DAILY ASSAM

অধ্যায়

9

সমন্বয়ী যৌগ
Coordination Compounds

উদ্দেশ্য (Objectives)

এই পাঠটো অধ্যয়ন কৰাৰ পিছত তলত দিয়া বিষয়সমূহ সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা —

- সমন্বয়ী যৌগ সম্পৰ্কীয় ৱাৰ্নাৰৰ তত্ত্বৰ স্বীকাৰ্যসমূহৰ গুৰুত্ব
- সমন্বয়ী সত্তা, কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়ন, লিগাণ্ড, সমন্বয়ী সংখ্যা, সমন্বয়ী বলয়, সমন্বয়ী বহুফলক, জাৰণ সংখ্যা, হম'লেপ্টিক আৰু হিটাৰ'লেপ্টিক — এই পদবোৰৰ অৰ্থ
- সমন্বয়ী যৌগসমূহৰ নামকৰণৰ নিয়মাৱলী
- এককেন্দ্ৰীয় সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সংকেত আৰু নামকৰণ
- সমন্বয়ী যৌগৰ বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ সমযোগীসমূহৰ সংজ্ঞা
- যোজ্যতা বান্ধনি আৰু ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্বৰ দৃষ্টিভংগীৰে সমন্বয়ী যৌগত থকা বান্ধনিৰ প্ৰকৃতি
- সমন্বয়ী যৌগৰ সুস্থিৰতা
- দৈনন্দিন জীৱনত সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ গুৰুত্ব আৰু প্ৰয়োগ

Coordination Compounds are the backbone of modern inorganic and bio–inorganic chemistry and chemical industry.

আগৰ অধ্যায়ত আমি জানিব পাৰিলোঁ যে সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে এক বৃহৎসংখ্যক **জটিল যৌগ** (complex compounds) গঠন কৰে। এইবোৰত ধাতুৰ পৰমাণুবোৰে কেইবাটাও এনায়ন বা প্ৰশম অণুৰ লগত যুক্ত হৈ থাকে। আধুনিক পৰিভাষাত এনেকুৱা যৌগবোৰকে **সমন্বয়ী যৌগ** (coordination compounds) বোলে। সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ ৰসায়ন হৈছে আধুনিক অজৈৱ ৰসায়ন বিজ্ঞানৰ এক গুৰুত্বপূৰ্ণ আৰু প্ৰত্যাহ্বানমূলক ক্ষেত্ৰ। ৰাসায়নিক বান্ধনি আৰু আণৱিক গঠনৰ নব্য ধাৰণাবোৰে জৈৱিক তন্ত্ৰৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ অংগসমূহে কেনেদৰে কাৰ্য কৰে সেই সম্বন্ধে জ্ঞান লাভ কৰাত সহায় কৰিছে। ক্লৰ'ফিল, হিম'গ্ল'বিন আৰু ভিটামিন B_{12} হ'ল ক্ৰমে মেগনেছিয়াম, আইৰন আৰু ক'বাল্টৰ সমন্বয়ী যৌগ। বিভিন্ন ধাতুবিদ্যা সম্পৰ্কীয় প্ৰক্ৰিয়া, উদ্যোগিক অনুঘটক আৰু বৈশ্লেষিক বিকাৰকত সমন্বয়ী যৌগ ব্যৱহৃত হয়। বিদ্যুৎলেপন, বস্ত্ৰ পৰিৰঞ্জন (dyeing) আৰু ঔষধীয় ৰসায়নতো সমন্বয়ী যৌগসমূহক বহুল পৰিমাণে প্ৰয়োগ কৰা হয়।

9.1 সমন্বয়ী যৌগ সম্পৰ্কে ৱাৰ্নাৰৰ তত্ত্ব (Werner's Theory of Coordination Compounds)

ছুইজাৰলেণ্ডৰ ৰসায়নবিজ্ঞানী **আলফ্ৰেড ৱাৰ্নাৰে** (Alfred Warner, 1866-1919) প্ৰথমে সমন্বয়ী যৌগৰ গঠন সম্পৰ্কে কিছুমান ধাৰণা উদ্ভাৱন কৰিছিল। তেওঁ এক বৃহৎ সংখ্যক সমন্বয়ী যৌগ প্ৰস্তুত কৰি সেইবোৰৰ বিশিষ্ট ধৰ্মসমূহ চিনাক্ত কৰিছিল। লগতে তেওঁ সৰল পৰীক্ষাৰদ্বাৰা যৌগবোৰৰ ভৌতিক আৰু

ৰাসায়নিক ধৰ্মসমূহ অধ্যয়ন কৰিছিল। ৱাৰ্নাৰে ধাতৱ আয়ন এটাৰ **মুখ্য যোজ্যতা (primary valence) আৰু গৌণ যোজ্যতাৰ (Secondary valence)** ধাৰণাৰ অৱতাৰণা কৰিছিল। উদাহৰণ স্বৰূপে, $CrCl_3$, $CoCl_2$ আৰু $PdCl_2$ - এই দ্বিমৌলিক যৌগকেইটাত ধাতৱ আয়নকেইটাৰ মুখ্য যোজ্যতা ক্ৰমে 3, 2 আৰু 2 হ'ব। আনহাতে ক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইডে ($CoCl_3$) এম'নিয়াৰ লগত বিভিন্ন ধৰণে যোজিত হৈ কেইবাটাও যৌগ উৎপন্ন কৰে। এই যৌগবোৰৰ ক্ষেত্ৰত দেখা গৈছিল যে চেচাঁ অৱস্থাত অতিৰিক্ত ছিলভাৰ নাইট্ৰেট দ্ৰৱ যোগ কৰি কিছুসংখ্যক ক্ল'ৰাইড আয়নক AgCl হিচাপে অধঃক্ষিপ্ত কৰিব পৰা যায় যদিও কিছু ক্ল'ৰাইড আয়ন দ্ৰৱতে ৰৈ যায়। তলত যৌগকেইটাৰ বৰণৰ লগতে অধঃক্ষিপ্ত হোৱা AgCl ৰ পৰিমাণ দেখুওৱা হৈছে।

1 mol $CoCl_3.6NH_3$ এ (হালধীয়া) দিয়ে 3 mol AgCl

1 mol $CoCl_3.5NH_3$ এ (পূৰৈয়া) দিয়ে 2 mol AgCl

1 mol $CoCl_3.4NH_3$ এ (সেউজীয়া) দিয়ে 1 mol AgCl

1 mol $CoCl_3.4NH_3$ এ (বেঙুনীয়া) দিয়ে 1 mol AgCl

এই যৌগবোৰৰ জলীয় দ্ৰৱৰ পৰিবাহিতাও পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰা হৈছে। উপৰিউক্ত পৰ্য্যবেক্ষণ (অধঃক্ষিপ্ত হোৱা AgCl ৰ পৰিমাণ) আৰু দ্ৰৱবোৰৰ পৰিবাহিতা ব্যাখ্যা কৰিব পৰা যায় যদিহে

(i) ক্ল'ৰাইড আয়নে হওক বা এম'নিয়া অণুৱে হওক বা উভয়েই হওক, মুঠতে ছয়টা মূলক বিক্ৰিয়াৰ সময়ছোৱাত ক'বাল্ট আয়নৰ লগত যুক্ত হৈ থাকে, আৰু

(ii) এই যৌগবোৰৰ সংকেত তালিকা 9.1ত দেখুওৱাৰ দৰে নিৰূপিত কৰা হয়।

এইবোৰত বৰ্গবন্ধনীৰ ভিতৰত থকা পৰমাণুবোৰে একোটা একক সত্বা (single entity) গঠন কৰে। এনে একক সত্বা বিক্ৰিয়াৰ চৰ্তাৱলীৰ অধীনত বিয়োজিত নহয়। ৱাৰ্নাৰে ধাতৱ আয়নটোৰ লগত পোনপটীয়াভাৱে যুক্ত হৈ থকা মূলকৰ সংখ্যাৰ ক্ষেত্ৰত **গৌণ যোজ্যতা** পদটোৰ অৱতাৰণা কৰিছিল। এই উদাহৰণবোৰৰ প্ৰতিটোতে ধাতৱ আয়নটোৰ গৌণ যোজ্যতা 6 হ'ব।

তালিকা 9.1 : ক'বাল্ট (III) ক্ল'ৰাইড-এম'নিয়া জটিল যৌগৰ সংকেত

বৰণ	সংকেত	যৌগটোৰ জলীয় দ্ৰৱৰ পৰিবাহিতা কাৰ সৈতে মিলে
হালধীয়া	$[Co(NH_3)_6]^{3+}\ 3Cl^-$	1 : 3 বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য
পূৰৈৰা	$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}\ 2Cl^-$	1 : 2 বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য
সেউজীয়া	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+\ Cl^-$	1 : 1 বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য
বেঙুনীয়া	$[CoCl_2(NH_3)_4]^+\ Cl^-$	1 : 1 বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য

মন কৰিবা যে তালিকা 9.1ৰ শেষৰ দুটা যৌগৰ আনুভৱিক সংকেত একে ($CoCl_3.4NH_3$); কিন্তু সিহঁতৰ ধৰ্ম বেলেগ বেলেগ। এনেকুৱা যৌগবোৰকে **সমযোগী** (isomers) বোলা হয়।

ৱাৰ্নাৰে 1898 চনত সমন্বয়ী যৌগৰ তত্বটো উপস্থাপন কৰিছিল। ইয়াৰ প্ৰধান স্বীকাৰ্যবোৰ হ'ল —

1. সমন্বয়ী যৌগত ধাতুসমূহে দুই প্ৰকাৰৰ যোজ্যতা প্ৰদৰ্শন কৰে — মুখ্য আৰু গৌণ।

2. মুখ্য যোজ্যতাবোৰ আয়নীকৰণীয় (ionisable) আৰু এইবোৰ ঋণাত্মক আয়নৰদ্বাৰা পূৰণ হয়।

3. গৌণ যোজ্যতাবোৰ অনা-আয়নীকৰণীয় (non-ionisable)। এইবোৰ প্ৰশম অণু বা ঋণাত্মক আয়নৰদ্বাৰা পূৰণ হয়। গৌণ যোজ্যতাই হ'ল ধাতুৰ সমন্বয়ী সংখ্যা (coordination number)। কোনো এটা ধাতুৰ বাবে সমন্বয়ী সংখ্যা নিৰ্দিষ্ট।

4. ধাতুৰ সৈতে গৌণ সংযোগৰদ্বাৰা সংযুক্ত আয়ন / মূলকবোৰৰ বিভিন্ন সমন্বয়ী সংখ্যা সাপেক্ষে ধাতুৰ পৰমাণুটোৰ চাৰিওফালে কিছুমান নিৰ্দিষ্ট দিশত সজ্জিত হৈ থাকে।

আয়ন বা মূলকৰ এনে স্থানিক সজ্জাক **সমন্বয়ী বহুফলক** (coordination polyhedra) বোলা হয়। বৰ্গ বন্ধনীৰ ভিতৰৰ গোটটোক **সমন্বয়ী সত্ত্বা** (coordination entity) বা জটিল যৌগ (complex) আৰু বৰ্গ বন্ধনীৰ বাহিৰৰ আয়নক **প্ৰতি আয়ন** (counter ion) বোলা হয়।

ৱাৰ্নাৰৰ মতে, সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ সমন্বয়ী যৌগত অষ্টফলকীয় (octahedral), চতুৰ্ফলকীয় (tetrahedral) আৰু বৰ্গ সমতলীয় (square planar) জ্যামিতিক আকৃতি অতি সুলভ। এনেদৰে $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $CoCl(NH_3)_5]^{2+}$ আৰু $CoCl_2(NH_3)_4]^{+}$ অষ্টফলকীয় সত্তা; আনহাতে $[Ni(CO)_4]$ আৰু $[PtCl_4]^{2-}$ ক্ৰমে চতুৰ্ফলকীয় আৰু বৰ্গসমতলীয়।

উদাহৰণ 9.1 জলীয় দ্ৰৱত প্ৰত্যক্ষ কৰা নিম্নোক্ত পৰ্যবেক্ষণৰ ভিত্তিত তলত দিয়া প্ৰতিটো যৌগৰ ধাতুৰ গৌণ যোজ্যতা নিৰূপণ কৰা।

সংকেত	অতিৰিক্ত $AgNO_3$ ৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি প্ৰতি ম'ল যৌগই অধঃক্ষিপ্ত কৰা AgCl ৰ পৰিমাণ
(i) $PdCl_2.4NH_3$	2 mol
(ii) $NiCl_2.6H_2O$	2 mol
(iii) $PtCl_4.2HCl$	0 mol
(iv) $CoCl_3.4NH_3$	1 mol
(v) $PtCl_2.2NH_3$	0 mol

সমাধান (i) গৌণ যোজ্যতা 4 (ii) গৌণ যোজ্যতা 6

(iii) গৌণ যোজ্যতা 6 (iv) গৌণ যোজ্যতা 6

(v) গৌণ যোজ্যতা 4

দ্বৈত লৱণ আৰু জটিল যৌগৰ মাজৰ পাৰ্থক্য (Difference between a double salt and a complex)

দুটা বা ততোধিক সুস্থিৰ যৌগ ষ্টইয়কিঅ'মিটীয় (stoichiometric) অনুপাতত যুক্ত হৈ দ্বৈত লৱণ আৰু জটিল যৌগ গঠিত হয়। দ্বৈত লৱণ এটাক পানীত দ্ৰবীভূত কৰিলে লৱণটো ইয়াৰ উপাদান আয়নসমূহলৈ সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হয়। কিন্তু পানীত দ্ৰবীভূত কৰিলে জটিল যৌগৰপৰা আটাইবোৰ সৰল আয়ন পোৱা নাযায়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $KCl.MgCl_2.6H_2O$ (কাৰ্নেলাইট), $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ (ম'ৰ লৱণ), $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ (পটাছ এলাম) ইত্যাদি দ্বৈত লৱণবোৰক পানীত দ্ৰবীভূত কৰিলে সৰল আয়নলৈ সম্পূৰ্ণৰূপে বিয়োজিত হয়। কিন্তু $K_4[Fe(CN)_6]$ ত থকা $[Fe(CN)_6]^{4-}$ জটিল আয়নটো Fe^{2+} আৰু CN^- ৰ দৰে সৰল আয়নলৈ বিয়োজিত নহয়।

আলফ্ৰেড ৱাৰ্নাৰ
(1866-1919)

ফ্ৰান্সৰ এলছেছ নামৰ প্ৰদেশৰ মিউলহাউছ নামৰ এটা সৰু সম্প্ৰদায়ত 1866 চনৰ 12 ডিচেম্বৰত ৱাৰ্নাৰৰ জন্ম হৈছিল। তেওঁ কালশ্ৰুহেত (জাৰ্মানী) ৰসায়ন অধ্যয়নৰ পাতনি মেলে। পিছত তেওঁ যুৰিকত (ছুইজাৰলেণ্ড) ৰসায়ন অধ্যয়ন কৰিবলৈ লয়। তাতেই তেওঁ 1890 চনত তেওঁৰ ডক্টৰেট গৱেষণা গ্ৰন্থত, সমযোগিতাৰ ভিত্তিত কিছুমান নাইট্ৰ'জেনযুক্ত জৈৱ পদাৰ্থৰ ধৰ্মৰ পাৰ্থক্যৰ ব্যাখ্যা আগবঢ়ায়। তেওঁ ভেন্ট হ'ফৰ চতুৰ্ফলকীয় কাৰ্বন পৰমাণুৰ তত্ত্বৰ সম্প্ৰসাৰণ ঘটায় আৰু নাইট্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰয়োগ কৰিব পৰাকৈ ইয়াৰ ৰূপান্তৰ সাধন কৰে। ৱাৰ্নাৰে ভৌতিক ধৰ্মৰ জোখৰ ভিত্তিত সংকুল যৌগবোৰৰ মাজত আলোকীয় আৰু বৈদ্যুতিক পাৰ্থক্য দেখুৱায়। দৰাচলতে ৱাৰ্নাৰেই প্ৰথমে কিছুমান সমন্বয়ী যৌগৰ আলোক সক্ৰিয়তা আৱিষ্কাৰ কৰে।

তেওঁ 1829 চনত, 29 বছৰ বয়সত যুৰিকৰ টেক্‌নিস্কে হকশ্বুলেত পূৰ্ণ পৰ্যায়ৰ প্ৰফেছৰ হিচাপে নিযুক্ত হয়। আলফ্ৰেড ৱাৰ্নাৰ এগৰাকী ৰসায়ন বিজ্ঞানী আৰু শিক্ষাবিদ আছিল। তেওঁৰ যশস্যাৰাজিৰ ভিতৰত সমন্বয়ী যৌগৰ তত্ত্বৰ উন্নয়নো আছিল এটা। এই তত্ত্বটোত ৱাৰ্নাৰে পৰমাণু আৰু অণুবোৰনো কিদৰে সংযুক্ত হৈ একত্ৰিত হৈ পৰে সেই বিষয়ে যুগান্তকাৰী ধাৰণাৰ অৱতাৰণা কৰিছিল। এই তত্ত্বটো তিনিবছৰৰ (1890 ৰ পৰা 1893) ভিতৰত নিৰূপিত হৈছিল। তেওঁৰ বৃত্তিৰ (career) পিছৰ অংশ তেওঁৰ নতুন ধাৰণা স্বতঃসিদ্ধ কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা পৰীক্ষামূলক সমৰ্থন গোটোৱাত ব্যয় কৰিছিল। ৱাৰ্নাৰে পৰমাণুবোৰৰ সংযোগ আৰু সমন্বয়ী যৌগৰ তত্ত্ব — এই কৰ্মৰাজিৰ বাবে 1913 চনৰ নবেল বঁটা লাভ কৰে। তেৱেঁই হ'ল নবেল বঁটা বিজয়ী প্ৰথমগৰাকী ছুইছ ৰসায়নবিজ্ঞানী।

9.2 সমন্বয়ী যৌগ সম্পৰ্কীয় কিছুমান গুৰুত্বপূৰ্ণ পদৰ সংজ্ঞা (Definitions of Some Important Terms Pertaining to Coordination Compounds)

(a) সমন্বয়ী সত্ত্বা (Coordination entity)

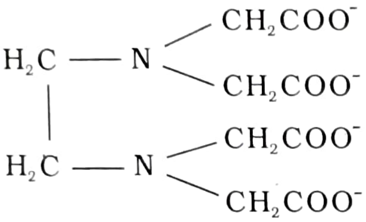
সমন্বয়ী সত্ত্বা বুলিলে এটা কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ পৰমাণু বা আয়নৰ সৈতে এক নিৰ্দিষ্ট সংখ্যক আয়ন বা অণু যোজিত হৈ সৃষ্টি হোৱা গোটটোকে বুজায়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[CoCl_3(NH_3)_3]$ এটা সমন্বয়ী সত্ত্বা; ইয়াত এটা ক'বাল্ট আয়নক তিনিটা এম'নিয়া অণু আৰু তিনিটা ক্ল'ৰাইড আয়নে আগুৰি আছে। একেদৰে $[Ni(CO)_4]$, $[PtCl_2(NH_3)_2]$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ হ'ল সমন্বয়ী সত্ত্বাৰ আন কেইটামান উদাহৰণ।

