکونی باہمی عمل کے ذریعہ پیدا ہوتے ہیں۔ آئن آئن کے معاملے میں لیگنڈ کو نقطہ چارج کے طور پر اور تعدیلی سالمات کے معاملے میں لیگنڈ کو نقطہ ڈائی پول تصور کیا جاتا ہے۔ کسی آکسولائیڈ کیسی دھاتی ایٹم آئن کے پانچ d اوربٹل کی توانائی یکساں ہوتی ہے۔ یعنی یہ روبہ تنزل (Degenerate) ہو جاتے ہیں یہ تنزلی اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک کہ دھاتی ایٹم آئن کے اطراف منفی چارجوں کا ایک کروی متشاکل میدان قائم رہتا ہے۔ لیکن کسی کمپلیکس میں جب یہ منفی چارج والا میدان لیگنڈ (یا تو آئن آئن یا NH_3 یا H_2O جیسے کسی ڈائی پولر سالمات کے منفی سرے) کی وجہ سے ہوتا ہے تو یہ غیر متشاکل ہو جاتا ہے اور d اوربٹل کا زوال ختم ہو جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں d اوربٹل کی تقسیم ہو جاتی ہے۔ تقسیم کا طریقہ کرسٹل فیلڈ کی نوعیت پر ہوتا ہے۔ آئیے مختلف کرسٹل میدانوں میں اس تقسیم کی وضاحت کرتے ہیں۔

(a) آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں کرسٹل فیلڈ کی تقسیم (Crystal field

splitting in octahedral coordination entities)

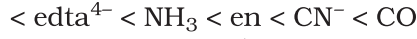
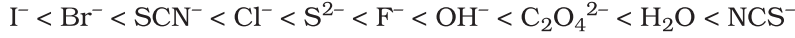
ایک آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستی جس میں دھاتی ایٹم آئن چھ لیگنڈ سے گھرا رہتا ہے، میں دھات کے d اوربٹل کے الیکٹران اور لیگنڈ کے الیکٹرانوں (یا منفی چارجوں) ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔ یہ دفع اس وقت اور زیادہ ہوتا ہے جب دھات کا d اوربٹل لیگنڈ سے دور نہ ہو کر لیگنڈ کی سمت میں ہوتا ہے۔ اس طرح $d_{x^2-y^2}$ اور d_{z^2} اوربٹل، جو لیگنڈ کی سمت والے محوروں پر ہیں، زیادہ دفع محسوس کرتے ہیں اور ان کی توانائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ d_{xy} ، d_{yz} اور d_{zx} اوربٹل جن کی سمت، محوروں کے درمیان میں ہوتی ہے، ان کی توانائیاں کروی کرسٹل فیلڈ کی اوسط توانائی کے مقابلے کم ہو جاتی ہے۔ اس طرح آکٹا ہیڈرل کمپلیکس میں لیگنڈ الیکٹران۔ دھات الیکٹران دفع کی وجہ سے d اوربٹل کا زوال ختم ہو جاتا ہے اور کم توانائی کے t_{2g} سیٹ تین اوربٹل اور اونچی توانائی، e_g سیٹ کے دو اوربٹل بنتے ہیں۔ مقررہ جیومیٹری میں لیگنڈ کی موجودگی کی وجہ سے روبہ تنزل لیول کی تقسیم کرسٹل فیلڈ تقسیم کہلاتی ہے۔ اور توانائی کی علیحدگی کو Δ_o (آکٹا ہیڈرل کے لیے ہے) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ (شکل 9.8)۔ اس طرح دو e_g اوربٹل کی توانائی میں $(3/5)\Delta_o$ کا اضافہ ہوگا اور تین t_{2g} کی توانائی میں $(2/5)\Delta_o$ کی کمی آئے گی۔

کرسٹل فیلڈ تقسیم Δ_o کا انحصار دھاتی آئن کے چارج اور لیگنڈ کے ذریعہ پیدا ہونے



شکل 9.8: آکٹا ہیڈرل کرسٹل فیلڈ میں d اوربٹل کی تقسیم

والے میدان پر ہوتا ہے۔ کچھ لیگند مضبوط میدان پیدا کر سکتے ہیں اور ایسی حالت میں تقسیم زیادہ ہوتی ہے جب کہ کچھ کمزور میدان پیدا کرتے ہیں جس کے نتیجے میں d اور پل کی تقسیم کم ہوتی ہے۔ عمومی طور سے لیگند کو میدان کی شدت کے بڑھتے ہوئے سلسلہ میں مرتب کیا جاسکتا ہے جیسا کہ ذیل میں کیا گیا ہے۔



اس قسم کا سلسلہ اسپیکٹر وکیمکل سریز کہلاتا ہے۔ یہ ایک تجرباتی طور پر متعین کیا ہوا سلسلہ ہے جو کہ مختلف لیگند پر مشتمل کمپلیکس کے ذریعہ روشنی کے التصاق (Adsorption) پر مبنی ہے۔ آئیے ہم آکٹا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں دھاتی آئن کے d اور پل میں الیکٹرانوں کی تفویض کرتے ہیں۔ واضح رہے کہ اکیلا d الیکٹران کم توانائی والے کسی ایک t_{2g} اور پل میں جائے گا۔ d^3 اور d^2 کوآرڈینیشن ہستیوں میں d الیکٹران ہنڈ کے قاعدے کے مطابق t_{2g} اور پل میں تنہا رہتے ہیں۔ d^4 آئینوں کے لیے الیکٹران تقسیم کے دو ممکنہ نمونے ہو سکتے ہیں (i) چوتھا الیکٹران یا تو t_{2g} لیول میں داخل ہوگا اور وہاں موجود الیکٹران کے ساتھ جفتہ بنائے گا یا (ii) یہ جھٹکی کی توانائی کی قیمت چکانے سے بچنے کے لیے eg لیول میں جگہ لے گا۔ ان میں سے کسی کا امکان ہوگا، اس کا انحصار کرسٹل فیلڈ تقسیم، Δ_0 اور جھٹکی کی توانائی، p (p واحد اور پل میں الیکٹران کی جفتہ سازی کے لیے درکار توانائی کو ظاہر کرتی ہے) کی نسبتی قدر پر ہے۔ دو صورتیں مندرجہ ذیل میں۔

