

# **CFT & CO-ORDINATION COMPOUNDS**

**B.SC. , SEM-4, CC-CH-401, UNIT-1 (A)**

**BY**

**Dr. H. K. Patel (M.Sc. (Inorganic chemistry), Ph.D.)**

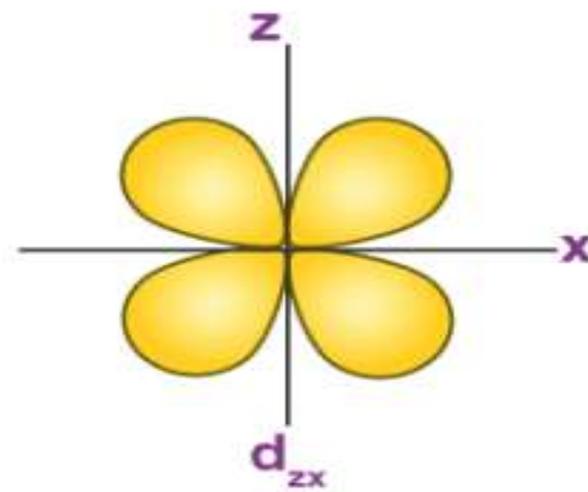
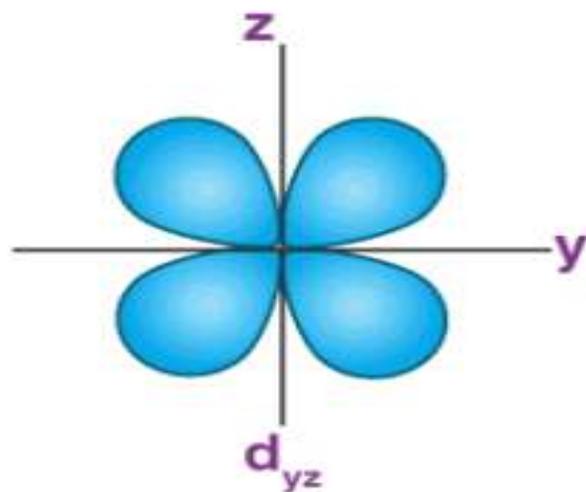
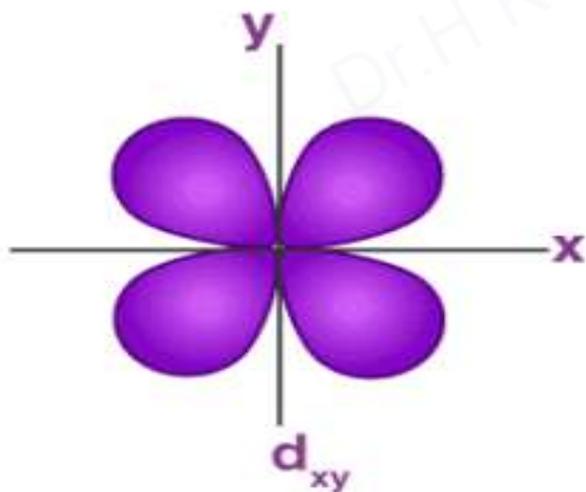
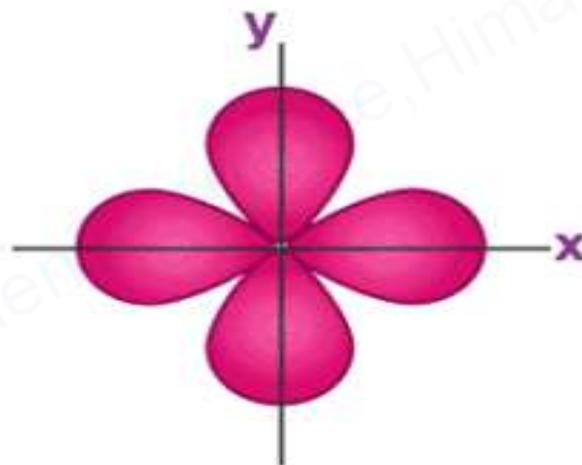
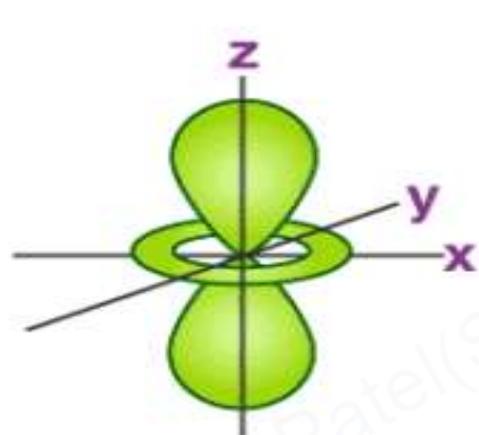
**mob: +919824051005**