(b) কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়ন (Central atom / ion)

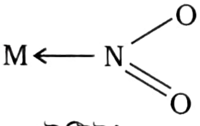
এটা সমন্বয়ী সত্ত্বাত যিটো ধাতব পৰমাণু / আয়নৰ চাৰিওফালে এক নিৰ্দিষ্ট সংখ্যক আয়ন / মূলক এক নিৰ্দিষ্ট জ্যামিতিক বিন্যাসত যুক্ত হৈ থাকে তাকে কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু বা আয়ন বোলে। উদাহৰণ স্বৰূপে, সমন্বয়ী সত্তা $[NiCl_2(H_2O)_4]$, $[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$ আৰু $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ৰ কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নবোৰ যথাক্ৰমে Ni^{2+}, Co^{3+} আৰু Fe^{3+}। এই কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নবোৰক **লিৱিছ এছিড** (Lewis acids) বুলিও কোৱা হয়।

(c) লিগাণ্ড (Ligands)

সমন্বয়ী সত্ত্বাত কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নৰ লগত বন্ধনত থকা আয়ন বা অণুবোৰকে লিগাণ্ড বুলি কোৱা হয়। এইবোৰ Cl^- ৰ লেখীয়া সৰল আয়ন, H_2O বা NH_3 ৰ লেখীয়া সৰু সৰু অণু, $H_2NCH_2CH_2NH_2$ বা $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ ৰ লেখীয়া ডাঙৰ অণু, নাইবা আনকি প্ৰ'টিনৰ দৰে বৃহৎ অণুও (macro molecules) হ'ব পাৰে।

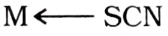


যেতিয়া এটা লিগাণ্ডে তাৰ এটা মাত্ৰ দাতা পৰমাণুৰ যোগেদি ধাতৱ আয়নটোৰ লগত বান্ধনি গঠন কৰে, তেতিয়া সেই লিগাণ্ডক **একদন্তী বা ইউনিডেন্টেট** (unidentate) বুলি কোৱা হয়। যেনে — Cl^-, H_2O, NH_3। যদি এটা লিগাণ্ডে তাৰ দুটা দাতা পৰমাণুৰ যোগেদি বান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে, তেতিয়া তাক **দ্বিদন্তীয় বা ডাইডেন্টেট** (didentate) বোলা হয়। যেনে- $H_2N\,CH_2\,CH_2\,NH_2$ (ইথেন - 1, 2- ডাইএমাইন) বা $C_2O_4^{2-}$ (অক্‌জেলেট')। আকৌ যদি এটা লিগাণ্ডত অনেক দাতা পৰমাণু থাকে তেন্তে তাক **বহুদন্তীয় বা পলিডেন্টেট** (polydentate) বোলা হয়। যেনে — $N(CH_2CH_2NH_2)_3$। ইথিলিনডাইএমাইনটেট্ৰাএছিটেট আয়ন ($EDTA^{4-}$) এটা উল্লেখযোগ্য ষড়দন্তীয় বা হেক্সাডেন্টেট (hexadentate) লিগাণ্ড। ই দুটা নাইট্ৰ'জেন আৰু চাৰিটা অক্সিজেন পৰমাণুৰ জৰিয়তে কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ আয়নৰ লগত বান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে।

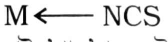


নাইট্ৰিট'-N

নাইট্ৰিট'-O



থায়'ছায়েনেট'



আইচ'থায়'ছায়েনেট'

যদি এটা ডাই বা পলিডেন্টেট লিগাণ্ডে তাৰ দুটা বা ততোধিক দাতা পৰমাণুৰ জৰিয়তে কোনো এটা ধাতৱ আয়নৰ লগত বান্ধনি গঠন কৰে, তেন্তে তাক **কিলেট (chelate)** লিগাণ্ড বোলা হয়। লিগাণ্ড এটাৰ এনে বান্ধনি গঠন কৰিব পৰা সংখ্যাকে তাৰ **দন্তীয়তা বা ডেন্টিছিটি** (denticity) বোলে। কিলেট জটিল যৌগ (chelate complex) বোলা এনে জটিল যৌগবোৰ ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ডযুক্ত একেধৰণৰ জটিল যৌগতকৈ অধিক সুস্থিৰ হয় (কাৰণৰ বাবে অনুচ্ছেদ 9.8 চোৱা)। যি লিগাণ্ডে দুটা বেলেগ বেলেগ পৰমাণুৰ জৰিয়তে বান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে তাক **এম্বিডেন্টেট লিগাণ্ড** (ambidentate ligands) বোলে। এনে লিগাণ্ডৰ উদাহৰণ হ'ল NO_2^- আৰু SCN^- আয়ন। NO_2^- আয়নে নাইট্ৰ'জেন নাইবা অক্সিজেনৰ জৰিয়তে কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ পৰমাণু / আয়নৰ সৈতে বান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে। তেনেদৰে SCN^- আয়নে ছালফাৰ বা নাইট্ৰ'জেন পৰমাণুৰ জৰিয়তে বান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে।

(d) সমন্বয়ী সংখ্যা (Coordination number)

এটা জটিল যৌগৰ ধাতৰ আয়নটোৰ সমন্বয়ী সংখ্যা (CN) বুলিলে, ধাতুটোৰে লিগাণ্ডৰ কিমান সংখ্যক দাতা পৰমাণুৰ সৈতে পোনপটীয়াভাৱে বান্ধনি গঠন কৰি থাকে তাকে বুজা যায়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[PtCl_6]^{2-}$ আৰু $[Ni(NH_3)_4]^{2+}$ জটিল যৌগৰ আয়নত Pt আৰু Ni ৰ সমন্বয়ী সংখ্যা ক্ৰমে 6 আৰু 4। তেনেদৰে $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ আৰু $[Co(en)_3]^{3+}$ জটিল যৌগৰ আয়নত Fe আৰু Co উভয়ৰে সমন্বয়ী সংখ্যা 6, কাৰণ $C_2O_4^{2-}$ আৰু en (ইথেন - 1, 2 - ডাইএমাইন) দুয়োটাই ডাইডেন্টেট লিগাণ্ড।

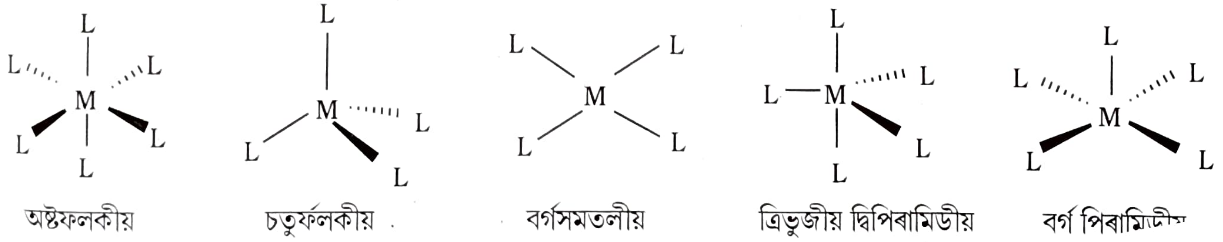
উল্লেখযোগ্য যে লিগাণ্ডে কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ (বা আয়নৰ) সৈতে গঠন কৰা কেৱল ছিগ্‌মা বান্ধনিৰ সংখ্যাৰ দ্বাৰাহে কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নটোৰ সমন্বয়ী সংখ্যা নিৰ্ণয় কৰা হয়। লিগাণ্ড আৰু কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নৰ মাজত পাই বান্ধনি গঠন হ'লেও সেয়া এই ক্ষেত্ৰত গণ্য কৰা নহয়।

(e) সমন্বয়ী বলয় (Coordination sphere)

কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু (বা আয়ন) আৰু তাৰ সৈতে যুক্ত হৈ থকা লিগাণ্ডবোৰক বৰ্গ বন্ধনীৰ ভিতৰত ৰখা হয় আৰু সামগ্ৰিকভাৱে **সমন্বয়ী বলয়** বোলা হয়। আয়নীকৰণীয় মূলকবোৰক বন্ধনীৰ বাহিৰত লিখা হয় আৰু এইবোৰক প্ৰতি-আয়ন (counter ions) বোলা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $K_4[Fe(CN)_6]$ জটিল যৌগটোৰ $[Fe(CN)_6]^{4-}$ হ'ল সমন্বয়ী বলয় আৰু K^+ হ'ল প্ৰতি-আয়ন।

(f) সমন্বয়ী বহুফলক (Coordination polyhedron)

কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নৰ সৈতে পোনপটীয়াভাৱে যুক্ত হৈ থকা লিগাণ্ড পৰমাণুবোৰৰ স্থানিক সজ্জাকেই কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু সাপেক্ষে সমন্বয়ী বহুফলক বোলে। সাধাৰণ বহুফলকসমূহ হ'ল অষ্টফলকীয় (octahedral), বৰ্গ সমতলীয় (square planar) আৰু চতুৰ্ফলকীয় (tetrahedral)। উদাহৰণ স্বৰূপে $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ হ'ল অষ্টফলকীয়, $[Ni(CO)_4]$ চতুৰ্ফলকীয় আৰু $[PtCl_4]^{2-}$ হ'ল বৰ্গ সমতলীয়। বিভিন্ন সমন্বয়ী বহুফলকৰ আকৃতি চিত্ৰ 9.1ত দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 9.1 : বিভিন্ন সমন্বয়ী বহুফলকৰ আকৃতি। ইয়াত M এ কেন্দ্ৰীয় প
ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ডক বুজাইছে।

(g) কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ জাৰণ সংখ্যা (Oxidation number of central atom)

জটিল যৌগ এটাৰ লিগাণ্ডবোৰক কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ সৈতে ভাগ-বতৰা কৰি থকা ইলেক্ট্ৰনযুগ্মসহ আঁতৰাই দিলে, কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুটোৱে যি আধান লাভ কৰে তাকে তাৰ জাৰণ সংখ্যা বোলে। এই জাৰণ সংখ্যাক সমন্বয় সত্বাটোৰ নামৰ পিছত চন্দ্ৰবন্ধনীৰ ভিতৰত ৰোমান সংখ্যাৰে লিখি বুজোৱা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Cu(CN)_4]^{3-}$ ত কপাৰ আয়নৰ জাৰণ সংখ্যা +1 আৰু ইয়াক Cu(I) বুলি লিখা হয়।

(h) হম'লেপ্টিক আৰু হিটাৰ'লেপ্টিক জটিল যৌগ (Homoleptic and heteroleptic complexes)

যি জটিল যৌগত ধাতৰ পৰমাণু / আয়নটো মাত্ৰ এবিধ লিগাণ্ডৰ লগত যোজিত হৈ থাকে তাকে হম'লেপ্টিক জটিল যৌগ বোলা হয়; যেনে - $[Co(NH_3)_6]^{3+}$। আনহাতে যি জটিল যৌগত ধাতৰ পৰমাণু / আয়নটো বেলেগ বেলেগ প্ৰকাৰৰ দাতা মূলকৰ লগত যুক্ত হৈ থাকে তাকে হিটাৰ'লেপ্টিক বোলা হয়; যেনে — $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$।

9.3 সমন্বয়ী যৌগৰ নামকৰণ (Nomenature of Coordination Compounds)

সমন্বয়ী যৌগৰ নামকৰণ এক গুৰুত্বপূৰ্ণ বিষয়; কাৰণ বিশেষকৈ সমযোগী সম্পৰ্কীয় আলোচনাত যৌগবোৰৰ সংকেত আৰু প্ৰণালীবদ্ধ নাম লিখাৰ বাবে এটা স্পষ্ট পদ্ধতিৰ প্ৰয়োজন হয়। সমন্বয়ী সত্বাসমূহৰ বাবে গ্ৰহণ কৰা সংকেত আৰু নাম IUPAC ৰ (International Union of Pure and Applied Chemistry) অনুমোদনৰ ওপৰত প্ৰতিষ্ঠিত।

9.3.1 এককেন্দ্ৰীয় সমন্বয়ী সত্তাৰ সংকেত (Formulas of Mononuclear Coordination Entities)

কোনো যৌগৰ সংকেত (formula) হৈছে যৌগটোৰ বিষয়ে মূল তথ্যসমূহ সংক্ষিপ্ত ৰূপত আৰু সুবিধাজনকভাৱে উপস্থাপন কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা এক চমু পদ্ধতি। এককেন্দ্ৰীয় সমন্বয় সত্বাত এটা মাত্ৰ কেন্দ্ৰীয় ধাতৰ পৰমাণু থাকে। ইহঁতৰ সংকেত লিখাৰ বাবে তলত দিয়া নিয়মসমূহ প্ৰয়োগ কৰা হয় —

(i) প্ৰথমে কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুটো লিখা হয়।

(ii) ইয়াৰ পিছত লিগাণ্ডবোৰক বৰ্ণানুক্ৰমে লিখা হয়। লিগাণ্ডৰ আধানৰ ওপৰত তাৰ স্থান নিৰ্ভৰ নকৰে।

(iii) পলিডেন্টেট লিগাণ্ডবোৰকো বৰ্ণানুক্ৰমে লিখা হয়। লগাণ্ডৰ সংক্ষিপ্তকৃত (abbreviated) ৰূপৰ ক্ষেত্ৰত সংক্ষিপ্ত ৰূপৰ প্ৰথম বৰ্ণটোক তাৰ বৰ্ণানুক্ৰমিক স্থান নিৰূপণৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

(iv) আধানযুক্ত হওকেই বা নহওকেই, সমগ্ৰ সমন্বয়ী সত্তাটোক বৰ্গবন্ধনীৰ ভিতৰত ৰখা হয়। লিগাণ্ডৰ সংক্ষিপ্তকৃত ৰূপবোৰকো চন্দ্ৰবন্ধনীৰ ভিতৰত ৰখা হয়।

(v) সমন্বয়ী বলয়ৰ ভিতৰত থকা ধাতু আৰু লিগাণ্ডৰ মাজত কোনো খালী ঠাই ৰখা নহয়।

(vi) যেতিয়া কোনো এক আধানযুক্ত সমন্বয়ী সত্তাৰ সংকেত তাৰ প্ৰতি-আয়নৰ

টোকা ঃ IUPAC ৰ 2004 চনৰ খচৰা অনুমোদনক্ৰমে লিগাণ্ডবোৰক সিহঁতৰ আধান নিৰ্বিচাৰে বৰ্ণানুক্ৰমত শ্ৰেণীবিভাজন কৰা হয়।

সংকেত অবিহনে লিখিব লগীয়া হয়, তেতিয়া বৰ্গবন্ধনীৰ বাহিৰত সোঁফালে ওপৰত আধানৰ চিহ্নৰ আগত আধানৰ সংখ্যাটো লিখি দেখুওৱা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Co(CN)_6]^{3+}$, $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ ইত্যাদি।

(vii) কেটায়নৰ আধানক এনায়নৰ আধানৰদ্বাৰা সন্তুলিত কৰা হয়।

9.3.2 এককেন্দ্ৰীয় সমন্বয়ী যৌগৰ নামকৰণ (Nomenclature of Mononuclear Coordination Compounds)

যোগাত্মক নামকৰণ (additive nomenclature) নীতি অনুসৰি সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ নামৰ লিখা হয়। ইয়াৰ বাবে যৌগৰ নামত কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুক আবৰি ৰখা মূলকবোৰৰ চিনাক্তকৰণ হোৱা উচিত। এইবোৰক কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ নামৰ পূৰ্বপদ (prefixes) হিচাপে উপযুক্ত গুণক (multipliers) সহ তালিকাভুক্ত কৰা হয়। সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ নামকৰণৰ বাবে তলত দিয়া নিয়মবোৰ অনুসৰণ কৰা হয়।

(i) সমন্বয়ী সত্ত্বা ধনাত্মক হওক বা ঋণাত্মক হওক, জটিল যৌগৰ নাম লিখোতে প্ৰথমে কেটায়নটোৰ নামকৰণ কৰা হয়।

(ii) লিগাণ্ডবোৰৰ নাম বৰ্ণানুক্ৰমে কেন্দ্ৰীয় পৰমাণু / আয়নৰ আগত লিখা হয় (এই পদ্ধতিটো সংকেত লিখনত প্ৰয়োগ হোৱা পদ্ধতিৰ বিপৰীত)।

(iii) এনায়নীয় (anionic) লিগাণ্ডৰ নামৰ শেষত অ' (- o) ব্যৱহাৰ কৰা হয় যদিও প্ৰশম আৰু কেটায়নীয় (cationic) লিগাণ্ডৰ নাম। অৱশ্যে, H_2O ৰ বাবে একুৱা (aqua), NH_3 ৰ বাবে এমাইন (ammine), CO ৰ বাবে কাৰ্বনিল (carbonyl) আৰু NO ৰ বাবে নাইট্ৰছিল (nitrosyl) লিখা হয়। ইহঁতক ( ) বন্ধনিৰ ভিতৰত ৰখা হয়।

(iv) সমন্বয়ী সত্ত্বা থকা প্ৰতিবিধ লিগাণ্ডৰ সংখ্যা নিৰ্দেশ কৰাৰ বাবে মন', ডাই, ট্ৰাই আদি পূৰ্বপদ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। কিন্তু লিগাণ্ডৰ নামতে ডাই, ট্ৰাই আদি পদ যুক্ত হৈ থাকিলে লিগাণ্ডৰ সংখ্যা বুজাবলৈ (bis), ট্ৰিছ (tris), টেট্ৰাকিছ (tetrakis) ইত্যাদি পদ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। যি লিগাণ্ডৰ ক্ষেত্ৰত এই পদবোৰ উল্লেখ কৰা হয় তাক চন্দ্ৰবন্ধনীৰ ভিতৰত ৰখা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[NiCl_2(PPh_3)_2]$ ক ডাইক্লৰ'বিছ(ট্ৰাইফিনাইলফছফাইন)নিকেল(II) হিচাপে নামকৰণ কৰা হয়।

(v) কেটায়ন, এনায়ন আৰু প্ৰশম সমন্বয়ী সত্ত্বাত ধাতুটোৰ জাৰণ অৱস্থাক চন্দ্ৰ বন্ধনীৰ ভিতৰত ৰোমান সংখ্যাৰে লিখি নিৰ্দেশ কৰা হয়।

(vi) যদি জটিল আয়নটো কেটায়ন হয়, তেন্তে ধাতুটোক মৌলৰ দৰে নামকৰণ কৰা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, জটিল যৌগৰ কেটায়নত Co ক ক'বাল্ট আৰু Ptক প্লেটিনাম বুলি কোৱা হয়। জটিল আয়নটো এনায়ন হ'লে, ধাতুটোৰ নামৰ শেষত এট্ (ate) অনুবন্ধ যোগ কৰা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Co(SCN)_4]^{2-}$ জটিল এনায়নটোত Coক ক'বাল্টেট বুলি কোৱা হয়। কিছুমান ধাতুৰ জটিল এনায়নৰ ক্ষেত্ৰত ধাতুবোৰৰ লেটিন নাম ব্যৱহাৰ কৰা হয়; উদাহৰণ স্বৰূপে, Fe ৰ বাবে ফেৰেট নামটো ব্যৱহৃত হয়।