(i) اگر $\Delta_0 < p$ ہے تو چوتھا الیکٹرون eg اور پل میں سے کسی ایک میں داخل ہوگا اور شکل $t_{2g}^3 e_g^1$ ہوگا۔ وہ لیگند جن کے لیے $\Delta_0 < p$ ہے کمزور فیلڈ لیگند (Weak Field Ligand) کہلاتا ہے اور ہائی اسپن کمپلیکس کی تشکیل کرتا ہے۔

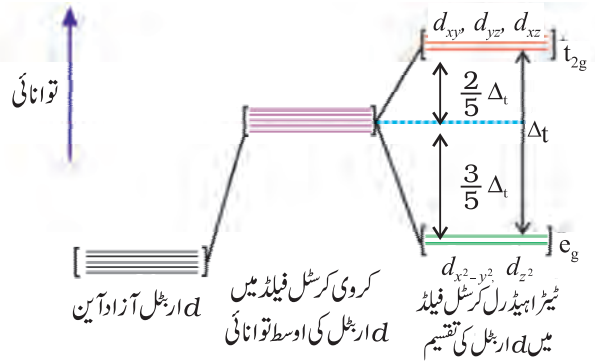
(ii) اگر $\Delta_0 > p$ ہے تو یہ توانائی کے نقطہ نظر سے زیادہ موافق ہوگا کہ چوتھا الیکٹران کسی ایک t_{2g} اور پل میں جائے اور شکل $t_{2g}^4 e_g^0$ ہوگا۔ اس قسم کا اثر پیدا کرنے والے لیگند مضبوط فیلڈ لیگند (Strong Field Ligand) کہلاتے ہیں اور کم اسپن والے کمپلیکس بناتے ہیں۔

تحسیبات سے ظاہر ہوتا ہے کہ d^4 تا d^7 کوآرڈینیشن ہستیاں کمزور فیلڈ معاملوں کے مقابلے مضبوط فیلڈ کے لیے زیادہ مستحکم ہیں۔

(b) ٹیٹرا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں میں کرسٹل

فیلڈ تقسیم (Crystal field splitting in tetrahedral coordination entities)

ٹیٹرا ہیڈرل کوآرڈینیشن ہستیوں کی تشکیل میں d اور پل کی تقسیم آکٹا ہیڈرل فیلڈ تقسیم کے مقابلے معکوس اور چھوٹی ہوتی ہے (شکل 9.9)۔ یکساں دھات، یکساں لیگند اور یکساں دھات۔ لیگند فاصلہ لے لیے یہ کہا جاسکتا ہے کہ $\Delta_t = (4/9) \Delta_0$ نتیجتاً اور پل کی تقسیم توانائیاں اتنی زیادہ نہیں ہوتی کہ



شکل 9.9: ٹیٹرا ہیڈرل کرسٹل فیلڈ میں d اور پل کی تقسیم

الیکٹرانوں کو جفتہ سازی کے لیے مجبور کر سکیں اس لیے کم اسپن (low spin) تشکل شاذ و نادر ہی نظر آتا ہے۔
 'g' زیرنوشت کا استعمال آکٹاہیڈرل اور اسکوائر پلینر کمپلیکسوں کے لیے کیا جاتا ہے جن میں توازن کا مرکز ہوتا ہے۔ چونکہ
 ٹیڑا ہیڈرل کمپلیکس میں توازن نہیں ہوتا لہذا 'g' زیرنوشت کا استعمال توانائی کی سطحوں کے لیے نہیں کیا جاتا۔

گذشتہ اکائی میں ہم نے یہ پڑھا ہے کہ عبوری دھاتی کمپلیکس کی ایک امتیازی خصوصیت یہ ہے کہ وہ بہت زیادہ رنگوں
 میں پائے جاتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ جب سفید روشنی ان سے ہو کر گزرتی ہے تو اس کا کچھ حصہ یہ جذب
 کر لیتے ہیں لہذا باہر آنے والی روشنی اب سفید نہیں ہرتی۔ کمپلیکس کا رنگ ان کے ذریعہ جذب ہونے والی روشنی کا
 تکملہ ہوتا ہے۔ تکملی رنگ وہ رنگ ہے جو باقی ماندہ طول لہر (Wave Length) سے پیدا ہوتا ہے۔ اگر کمپلیکس کے
 ذریعہ ہری روشنی جذب ہوتی ہے تو یہ سرخ نظر آتا ہے۔ جذب ہونے والی مختلف طول لہر اور مشاہدہ کیے جانے والے
 رنگوں کے درمیان تعلق کو جدول 9.3 میں دکھایا گیا ہے۔

9.5.5 کوآرڈینیشن

مرکبات میں رنگ

(Colour in
Coordination
Compounds)

جدول 9.3 میں کچھ کوآرڈینیشن ہستیتوں میں جذب ہونے والی روشنی کی طول لہر اور مشاہدہ
 کیے جانے والے رنگ کے درمیان تعلق

کوآرڈینیشن ہستی کا رنگ	جذب ہونے والی روشنی کا رنگ	جذب ہونے والی روشنی کا طول لہر	کوآرڈینیشن ہستی
وائٹ	پیلا	535	$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$
سرخ	نیلا ہرا	500	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]^{3+}$
پیلا نارنجی	نیلا	475	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
ہلکا پیلا	الٹرا وائلٹ	310	$[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$
نیلا	سرخ	600	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
ہینگنی	نیلا ہرا	498	$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