**Youtube chanel : Inorg drpatelhk**

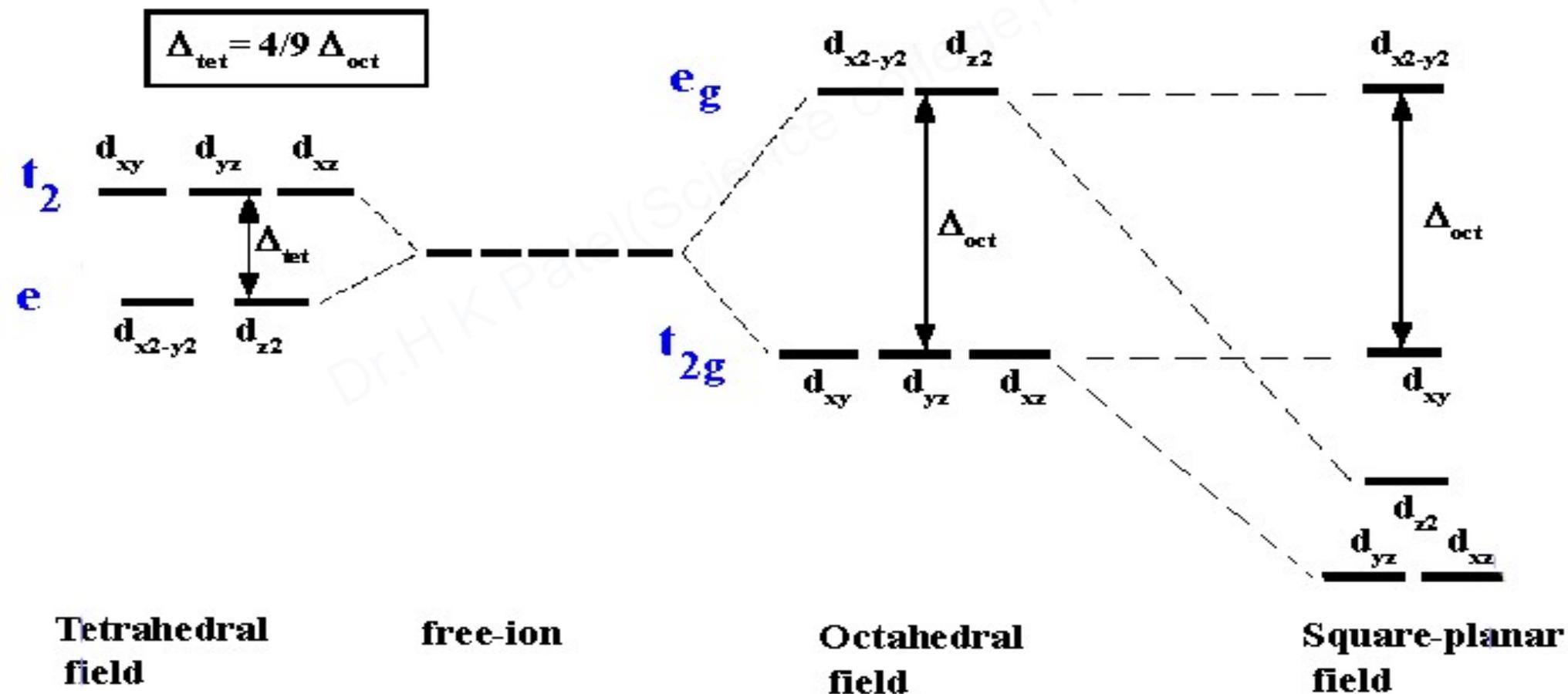
**THE HNSB. LTD SCIENCE COLLEGE, HIMATNAGAR.**

- Splitting of d-orbitals Oh and Td
- Application of CFT
  - For determination of colour of complexes.
  - Use of CFT value.
- Limitation of CFT
- Isomerism in complex
- Low spin and high spin complexes.