(vii) প্ৰশম জটিল অণুৰ নামকৰণ জটিল এনায়নৰ দৰেই কৰা হয়।

সমন্বয়ী যৌগৰ নামকৰণৰ কেইটামান ব্যাখ্যাকাৰী উদাহৰণ তলত দিয়া হ'ল।

টোকা ঃ IUPAC ৰ 2004 চনৰ খচৰা অনুমোদনক্ৰমে এনায়নীয় লিগাণ্ডৰ নামৰ শেষত —ইড' (-ido) যোগ কৰিব লাগে। যেনে -ক্লৰ' (chloro) নামটো নতুন অনুমোদন মতে ক্ল'ৰিড' (chlorido) হ'ব।

1. $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]Cl_3$ যৌগটোৰ নামকৰণ নিম্নোক্ত ধৰণে কৰা হয় - ট্ৰাইএমাইনট্ৰাইএকুৱাক্ৰ'মিয়াম(III) ক্ল'ৰাইড

ব্যাখ্যা ঃ ইয়াত বৰ্গ বন্ধনীৰ ভিতৰত থকা জটিল আয়নটো এটা কেটায়ন। ইংৰাজী বৰ্ণানুক্ৰম অনুসৰি এমাইন (ammine) লিগাণ্ডৰ নাম একুৱা (aqua) লিগাণ্ডৰ আগত লিখা হয়। যিহেতু যৌগটোত তিনিটা ক্ল'ৰাইড আয়ন আছে, জটিল আয়নটোৰ আধান নিশ্চয় +3 (যিহেতু যৌগটো বৈদ্যুতিকভাৱে উদাসীন) হ'ব। জটিল আয়ন আৰু লিগাণ্ডবোৰৰ আধানৰপৰা আমি ধাতুটোৰ জাৰণ সংখ্যা গণনা কৰিব পাৰোঁ। এই উদাহৰণটোত আটাইবোৰ লিগাণ্ডেই প্ৰশম অণু। গতিকে ক্ৰ'মিয়ামৰ জাৰণ সংখ্যা নিশ্চয় জটিল আয়নটোৰ আধানৰ সৈতে একে, অৰ্থাৎ +3 হ'ব।

2. $[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_3]_2(SO_4)_3$ যৌগটোৰ নাম হ'ব।
ট্ৰিছ (ইথেন -1,2-ডাইএমাইন) ক'বাল্ট(III) ছালফেট

ব্যাখ্যা ঃ এই অণুটোত ছালফেট আয়ন হ'ল প্ৰতি-আয়ন। যিহেতু 3টা ছালফেট আয়ন দুটা জটিল কেটায়নৰ সৈতে যুক্ত হৈ আছে সেয়েহে প্ৰতিটো জটিল কেটায়নৰ আধান +3 হ'ব। আকৌ ইথেন-1,2-ডাইএমাইন এটা প্ৰশম অণু। গতিকে এই জটিল আয়নটোত ক'বাল্টৰ জাৰণ সংখ্যা +3 হ'ব লাগিব। *মনত ৰাখিবা, এটা আয়নীয় যৌগৰ নামত কেটায়ন আৰু এনায়নৰ সংখ্যা কেতিয়াও নিৰ্দেশ কৰিব নালাগে।*

একে ধাতৰ আয়ন থকা সত্ত্বেও কেটায়ন আৰু এনায়নত ধাতুৰ নামৰ কেনেদৰে পৰিৱৰ্তন হয় লক্ষ্য কৰা।

3. $[Ag(NH_3)_2][Ag(CN)_2]$ যৌগটোৰ নাম হ'ব
ডাইএমাইনছিলভাৰ(I) ডাইচায়েন'আৰ্জেন্টেট(I)

উদাহৰণ 9.2 তলত দিয়া সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সংকেত লিখা—

(a) টেট্ৰাএমাইনএকুৱাক্লৰিড'ক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড
(b) পটাছিয়াম টেট্ৰাহাইড্ৰক্স'জিংকেট(II)
(c) পটাছিয়াম ট্ৰাইঅক্জেলেট'এলুমিনেট(III)
(d) ডাইক্লৰিড'বিছ(ইথেন-1, 2-ডাইএমাইন)ক'বাল্ট(III)
(e) টেট্ৰাকাৰ্বনিলনিকেল (0)

সমাধান
(a) $[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]Cl_2$ (b) $K_2[Zn(OH)_4]$
(c) $K_3[Al(C_2O_4)_3]$ (d) $[CoCl_2(en)_2]^+$
(e) $[Ni(CO)_4]$

উদাহৰণ 9.3 তলত দিয়া সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ IUPAC নাম লিখা ঃ

(a) $[Pt(NH_3)_2Cl(NO_2)]$ (b) $K_3[Cr(C_2O_4)_3]$
(c) $[CoCl_2(en)_2]Cl$ (d) $[Co(NH_3)_5(CO_3)]Cl$
(e) $Hg[Co(SCN)_4]$

সমাধান

(a) ডাইএমাইনক্লৰিড'নাইট্ৰিট'-N-প্লেটিনাম(II)

(b) পটাছিয়াম ট্ৰাইঅক্‌জেলেট'ক্ৰ'মেট(III)

(c) ডাইক্লৰিড'বিছ(ইথেন-1, 2-ডাইএমাইন)ক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড

(d) পেন্টাএমাইনকাৰ্বনেট'ক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড

(e) মাৰ্কাৰি টেট্ৰাথায়'ছায়েনেট'ক'বাল্টেট(III)

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

9.1 তলত দিয়া সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সংকেত লিখা -

(i) টেট্ৰাএমাইনডাইএকুৱাক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড

(ii) পটাছিয়াম টেট্ৰাচায়েন'নিকেলেট(II)

(iii) *ট্ৰিছ*(ইথেন-1, 2-ডাইএমাইন)ক্ৰ'মিয়াম(III) ক্ল'ৰাইড

(iv) এমাইনব্ৰ'মিড'ক্লৰিড'নাইট্ৰিট'-N-প্লেটিনেট(II)

(v) ডাইক্লৰিড'বিছ(ইথেন-1, 2-ডাইএমাইন)প্লেটিনাম(IV) নাইট্ৰেট

(vi) আইৰন(III) হেক্সাচায়েন'ফেৰেট(II)

9.2 তলত দিয়া সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ IUPAC নাম লিখা —

(i) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ (ii) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (iii) $K_3[Fe(CN)_6]$

(iv) $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ (v) $K_2[PdCl_4]$ (vi) $[Pt(NH_3)_2Cl(NH_2CH_3)Cl$

9.4 সমন্বয়ী যৌগৰ সমযোগিতা (Isomerism in Coordination Compounds)

একে ৰাসায়নিক সংকেত, কিন্তু পৰমাণুবোৰৰ বিভিন্ন বিন্যাস বিশিষ্ট দুই বা ততোধিক যৌগই হ'ল সমযোগী। পৰমাণুবোৰৰ বিভিন্ন বিন্যাসৰ বাবে সিহঁতৰ এক বা ততোধিক ভৌতিক বা ৰাসায়নিক ধৰ্ম বেলেগ বেলেগ হয়। সমন্বয়ী যৌগসমূহৰ মাজত প্ৰধানকৈ দুই প্ৰকাৰৰ সমযোগিতা দেখা যায়— (a) ষ্টেৰিঅ' সমযোগিতা (steroisomerism) আৰু (b) গঠন সমযোগিতা (structural isomerism)।

ষ্টেৰিঅ' সমযোগিতা আকৌ দুই প্ৰকাৰৰ —

(i) জ্যামিতিক সমযোগিতা (Geometrical isomerism)

(ii) আলোক সমযোগিতা (Optical isomerism)

গঠন সমযোগিতা চাৰি প্ৰকাৰৰ হ'ব পাৰে —

(i) সংযোগ সমযোগিতা (Linkage isomerism)

DAILY ASSAM

(ii) সমন্বয়ী সমযোগিতা (Coordination isomerism)

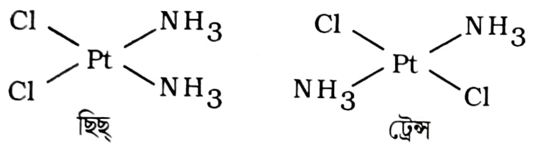
(iii) আয়নীভৱন সমযোগিতা (Ionisation isomerism)

(iv) দ্ৰাৱকঘটিত সমযোগিতা (Solvate isomerism)

ষ্টেৰিঅ' সমযোগীবোৰৰ ৰাসায়নিক সংকেত আৰু ৰাসায়নিক বান্ধনি একে; কিন্তু সিহঁতৰ স্থানিক বিন্যাস বেলেগ বেলেগ। গঠন সমযোগীবোৰত বান্ধনি বেলেগ বেলেগ হয়। এই সমযোগীবোৰৰ এক বিস্তৃত বিৱৰণ তলত দিয়া হ'ল।

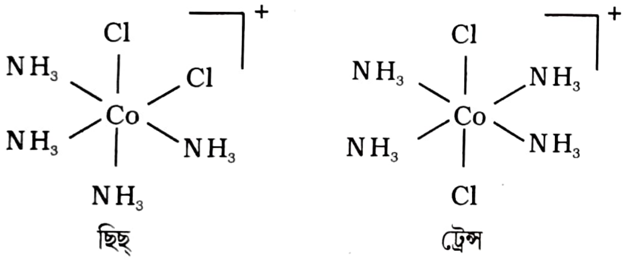
9.4.1 জ্যামিতিক সমযোগিতা (Geometrical Isomerism)

হিটাৰ'লেপ্টিক জটিল যৌগত কেন্দ্ৰীয় ধাতুৰ পৰমাণুৰ চাৰিওফালে লিগাণ্ডবোৰৰ জ্যামিতিক সজ্জা বিভিন্ন হ'ব পাৰে। এনে বিভিন্ন সজ্জাৰ বাবে এই প্ৰকাৰৰ সমযোগিতাৰ উদ্ভৱ হয়। এই সমযোগিতাৰ উল্লেখযোগ্য উদাহৰণ পোৱা যায় 4 আৰু 6 সমন্বয়ী সংখ্যাবিশিষ্ট যৌগৰ ক্ষেত্ৰত। $[MX_2L_2]$ সংকেতবিশিষ্ট (X আৰু L ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ড) বৰ্গ সমতলীয় জটিল যৌগত দুটা একে লিগাণ্ড (ধৰা, X) ওচৰা-উচৰিকৈ থাকিব পাৰে। তেনে ক্ষেত্ৰত যৌগটোক *ছিচ্- (cis-)* সমযোগী বোলা হয়। আনহাতে দুটা একে লিগাণ্ড বিপৰীত স্থানত থাকিলে তাক *ট্ৰেন্স- (trans-)* সমযোগী বোলা হয়। এনে সমযোগীবোৰৰ গঠন চিত্ৰ 9.2ত দেখুওৱা হৈছে।



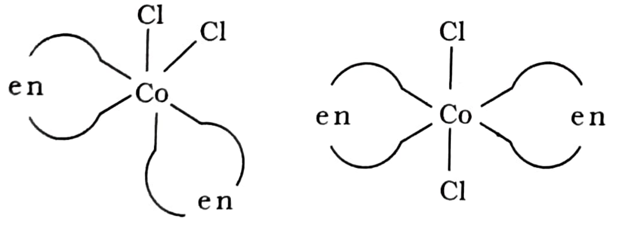
চিত্ৰ 9.2 : $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ৰ জ্যামিতিক সমযোগী (ছিচ্ আৰু ট্ৰেন্স)

MABXL ধৰণৰ (য'ত A, B, X, L ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ড) বৰ্গ সমতলীয় জটিল যৌগৰ তিনিটা জ্যামিতিক সমযোগী পোৱা যায়— দুটা ছিচ্ আৰু এটা ট্ৰেন্স। চতুৰ্ফলকীয় জ্যামিতিক গঠনৰ ক্ষেত্ৰত এনেকুৱা সমযোগিতা সম্ভৱ নহয়। কিন্তু $[MX_2L_4]$ সংকেতবিশিষ্ট অষ্টফলকীয় জটিল যৌগত এই সমযোগিতা সম্ভৱ হয়। এই ক্ষেত্ৰত X লিগাণ্ড দুটা পৰস্পৰ ছিচ্ বা ট্ৰেন্স হিচাপে থাকে (চিত্ৰ 9.3)।



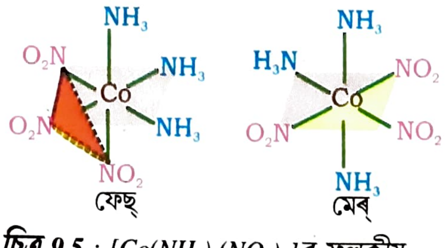
চিত্ৰ 9.3 : $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ৰ জ্যামিতিক সমযোগী (ছিচ্ আৰু ট্ৰেন্স)

ডাইডেন্টেট লিগাণ্ড [L-L, উদাহৰণ স্বৰূপে, $NH_2CH_2CH_2NH_2$,(en)] থকা $[MX_2(L-L)_2]$ সংকেতবিশিষ্ট জটিল যৌগতো এই প্ৰকাৰৰ সমযোগিতা দেখা যায় (চিত্ৰ 9.4)।



চিত্ৰ 9.4 : $[CoCl_2(en)_2]$ৰ জ্যামিতিক সমযোগী (ছিচ্ আৰু ট্ৰেন্স)

$[Ma_3b_3]$ প্ৰকাৰৰ ($[Co(NH_3)_3(NO_2)_3$ৰ লেখীয়া) অষ্টফলকীয় সমন্বয়ী সত্ত্বাত আন এক ধৰণৰ জ্যামিতিক



চিত্ৰ 9.5 : $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$ৰ ফলকীয় (ফেচ্) আৰু মধ্যৰৈখিক (মেৰ্) সমযোগী

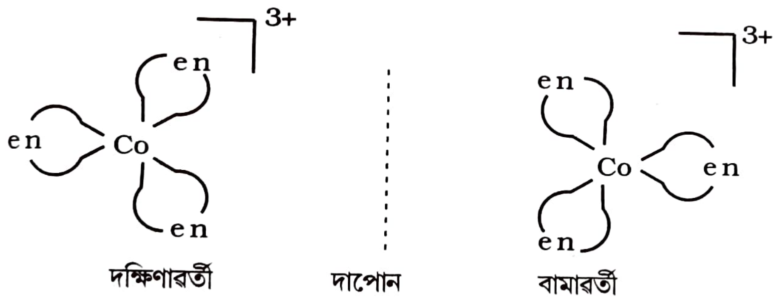
সমযোগিতা (...)। যদি এবিধ লিগাণ্ডৰ তিনিটা দাতা পৰমাণুৱে এখন অষ্টফলকীয় ফলকৰ তিনিটা ওচৰা-উচৰি কোণত অৱস্থান কৰে, তেন্তে **ফলকীয় (ফেচ) সমযোগী** [facial (fac) isomer] পোৱা যায়। যেতিয়া সিহঁতে অষ্টফলকীয় মধ্যৰেখাৰ (meridian) চাৰিওফালে অৱস্থান কৰে তেতিয়া **মধ্যৰৈখিক (মেৰ্) সমযোগী** [meridional (mer) isomer] পোৱা যায় (চিত্ৰ 9.5)।

উদাহৰণ 9.4 কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ আয়নৰ সৈতে দুই ভিন্ন প্ৰকাৰৰ ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ড যোজিত হৈ থকা চতুৰ্ফলকীয় জটিল যৌগত জ্যামিতিক সমযোগিতা কিয় সম্ভৱপৰ নহয়?

সমাধান চতুৰ্ফলকীয় জটিল যৌগই জ্যামিতিক সমযোগিতা প্ৰদৰ্শন নকৰে। কাৰণ, কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ পৰমাণুৰ সৈতে যুক্ত ইউনিডেন্টেট লিগাণ্ডবোৰৰ পাৰস্পৰিক আপেক্ষিক অৱস্থান একেই থাকে।

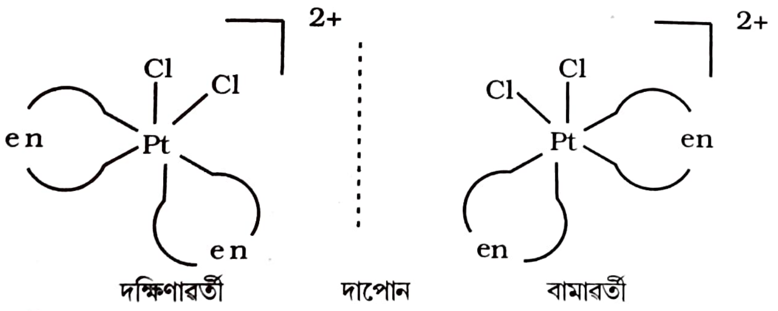
9.4.2 আলোক সমযোগিতা (Optical Isomerism)

আলোক সমযোগীবোৰ এনেকুৱা দাপোণ প্ৰতিবিম্ব যে এটাৰ ওপৰত আনটোক সমাৰোপন (superimpose) কৰিব নোৱাৰি। এইবোৰক **ইনান্‌ছিঅ'মাৰ** (enantiomers) বোলা হয়। যিবোৰ অণু বা আয়নক সিহঁতৰ দাপোণ প্ৰতিবিম্বৰ ওপৰত সমাৰোপন কৰিব নোৱাৰি, সেইবোৰক **কাইৰেল** (chiral) অণু বা আয়ন বোলে। এই কাইৰেল অণু বা আয়ন আৰু তাৰ অসমাৰোপনীয় (non-superimposable) দাপোণ প্ৰতিবিম্ব — এই দুই গঠনে প'লাৰিমিটাৰত সমতল ধ্ৰুৱিত পোহৰৰ বিচ্যুতি ঘটায়। যিটো গঠনে সমতল ধ্ৰুৱিত পোহৰক বাওঁফালে বিচ্যুত কৰে, তাক দক্ষিণাৱৰ্তী (dextro, *d*-) বোলে। ইয়াৰ দাপোণ প্ৰতিবিম্ব গঠনটোৱে সমতল ধ্ৰুৱিত পোহৰক সোঁফালে ঘূৰাব; ইয়াক বামাৱৰ্তী (laevo, *l*) বোলে। সাধাৰণতে ডাইডেন্টেট লিগাণ্ডযুক্ত অষ্টফলকীয় জটিল যৌগৰ ক্ষেত্ৰত আলোক সমযোগিতা দেখা যায় (চিত্ৰ 9.6)।



চিত্ৰ 9.6 : $[Co(en_3)]^{3+}$ ৰ আলোক সমযোগী (d আৰু l)

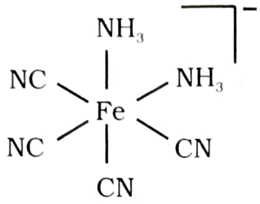
$[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ ধৰণৰ সমন্বয়ী সত্বাত মাত্ৰ ছিছ্-সমযোগীয়ে আলোক সমযোগিতা দেখুৱায় (চিত্ৰ 9.7)।



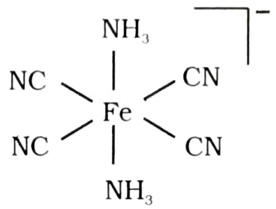
চিত্ৰ 9.7 : $[PtCl_2(en_3)^{2+}]$ ৰ ছিছ্ সমযোগীৰ আলোক সমযোগী (d আৰু l)

উদাহৰণ 9.5 $[Fe(NH_3)_2(CN)_4]^-$ ৰ জ্যামিতিক সময়োগীবোৰৰ গঠন অংকন কৰা।

সমাধান



ছিছ্

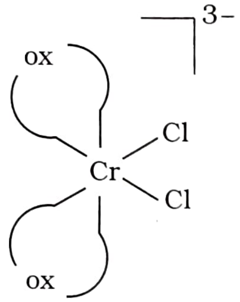


ট্ৰেন্স

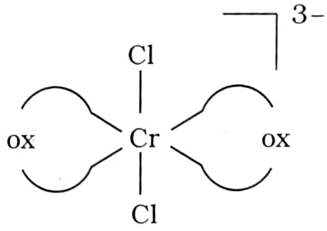
উদাহৰণ 9.6 তলত দিয়া সমন্বয়ী সত্বা দুটাৰ ভিতৰত কোনটো কাইৰেল (আলোক সক্ৰিয়)?