کوآرڈینیشن مرکبات میں رنگوں کی تشریح کرشل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر آسانی سے کی جاسکتی ہے۔ مثال کے
 طور پر کمپلیکس $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ کا رنگ بنفشی ہے۔ یہ ایک آکٹاہیڈرل کمپلیکس ہے جس میں دھاتی d اورٹل میں اکیلا
 الیکٹران (Ti^{3+} ایک $3d^1$ نظام ہے) کمپلیکس کی گراؤنڈ اسٹیٹ میں t_{2g} لیول میں ہے۔

اس الیکٹرون کے لیے دستیاب اس کے بعد والی اونچی حالت خالی e_g لیول ہے۔ اگر کمپلیکس پیلے۔ ہرے

خطے کی توانائی کی نظری روشنی کو جذب کرتا ہے تو

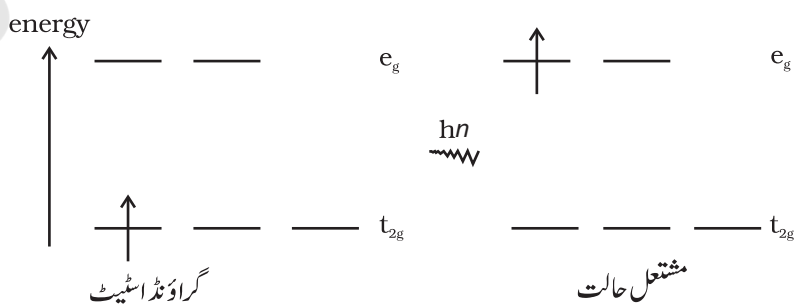
الیکٹران کو t_{2g} لیول سے e_g لیول تک مشتعل کیا جاسکتا

ہے $(t_{2g}^1 e_g^0 \rightarrow t_{2g}^0 e_g^1)$ ۔ نتیجتاً کمپلیکس ہینگنی

رنگ کا نظر آئے گا (شکل 9.10) کرشل فیلڈ تھیوری

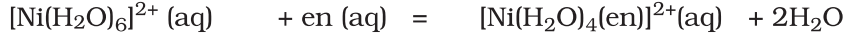
کے مطابق کوآرڈینیشن مرکبات کا رنگ الیکٹران کے

$d-d$ ٹرانزیشن سے ہوتا ہے۔



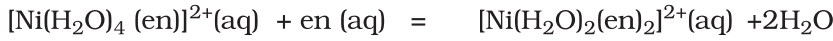
شکل 9.10: $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ میں الیکٹران کا عبور

یہ نوٹ کرنا اہم ہے کہ لیگند کی غیر موجودگی میں کرسٹل فیلڈ تقسیم کا عمل نہیں ہوتا یعنی شے بے رنگ ہوگی۔ مثال کے طور پر $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ کو گرم کر کے اس میں سے پانی علیحدہ کرنے کے بعد یہ رنگین ہو جاتا ہے۔ اسی طرح ناپیدہ CuSO_4 سفید ہوتا ہے لیکن $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ نیلے رنگ کا ہوتا ہے۔ کمپلیکس کے رنگ پر لیگند کا اثر $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ کمپلیکس پر غور کر کے واضح کیا جاسکتا ہے جو کہ نکل (III) کلورائیڈ کو پانی میں حل کر کے تیار کیا جاتا ہے۔ اگر دو دندان لیگند ethane-1,2-diamine(en) کو دھیرے دھیرے مولر نسبتوں $\text{en}:\text{Ni}, 1:1, 2:1,$ میں ملایا جائے تو مندرجہ ذیل تعاملات ہوتے ہیں اور ان کے متعلقہ رنگ تبدیل ہوتے ہیں۔

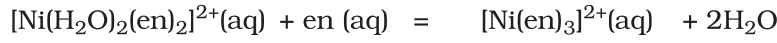


ہرا

ہلکا نیلا

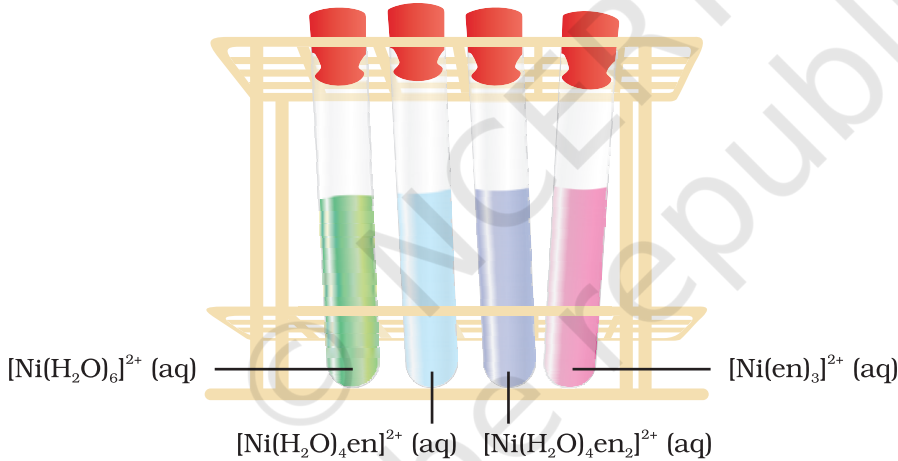


نیلا/بینگنی



بنفشی

اس توازن کو شکل 9.11 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 9.11

ethane-1,2-diamine لیگند کے بڑھتے ہوئے عدد کے ساتھ نکل (iii) کے کمپلیکس کے آبی محلول

کچھ جواہرات کے رنگ (Colour of Some Gem Stones)

عبوری دھات آئین کے d اورٹیل میں الیکٹرانوں کے عبور سے رنگوں کا پیدا ہونا ہماری روزمرہ کی زندگی میں بکثرت پایا جاتا ہے۔ روبی (شکل 9.12 (a)) ایلومینیم آکسائیڈ (Al_2O_3) ہے جو کہ 1-5% Cr^{3+} آئین پر مشتمل ہوتی ہے یہ آئین Al^{3+} آئینوں کی جگہ بے ترتیبی سے موجود ہوتے ہیں۔ ہم ان کرومیم (III) اسپیشز ایلومینیم لیٹس میں آکٹا



شکل 9.12: (a) روبی: یہ جوہر مگوک میانمار کے سنگ مرمر میں پایا گیا ہے۔ (b) انمیرالڈ (نیا): یہ جوہر میوزو، کولمبیا میں پایا گیا ہے۔

ہیڈرل کرومیم (III) کمپلیکس کے طور پر دیکھ سکتے ہیں۔ ان مرکزوں پر d-d ٹرانزیشن کی وجہ سے روئی میں رنگ پیدا ہوتا ہے۔ پنا (Emerald) (شکل 9.12 (b)) میں معدنی بیرل ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$) میں آکٹا ہیڈرل مقامات پر Cr^{3+} آئین پائے جاتے ہیں۔ روئی کی انجذابی اسپیکٹروم میں جو بینڈ نظر آتے ہیں وہ بڑی طول لہر کی طرف شفٹ ہو جاتے ہیں۔ اس وجہ سے پنا میں ہرے خطے میں روشنی کی ترسیل کرتا ہے۔

کرشل فیلڈ ماڈل کے ذریعہ کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل، ان کی ساخت رنگ اور مقناطیسی خصوصیات کو کامیابی کے ساتھ بڑی حد تک واضح کیا جاسکتا ہے۔ تاہم یہ مفروضات کہ لیگند نقطہ چارج ہیں، یہ ظاہر کرتے ہیں کہ این آئی لیگند کے ذریعہ زیادہ تقسیمی اثر کا اظہار ہونا چاہیے۔ این آئی لیگند درحقیقت اسپیکٹرو کیمیکل سیریز کے نچلے سرے پر آتے ہیں۔ اس کے علاوہ یہ تھیوری لیگند اور مرکزی ایٹم کے درمیان بندش شریک گرفت خصوصیت کو تسلیم نہیں کرتی۔ CFT کی یہ کچھ کمزوریاں ہیں جنہیں لیگند فیلڈ تھیوری اور مالکیولر اریٹل تھیوری کی بنیاد پر واضح کیا جاسکتا ہے لیکن یہ اس کتاب کے مطالعہ کے دائرے سے ماہر ہے۔

9.5.6 کرشل فیلڈ تھیوری کی حدود (Limitations of Crystal Field Theory)

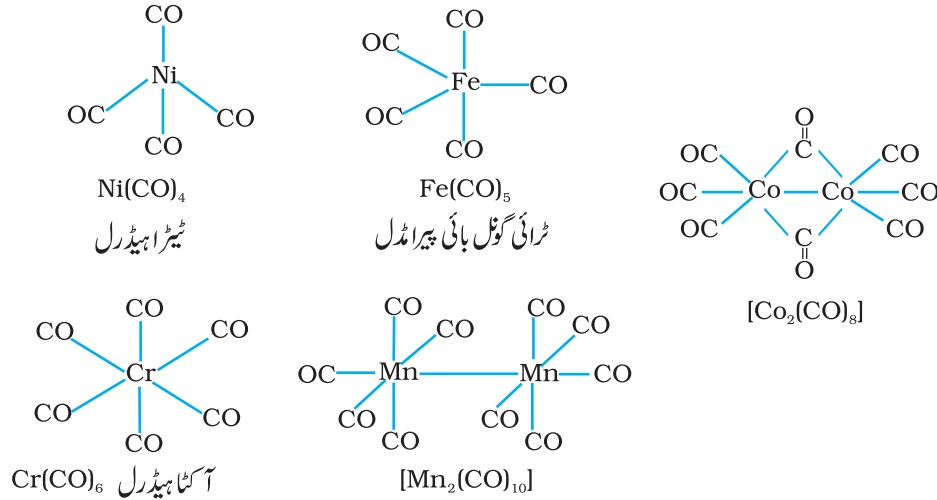
متن پر مبنی سوالات

- 9.5 ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر واضح کیجیے کہ اسکوار پلینر ساخت والا $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ آئن پیرا مقناطیسی ہے۔
- 9.6 $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ پیرا مقناطیسی ہے جب کہ $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ڈیا مقناطیسی ہے حالانکہ دونوں ٹیٹرا ہیڈرل ہیں۔ کیوں؟
- 9.7 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ مضبوط پیرا مقناطیسی ہے جب کہ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ کمزور پیرا مقناطیسی ہے۔ واضح کیجیے۔
- 9.8 وضاحت کیجیے کہ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ایک اندرونی اریٹل کمپلیکس ہے جب کہ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ایک بیرونی اریٹل کمپلیکس ہے۔
- 9.9 اسکوار پلینر $[\text{Pt}(\text{CN})_4]^{2-}$ میں بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی تعداد کا اندازہ لگائیے۔
- 9.10 ہیکسا اکیو مینکینر (II) آئن میں پانچ بغیر جوڑے کے الیکٹران ہوتے ہیں جب کہ ہیکسا سائو آئن میں صرف ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران ہوتا ہے۔ کرشل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر اس کی وضاحت کیجیے۔

ہومو لپٹک کاربونل (صرف کاربونل لیگند پر مشتمل مرکبات) عبوری دھاتوں کے ذریعہ تشکیل پاتے ہیں۔ ان کاربونل کی ساختیں سادہ اور واضح ہوتی ہیں۔ ٹیٹرا کاربونل نکل (o) ٹیٹرا ہیڈرل ہوتا ہے، پینٹا کاربونل آئرن (o) ٹرائی گونل ہائی پیرامڈل جبکہ ہیک کاربونل کرومیم (o) آکسا ہیڈرل ہوتا ہے ڈیکار کاربونل ڈائی مینکینر (O) دوا اسکوار پیرامڈل $\text{Mn}(\text{CO})_5$ اکائیوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ اکائیاں $\text{Mn} - \text{Mn}$ بانڈ کے ذریعہ جڑے رہتے ہیں۔ آکٹا کاربونل ڈائی کوبالٹ (o) میں دو $\text{C} \equiv \text{C} - \text{C} \equiv \text{C}$ بانڈ ہر ایک کے درمیان ایک $\text{C} \equiv \text{C}$ گروپ پل کے طور پر ہوتا ہے (شکل 9.13)۔