(a) *ছিছ্*- $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ (b) *ট্ৰেন্স*- $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$

সমাধান এই সময়োগী দুটাক নিম্নোক্ত ধৰণে অংকন কৰা হয়—



(a) *ছিছ্* – $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$



(b) *ট্ৰেন্স*– $[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$

এই দুটাৰ ভিতৰত (a) *ছিছ্*-$[CrCl_2(ox)_2]^{3-}$ হ'ল কাইৰেল (আলোক সক্ৰিয়)।

9.4.3 সংযোগ সময়োগী (Linkage Isomerism)

এম্বিডেন্টেট লিগাণ্ডযুক্ত সমন্বয়ী যৌগত সংযোগ সময়োগিতা দেখা যায়। থায়'ছায়েনেট, (NCS) লিগাণ্ডযুক্ত জটিল যৌগবোৰ এই সময়োগিতাৰ সৰল উদাহৰণ। এই লিগাণ্ডটোৱে ধাতুৰ সৈতে নাইট্ৰ'জেনৰ জৰিয়তে বান্ধনি গঠন কৰি M-NCS বা ছালফাৰৰ সৈতে বান্ধনি গঠন কৰি M-SCN যৌগ উৎপন্ন কৰিব পাৰে। বিজ্ঞানী জৰ্গেনছেনে (Jorgensen) $[Co(NH_3)_5(NO_2)]Cl_2$ জটিল যৌগত এনে ধৰ্মৰ আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। এই জটিল যৌগৰ নাইট্ৰাইট লিগাণ্ডটো অক্সিজেনৰ যোগেদি (-ONO) সংযুক্ত হ'লে যৌগটোৰ বৰণ ৰঙা হয়; আনহাতে নাইট্ৰ'জেনৰ যোগেদি ($-NO_2$) সংযুক্ত হ'লে যৌগটোৰ বৰণ হালধীয়া হয়।

9.4.4 সমন্বয়ী সময়োগিতা (Coordination Isomerism)

কোনো এক জটিল যৌগত থকা বিভিন্ন ধাতৱ আয়নৰ কেটায়নীয় আৰু এনায়নীয় সত্বাৰ মাজত লিগাণ্ডৰ আদান-প্ৰদানৰ (interchange) ফলত এই প্ৰকাৰৰ সময়োগিতাৰ উদ্ভৱ হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Co(NH_3)_6]$ $[Cr(CN)_6]$ যৌগটোত NH_3 অণুবোৰ Co^{3+} ৰ লগত আৰু CN^- আয়নবোৰ Cr^{3+} ৰ লগত সংযুক্ত হৈ আছে। ইয়াৰ সমন্বয়ী সময়োগী

$[Cr(NH_3)_6][Co(CN)_6]$ ত NH_3 অণুবোৰ Cr^{3+} ৰ লগত আৰু CN^- আয়নবোৰ Co^{3+} ৰ লগত যুক্ত হৈ আছে।

9.4.5 আয়নীকৰণ সমযোগিতা (Ionisation Isomerism)

এটা জটিল যৌগৰ লৱণৰ প্ৰতি-আয়নটো (counter ion) নিজে এক সম্ভাব্য লিগাণ্ড হ'লে ই এটা লিগাণ্ডক প্ৰতিস্থাপিত কৰি লিগাণ্ডটোক প্ৰতি-আয়নলৈ পৰিৱৰ্তিত কৰে। এনেকুৱা ক্ষেত্ৰত এই প্ৰকাৰৰ সমযোগিতাৰ উদ্ভৱ হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Co(NH_3)_5(SO_4)]Br$ আৰু $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ হ'ল আয়নীকৰণ সমযোগী।

9.4.6 দ্ৰাৱক ঘটিত সমযোগিতা (Solvate Isomerism)

যেতিয়া পানীয়ে দ্ৰাৱক হিচাপে অংশ গ্ৰহণ কৰে তেতিয়া এই প্ৰকাৰৰ সমযোগিতাক "আৰ্দ্ৰ সমযোগিতা" (hydrate isomerism) বোলা হয়। ই আয়নীকৰণ সমযোগিতাৰ অনুৰূপ। দ্ৰাৱকৰ অণু এটাই ধাতৱ আয়নটোৰ লগত পোনপটীয়াভাৱে সংযুক্ত হৈ থাকে নে কেৱল স্ফটিকাবদ্ধ জল হিচাপে উপস্থিত থাকে তাৰ ভিত্তিতহে দ্ৰাৱক ঘটিত সমযোগীবোৰৰ মাজত পাৰ্থক্য দেখা যায়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$ জটিল যৌগটোৰ বৰণ বেঙুনীয়া। কিন্তু ইয়াৰ দ্ৰাৱক ঘটিত সমযোগী হ'ল $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2.H_2O$; ইয়াৰ বৰণ ধূসৰ-সেউজীয়া।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

9.3 তলত দিয়া জটিল যৌগবোৰে প্ৰদৰ্শন কৰা সমযোগিতাৰ প্ৰকাৰ নিৰ্দেশ কৰা আৰু এই সমযোগীবোৰৰ গঠন অংকন কৰা —

(i) $K[Cr(H_2O)_2(C_2O_4)_2]$ (ii) $[Co(en)_3Cl_3]$

(i) $[Co(NH_3)_5(NO_2)](NO_3)_2$ (iv) $[Pt(NH_3)(H_2O)Cl_2]$

9.4 প্ৰমাণ কৰা যে $[Co(NH_3)_5Cl]SO_4$ আৰু $[Co(NH_3)_5SO_4]Cl$ আয়নীকৰণ সমযোগী।

9.5 সমন্বয়ী যৌগৰ গঠন (Bonding in Coordination Compounds)

ৱাৰ্নাৰে প্ৰথমে সমন্বয়ী যৌগৰ বান্ধনিৰ প্ৰকৃতি সম্পৰ্কীয় বৰ্ণনা আগবঢ়াইছিল। কিন্তু তেওঁৰ তত্ত্বই কিছুমান মৌলিক প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিব পৰা নাছিল। সেইবোৰ হ'ল —

(i) মাত্ৰ নিৰ্দিষ্ট কেইটামান মৌলৰহে কিয় সমন্বয়ী যৌগ গঠন কৰিব বিশেষ ধৰ্মটো থাকে?

(ii) সমন্বয়ী যৌগৰ কিয় বান্ধনিসমূহৰ দিশাত্মক (directional) ধৰ্ম থাকে?

(iii) সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ কিয় বিশিষ্ট চুম্বকীয় আৰু আলোক ধৰ্ম থাকে?

সমন্বয়ী যৌগৰ বান্ধনিৰ প্ৰকৃতি ব্যাখ্যা কৰাৰ বাবে বহুতো মতবাদ আগবঢ়োৱা হৈছে। সেইবোৰ হ'ল— যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্ব (Valence Bond Theory, VBT), ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব (Crystal Field Theory, CFT), লিগাণ্ড ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব (Ligad Field Theory, LFT) আৰু আণৱিক অৰবিটেল তত্ত্ব (Molecular Orbital Theory, MOT)। আমি সমন্বয়ী যৌগত VBT আৰু CFT ৰ প্ৰয়োগৰ প্ৰাথমিক ধাৰণাৰ ওপৰত মনোনিৱেশ কৰিম।

9.5.1 যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্ব (Valence Bond Theory)

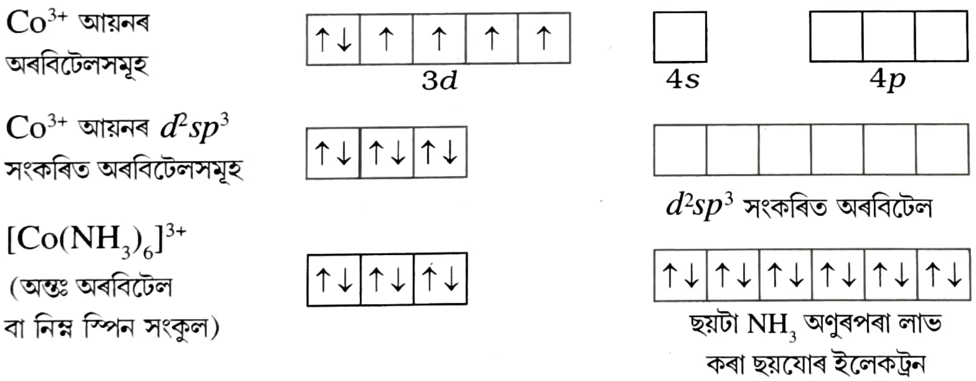
এই তত্ত্ব অনুসৰি লিগাণ্ডৰ প্ৰভাৱত ধাতৱ পৰমাণু বা আয়নটোৰ $(n-1)d$ ns np নাইবা ns, np, nd অৰবিটেলৰ মাজত সংকৰণ ঘটে। এই সংকৰণৰ ফলত কেইটামান সমতুল্য অৰবিটেলৰ সৃষ্টি হয় আৰু এইবোৰে অষ্টফলকীয়, চতুৰ্ফলকীয়, বৰ্গ সমতলীয় বা আন কোনো নিৰ্দিষ্ট জ্যামিতিক আকৃতিত সজ্জিত হয় (তালিকা 9.2)। এই সংকৰিত অৰবিটেলৰ সৈতে লিগাণ্ডৰ যি অৰবিটেলৰপৰা ইলেকট্ৰন যুগ্ম আহিব পাৰে সেই অৰবিটেলৰ অভিলেপন ঘটে।। তলত কিছুমান উদাহৰণেৰে ইয়াক ব্যাখ্যা কৰা হ'ল।

তালিকা 9.2 ঃ অৰবিটেলৰ সংখ্যা আৰু সংকৰণৰ প্ৰকাৰ

সমন্বয়ী সংখ্যা	সংকৰণৰ প্ৰকাৰ	সংকৰিত অৰবিটেলবোৰৰ স্থানিক বিন্যাস
4	sp^3	চতুৰ্ফলকীয় (tetrahedral)
4	dsp^2	বৰ্গ সমতলীয় (square planar)
5	sp^3d	ত্ৰিভুজীয় দ্বিপিৰামিডীয় (trigonal bipyramidal)
6	sp^3d^2	অষ্টফলকীয় (octahedral)
6	d^2sp^3	অষ্টফলকীয় (octahedral)

যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্ব ব্যৱহাৰ কৰি জটিল যৌগ এটাৰ চুম্বকীয় ধৰ্মৰ বিষয়ে জানিব পাৰি। এনেদৰে চুম্বকীয় ধৰ্ম সম্বন্ধে লাভ কৰা তথ্যৰপৰাই যৌগটোৰ জ্যামিতিক গঠন সম্পৰ্কে পূৰ্বানুমান কৰাটো সম্ভৱপৰ।

অপচুম্বকীয় (diamagetic) অষ্টফলকীয় জটিল আয়ন $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ত ক'বাল্ট আয়নৰ জাৰণ অৱস্থা +3 আৰু ইয়াৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস $3d^6$; আয়নটোত Co পৰমাণুৰ d^2sp^3 সংকৰণ ঘটা বুলি বিবেচনা কৰা হয়। কাষৰ চিত্ৰত আয়নটোৰ গঠন দেখুওৱা হৈছে। d^2sp^3 সংকৰণৰ ফলত ছয়টা সংকৰিত অৰবিটেলৰ সৃষ্টি হয়।



জটিল আয়নটোত প্ৰতিটো NH_3 অণুৰপৰা এযোৰকৈ অহা মুঠ ছয়যোৰ ইলেকট্ৰনে ছয়টা সংকৰিত অৰবিটেল দখল কৰে। গতিকে এই জটিল আয়নটোৰ আকৃতি অষ্টফলকীয় হয়। ইয়াত অযুগ্ম ইলেকট্ৰন নথকা বাবে ই অপচুম্বকীয় হয়। যিহেতু এই জটিল আয়নটো গঠন হওঁতে সংকৰণত ভিতৰৰ d- অৰবিটেল ($3d$) ব্যৱহৃত হৈছে, সেইবাবে $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ জটিল আয়নটোক **অন্তঃ অৰবিটেল (inner orbital)** জটিল আয়ন বোলা হয়। ইয়াক **নিম্ন স্পিন (low spin)** বা **স্পিন যুগ্মিত (spin paired) জটিল আয়নো** বোলা হয়। অনুচুম্বকীয় (paramagnetic) অষ্টফলকীয় জটিল আয়নৰ $[CoF_6]^{3-}$ ক্ষেত্ৰত সংকৰণত (sp^3d^2) বাহিৰৰ d-অৰবিটেল ($4d$) ব্যৱহৃত হয়। সেইবাবে ইয়াক **বহিঃ অৰবিটেল (outer orbital)**, জটিল আয়ন বোলা হয়। ইয়াক **উচ্চ স্পিন (high spin)** বা **স্পিন মুক্ত (spin free) জটিল আয়নো** বোলে।

$[CoF_6]^{3-}$ জটিল আয়নৰ গঠন তলত দেখুওৱা হৈছে —

Co^{3+} আয়নৰ অৰবিটেলসমূহ: [↑↓][↑][↑][↑][↑] (3d) [ ] (4s) [ ][ ][ ] (4p) [ ][ ][ ][ ][ ] (4d)

Co^{3+} ৰ sp^3d^2 সংকৰিত অৰবিটেলসমূহ: [↑↓][↑][↑][↑][↑] (3d) [ ][ ][ ][ ][ ][ ] (sp^3d^2 সংকৰিত অৰবিটেল) [ ][ ][ ] (4d)

$[CoF_6]^{3-}$ (বহিঃ অৰবিটেল বা উচ্চ স্পিন জটিল আয়ন): [↑↓][↑][↑][↑][↑] (3d) [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] (ছয়টা F^- আয়নৰপৰা লাভ কৰা ছয়যোৰ ইলেকট্ৰন) [ ][ ][ ] (4d)

Ni^{2+} আয়নৰ অৰবিটেল: [↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] (3d) [ ] (4s) [ ][ ][ ] (4p)

Ni^{2+} ৰ sp^{3+} সংকৰিত অৰবিটেলবোৰ: [↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] (3d) [ ][ ][ ][ ] (sp^{3+} সংকৰিত অৰবিটেল)

$[NiCl_4]^{2-}$ (উচ্চ স্পিন সংকুল): [↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] (3d) [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] (4 টা Cl^- আয়নৰপৰা লাভ কৰা চাৰিযোৰ ইলেকট্ৰন)

চতুৰ্ফলকীয় জটিল যৌগত এটা *s* আৰু তিনিটা *p* অৰবিটেলৰ সংকৰণ ঘটি চাৰিটা সমতুল্য সংকৰিত অৰবিটেলৰ সৃষ্টি হয়। এই সংকৰিত অৰবিটেল চাৰিটা চতুৰ্ফলক এটাৰ কোণ চাৰিটাৰ দিশত প্ৰসাৰিত হৈ থাকে। $[NiCl_4]^{2-}$ৰ ক্ষেত্ৰত এই প্ৰক্ৰিয়াটো কাষৰ চিত্ৰত দেখুওৱা হৈছে। ইয়াত নিকেলৰ জাৰণ অৱস্থা +2 আৰু ইয়াৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস $3d^8$।

জটিল আয়নটোত প্ৰতিটো Cl^- আয়নে এযোৰকৈ ইলেকট্ৰন দান কৰে। যিহেতু ইয়াত দুটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে সেয়েহে এই যৌগটো অনুচুম্বকীয়। তেনেদৰে $[Ni(CO)_4]$ যৌগটোও চতুৰ্ফলকীয় জ্যামিতিক আকৃতি বিশিষ্ট। কিন্তু ই অপচুম্বকীয়; যিহেতু ইয়াত এটাও অযুগ্ম ইলেকট্ৰন নাথাকে। ইয়াত নিকেলৰ জাৰণ অৱস্থা শূন্য।

বৰ্গ সমতলীয় জটিল যৌগ বা আয়নত কেন্দ্ৰীয় ধাতুৰ dsp^2 সংকৰণ ঘটে। ইয়াৰ এটা উদাহৰণ হ'ল $[Ni(CN)_4]^{2-}$। ইয়াত নিকেলৰ জাৰণ অৱস্থা +2 আৰু ইয়াৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস $3d^8$। জটিল আয়নটোত নিকেলৰ সংকৰণ তলত দেখুওৱা হৈছে—

Ni^{2+} আয়নৰ অৰবিটেল: [↑↓][↑↓][↑↓][↑][↑] (3d) [ ] (4s) [ ][ ][ ] (4p)

Ni^{2+} আয়নৰ dsp^2 সংকৰিত অৰবিটেল: [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] (3d) [ ][ ][ ][ ] (dsp^2 সংকৰিত অৰবিটেল) [ ] (4p)

$[Ni(CN)_4]^{2-}$ (নিম্ন স্পিন জটিল আয়ন): [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] (3d) [↑↓][↑↓][↑↓][↑↓] (4 টা CN^- আয়নৰপৰা লাভ কৰা চাৰিযোৰ ইলেকট্ৰন) [ ] (4p)

প্ৰতিটো সংকৰিত অৰবিটেলে একোটা ছায়েনাইড আয়নৰপৰা এযোৰকৈ ইলেকট্ৰন লাভ কৰে। অযুগ্ম ইলেকট্ৰন নথকা বাবে এই যৌগটোও অপচুম্বকীয়।

এইখিনিতে মনত ৰখা উচিত যে সংকৰিত অৰবিটেলৰ আচলতে কোনো অস্তিত্ব নাই। দৰাচলতে সংকৰণ হ'ল অণুৰ গঠন ব্যাখ্যা কৰাৰ বাবে ব্যৱহৃত এক ধাৰণাহে।

9.5.2 সমন্বয়ী যৌগৰ চুম্বকীয় ধৰ্ম (Magnetic Properties of Coordination Compounds)

সমন্বয়ী যৌগৰ চুম্বকীয় সংবেদনশীলতা (magnetic susceptibility) নিৰ্ণয়ৰদ্বাৰা যৌগটোৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ (magnetic moment) মান গণনা কৰিব পাৰি। এই চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মান ব্যৱহাৰ কৰি ধাতৰ জটিল যৌগবোৰৰ গঠন সম্পৰ্কীয় তথ্য লাভ কৰিব পৰা যায়।