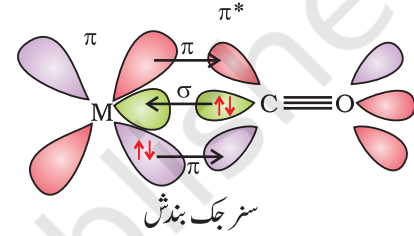
9.6 دھاتی کاربونل میں بندش (Bonding in Metal Carbonyls)

دھاتی کاربونل میں دھاتی کاربن بانڈ اور p اور d دونوں خصوصیات کے حامل ہوتے ہیں۔ $\sigma \text{ M}-\text{C}$ بانڈ کاربونل گروپ کے کاربن کے ذریعہ الیکٹرانوں کا ایک لون جوڑا دھات کے خالی اریٹل کے ذریعہ ایک الیکٹران کا



شکل 9.13:

نمائندہ ہومو لیٹنک دھاتی
کاربونل کی ساختیں



شکل 9.14: کاربونل کمپلیکس میں سینرجک بندش باہمی
عملوں کی مثالیں

جوڑا کاربن مونو آکسائیڈ کے خالی اینٹی بانڈنگ $\pi^* \text{M} - \text{C}$ بانڈ
دھات کے بھرے ہوئے d اورٹل کے ذریعہ ایک الیکٹران کا جوڑا کاربن
مونو آکسائیڈ کے خالی اینٹی بینڈنگ π^* اورٹل میں عطیہ دینے سے بنتا ہے۔
دھات کے ساتھ لیگنڈ کی بندش ایک synergic اثر پیدا کرتی ہے جو Co اور
دھات کے درمیان بانڈ کو مضبوط بناتا ہے (شکل 9.14)۔

کوآرڈینیشن مرکبات کی کافی اہمیت ہے۔ یہ مرکبات معدنیات، نباتات اور حیوانات کی دنیا میں وسیع پیمانے پر موجود
ہیں اور تجزیاتی کیمیا، فلزکاری، حیاتیاتی نظاموں، صنعت اور ادویہ کے شعبے میں کئی اہم افعال انجام دیتے ہیں۔ ان کا
ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

- کیفیتی اور مقداری کیمیائی تجزیہ میں کوآرڈینیشن مرکبات کے متعدد استعمال ہیں۔ رنگین معاملات دھاتی
آینوں کے ساتھ متعدد لیگنڈ (خاص طور سے Chelating Ligand) کے کوآرڈینیشن ہستوں کی تشکیل
کے نتیجے میں ہوتے ہیں۔ یہ تعاملات تجزیہ کے کلاسیکی اور آلاتی طریقوں کے ذریعے دھاتی آینوں کی سمت
اور اندازہ کرنے کی بنیاد ہے۔ اس قسم کے ریجنٹ کی مثالیں ہیں۔ EDTA، (dimethylglyoxime)،
 α -nitroso- β -naphthol، DMG کیوپران وغیرہ۔

- پانی کی سختی کا تخمینہ Na_2EDTA کے ساتھ سادہ ٹائٹریشن کے ذریعہ کیا جاتا ہے۔ Ca^{2+} اور Mg^{2+} آئن
EDTA کے ساتھ مستحکم کمپلیکس بناتے ہیں۔ ان آئینوں کا انتخابی تخمینہ کپاشیم اور ٹیٹراکسیٹیم کمپلیکس کے استحکام
مستقلوں میں فرق کی بنیاد پر کیا جاسکتا ہے۔

9.7 کوآرڈینیشن

مرکبات کی اہمیت
اور اطلاق

(Importance and
Applications of
Coordination
Compounds)