প্ৰথম সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণীৰ ধাতুবোৰৰ সমন্বয়ী যৌগৰ চুম্বকীয় তথ্য সম্পৰ্কে ভালদৰে অধ্যয়ন কৰিলে কিছুমান জটিলতা প্ৰকাশ পায়। এই শ্ৰেণীৰ যিবোৰ ধাতৰ আয়নৰ d অৰবিটেলত তিনিটা পৰ্যন্ত ইলেকট্ৰন থাকে, সেইবোৰৰ দুটা খালী d অৰবিটেলে $4s$ আৰু $4p$ অৰবিটেলৰ সৈতে অষ্টফলকীয় সংকৰণ ঘটাব পাৰে। এনেকুৱা আয়নৰ কিছুমান উদাহৰণ হ'ল— $Ti^{3+}(d^1)$; $V^{3+}(d^2)$; $Cr^{3+}(d^3)$ । এই মুক্ত আয়নবোৰ আৰু সিহঁতৰ সমন্বয়ী সত্ত্বাবোৰৰ চুম্বকীয় ধৰ্মৰ সাদৃশ্য দেখা যায়। কিন্তু যেতিয়া ধাতৰ আয়ন এটাত তিনিটাতকৈ অধিক d ইলেকট্ৰন থাকে, তেতিয়া অষ্টফলকীয় সংকৰণৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় $3d$ অৰবিটেলবোৰ পোনপটীয়াকৈ পোৱা নাযায় (হুণ্ডৰ নীতি)। উদাহৰণ স্বৰূপে, d^4 (Cr^{2+}, Mn^{3+}), d^5(Mn^{2+}, Fe^{3+}), d^6(Fe^{2+}, Co^{3+}) ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনৰ যুগ্মনৰদ্বাৰাহে এযোৰকৈ খালী d অৰবিটেল পোৱা সম্ভৱ হয়। ফলস্বৰূপে, উক্ত d^4, d^5, d^6 বিন্যাসৰ ক্ষেত্ৰত $3d$ অৰবিটেলত থকা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা ক্ৰমে 2, 1 আৰু 0 (শূন্য) হয়।

বহুত ক্ষেত্ৰত, বিশেষকৈ d^6 বিন্যাসৰ আয়নবিশিষ্ট সমন্বয়ী যৌগৰ ক্ষেত্ৰত, চুম্বকীয় তথ্যই সৰ্বোচ্চ স্পিন যুগ্মন (maximum spin pairing) সমৰ্থন কৰে। অৱশ্যে, d^4 আৰু d^5 বিন্যাসৰ আয়নবিশিষ্ট যৌগৰ ক্ষেত্ৰত জটিলতা দেখা যায়। $[Mn(CN)_6]^{3-}$ ৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামক দুটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ ভ্ৰামকৰ সমান; আনহাতে $[MnCl_6]^{3-}$ ৰ অনুচুম্বকীয় ভ্ৰামক চাৰিটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ ভ্ৰামকৰ সমান। $[Fe(CN)_6]^{3-}$ আয়নে এটা মাথোন অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সমান চুম্বকীয় ভ্ৰামক দেখুৱায়; আনহাতে $[FeF_6]^{3-}$ ৰ অনুচুম্বকীয় ভ্ৰামক পাঁচটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ ভ্ৰামকৰ সমান। তেনেদৰে $[CoF_6]^{3-}$ হ'ল চাৰিটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন সাপেক্ষে অনুচুম্বকীয়; কিন্তু $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ অপচুম্বকীয়। এই আপাতঃ খেলিমেলি যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্বৰদ্বাৰা অন্তঃঅৰবিটেল আৰু বহিঃঅৰবিটেল সমন্বয়ী সত্ত্বা গঠন সাপেক্ষে ব্যাখ্যা কৰা হয়। $[Mn(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ আৰু $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ হ'ল d^2sp^3 সংকৰণ বিশিষ্ট অন্তঃঅৰবিটেল জটিল আয়ন। ইহঁতৰ এই তিনিটাৰ ভিতৰত প্ৰথম দুটা জটিল আয়ন অনুচুম্বকীয় আৰু তৃতীয়টো অপচুম্বকীয়। আনহাতে $[MnCl_6]^{3-}$, $[FeF_6]^{3-}$ আৰু $[CoF_6]^{3-}$ হ'ল sp^3d^2 সংকৰণ বিশিষ্ট বহিঃঅৰবিটেল জটিল আয়ন। ইহঁত ক্ৰমে চাৰিটা, পাঁচটা আৰু চাৰিটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন সাপেক্ষে অনুচুম্বকীয়।

উদাহৰণ 9.7 $[MnBr_4]^{2-}$ ৰ স্পিন সৰ্বস্ব চুম্বকীয় ভ্ৰামক (spin only magnetic moment) 5.9 BM হ'লে জটিল আয়নটোৰ জ্যামিতিক গঠন পূৰ্বানুমান কৰা।

সমাধান জটিল আয়নটোত Mn^{2+} আয়নৰ সমন্বয়ী সংখ্যা 4 বাবে ই চতুৰ্ফলকীয় (sp^3 সংকৰিত) নাইবা বৰ্গ সমতলীয় (dsp^2 সংকৰিত) হ'ব পাৰে। কিন্তু জটিল আয়নটোৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামক 5.9 BM; গতিকে ইয়াৰ আকৃতি বৰ্গ সমতলীয় নহৈ চতুৰ্ফলকীয় হ'ব; কাৰণ sp^3 সংকৰণতহে d অৰবিটেলত পাঁচটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে।

9.5.3 যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্বৰ সীমাবদ্ধতা (Limitations of Valence Bond Theory)

যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্বই সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সৃষ্টি, গঠন আৰু চুম্বকীয় ধৰ্মৰ বিষয়ে বিস্তৃত ব্যাখ্যা আগবঢ়ায় যদিও তত্ত্বটোৰ নিম্নোক্ত ত্ৰুটিসমূহ পৰিলক্ষিত হয় —

(i) তত্ত্বটোত বহুতো অনুমান (assumption) কৰিবলগীয়া হয়।

(ii) এই তত্ত্বই চুম্বকীয় তথ্যৰ মাত্ৰাত্মক (quantitative) ব্যাখ্যা দিব নোৱাৰে।

(iii) সমন্বয়ী যৌগসমূহ কিয় ৰঙীণ হয় তাৰ ব্যাখ্যাও এই তত্ত্বই নিদিয়ে।

(iv) এই তত্ত্বই সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ তাপগতীয় (thermodynamic) বা গতিজ (kinetic) সুস্থিৰতাৰ মাত্ৰাত্মক ব্যাখ্যা দিব নোৱাৰে।

(v) সমন্বয়ী সংখ্যা 4 হ'লে (4-coordinate) জটিল যৌগৰ গঠন চতুৰ্ফলকীয় নে বৰ্গসমতলীয় হ'ব সেই সন্দৰ্ভত এই তত্ত্বৰ পৰা আভাস পোৱা নাযায়।

(vi) মৃদু (weak) আৰু তীব্ৰ (strong) লিগাণ্ডৰ মাজৰ পাৰ্থক্য এই তত্ত্বই নেদেখুৱায়।

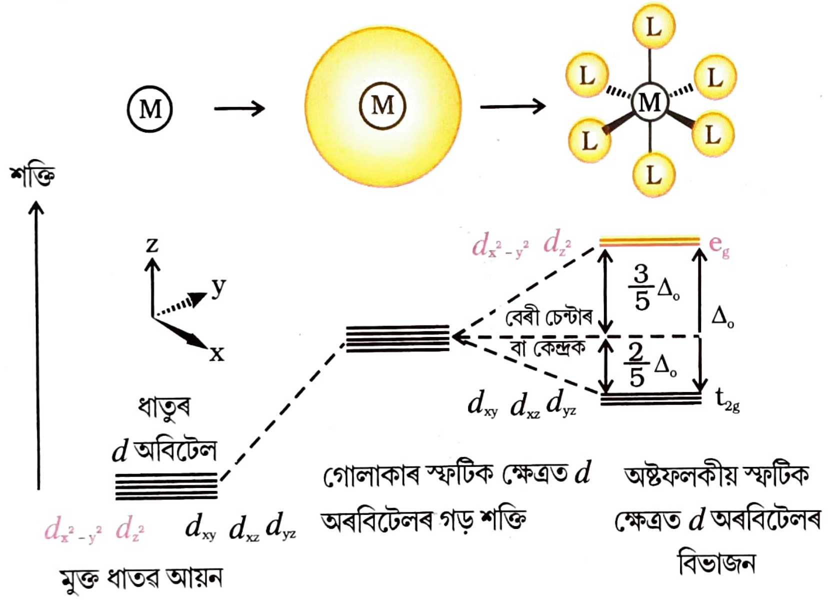
9.5.4 ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব (Crystal Field Theory)

ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্বটো এক বিদ্যুৎস্থিতীয় আৰ্হি (electrostatic model)। এই তত্ত্বত ধাতু আৰু লিগাণ্ডৰ মাজৰ বান্ধনিবোৰ আয়নীয় বুলি বিবেচনা কৰা হয়। এই বান্ধনিবোৰ ধাতৰ আয়ন আৰু লিগাণ্ডৰ মাজত কেৱল বিদ্যুৎস্থিতীয় অন্তঃক্ৰিয়াৰ (interaction) ফলত সৃষ্টি হয়। লিগাণ্ডবোৰ এনায়ন হ'লে সিহঁতক বিন্দু আধান (point charges) আৰু প্ৰশম অণু হ'লে সিহঁতক দ্বিমেৰু (dipole) বুলি গণ্য কৰা হয়। এটা পৃথক গেছীয় ধাতৰ পৰমাণু / আয়নত পাঁচটা সমশক্তিসম্পন্ন d-অৰবিটেল থাকে; অৰ্থাৎ এই d- অৰবিটেলবোৰ ডিজেনেৰেট (degenerate)। যদি ধাতৰ পৰমাণু / আয়নটোক ঋণাত্মক আধানৰ গোলাকাকৃতভাৱে সমমিত (spherically symmetrical) ক্ষেত্ৰ এখনে আগুৰি থাকে, তেন্তে ইয়াৰ d-অৰবিটেলবোৰ ডিজেনেৰেট হৈ থাকে। জটিল যৌগৰ ক্ষেত্ৰত এই ঋণাত্মক ক্ষেত্ৰখন লিগাণ্ডৰ (হয়তো এনায়ন বা H_2O আদি দ্বিমেৰু বিশিষ্ট অণুৰ ঋণাত্মক প্ৰান্ত) বাবে সৃষ্টি হয়। তেনে ক্ষেত্ৰত ঋণাত্মক ক্ষেত্ৰখন অসমমিত হয়। ফলত d- অৰবিটেলবোৰ ডিজেনেৰেট হৈ নাথাকে আৰু ইহঁতৰ বিভাজন (splitting) ঘটে। এই বিভাজনৰ আৰ্হি ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। আমি বিভিন্ন ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰত d-অৰবিটেলৰ এই বিভাজনৰ কথা আলোচনা কৰিম।

(a) অষ্টফলকীয় সমন্বয়ী সত্ত্বাত ক্রিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজন

(Crystal field splitting in octahedral Co-ordination entities)

ধাতৱ পৰমাণু / আয়নটোক ছয়টা লিগাণ্ডে আগুৰি থকা এক অষ্টফলকীয় সমন্বয়ী সত্তাত ধাতুৰ d-অৰবিটেলৰ ইলেকট্ৰন আৰু লিগাণ্ডৰ ইলেকট্ৰনবোৰৰ (বা ঋণাত্মক আধান) মাজত বিকৰ্ষণ হয়। ধাতুৰ পৰমাণুৰ d- অৰবিটেল লিগাণ্ডৰ দিশত থাকিলে বিকৰ্ষণ অধিক হয়। আনহাতে এই অৰবিটেল লিগাণ্ডৰপৰা আঁতৰি থাকিলে বিকৰ্ষণ তুলনামূলকভাৱে কম হয়। সেইবাবে অক্ষৰ দিশেৰে লিগাণ্ডৰ ফালে পোনাই থকা $d_{x^2-y^2}$ আৰু d_{z^2} অৰবিটেল দুটাই অধিক বিকৰ্ষণ অনুভৱ কৰে। ফলত সিহঁতৰ শক্তি বৃদ্ধি পায়। আকৌ অক্ষৰ মাজত অৱস্থান কৰা d_{xy}, d_{yz} আৰু d_{zx} অৰবিটেলৰ শক্তি গোলাকাকাৰ ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰৰ গড় শক্তিৰ তুলনাত হ্ৰাস পায়। এনেদৰে অষ্টফলকীয় জটিল যৌগত লিগাণ্ড ইলেকট্ৰন-ধাতৱ ইলেকট্ৰনৰ মাজৰ বিকৰ্ষণৰ ফলত d-অৰবিটেলবোৰ ডিজেনেৰেট হৈ নাথাকে; এইবোৰৰ পৰা তিনিটা নিম্নশক্তিসম্পন্ন অৰবিটেল (অৰ্থাৎ t_{2g} সমষ্টি) আৰু দুটা উচ্চশক্তিসম্পন্ন অৰবিটেলৰ (অৰ্থাৎ e_g সমষ্টি) সৃষ্টি হয়। এক নিৰ্দিষ্ট জ্যামিতিক গঠনত লিগাণ্ডৰ উপস্থিতিৰ ফলত ডিজেনেৰেট অৰবিটেলৰ এই বিভাজনকে **ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজন** (crystal field splitting) বোলা হয়। t_{2g} আৰু e_g –এই দুই স্তৰৰ মাজৰ শক্তিৰ পাৰ্থক্যক $\Delta_{0(3)}$ৰে (পদাংক o এ অষ্টফলকীয় বুজাইছে) সূচিত কৰা হয় (চিত্ৰ 9.8)। গতিকে দুটা e_g অৰবিটেলৰ শক্তি $(\frac{3}{5})\Delta_o$ পৰিমাণে বৃদ্ধি পাব আৰু তিনিটা t_{2g} অৰবিটেলৰ শক্তি $(\frac{2}{5})\Delta_o$ পৰিমাণে হ্ৰাস পাব।



চিত্ৰ 9.8 : অষ্টফলকীয় স্ফটিক ক্ষেত্ৰত d অৰবিটেলৰ বিভাজন

লিগাণ্ডে সৃষ্টি কৰা ক্ষেত্ৰ আৰু ধাতুৰ আয়নৰ আধানৰ ওপৰত ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজন (Δ_o) নিৰ্ভৰ কৰে। কিছুমান লিগাণ্ডে শক্তিশালী ক্ষেত্ৰৰ সৃষ্টি কৰিব পাৰে; সেই ক্ষেত্ৰত d-অৰবিটেলৰ বিভাজন অধিক হয়। আনহাতে কিছুমান লিগাণ্ডে দুৰ্বল ক্ষেত্ৰ সৃষ্টি কৰে আৰু ফলস্বৰূপে d- অৰবিটেলৰ বিভাজনৰ পৰিমাণো কম হয়। সাধাৰণতে লিগাণ্ডবোৰক সিহঁতে সৃষ্টি কৰা ক্ষেত্ৰৰ শক্তিৰ উৰ্ধক্ৰমত তলত দিয়াৰ দৰে এটা শ্ৰেণীত সজাব পৰা যায় —

$$I^- < Br^- < SCN^- < Cl^- < S^{2-} < F^- < OH^- < C_2O_4^{2-} < H_2O < NCS^-$$
$$< edta^{4-} < NH_3 < en < CN^- < CO$$

এই শ্ৰেণীটোকে **স্পেকট্ৰ'ৰাসায়নিক শ্ৰেণী** (spectrochemical series) বোলা হয়। বিভিন্ন লিগাণ্ডযুক্ত জটিল যৌগবোৰে শোষণ কৰা পোহৰ পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ধাৰণ কৰি এই শ্ৰেণীটো ঠাৰৰ কৰা হৈছে।

এতিয়া আমি অষ্টফলকীয় সমন্বয়ী সত্ত্বাৰ ধাতৱ আয়নৰ d-অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন সজ্জাৰ কথা আলোচনা কৰিম। d অৰবিটেলত মাত্ৰ এটা ইলেকট্ৰন থাকিলে ই নিশ্চয় নিম্নশক্তি সম্পন্ন t_{2g} অৰবিটেলত থাকিব। d^2 আৰু d^3 সমন্বয়ী সত্ত্বাত, d ইলেকট্ৰনবোৰে হুণ্ডৰ নীতি অনুসাৰে t_{2g} অৰবিটেলবোৰ একাকীভাৱে অধিকাৰ কৰিব। কিন্তু d^4 আয়নৰ ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনৰ বিতৰণ দুই ধৰণে ঘটিব পাৰে—

(i) চতুৰ্থ ইলেকট্ৰনটো হয়তো t_{2g} স্তৰত প্ৰৱেশ কৰি ইতিমধ্যে তাত থকা এটা ইলেকট্ৰনৰ সৈতে যোৰ পাতিব পাৰে, নাইবা

(ii) যুগ্মন শক্তি (pairing energy) ব্যয় নকৰি e_g স্তৰত প্ৰৱেশ কৰিব পাৰে।

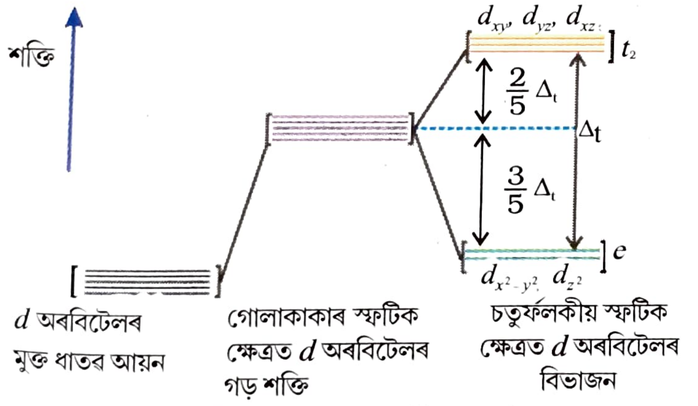
এই দুই সম্ভাব্য উপায়ৰ কোনটো দৰাচলতে কাৰ্যকৰী হ'ব সেয়া নিৰ্ভৰ কৰে ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজনৰ (Δ_o) আপেক্ষিক মান আৰু যুগ্মন শক্তিৰ (P) ওপৰত। (P এ এটা অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন যুগ্মনৰ বাবে প্ৰয়োজন হোৱা শক্তিক নিৰ্দেশ কৰে)। এই ক্ষেত্ৰত থকা চৰ্ত দুটা হ'ল —

(i) যদি $\Delta_o < P$ হয়, তেন্তে চতুৰ্থ ইলেকট্ৰনটো এটা e_g অৰবিটেলত প্ৰৱেশ কৰিব আৰু আয়নটো $t_{2g}^3e_g^1$ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস বিশিষ্ট হ'ব। যি লিগাণ্ডৰ বাবে $\Delta_o < P$, তাক **মৃদু ক্ষেত্ৰ লিগাণ্ড (weak field ligand)** বোলা হয় আৰু এই লিগাণ্ডে **উচ্চ স্পিন** জটিল যৌগ গঠন কৰে।