- چاندی، سونا جیسی دھاتوں کے اہم استخراجی عملوں میں کمپلیکس کا استعمال ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر سونا، آکسیجن اور پانی کی موجودگی میں سائنائڈ سے تعامل کے آبی میں محلول کو آکسیدیشن ہستی $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ کی تشکیل کرتا ہے۔ اس محلول میں زنک ملا کر سونے کو دھاتی شکل میں علیحدہ کیا جاسکتا ہے۔ (اکائی 6)۔
- اسی طرح دھاتوں کی تخلیص کا عمل ان کے کوآکسیدیشن مرکبات بنا کر اور پھر انھیں تحلیل کر کے انجام دیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر غیر خالص نکل کو $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ میں تبدیل کیا جاتا ہے جس کی تحلیل کر کے خالص نکل حاصل کرتے ہیں۔
- حیاتیاتی نظاموں میں کوآکسیدیشن مرکبات کی بہت اہمیت ہے۔ ضیائی تالیف کے لیے ذمہ دار پگمنٹ کلوروفل میکینٹیم کا کوآکسیدیشن مرکب ہے۔ خون کا سرخ پگمنٹ یعنی ہیموگلوبن جو کہ آکسیجن کا حمال ہے وہ بھی آئرن کا کوآکسیدیشن مرکب ہے۔ وٹامن B_{12} ، سائنا کو بیلا مائن (CyanCobalamine) جو کہ antipernicious anaemia factor کو بالٹ کا کوآکسیدیشن مرکب ہے۔ حیاتیاتی اہمیت کے حامل دھاتی آئنوں پر مشتمل دیگر کوآکسیدیشن مرکبات انزائم ہیں۔ جیسے کاربکسی پیپٹائڈز carboxypeptidase A اور کربونک این ہائڈریز (حیاتیاتی نظاموں کے وسط)۔
- کئی صنعتی اعمال میں کوآکسیدیشن مرکبات کا استعمال بطور وسیط کیا جاتا ہے۔ مثلاً رھوڈیم کمپلیکس $[(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{RhCl}]$ ، ایک وکنسن وسیط جو کہ alkenes کے ہائڈروجنیشن میں استعمال کیا جاتا ہے۔
- اشیا پر سونے اور چاندی کی ملمع کاری سادہ دھاتی آئنوں کے محلول سے کرنے کے مقابلے کمپلیکس $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ اور $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ کے محلولوں کے ذریعہ زیادہ آسانی سے اور ہموار طور پر ہوتی ہے۔
- بلیک اینڈ وہائٹ فوٹوگرافی میں ڈیولپ کی ہوئی فلم کا فلیشن ہائپو محلول دھو کر کیا جاتا ہے جو کہ غیر تحلیل شدہ AgBr کو حل کر کے کمپلیکس $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ بناتا ہے۔
- کیلیٹ تھیرپی (Chelate Therapy) میں بڑھتی ہوئی دلچسپی کا استعمال ادویاتی کیمیا میں ہے۔ نباتاتی حیوانی نظاموں میں دھاتوں کے زہریلے تناسب میں موجودگی کی وجہ سے پیدا ہونے والے مسئلوں کا علاج اس کی ایک مثال ہے۔ اس طرح کا پر اور آئرن کی زیادتی کو ان کے ذریعہ کیلیٹنگ لیگنڈ (desferrioxime اور D-penicillamine) کے ساتھ کوآکسیدیشن مرکبات بنا کر دور کیا جاتا ہے۔ لیڈر کے ذریعے پیدا ہونے والی سمیت کا علاج EDTA کا استعمال کر کے کیا جاتا ہے۔ پلیٹیم کے کچھ کوآکسیدیشن مرکبات ٹیومر کی بڑھوتری کو مؤثر طور پر روک دیتے ہیں۔ مثالیں ہیں: cis-platin اور متعلقہ مرکبات۔

کوآرڈینیشن مرکبات کی کیمسٹری جدید غیر نامیاتی کیمسٹری کا ایک اہم اور مبارزاتی شعبہ ہے۔ پچھلے پچاس برسوں کے دوران جو پیش رفت ہوئی ہے اس سے بندش کے ماڈل اور سالماتی ساخت کے نئے تصورات کو فروغ ملا ہے۔ کیمیائی صنعت اور حیاتیاتی نظاموں میں عمل پیرا فاصلہ اجزاء کے معاملے میں ایک زندہ بصیرت حاصل ہوئی ہے۔

کوآرڈینیشن مرکب کی تشکیل، تعاملات، ساخت اور بندش کی باضابطہ تشریح کی کوشش سب سے پہلے اے ورنز کی ذریعہ کی گئی۔ ان کے نظریہ کے مطابق کوآرڈینیشن مرکبات میں دھاتی آئن دو قسم کی گرفت (پرائمری اور سیکنڈری) کا استعمال کرتے ہیں۔ کیمسٹری کی جدید زبان میں ان گرفت کو بالترتیب آینی اور غیر آینی (شریک گرفت) کہا جاتا ہے۔ آئنو میرزم کی خصوصیت کا استعمال کر کے ورنز نے متعدد کوآرڈینیشن مرکبات کی جیومیٹریائی اشکال کے بارے میں پیشین گوئی کی ہے۔

ویلنس بانڈ تھیوری (VBT) کوآرڈینیشن مرکبات کی تشکیل، مقناطیسی طرز عمل اور جیومیٹریائی اشکال کی نمایاں کامیابی کے ساتھ تشریح کرتی ہے۔ پھر بھی یہ نظریہ کوآرڈینیشن مرکبات کے مقناطیسی طرز عمل کی مقداری ترجمانی کرنے میں ناکام رہا ہے اور ان مرکبات کی آپٹیکل خصوصیات کے بارے میں کچھ بھی کہنے سے قاصر ہے۔

کوآرڈینیشن کی کرسٹل فیلڈ تھیوری کوآرڈینیشن مرکبات میں موجود مرکزی ایٹم/آئن کے d اور f کی توانائیوں کی تنزلی پر پڑنے والے مختلف کرسٹل فیلڈ کے اثر (لیگنڈ کو نقطہ چارج مانتے ہوئے ان کے ذریعہ لگنے والا اثر) پر مبنی ہے۔ مضبوط اور کمزور کرسٹل فیلڈ میں d اور f کی تقسیم سے مختلف الیکٹرانئی شکل حاصل ہوتے ہیں۔ اس تھیوری کی مدد سے کوآرڈینیشن ہستوں میں موجود دھاتی ایٹم/آئن کے d اور f کی توانائیوں میں علیحدگی، مقناطیسی مومنٹ نیز اسپیکٹرل اور استحکام پیرامیٹر کے مقداری تخمینہ میں مدد ملتی ہے۔ لیکن یہ مفروضہ کہ لیگنڈ نقطہ چارج ہے، کئی نظریاتی مشکلات پیدا کرتا ہے۔ دھاتی کاربوں میں دھات۔کاربن بانڈ π اور π دونوں خصوصیات کا حامل ہوتا ہے۔ لیگنڈ کا دھات کے ساتھ π بانڈ اور دھات کا لیگنڈ کے ساتھ π بانڈ ہوتا ہے۔ یہ مخصوص بندش دھاتی کاربوں کے استحکام کا سبب ہے۔

کوآرڈینیشن مرکبات کی بہت اہمیت ہے۔ یہ مرکبات حیاتی نظاموں کے جاندار اجزاء کی ساخت اور افعال کے تئیں تنقیدی بصیرت فراہم کرتے ہیں کوآرڈینیشن مرکبات کے فلز کاری عملوں، تجزیاتی اور ادویاتی کیمیا میں متعدد استعمال ہیں۔