(ii) যদি $\Delta_o > P$ হয়, তেন্তে চতুৰ্থ ইলেকট্ৰনটোৱে t_{2g} অৰবিটেল অধিকাৰ কৰি আয়নটোক $t_{2g}^4e_g^0$ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস বিশিষ্ট কৰি তোলাটো শক্তি সাপেক্ষে অনুকূল হ'ব। যি লিগাণ্ডে এই ক্ৰিয়া দেখুৱায় তাক **তীব্ৰ ক্ষেত্ৰ লিগাণ্ড (strong field ligand)** বোলা হয় আৰু এই লিগাণ্ডে **নিম্ন স্পিন** জটিল যৌগ গঠন কৰে।

গণনা কৰি দেখা গৈছে যে d^4 ৰপৰা d^7 লৈকে এই সমন্বয়ী সত্ত্বাবোৰ মৃদু ক্ষেত্ৰৰ তুলনাত তীব্ৰ ক্ষেত্ৰত অধিক সুস্থিৰ।

(b) চতুৰ্ফলকীয় সমন্বয়ী সত্ত্বাত স্ফটিক ক্ষেত্ৰ বিভাজন
(Crystal field splitting in tetrahedral co-ordination entities)



চিত্ৰ 9.9 : চতুৰ্ফলকীয় স্ফটিক ক্ষেত্ৰত d অৰবিটেলৰ বিভাজন

চতুৰ্ফলকীয় সমন্বয়ী সত্ত্বা গঠন প্ৰক্ৰিয়াত, d-অৰবিটেলৰ বিভাজন অষ্টফলকীয় ক্ষেত্ৰ বিভাজনৰ বিপৰীত হয় আৰু বিভাজনৰ পৰিমাণো আপেক্ষিকভাৱে কম হয়। একেবিধ ধাতু, একেকেইবিধ লিগাণ্ড আৰু ধাতু-লিগাণ্ডৰ সমান দূৰত্বৰ ক্ষেত্ৰত দেখুৱাব পৰা যায় যে $\Delta_t = \frac{4}{9}\Delta_o$। ফলস্বৰূপে, অৰবিটেল বিভাজন শক্তি ইলেকট্ৰনৰ যুগ্মন ঘটাব পৰাকৈ পৰ্যাপ্ত নহয় আৰু সেইবাবে নিম্ন স্পিন বিন্যাস কাচিৎহে পৰিলক্ষিত হয়।

9.5.5 সমন্বয়ী যৌগৰ বৰণ (Colour in Coordination Compounds)

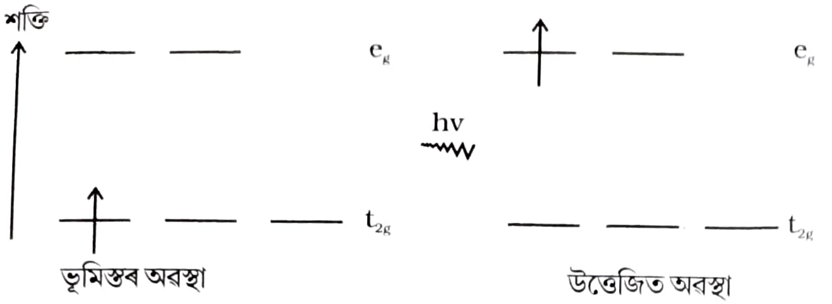
আমি ইতিমধ্যে পাই আহিছোঁ যে সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ জটিল যৌগবোৰৰ আটাইতকৈ বৈশিষ্ট্যসূচক ধৰ্ম হ'ল সিহঁতৰ বিভিন্ন বৰণ। ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে এনে যৌগ এটাৰ মাজেৰে সাধাৰণ পোহৰ যাব দিলে যৌগটোৱে বগা পোহৰত থকা কিছুমান দৃশ্যমান বৰ্ণালী অৱশোষণ কৰে। গতিকে যৌগটোৰপৰা নিৰ্গত হোৱা পোহৰখিনি বগা (বৰণহীন) হৈ নাথাকে। জটিল যৌগটোৰ বৰণ যৌগটোৱে শোষণ কৰা ৰঙৰ পৰিপূৰক। শোষিত নোহোৱা তৰংগ দৈৰ্ঘ্যই যি ৰং নিৰ্দেশ কৰে সেয়াই হ'ল পৰিপূৰক বৰণ (complementary colour)। যদি এটা জটিল যৌগই সেউজীয়া পোহৰ শোষণ কৰে, তেন্তে তাক ৰঙা দেখা যায়। বিভিন্ন অৱশোষিত তৰংগ দৈৰ্ঘ্য আৰু পৰিলক্ষিত পোহৰৰ মাজৰ সম্পৰ্ক তালিকা 9.3 ত দাঙি ধৰা হৈছে।

তালিকা 9.3 ঃ কিছুমান সমন্বয়ী সত্ত্বাৰদ্বাৰা অৱশোষিত পোহৰৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য আৰু পৰিলক্ষিত হোৱা পোহৰৰ মাজৰ সম্পৰ্ক

সমন্বয়ী সত্তা	অৱশোষিত পোহৰৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য (nm)	অৱশোষিত পোহৰৰ বৰণ	সমন্বয়ী সত্ত্বাৰ বৰণ
$[CoCl(NH_3)_5]^{2+}$	535	হালধীয়া	বেঙুনীয়া
$[Co(NH_3)_5(H_2O)]^{3+}$	500	নীলা-সেউজীয়া	ৰঙা
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	475	নীলা	হালধীয়া-কমলা
$[Co(CN)_6]^{3-}$	310	অতিবেঙুনীয়া	শেঁতা হালধীয়া
$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$	600	ৰঙা	নীলা
$[Ti(H_2O)_6]^{3+}$	498	নীল সেউজীয়া	পূৰৈৰা

ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্বৰ সহায়ত সমন্বয়ী যৌগৰ বৰণৰ বিষয়ে সহজে ব্যাখ্যা আগবঢ়াব পৰা যায়। উদাহৰণ স্বৰূপে বেঙুনীয়া বৰণৰ $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ জটিল আয়নটোকে বিবেচনা কৰিব পাৰি। ই এটা অষ্টফলকীয় জটিল আয়ন আৰু ভূমিস্তৰ অৱস্থাত (ground state) জটিল আয়নটোৰ d অৰবিটেলত থকা একমাত্ৰ ইলেকট্ৰনটো (Ti^{3+} হ'ল $3d^1$) t_{2g} স্তৰত থাকে। ইলেকট্ৰনটোৰ বাবে উপলব্ধ ইয়াৰ পিছৰ উচ্চশক্তিৰ অৱস্থাটো হ'ল খালী e_g স্তৰ। যদি জটিল আয়নটোৱে হালধীয়া-সেউজীয়া অংশৰ শক্তিৰ অনুৰূপ পোহৰ অৱশোষণ কৰে, তেন্তে ইয়াৰ d ইলেকট্ৰনটো t_{2g} স্তৰৰ পৰা e_g স্তৰলৈ উত্তেজিত হয় $\left(t_{2g}^{\ 1}e_g \rightarrow t_{2g}^{\ 0}\ e_g^{\ 1}\right)$। ফলস্বৰূপে জটিল আয়নটোক বেঙুনীয়া দেখা যায় (চিত্ৰ 9.10)। ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব অনুসৰি ইলেকট্ৰনৰ d-d সংক্ৰমণেই (transition) হ'ল সমন্বয়ী যৌগৰ বিভিন্ন বৰণৰ কাৰণ।

মনত ৰাখিবা, লিগাণ্ডৰ অনুপস্থিতিত ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজন নঘটে আৰু সেইবাবে



চিত্ৰ 9.10 : জটিল আয়ন $[Ti(H_2O)_6]^{3+}$ ত এটা ইলেকট্ৰনৰ সংক্ৰমণ

পদাৰ্থটো বৰণহীন হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$ক উত্তাপিত কৰি পানীৰ অণুকেইটা আঁতৰালে ই বৰণহীন হৈ পৰে। তেনেদৰে অনাৰ্দ্ৰ $CuSO_4$ বগা; কিন্তু $CuSO_4.5H_2O$ ৰ বৰণ নীলা। জটিল আয়ন $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ক উদাহৰণ হিচাপে লৈ জটিল যৌগৰ বৰণৰ ওপৰত লিগাণ্ডৰ প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰিব পৰা যায়। নিকেল(III) ক্ল'ৰাইডক পানীত দ্ৰবীভূত কৰিলে এই জটিল আয়নটো উৎপন্ন হয়। এতিয়া ধৰা, নিকেল ক্ল'ৰাইডৰ জলীয় দ্ৰৱত ইথেন-1, 2-ডাইএমাইন (en) নামৰ ডাইডেণ্টেট লিগাণ্ডটো যোগ কৰা হৈছে। ইথেন -1, 2-ডাইএমাইন (en) আৰু নিকেলৰ (Ni) ম'লৰ অনুপাত (en : Ni) 1:1, 2:1, 3:1 ক্ৰমত বঢ়াই গ'লে তলত উল্লেখ কৰা বিক্ৰিয়াসমূহ সংঘটিত হ'ব। এই বিক্ৰিয়াবোৰ সাপেক্ষে বৰণবো পৰিৱৰ্তন ঘটিব।

$[Ni(H_2O)_6]^{2+}(aq) + en\,(aq) = [Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + 2H_2O$

সেউজীয়া   শেঁতা নীলা

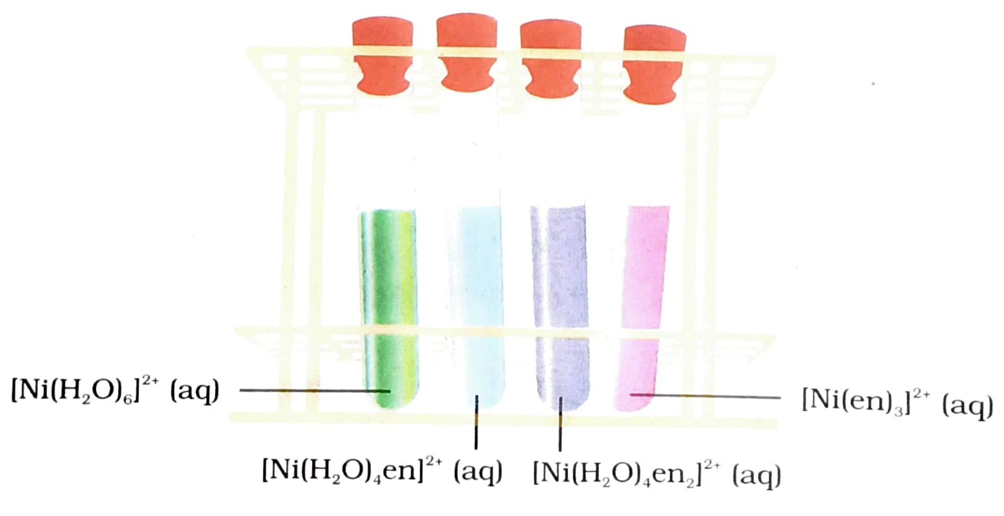
$[Ni(H_2O)_4(en)]^{2+}(aq) + en\,(aq) = [Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + 2H_2O$

নীলা / পূৰৈয়া

$[Ni(H_2O)_2(en)_2]^{2+}(aq) + en\,(aq) = [Ni(en)_3]^{2+}(aq) + 2H_2O$

বেঙুনীয়া

বৰণৰ এই অনুক্ৰমটো চিত্ৰ 9.11ত দেখুওৱা হৈছে।

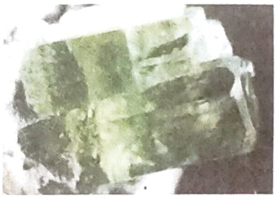


চিত্ৰ 9.11 : বৰ্ধিত পৰিমাণত ইথেন -1, 2-ডাইএমাইন লিগাণ্ডযুক্ত Ni(II) জটিল যৌগৰ জলীয় দ্ৰৱ

কিছুমান ৰত্ন পাথৰৰ বৰণ
(Colour of Some Gem Stones)

সংক্ৰমণশীল ধাতৰ আয়নৰ *d* অৰবিটেলবোৰৰ মাজত ইলেকট্ৰনৰ সংক্ৰমণৰ ফলত বৰণৰ উৎপত্তি হোৱা পৰিঘটনাটো দৈনন্দিন জীৱনত প্ৰায়েই সংঘটিত হয়। ৰুবী [চিত্ৰ 9.12(a)] ৰত্নবিধ হ'ল এলুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3)। ইয়াত প্ৰায় 0.5-1% Cr^{3+} আয়ন (d^3) আছে। এই আয়নবোৰ সাধাৰণতে Al^{3+} এ অধিকাৰ কৰা স্থানবোৰত যেনি-তেনি বিস্তাৰিত হৈ থাকে। আমি এই Cr(III) যৌগবোৰক এলুমিনা লেটিছৰ মাজত অষ্টফলকীয় ক্ৰ'মিয়ামৰ জটিল যৌগ হিচাপে বিবেচনা কৰিব পাৰো। এই কেন্দ্ৰবোৰত ঘটা *d-d* সংক্ৰমণে বৰণৰ সৃষ্টি কৰে।

মৰকত (emerald) নামৰ ৰত্নবিধত [চিত্ৰ 9.12(b)] বেৰাইল (beryl, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$) মণিকত Cr^{3+} আয়নবোৰে অষ্টফলকীয় স্থানবোৰ অধিকাৰ কৰি থাকে। ৰুবীত দেখা পোৱা অৱশোষণ বৰ্ণালী এই ক্ষেত্ৰত দীৰ্ঘ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ দিশলৈ, অৰ্থাৎ হালধীয়া-ৰঙা আৰু নীলা বৰণৰ ফালে বিচ্যুত হয়। ফলস্বৰূপে মৰকতে সেউজীয়া অংশৰ পোহৰ নিৰ্গত কৰে।



চিত্ৰ 9.12 : (a) ৰুবী ঃ এই ৰত্নপাথৰটো ম্যানমাৰৰ অন্তৰ্গত মগ'কৰ (Mogok) মাৰ্বলত পোৱা গৈছিল।
(b) মৰকত ঃ এই ৰত্নপাথৰটি কলম্বিয়াৰ মুযোত (Muzo) পোৱা গৈছিল।

9.5.6 ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্বৰ সীমাবদ্ধতা (Limitations of Crystal Field Theory)

সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সৃষ্টি, গঠন, বৰণ আৰু চুম্বকীয় ধৰ্ম সম্পৰ্কে ব্যাখ্যা আগবঢ়োৱাত ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ আৰ্হিটো যথেষ্ট পৰিমাণে সফল হৈছে। তত্ত্বটোত লিগাণ্ডবোৰক বিন্দু আধান (point charges) হিচাপে বিবেচনা কৰা হৈছে। এই তত্ত্ব অনুসৰি এনায়নীয় লিগাণ্ডে সৰ্বাধিক বিভাজন ক্ৰিয়া (splitting effect) দেখুওৱা উচিত। কিন্তু দৰাচলতে এনায়নীয় লিগাণ্ডবোৰৰ স্থান স্পেকট্ৰ'ৰাসায়নিক শ্ৰেণীত তলৰ ফালেহে দেখা যায়।

আকৌ লিগাণ্ড আৰু কেন্দ্ৰীয় পৰমাণুৰ মাজত বান্ধনিৰ সহযোজী ধৰ্ম সম্পৰ্কতো এই তত্ত্ব নিমাত। এইবোৰ হ'ল CFTৰ কিছুমান সীমাবদ্ধতা। এই সীমাবদ্ধতাবোৰ লিগাণ্ড ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব (Ligand Field Theory, LFT) আৰু আণৱিক অৰবিটেল তত্ত্বৰদ্বাৰা ব্যাখ্যা কৰা হয়। এই তত্ত্ববোৰ আমি ইয়াত আলোচনা নকৰো।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

9.5 যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্বৰ আধাৰত ব্যাখ্যা কৰা যে বৰ্গ সমতলীয় গঠনৰ $[Ni(CN)_4]^{2-}$ আয়নটো অপচুম্বকীয় আৰু চতুৰ্ফলকীয় জ্যামিতিৰ $[Ni(Cl)_4]^{2-}$ আয়নটো অণুচুম্বকীয়।

9.6 যদিও উভয়ে চতুৰ্ফলকীয়, $[NiCl_4)^{2-}$ অণুচুম্বকীয়, আনহাতে $[Ni(CO)_4]$ অপচুম্বকীয়। ইয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

9.7 $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ তীব্ৰ অণুচুম্বকীয়; আনহাতে $[Fe(CN)_6]^{3-}$ মৃদু অণুচুম্বকীয়— ব্যাখ্যা কৰা।

9.8 ব্যাখ্যা কৰা যে $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ এটা অন্তঃঅৰবিটেল জটিল আয়ন; আনহাতে $[Ni(NH_3)_6]^{3+}$ এটা বহিঃঅৰবিটেল জটিল আয়ন।

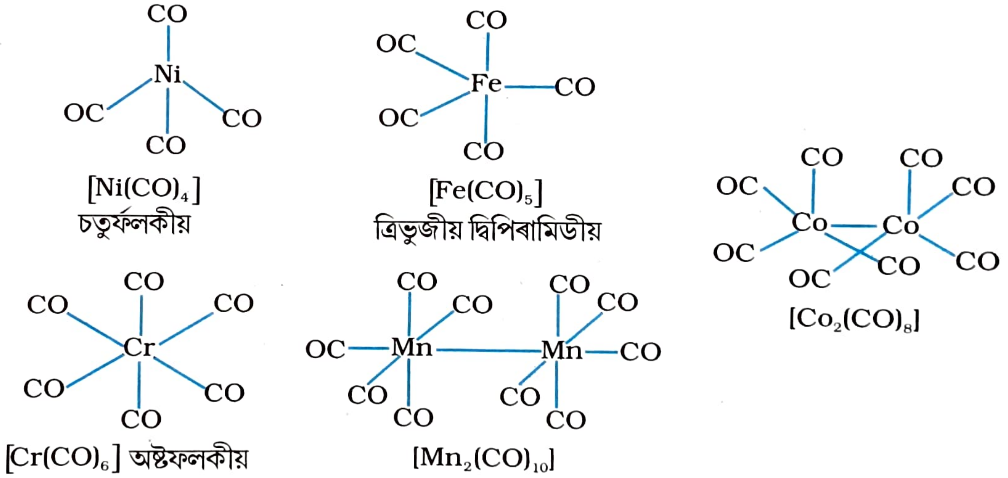
9.9 বৰ্গ সমতলীয় $[Pt(CN)_4]^{2-}$ আয়নত অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা পূৰ্বানুমান কৰা।

9.10 হেক্সাএকুৱামেংগানিজ(II) আয়নত পাঁচটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে; আনহাতে হেক্সাছায়েন' মেংগানেট(II) আয়নত এটাহে অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে— ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব ব্যৱহাৰ কৰি ব্যাখ্যা কৰা।

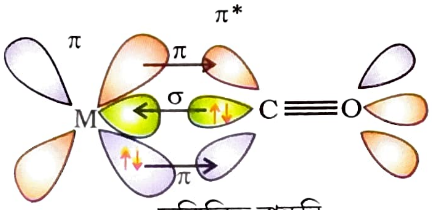
9.6 ধাতৰ কাৰ্বনিলৰ বান্ধনি (Bonding in Metal Carbonyls)

প্ৰায় সকলোবোৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুৱে হম'লেপ্টিক কাৰ্বনিল (homoleptic carbonyls) (কেৱল কাৰ্বনিল লিগাণ্ডযুক্ত যৌগ) জটিল যৌগ প্ৰস্তুত কৰে। এই কাৰ্বনিলবোৰ সৰল, সুনিৰ্দিষ্ট গঠনবিশিষ্ট। টেট্ৰাকাৰ্বনিলনিকেল(0) চতুৰ্ফলকীয় আৰু পেন্টাকাৰ্বনিলআইৰন(0) ত্ৰিভুজীয় দ্বিপিৰামিডীয়; আনহাতে হেক্সাকাৰ্বনিলক্ৰ'মিয়াম(0) অষ্টফলকীয়।

ডেকাকাৰ্বনিলমেংগানিজ(0) দুটা বৰ্গ পিৰামিডীয় (square pyramidal) $Mn(CO)_5$ গোটেৰে গঠিত। এই গোট দুটা Mn–Mn বান্ধনিৰে যুক্ত হৈ থাকে। অক্টাকাৰ্বনিলক'বাল্ট(0)ত দুটা CO মূলকে সেতুবন্ধনত ৰখা Co-Co বান্ধনি থাকে।



চিত্ৰ 9.13 : কিছুমান হম'লেপ্টিক ধাতৰ কাৰ্বনিলৰ গঠন



চিত্ৰ 9.14 : কাৰ্বনিল জটিল যৌগ সন্মিলিত বান্ধনি অন্তঃক্ৰিয়াৰ উদাহৰণ

ধাতৰ কাৰ্বনিলৰ ধাতু-কাৰ্বন বান্ধনিয়ে σ আৰু π উভয় চৰিত্ৰ বহন কৰে। কাৰ্বনিল কাৰ্বনে এযোৰ অনাবদ্ধ ইলেকট্ৰন ধাতুৰ খালী অৰবিটেললৈ দান কৰাৰ ফলত M-C σ-বান্ধনি গঠিত হয়। আকৌ ধাতুৰ পৰিপূৰ্ণ d অৰবিটেলে এযোৰ ইলেকট্ৰন কাৰ্বন মনক্সাইডৰ খালী এন্টিবণ্ডিং π^* অৰবিটেললৈ দান কৰাৰ ফলত M-C π-বান্ধনি গঠিত হয়। ধাতুৱে লিগাণ্ডৰ সৈতে গঠন কৰা বান্ধনিয়ে এক সন্মিলিত ক্ৰিয়া (synergic effect) সৃষ্টি কৰে। ইয়ে CO আৰু ধাতুৰ মাজৰ বান্ধনিক অধিক শক্তিশালী কৰি তোলে (চিত্ৰ 9.14)।

9.7 সমন্বয়ী যৌগৰ সুস্থিৰতা (Stability of Coordination Compounds)

দ্ৰৱত জটিল যৌগৰ সুস্থিৰতা বুলিলে সাম্যাৱস্থাত গোট দুটাৰ (ধাতু আৰু লিগাণ্ড) মাজৰ সংযোজনৰ (association) মাত্ৰাক বুজায়। গোট দুটাৰ মাজৰ বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱকৰ (সুস্থিৰতা বা সংগঠন) মানে মাত্ৰাত্মকভাৱে সুস্থিৰতা নিৰ্দেশ কৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো বিবেচনা কৰা —

$$M + 4L \rightleftharpoons ML_4$$

এই বিক্ৰিয়াৰ সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ মান যিমানে বেছি হ'ব, দ্ৰৱত থকা ML_4ৰ পৰিমাণো সিমানে বেছি হ'ব। দ্ৰৱত মুক্ত ধাতৰ আয়ন (M) কাচিৎহে পোৱা যায়; ই সাধাৰণতে দ্ৰাৱকৰ অণুবোৰৰদ্বাৰা পৰিৱেষ্টিত হৈ থাকে। এই দ্ৰাৱকৰ অণুবোৰে লিগাণ্ড অণুৰ (L) লগত প্ৰতিযোগিতাত অৱতীৰ্ণ হয় আৰু Lৰ দ্বাৰা একাদিক্ৰমে প্ৰতিষ্ঠাপিত হয়। আমি সাধাৰণতে সৰলীকৰণ কৰি এই দ্ৰাৱকৰ অণুবোৰক অৱজ্ঞা কৰোঁ। এই ক্ষেত্ৰত সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক চাৰিটা তলত দিয়াৰ দৰে লিখিব পাৰোঁ—

$$M + L \rightleftharpoons ML \qquad K_1 = \frac{[ML]}{[M][L]}$$

$$ML + L \rightleftharpoons ML_2 \qquad K_2 = \frac{[ML_2]}{[ML][L]}$$

$$ML_2 + L \rightleftharpoons ML_3 \qquad K = \frac{[ML_3]}{[ML_2][L]}$$

$$ML_3 + L \rightleftharpoons ML_4 \qquad K = \frac{[ML_4]}{[ML_3][L]}$$

ইয়াত K_1, K_2 ইত্যাদিক **ক্ৰমিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক (stepwise stability constants)** বোলা হয়। বিক্ৰিয়াটোৰ **সামগ্ৰিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক (overall stability constant)** তলত দিয়া ধৰণে লিখিব পাৰোঁ —

$$M + 4L \rightleftharpoons ML_4 \qquad \beta_4 = [ML_4] / [M][L]^4$$

গতিকে ক্ৰমিক আৰু সামগ্ৰিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ মাজৰ সম্বন্ধটো হ'ব —

$$\beta_4 = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

বা, $\beta_n = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \ldots\ldots\ldots\ldots K_n$

উদাহৰণ স্বৰূপে কিউপ্ৰেম'নিয়াম আয়ন গঠনত খাপকেইটা হ'ব—

$$Cu^{2+} + NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)]^{2+} \qquad K_1 = [Cu^{2+}(NH_3)^{2+}] / [Cu^{2+}][NH_3)$$

$$[Cu^{+}(NH_3)]^{2+} + NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_2]^{2+} \quad K_2 = [Cu(NH_3)_2^{2+}] / [Cu(NH_3)^{2+}][NH_3]$$

এনেদৰে আন দুটা খাপ পোৱা যাব। ইয়াত K_1, K_2 হ'ল যথাক্ৰমে ক্ৰমিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক। এই ক্ষেত্ৰত সামগ্ৰিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক হ'ব —

$$\beta_4 = [Cu(NH_3)_4^{2+}] / [Cu^{2+}][NH_3]^4$$

কপাৰৰ সৈতে চাৰিটা এমাইন গোটৰ সংযোজনৰ ক্ষেত্ৰত ক্ৰমিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকবোৰৰ মান হ্ৰাস পাই আহে। এই ক্ষেত্ৰত ধ্ৰুৱক চাৰিটাৰ মান হ'ল —

$\log K_1 = 4.0$, $\log K_2 = 3.2$, $\log K_3 = 2.7$, $\log K_4 = 2.0$

আৰু $\log \beta_4 = 11.9$

প্ৰায়বোৰ যৌগৰ ক্ৰমিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ ক্ষেত্ৰতে এনে ক্ৰম দেখা যায়। সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ বিপৰীতটোৱে (reciprocal) হ'ল সমন্বয়ী যৌগৰ **অস্থিৰতা ধ্ৰুৱক** (**instability constant**) বা **বিযোজন ধ্ৰুৱক** (**dissociation constant**)।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

9.11 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ৰ সামগ্ৰিক বিযোজন সাম্য ধ্ৰুৱক গণনা কৰা। (দিয়া আছে যে এই জটিল আয়নটোৰ β_4ৰ মান 2.1×10^{13})।

.8 সমন্বয়ী যৌগৰ গুৰুত্ব আৰু প্ৰয়োগ (Importance and Applications of Coordination Compounds)

সমন্বয়ী যৌগবোৰ অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ যৌগ। মণিক, উদ্ভিদ আৰু প্ৰাণীজগতত এই যৌগবোৰ বহুল পৰিমাণে পোৱা যায়। এই যৌগবোৰে বৈশ্লেষিক ৰসায়ন, ধাতুবিদ্যা, জৈৱিক তন্ত্ৰ, উদ্যোগ আৰু চিকিৎসা ক্ষেত্ৰত বহুতো গুৰুত্বপূৰ্ণ কাৰ্য্য সম্পাদন কৰে বুলি জনা গৈছে। এইবোৰ তলত বৰ্ণনা কৰা হ'ল —

- বহুতো গুণাত্মক আৰু মাত্ৰাত্মক ৰাসায়নিক বিশ্লেষণত সমন্বয়ী যৌগবোৰ ব্যৱহৃত হয়। ধাতৱ আয়নে বহুতো লিগাণ্ডৰ (বিশেষকৈ কিলেট গঠনকাৰী লিগাণ্ড) সৈতে সমন্বয়ী সত্ত্বা গঠন কৰা বাবে বৰ্ণ বিক্ৰিয়াবোৰ (colour reaction) দেখা যায়। এই বিক্ৰিয়াবোৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰিয়েই ধ্ৰুপদী (classical) আৰু যান্ত্ৰিক (instrumental) বিশ্লেষণ পদ্ধতিৰে ধাতৱ আয়নবোৰৰ চিনাক্তকৰণ (detection) আৰু পৰিমাপন (estimation) কৰা হয়। এনেকুৱা বিকাৰকৰ উদাহৰণ হ'ল EDTA, DMG (ডাইমিথাইল গ্লায়ক্জাইম), α-নাইট্ৰ'ছ'-β-নেফথল (α-nitroso-β-naphthol), কিউপ্ৰন (cupron) ইত্যাদি।
- Na_2EDTA ৰ সৈতে সৰল অনুমাপনৰ (titration) দ্বাৰা পানীৰ কঠিনতা নিৰ্ধাৰণ কৰা হয়। পানীত থকা Ca^{2+} আৰু Mg^{2+} আয়নে EDTA ৰ সৈতে সুস্থিৰ জটিল যৌগ গঠন কৰে। কেলছিয়াম আৰু মেগনেছিয়ামে গঠন কৰা এই জটিল যৌগৰ সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ পাৰ্থক্য থকা বাবেই এই আয়ন দুটাৰ পৃথককৈ পৰিমাপন কৰিব পৰা যায়।
- ছিলভাৰ আৰু গ'ল্ড নিষ্কাসনৰ লেখীয়া কিছুমান গুৰুত্বপূৰ্ণ ধাতুৰ নিষ্কাসন প্ৰক্ৰিয়াত জটিল যৌগ গঠন কৌশল ব্যৱহৃত হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, গ'ল্ডে অক্সিজেন আৰু পানীৰ উপস্থিতিত ছায়েনাইডৰ সৈতে যুক্ত হৈ সমন্বয়ী যৌগৰ $[Au(CN)_2]^-$ জলীয় দ্ৰৱ প্ৰস্তুত কৰে। এই দ্ৰৱত জিংক যোগ কৰি গ'ল্ডক ধাতৱ ৰূপত পৃথক কৰি উলিয়াব পাৰি (অধ্যায় 6)।
- তেনেদৰে ধাতুসমূহক সিহঁতৰ সমন্বয়ী যৌগ গঠন আৰু পৰৱৰ্তী বিযোজনৰ জৰিয়তে বিশুদ্ধকৰণ কৰিব পাৰি। উদাহৰণ স্বৰূপে, অশুদ্ধ নিকেলক $[Ni(CO)_4]$লৈ ৰূপান্তৰিত কৰা হয় আৰু ইয়াৰ বিযোজন ঘটাই বিশুদ্ধ নিকেল উৎপাদন কৰা হয়।
- জৈৱিক তন্ত্ৰত সমন্বয়ী যৌগবোৰ অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। সালোক সংশ্লেষণ প্ৰক্ৰিয়া সংঘটিত কৰোঁৱা ক্লৰ'ফিল নামৰ ৰঞ্জকবিধ মেগনেছিয়ামৰ সমন্বয়ী যৌগ। তেজত থকা হিম'গ্ল'বিন নামৰ অক্সিজেন বহনকাৰী ৰঙা ৰঞ্জকবিধ আইৰনৰ সমন্বয়ী যৌগ।

ভিটামিন B_{12} বা ছায়েন'ক'বালেমিন (cyanocobalamine) নামৰ অতি ৰক্তহীনতাৰোধক দ্ৰব্য বিধ ক'বাল্টৰ সমন্বয়ী যৌগ। কাৰ্ব'ক্সিপেপ্টিডেজ A (carboxypetidase A) আৰু কাৰ্বনিক এনহাইড্ৰেজৰ (cardonicanhydrase) লেখীয়া এনজাইমবোৰ (জৈৱিক তন্ত্ৰৰ অনুঘটক) হ'ল জৈৱিক গুৰুত্বপূৰ্ণ ধাতুৰ আয়নযুক্ত সমন্বয়ী যৌগৰ আন কিছুমান উদাহৰণ।

- বহুতো উদ্যোগিক প্ৰক্ৰিয়াত সমন্বয়ী যৌগবোৰক অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, ৰ'ডিয়াম ধাতুৰ জটিল যৌগক $[(Ph_3P)_3RhCl]$ (ইয়াক উইকিনছন অনুঘটক, Wilkinson catalyst, হিচাপে জনা যায়) এলকিনৰ হাইড্ৰ'জেনেছনত ব্যৱহাৰ কৰা হয়।
- কোনো বস্তুত ছিলভাৰ বা গ'ল্ডৰ বিদ্যুৎলেপন দিবলৈ হ'লে, এই ধাতৰ আয়নবোৰৰ সাধাৰণ দ্ৰৱ ব্যৱহাৰ কৰাতকৈ $[Ag(CN)_2]^-$ আৰু $[Au(CN)_2]^-$ জটিল আয়নযুক্ত দ্ৰৱ ব্যৱহাৰ কৰি যথেষ্ট সহজে আৰু সমভাৱে বিদ্যুৎলেপন কৰিব পাৰি।
- ক'লা-বগা আলোকচিত্ৰণত (photography), বিকাশ ঘটোৱা ফিল্ম (developed film) হাইপ'দ্ৰৱেৰে ধুই স্থিৰ কৰা হয়। এই হাইপ'দ্ৰৱত অবিযোজিত AgBr দ্ৰৱীভূত হৈ এক জটিল আয়ন, $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ গঠিত হয়।
- ঔষধীয় ৰসায়নত কিলেট চিকিৎসা (chelate therapy) ব্যৱহাৰৰ প্ৰতি মনোযোগ বৃদ্ধি পাই আহিছে। ইয়াৰ এটা উদাহৰণ হ'ল উদ্ভিদ / প্ৰাণী তন্ত্ৰত কোনো ধাতুৰে বিষক্ৰিয়া ঘটাব পৰা পৰিমাণত স্থিতি লৈ সৃষ্টি কৰা সমস্যাৰ চিকিৎসা। এনেকুৱা ক্ষেত্ৰত, অতিৰিক্ত কপাৰ আৰু আইৰনক কিলেট গঠনকাৰী লিগাণ্ড, ক্ৰমে D-পেনিছিলএমিন (D-penicillamine) আৰু ডিছফেৰিঅক্জাইম Bৰ (desferrioxime B) সৈতে সমন্বয়ী যৌগ গঠন কৰাই আঁতৰোৱা হয়। লে'ডৰ বিষক্ৰিয়াৰ চিকিৎসাৰ বাবে EDTA ব্যৱহাৰ কৰা হয়। প্লেটিনামৰ কিছুমান সমন্বয়ী যৌগই টিউমাৰৰ (tumours) বৃদ্ধি ফলপ্ৰসূভাৱে প্ৰতিহত কৰিব পাৰে। এনে যৌগৰ উদাহৰণ হ'ল ছিছ্ প্লেটিন আৰু সংশ্লিষ্ট যৌগবোৰ।

সাৰাংশ

সমন্বয়ী যৌগৰ ৰসায়ন আধুনিক অজৈৱ ৰসায়নৰ এক গুৰুত্বপূৰ্ণ আৰু প্ৰত্যাহ্বানমূলক ক্ষেত্ৰ। বিগত পঞ্চাশ বছৰৰ ভিতৰত এই ক্ষেত্ৰত ঘটা অগ্ৰগতিয়ে বান্ধনি আৰু আণৱিক গঠনৰ নতুন নতুন ধাৰণা আৰু আৰ্হি আগবঢ়াইছে, **ৰাসায়নিক উদ্যোগলৈ** নতুনত্ব আনিছে আৰু **জৈৱিক তন্ত্ৰ**ৰ বহুতো অপৰিহাৰ্য উপাংশৰ কাৰ্যকাৰকতাৰ প্ৰতি সমালোচনামূলক অন্তৰ্দৃষ্টি নিক্ষেপ কৰিছে। **এ, ৱাৰ্নাৰে** প্ৰথমে সমন্বয়ী যৌগৰ সৃষ্টি, বিক্ৰিয়া, গঠন আৰু বান্ধনি সম্পৰ্কে ব্যাখ্যা আগবঢ়োৱাৰ বাবে প্ৰণালীবদ্ধ চেষ্টা চলায়। তেওঁৰ তত্ত্বই এটা সমন্বয়ী যৌগত ধাতৰ পৰমাণু / আয়নটোৱে দুই ধৰণৰ **সংযোগ (মুখ্য** আৰু **গৌণ)** ব্যৱহাৰ কৰে বুলি ধাৰণা আগবঢ়ায়। আধুনিক ৰসায়নৰ ভাষাত এই সংযোগ দুবিধ ক্ৰমে আয়নীকৰণীয় (ionisable) বা আয়নীয় (ionic) আৰু অনা-আয়নীকৰণীয় (non-ionisable) বা সহযোজী (covalent) বান্ধনি বুলি স্বীকৃত হৈছে। সমযোগিতা ধৰ্ম ব্যৱহাৰ কৰি ৱাৰ্নাৰে এক বৃহৎ সংখ্যক সমন্বয়ী সত্তাৰ জ্যামিতিক আকৃতিৰ বিষয়ে পূৰ্বানুমান কৰিছিল।

DAILY ASSAM

যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্ব (VBT) ই সমন্বয়ী যৌগৰ সৃষ্টি, চুম্বকীয় ধৰ্ম আৰু জ্যামিতিক আকৃতি উচিত কৃতকাৰ্যতাৰে ব্যাখ্যা কৰে। অৱশ্যে, ই এই যৌগবোৰৰ চুম্বকীয় ধৰ্মৰ এক মাত্ৰাত্মক ব্যাখ্যা আগবঢ়োৱাত বিফল হয়, আৰু ইহঁতৰ আলোক ধৰ্ম সম্পৰ্কতো নিমাত।