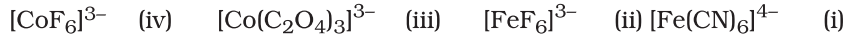
- 9.1 درزر کے تصورات پر مبنی کوآرڈینیشن مرکبات میں بندش کی تشریح کیجیے۔
- 9.2 FeSO_4 محلول کی $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ محلول کے ساتھ 1:1 مولر نسبت میں آمیزش سے Fe^{2+} کا ٹیسٹ دیتا ہے لیکن CuSO_4 محلول کی آبی امونیا کے ساتھ 1:4 مولر نسبت میں آمیزش سے Cu^{2+} کا ٹیسٹ حاصل نہیں ہوتا۔ واضح کیجیے کیوں؟
- 9.3 مندرجہ ذیل ہر ایک کی دو مثالوں کے ساتھ وضاحت کیجیے۔
کوآرڈینیشن ہستی، لیگند، کوآرڈینیشن نمبر، کوآرڈینیشن پالی ہیڈرن ہومو لپٹک اور ہیٹرو لپٹک۔
- 9.4 یک دندان (Unidentate)، دو دندان (Didentate) اور ابھی ڈینٹ لیگند سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک کی دو مثالیں دیجیے۔
- 9.5 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیوں میں دھات کا آکسیدیشن نمبر معلوم کیجیے۔
- (i) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{CN})(\text{en})_2]^{2+}$ (iii) $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ (v) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ (iv) $[\text{CoBr}_2(\text{en})_2]^+$ (vi) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- 9.6 IUPAC کے مطابق مندرجہ ذیل کے فارمولے لکھیے۔
- (i) Tetrahydroxozincate(II) (vi) Hexaamminecobalt(III) sulphate (ii) Potassium tetrachloridopalladate(II) (vii) Potassium tri(oxalato)chromate(III) (iii) Diamminedichloridoplatinum(II) (viii) Hexaammineplatinum(IV) (ix) Tetrabromidocuprate(II) (iv) Potassium tetracyanonickelate(II) (x) Pentaamminenitrito-N-cobalt(III) (v) Pentaamminenitrito-O-cobalt(III)
- 9.7 IUPAC کے مطابق مندرجہ ذیل کے باقاعدہ نام لکھیے۔
- (i) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}^3$ (iv) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}(\text{NO}_2)]\text{Cl}$ (vii) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ (ii) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}(\text{NH}_2\text{CH}_3)]\text{Cl}$ (v) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (viii) $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ (vi) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ (ix) $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ (iii) $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
- 9.8 کوآرڈینیشن مرکبات کی ممکنہ آئسو میرزم کی اقسام لکھیے۔ ہر ایک کی ایک مثال بھی دیجیے۔
- 9.9 مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیوں میں کتنی جیومیٹرکل آئسو میرزم ممکن ہیں؟
- (i) $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ (ii) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$
- 9.10 مندرجہ ذیل میں آپٹکل آئسو مر کی ساختیں بنائیے۔
- (i) $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ (ii) $[\text{PtCl}_2(\text{en})_2]^{2+}$ (iii) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2(\text{en})]^+$
- 9.11 مندرجہ ذیل کے سبھی آئسو مر (جیومیٹرکل اور آپٹکل) بتائیے۔
- (i) $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$ (ii) $[\text{Co}(\text{NH}_3)\text{Cl}(\text{en})_2]^{2+}$ (iii) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2(\text{en})]^+$
- 9.12 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)(\text{Br})(\text{Cl})(\text{py})]$ کے تمام جیومیٹرکل آئسو مر لکھیے اور ان میں سے کتنے آپٹکل آئسو مر ہیں؟
- 9.13 آبی کاپرسلفیٹ محلول (نیلا رنگ) دیتا ہے:

(i) آبی پوناٹیم فلورائیڈ کے ساتھ ہر اسوب

(ii) آبی پوناٹیم کلورائیڈ کے ساتھ چمکدار ہر محلول۔ ان تجرباتی نتائج کی تشریح کیجیے۔

9.14 جب آبی کارپرسلیفٹ محلول میں آبی KCN کو وافر مقدار میں ملایا جاتا ہے تو کس کوآرڈینیشن ہستی کی تشکیل ہوتی ہے؟ جب اس محلول سے H_2SCg کو گزارا جاتا ہے تو کارپرسلفائیڈ کارسوب کیوں نہیں حاصل ہوتا؟

9.15 ویلنس بانڈ تھیوری کی بنیاد پر مندرجہ ذیل کوآرڈینیشن ہستیتوں میں بندش کی نوعیت پر بحث کیجیے؟



9.16 آکٹا ہیڈرل کرشل فیلڈ میں d ارٹل کی تقسیم کو شکل کی مدد سے ظاہر کیجیے۔

9.17 اسپیکٹروکمیکل سیریز کیا ہے؟ کمزور فیلڈ لیگانڈ اور مضبوط فیلڈ لیگانڈ کے درمیان فرق کی تشریح کیجیے۔

9.18 کرشل فیلڈ تقسیم توانائی کیا ہے؟ ایک کوآرڈینیشن ہستی میں d ارٹل کے حقیقی شکل کا تعین Do کی وسعت سے کس طرح ہوتا ہے؟

9.19 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ پیرامقناطیسی ہے جب کہ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ کے رنگ مختلف ہوتے ہیں۔ کیوں؟

9.20 $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ کا ایک محلول ہر اے لیکن $Na^+[Ni(CN)_4]^{2-}$ کا محلول بے رنگ ہے۔ واضح کریں

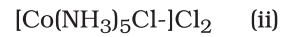
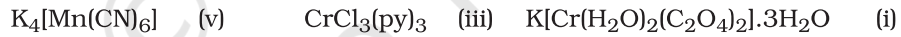
9.21 $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ اور $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ کے رنگوں کے تحلیل شدہ محلول میں موجود ہیں۔ کیوں؟