সমন্বয়ী যৌগৰ ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ তত্ত্বৰ (CFT) ভিত্তি হ'ল, কেন্দ্ৰীয় ধাতব পৰমাণু / আয়নৰ *d* অৰবিটেলৰ শক্তিৰ অপভ্ৰষ্টতাৰ (degeneracy) ওপৰত বিভিন্ন স্ফটিক ক্ষেত্ৰৰ (বিন্দু আধান ৰূপে বিবেচিত লিগাণ্ডবোৰে সৃষ্টি কৰা) ক্ৰিয়া। *d* অৰবিটেলবোৰৰ বিভাজনৰ বাবে শক্তিশালী আৰু দুৰ্বল স্ফটিক ক্ষেত্ৰত বিভিন্ন ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস পোৱা যায়। এই তত্ত্বই অৰবিটেল পৃথকীকৰণ শক্তি, চুম্বকীয় ভ্ৰামক, আৰু বৰ্ণালীয় (spectral) আৰু সুস্থিৰতা প্ৰাচল (parameters) সমূহৰ মাত্ৰাত্মক পৰিমাপন আগবঢ়ায়। অৱশ্যে লিগাণ্ডবোৰ বিন্দু আধানেৰে গঠিত বুলি কৰা ধাৰণাটোৰে বহুতো তাত্ত্বিক অসুবিধাৰ সৃষ্টি কৰে।

ধাতৱ কাৰ্বনিলবোৰত থকা ধাতু-কাৰ্বন বান্ধনিবোৰে σ আৰু π উভয় বৈশিষ্ট্যকে ধাৰণ কৰে। লিগাণ্ডে ধাতুৰ লগত σ বান্ধনি আৰু ধাতুৱে লিগাণ্ডৰ লগত π বান্ধনি গঠন কৰে। এই অদ্বিতীয় সন্মিলিত বান্ধনিয়ে ধাতৱ কাৰ্বনিলবোৰক সুস্থিৰ কৰি তোলে।

সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সুস্থিৰতাক **ক্ৰমিক সুস্থিৰতা (বা সংগঠন) ধ্ৰুৱক (K) বা সামগ্ৰিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱক** β ৰ দ্বাৰা জোখা হয়। কিলেট গঠনৰ (chelation) বাবে সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সুস্থিৰতা লাভ কৰে। ইয়াকে **কিলেট প্ৰভাৱ (chelate effect)** বোলে। সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ সুস্থিৰতা গীব্‌ছ শক্তি (Gibbs energy), এনথালপি (enthalpy) আৰু এনট্ৰ'পিৰ (entropy) লগত জড়িত।

সমন্বয়ী যৌগবোৰ অতিশয় গুৰুত্বপূৰ্ণ। এই যৌগবোৰে জৈৱিক তন্ত্ৰৰ অপৰিহাৰ্য উপাংশবোৰৰ কাৰ্য আৰু গঠনৰ প্ৰতি সমালোচনামূলক অন্তৰ্দৃষ্টি আগবঢ়াইছে। **ধাতুবিদ্যা সম্পৰ্কীয় প্ৰক্ৰিয়াসমূহ, বৈশ্লেষিক আৰু ঔষধীয় ৰসায়নতো** সমন্বয়ী যৌগবোৰৰ বহুল প্ৰয়োগ ঘটিছে।

অনুশীলনী

9.1 ৱাৰ্নাৰৰ স্বীকাৰ্যমতে সমন্বয়ী যৌগৰ গঠন সম্পৰ্কে ব্যাখ্যা কৰা।

9.2 $FeSO_4$ দ্ৰৱক $(NH_4)_2SO_4$ দ্ৰৱৰ সৈতে 1:1 ম'লাৰ অনুপাতত মিহলি কৰিলে ই Fe^{2+} আয়নৰ উপস্থিতিৰ পৰীক্ষা দেখুৱায়; কিন্তু $CuSO_4$ দ্ৰৱক জলীয় এম'নিয়াৰ সৈতে 1 : 4 ম'লাৰ অনুপাতত মিহলালে ই Cu^{2+} আয়নৰ উপস্থিতিৰ পৰীক্ষা নেদেখুৱায়। ইয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

9.3 প্ৰত্যেকৰে দুটাকৈ উদাহৰণসহ তলত দিয়াবোৰ ব্যাখ্যা কৰা —
সমন্বয়ী সত্তা, লিগাণ্ড, সমন্বয়ী সংখ্যা, সমন্বয়ী বহুফলক, হম'লেপ্টিক আৰু হিটাৰ'লেপ্টিক যৌগ

9.4 ইউনিডেন্টেট, ডাইডেন্টেট আৰু এম্বিডেন্টেট লিগাণ্ড বুলিলে কি বুজা লিখা।

9.5 তলত দিয়া সমন্বয়ী সত্তাবোৰত থকা ধাতুসমূহৰ জাৰণ সংখ্যা নিৰ্ণয় কৰা —

(i) $[Co(H_2O)(CN)(en)_2]^{2+}$
(ii) $[CoBr_2(en)_2]^+$
(iii) $[PtCl_4]^{2-}$
(iv) $K_3[Fe(CN)_6]$
(v) $[Cr(NH_3)_3Cl_3]$

DAILY ASSAM

9.6 IUPAC নীতি ব্যৱহাৰ কৰি তলত দিয়াবোৰৰ সংকেত লিখা —

(i) টেট্ৰাহাইড্ৰক্স'জিংকেট(II)

(ii) পটাছিয়াম টেট্ৰাক্লৰিড'পেলাডেট(II)

(iii) ডাইএমাইনডাইক্লৰিড'প্লেটিনাম(II)

(iv) পটাছিয়াম টেট্ৰাছায়েন'নিকেলেট(II)

(v) পেন্টাএমাইননাইট্ৰিট'-O-ক'বাল্ট(III)

(vi) হেক্সাএমাইনক'বাল্ট(II) ছালফেট

(vii) পটাছিয়ামট্ৰাই(অক্‌জেলেট')ক্ৰ'মেট(III)

(viii) হেক্সাএমাইনপ্লেটিনাম(IV)

(ix) টেট্ৰাব্ৰ'মিড'কিউপ্ৰেট(II)

(x) পেন্টাএমাইননাইট্ৰিট'-N-ক'বাল্ট(III)

9.7 IUPAC নীতি ব্যৱহাৰ কৰি তলত দিয়াবোৰৰ নাম লিখা —

(i) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

(ii) $[Pt(NH_3)_2Cl(NH_2CH_3)]Cl$

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

(iv) $[Co(NH_3)_4Cl(NO_2)]Cl$

(v) $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$

(vi) $[NiCl_4]^{2-}$

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

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

(ix) $[Ni(CO)_4]$

9.8 সমন্বয়ী যৌগৰ ক্ষেত্ৰত বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ সমযোগিতাৰ নাম লিখি প্ৰত্যেকৰে একোটা উদাহৰণ দিয়া।

9.9 তলত দিয়া সমন্বয়ী সত্তাবোৰৰ কিমানটাকৈ জ্যামিতিক সমযোগী পোৱা সম্ভৱ?

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

9.10 তলত দিয়া যৌগবোৰৰ আলোক সমযোগীসমূহৰ গঠন অংকন কৰা —

(i) $[Cr(C_2O_4)_3]^{3-}$ (ii) $[PtCl_2(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Cr(NH_3)Cl_2(en)]^+$

9.11 তলত দিয়াবোৰৰ বাবে সকলো সমযোগীৰে (জ্যামিতিক আৰু আলোক) গঠন অংকন কৰা —

(i) $[CoCl_2(en)_2]^+$ (ii) $[Co(NH_3)Cl(en)_2]^{2+}$ (iii) $[Co(NH_3)Cl(en)_2]^{2+}$

9.12 $[Pt(NH_3)(Br)Cl)(Py)]$ ৰ সকলোবোৰ জ্যামিতিক সমযোগীৰ গঠন লিখা। এইবোৰৰ কিমানটাই আলোক সমযোগিতা দেখুৱায়?

9.13 জলীয় কপাৰ ছালফেট দ্ৰৱই (নীলা বৰণৰ)

(i) জলীয় পটাছিয়াম ফ্লু'ৰাইডৰ সৈতে সেউজীয়া অধঃক্ষেপ, আৰু

(ii) জলীয় পটাছিয়াম ক্লু'ৰাইডৰ সৈতে উজ্জ্বল সেউজীয়া বৰণৰ দ্ৰৱ দিয়ে। এই পৰীক্ষালব্ধ ফলাফল ব্যাখ্যা কৰা।

9.14 অতিৰিক্ত পৰিমাণৰ জলীয় KCN দ্ৰৱ জলীয় কপাৰ ছালফেট দ্ৰৱত যোগ কৰিলে কি সমন্বয়ী সত্তাৰ সৃষ্টি হয়? এই দ্ৰৱৰ মাজেৰে $H_2S(g)$ প্ৰবাহিত কৰিলে কপাৰ ছালফাইডৰ অধঃক্ষেপ পোৱা নাযায় কিয়?

9.15 যোজ্যতা বান্ধনি তত্ত্বৰ আধাৰত তলত দিয়া সমন্বয়ী সত্তাবোৰৰ বান্ধনিৰ প্ৰকৃতি আলোচনা কৰা —

(i) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ (ii) $[FeF_6]^{3-}$ (iii) $[Co(C_2O_4)_3]^{3-}$ (iv) $[CoF_6]^{3-}$

9.16 অষ্টফলকীয় ক্ৰিষ্টেলৰ ক্ষেত্ৰত d অৰবিটেলৰ বিভাজন দেখুৱাই এটা চিত্ৰ অংকন কৰা।

9.17 স্পেকট্ৰ'ৰাসায়নিক শ্ৰেণী কি? মৃদু ক্ষেত্ৰ লিগাণ্ড আৰু তীব্ৰ ক্ষেত্ৰ লিগাণ্ডৰ পাৰ্থক্য ব্যাখ্যা কৰা।

9.18 ক্ৰিষ্টেল ক্ষেত্ৰ বিভাজন শক্তি কি? ΔGৰ মাত্ৰাই কিদৰে এটা সমন্বয়ী সত্তাত d অৰবিটেলৰ প্ৰকৃত বিন্যাস নিৰ্ধাৰণ কৰে?

9.19 $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ অনুচুম্বকীয়, আনহাতে $[Ni(CN)_4]^{2-}$ অপচুম্বকীয়; ইয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

9.20 $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ আয়নৰ দ্ৰৱ নীলা, কিন্তু $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ৰ দ্ৰৱ বৰণহীণ —ইয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

9.21 লঘু দ্ৰৱত $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আৰু $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ ৰ বৰণ ভিন্ ভিন্ কিয়?

9.22 ধাতৱ কাৰ্বনিল যৌগত বান্ধনিৰ প্ৰকৃতি আলোচনা কৰা।

9.23 তলত দিয়া জটিল যৌগবোৰৰ কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ আয়নটোৰ জাৰণ অৱস্থা, d অৰবিটেলৰ বিন্যাস আৰু সমন্বয়ী সংখ্যা লিখা —

(i) $K_3[Co(C_2O_4)_3]$ (iii) $(NH_4)_2[CoF_4]$

(ii) ছিছ্ $[Cr(en)_2Cl_2]Cl$ (iv) $[Mn(H_2O)_6SO_4]$

9.24 তলত দিয়া প্ৰতিটো জটিল যৌগৰ IUPAC নাম লিখা আৰু কেন্দ্ৰীয় ধাতৱ আয়নৰ জাৰণ অৱস্থা, ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আৰু সমন্বয়ী সংখ্যা নিৰ্দেশ কৰা। লগতে জটিল যৌগবোৰৰ ষ্টেৰিঅ'ৰসায়ন আৰু চুম্বকীয় ভ্ৰামক কি হ'ব লিখা।

(i) $K[Cr(H_2O)_2(C_2O_4)_2].3H_2O$ (iv) $Cs[FeCl_4]$

(ii) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (v) $K_4[Mn(CN)_6]$

(iii) $[CrCl_3(py)_3]$

9.25 দ্ৰৱত সমন্বয়ী যৌগৰ সুস্থিৰতা বুলিলে কি বুজা যায়? জটিল যৌগৰ সুস্থিৰতা নিয়ন্ত্ৰণ কৰা কাৰকবোৰ উল্লেখ কৰা।

9.26 কিলেট প্ৰভাৱ বুলিলে কি বুজা যায়? এটা উদাহৰণ দিয়া।

9.27 তলত দিয়া ক্ষেত্ৰবোৰত সমন্বয়ী যৌগৰ ভূমিকাৰ বিষয়ে একোটা উদাহৰণসহ চমুকৈ আলোচনা কৰা।

(i) জৈৱিক তন্ত্ৰ (iii) বৈশ্লেষিক ৰসায়ন

(ii) ঔষধীয় ৰসায়ন (iv) ধাতুৰ নিষ্কাসন / ধাতুবিদ্যা

9.28 $[Co(NH_3)_6]Cl_2$ জটিল যৌগই দ্ৰৱত কিমান সংখ্যক আয়ন উৎপন্ন কৰে?

(i) 6 (ii) 4 (iii) 3 (iv) 2

DAILY ASSAM

9.29 তলত দিয়া আয়নবোৰৰ ভিতৰত কোনটোৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মান সৰ্বাধিক?

(i) $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$ (iii) $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$

9.30 $K[Co(CO)_4]$ ত ক'বাল্টৰ জাৰণ সংখ্যা হ'ল —

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

9.31 তলত দিয়াবোৰৰ ভিতৰত সৰ্বাধিক সুস্থিৰ জটিল আয়নটো হ'ল—

(i) $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ (ii) $[Fe(NH_3)_6]^{3+}$ (iii) $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ (iv) $[FeCl_6]^{3-}$

9.32 তলত দিয়াবোৰৰ ক্ষেত্ৰত দৃশ্যমান অংশত পোহৰ শোষণৰ তৰংগদৈৰ্ঘ্যৰ শুদ্ধ ক্ৰমটো কি হ'ব?

$[Ni(NO_2)_6]^{4-}$, $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$

কিছুমান পাঠস্থ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

9.1 (i) $[Co(NH_3)_4(H_2O)_2]Cl_3$

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

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

(iv) $[Pt(NH_3)BrCl(NO_2)]^-$

(v) $[PtCl_2(en)_2](NO_3)_2$

(vi) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

9.2 (i) হেক্সাএমাইনক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড

(ii) পেন্টাএমাইনক্লৰিড'ক'বাল্ট(III) ক্ল'ৰাইড

(iii) পটাছিয়াম হেক্সাছায়েন'ফেৰেট(III)

(iv) পটাছিয়াম ট্ৰাইঅক্‌জেলেট'ফেৰেট(III)

(v) পটাছিয়াম টেট্ৰাক্লৰিড'পেলাডেট(II)

(vi) ডাইএমাইনক্লৰিড'(মিথাইলএমাইন)প্লেটিনাম(II) ক্ল'ৰাইড

9.3 (i) *ছিছ্* সমযোগীটোৰ দুয়োটা জ্যামিতিক সমযোগী *(ছিছ্, ট্ৰেন্স)*, আৰু আলোক সমযোগী থাকিব পাৰে।

(ii) দুটা আলোক সমযোগী থাকিব পাৰে।

(iii) ইয়াৰ 10 টা সমযোগী সম্ভৱ। (ইংগিত ঃ জ্যামিতিক, আয়নীকৰণ আৰু সংযোগ সমযোগী সম্ভৱ)।

(iv) জ্যামিতিক *(ছিছ্, ট্ৰেন্স)* সমযোগী থাকিব পাৰে।

9.4 আয়নীভৱন সমযোগীবোৰে পানীত দ্ৰৱীভূত হৈ বিভিন্ন আয়ন উৎপন্ন কৰে আৰু সেয়েহে বিভিন্ন বিকাৰকৰ সৈতে বেলেগ বেলেগ বিক্ৰিয়া দেখুৱায় —

$[Co(NH_3)_5Cl]SO_4 + Ba^{2+} \longrightarrow BaSO_4(s)$

$[Co(NH_3)_5SO_4]Cl + Ba^{2+} \longrightarrow$ বিক্ৰিয়া নঘটে

$[Co(NH_3)_5Cl]SO_4 + Ag+ \longrightarrow$ বিক্ৰিয়া নঘটে

$[Co(NH_3)_5SO_4]Br + Ag+ \longrightarrow AgBr(s)$

9.6 $[Ni(CO)_4]$ ত Ni শূন্য জাৰণ অৱস্থাত থাকে; আনহাতে $[NiCl_4]^{2-}$ত ই +2 জাৰণ অৱস্থাত থাকে। CO লিগাণ্ডৰ উপস্থিতিত Ni ৰ অযুগ্ম *d* ইলেকট্ৰনবোৰৰ যুগ্মন ঘটে; কিন্তু Cl^- দুৰ্বল লিগাণ্ড হোৱা হেতুকে ই অযুগ্ম ইলেকট্ৰনবোৰৰ যুগ্মন ঘটাবলৈ অসমৰ্থ হয়।

9.7 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ ত CN^- ৰ (তীব্ৰ লিগাণ্ড) উপস্থিতিত Fe^{3+}ৰ 3*d* ইলেকট্ৰনবোৰৰ যুগ্মন ঘটে আৰু এটাহে ইলেকট্ৰন অযুগ্ম অৱস্থাত থাকি যায়। এই ক্ষেত্ৰত Fe^{3+} ৰ d^2sp^3 সংকৰণ ঘটি অন্তঃ অৰবিটেল জটিল যৌগ গঠিত হয়। কিন্তু $Fe(H_2O)_6^{3+}$ ত H_2O ৰ (মৃদু লিগাণ্ড) উপস্থিতিত Fe^{3+} ৰ 3*d* ইলেকট্ৰনৰ যুগ্মন নঘটে। ইয়াত Fe^{3+} ৰ sp^3d^2 সংকৰণ ঘটি বহিঃ অৰবিটেল জটিল যৌগ গঠিত হয় আৰু ইয়াত পাঁচটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে। গতিকে ই যথেষ্ট অনুচুম্বকীয়।

9.8 $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ ৰ ক্ষেত্ৰত, NH_3 ৰ উপস্থিতিত Co^{3+} ৰ 3*d* ইলেকট্ৰনবোৰ যুগ্মিত হৈ দুটা *d* অৰবিটেল খালী কৰি তোলে। এই দুটাই d^2sp^3 সংকৰণত অংশগ্ৰহণ কৰি অন্তঃঅৰবিটেল জটিল যৌগ, $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ গঠন কৰে।

$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ আয়নত Ni ৰ জাৰণ অৱস্থা +2 আৰু ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস d^8। ইয়াত Ni^{2+} ৰ sp^3d^2 সংকৰণ ঘটি বহিঃঅৰবিটেল জটিল আয়ন $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ গঠিত হয়।

9.9 সংকুলটো বৰ্গ সমতলীয় আকৃতিৰ, গতিকে Pt^{2+} ৰ dsp^2 সংকৰণ ঘটে। ইয়াৰ বাবে, Pt^{2+} ৰ 5*d* অৰবিটেলৰ ইলেকট্ৰনবোৰ যুগ্মিত হৈ এটা *d* অৰবিটেল dsp^2 সকৰণত অংশ ল'বলৈ খালী কৰি তোলে। গতিকে $[Pt(CN)_4]^{2-}$ ত এটাও অযুগ্ম ইলেকট্ৰন নাথাকে।

9.11 সামগ্ৰিক বিযোজন ধ্ৰুৱকটো সামগ্ৰিক সুস্থিৰতা ধ্ৰুৱকৰ অনোন্যক। গতিকে জটিল যৌগটোৰ সামগ্ৰিক বিযোজন সাম্য ধ্ৰুৱক $\frac{1}{\beta_4} = 4.7\times10^{-14}$ ।

DAILY ASSAM