9.22 دھاتی کاربوں میں بندش کی نوعیت پر بحث کیجیے۔

9.23 مندرجہ ذیل کمپلیکس مرکبات میں تکسیدی حالت، d ارٹل کا قبضہ اور مرکزی دھاتی آئن کا کوآرڈینیشن نمبر معلوم کیجیے۔



9.24 مندرجہ ذیل ہر ایک کمپلیکس مرکب کا IUPAC نام لکھیے اور تکسیدی حالت، الیکٹرانئی شکل نیز کوآرڈینیشن نمبر کو ظاہر کیجیے۔ کمپلیکس کی اسٹیریکسٹری اور مقناطیسی مومنٹ بھی بتائیے۔



9.25 کرشل فیلڈ تھیوری کی بنیاد پر کمپلیکس $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ کے بینگنی رنگ کی وضاحت کیجیے۔

9.26 کیلیڈ اثر (Chelate Effect) سے کیا مراد ہے؟ ایک مثال پیش کیجیے۔

9.27 مندرجہ ذیل میں کوآرڈینیشن مرکبات کے کردار پر مختصر بحث کیجیے۔ مثال بھی پیش کیجیے۔

(i) حیاتیاتی نظام (ii) تجزیاتی کیمیا

(iii) ادویاتی کیمیا اور (iv) دھاتوں کا استخراج فلزکاری

9.28 محلول میں $CoCNH_3$ سے کتنے آئن پیدا ہوں گے؟



9.29 مندرجہ ذیل میں سے کس کے مقناطیسی مومنٹ کی قدر سب سے زیادہ ہے؟



9.30 $[\text{Co}(\text{CO})_4]$ میں کو بالٹ کا تکسیدی عدد ہے:

- (i) +1 (ii) +3 (iii) -1 (iv) -3

9.31 مندرجہ ذیل میں سے سب سے زیادہ مستحکم کمپلیکس کون سا ہے؟

- (i) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ (ii) $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ (iii) $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ (iv) $[\text{FeCl}_6]^{3-}$

9.32 مندرجہ ذیل کے لیے مرکزی خطہ میں انجذاب کے طول لہر کی صحیح ترتیب کیا ہے؟



متن پر مبنی کچھ سوالوں کے جوابات



9.2 (i) ہیکسا امین کو بالٹ (iii) کلورائڈ

(ii) پینٹا امین کلورائڈ کو بالٹ (iii) کلورائڈ

(iii) پوٹاشیم ہیکسا سائٹو فی ریٹ (iii)

(iv) پوٹاشیم ٹرائی آکسالیٹو فی ریٹ (iii)

(v) پوٹاشیم ٹیٹرا کلورائڈ و پیلڈ ریٹ (ii)

(vi) ڈائی امین کلورائڈ و میتھین امین (ii) کلورائڈ

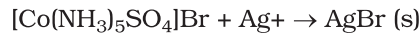
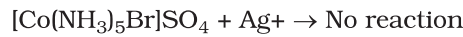
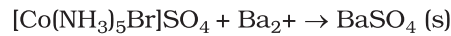
9.3 (i) cis کے لیے جیومیٹریکل (trans-, cis) اور آپٹیکل دونوں آئسومر کا وجود ہے۔

(ii) دو آپٹیکل آئسومر ہو سکتے ہیں۔

(iii) 10 ممکنہ آئسومر ہیں۔ اشارہ: جیومیٹریکل، آپونائزیشن اور بندشی آئسومر ممکن ہیں۔

(iv) جیومیٹریکل (trans-, cis) آئسومر ہو سکتے ہیں۔

9.4 آپونائزیشن آئسومر پانی میں حل ہو کر مختلف آئن بناتے ہیں اور اس طرح مختلف ریجنٹ کے ساتھ مختلف طریقوں سے تعامل کرتے ہیں۔



9.6 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ میں، Ni صفر تکسیدی حالت میں ہے جب کہ NiCl_4^{2-} میں یہ +2 تکسیدی حالت میں ہے۔ CO لیگانڈ کی موجودگی میں Ni کے بغیر جوڑے کے d الیکٹران جوڑا بناتے ہیں لیکن کیونکہ Cl ایک کمزور لیگانڈ ہے لہذا یہ بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں کی جفتہ سازی میں ناکام رہتا ہے۔

9.7 CN^- (مضبوط لیگانڈ) کی موجودگی میں 3d الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہو جاتی ہے اور صرف ایک بغیر جوڑے کا الیکٹران باقی رہتا ہے۔ d_2sp^3 مخلوطیت ہے جس سے اندرونی arٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔ H_2O (ایک کمزور لیگانڈ) کی موجودگی میں 3d الیکٹرانوں کی جفتہ سازی نہیں ہو پاتی۔ sp_3d_2 مخلوطیت ہے اور بیرونی arٹل مرکبات بنتے ہیں جو کہ پانچ بغیر جوڑے کے الیکٹرانوں پر مشتمل ہوتے ہیں اسی لیے یہ بہت زیادہ پیرامقناطیسی ہے۔

9.8 NH_3 کی موجودگی میں، 3d الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہو جاتی ہے اور دو arٹل خالی رہتے ہیں جس سے d_2sp_3 مخلوطیت وجود میں آتی ہے اور $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ کے معاملے میں اندرونی arٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔

$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}$ میں، Ni کی تکسیدی حالت +2 ہے اور اس کا تشکل d^8 ہے ملوٹ مخلوطیت sp_3d ہے جس سے بیرونی arٹل کمپلیکس بنتے ہیں۔

9.9 اسکوائر پلینر تشکل کے لیے مخلوطیت dsp^2 ہے۔ اس طرح 5d arٹل میں الیکٹرانوں کی جفتہ سازی ہو جاتی ہے جس سے dsp^2 مخلوطیت کے لیے ایک d arٹل خالی رہ جاتا ہے۔ اس طرح کوئی بھی بغیر جوڑے کا الیکٹران نہیں ہے۔