- ✓ સ્ફટિક ક્ષેત્ર સિધ્ધાંત (CFT) ઈ.સ.૧૯૩૦ માં Betha અને Ven Vleck નામના વૈજ્ઞાનીકો એ આપ્યો.
- ✓ વૈજ્ઞાનીકો એ સંકીર્ણ માંના બંધનને સમજાવતો સિધ્ધાંત રજૂ કર્યો અને તેના આધારે સંકીર્ણના રંગ તથા ચુંબકીય ગુણધર્મ ને સમજવાનો પ્રયત્ન કર્યો.
- ✓ આ સિધ્ધાંત અનુસાર d-કક્ષકોની સપેક્ષ શક્તિ પર થતી લિગાન્ડની અસરોને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.
- ✓ આ સિધ્ધાંત સંકીર્ણ સંયોજન માં રહેલ ધાતુ આયનની આસપાસ રહેલ લિગાન્ડની આંતરક્રિયા સમજાવે છે.
- ✓ આ સિધ્ધાંત લિગાન્ડ ક્ષેત્ર સિધ્ધાંત તરીકે પણ ઓળખાય છે તથા તે સંયોજકતા બંધનવાદ કરતા વધુ પ્રમાણમાં સ્વીકાર્ય છે.
- ✓ આ સિધ્ધાંત અનુસાર લિગાન્ડોને બિંદુવત વીજભાર ગણવામાં આવે છે.
- ✓ આ સિધ્ધાંત અનુસાર ધાતુ આયનની d-કક્ષકો અને લિગાન્ડની કક્ષકો સીધે-સીધી આંતરક્રિયા અનુભવતી નથી.
- ✓ સંક્રાંતિ ધાતુમાં રહેલ પાંચ d-કક્ષકો સમાન શક્તિ ધરાવતી હોય છે. પરંતુ સંકીર્ણ નિર્માણ થાય છે ત્યારે લિગાન્ડ દ્વારા ઉદ્ભવતા સ્ફટિક ક્ષેત્રને કારણે ધાતુમાં રહેલ પાંચ d-કક્ષકો સમશક્તિક પણું ગુમાવે છે અને d-કક્ષકો બે શક્તિ સ્તરમાં વહેંચાય છે.
- ✓ અષ્ટફલકીય, સમયતુસ્ફલકીય અને સમતલીય ચોરસ સંકીર્ણમાં d-કક્ષકોનું સ્ફટિક ક્ષેત્ર વિભાજન અલગ-અલગ હોય છે. જેને નીચે મુજબ દર્શાવાય છે.



## Energy levels of the d-orbitals in common stereochemistries



## સ્ફટિક ક્ષેત્ર સિધ્ધાંતની ઉપયોગીતા

(1) સંકીર્ણના રંગ નક્કી કરવામાં (2) CFSE નું મુલ્ય અને તેની વિવિધ ઉપયોગીતા

(1) સંકીર્ણના રંગ નક્કી કરવામાં

સંક્રાંતિ ધાતુ સંકીર્ણ આયનોના રંગનો અભ્યાસ બે વિભાગોમાં કરવામાં આવે છે.

(A) અપૂર્ણ ભરાયેલ d-કક્ષકો ધરાવતા ધાતુનાં સંકીર્ણ આયનોના રંગ

(B) ખાલી કે સંપૂર્ણ ભરાયેલ d-કક્ષકો ધરાવતા ધાતુનાં સંકીર્ણ આયનોના રંગ

➤ અપૂર્ણ ભરાયેલ d-કક્ષકો ધરાવતા ધાતુનાં સંકીર્ણ આયનો ઘન અવસ્થા કે દ્રાવણ અવસ્થામાં મોટે ભાગે રંગીન હોય છે.

➤ સફેદ પ્રકાશ કે જે સાત રંગોના સંયોજવાથી બનેલ હોય છે.

➤ આ સફેદ પ્રકાશ જ્યારે રંગીન આયનો કે સંકીર્ણ સંયોજનો ઉપર પડે છે ત્યારે આ સફેદ પ્રકાશનો કેટલોક ભાગ આયનો કે સંકીર્ણ સંયોજનો દ્વારા પારગમિત કે પરાવર્તિત થાય છે.

**Table : 1** શોષિત અને પારગમિત પ્રકાશના રંગો  
શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ( $\text{Å}$ માં)નો વિસ્તાર

સંકીર્ણ આયન કે સંયોજન દ્વારા શોષિત પ્રકાશ (વિકિરણ)નો રંગ	શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ ( $\text{Å}$ માં) વિસ્તાર	પારગમિત પ્રકાશ (આ રંગને શોષિત પ્રકાશના પૂરક રંગ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે)	શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ $\lambda \text{Å}^0$ સાથે સંકળાયેલ શક્તિ $\frac{\text{k.cal./moleમાં}}{\lambda \text{Å}^0}$ $\frac{2.857 \times 10^5}{\lambda \text{Å}^0}$	શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ $\lambda \text{Å}^0$ સાથે સંકળાયેલ શક્તિ $\frac{\text{ksl./moleમાં}}{\lambda \text{Å}^0}$ $\frac{11.947 \times 10^5}{\lambda \text{Å}^0}$
	Low      High			
1. જાંબલી	4000-4500	↑ Wavelength Increasing ↓ ↓ Frequency (Wave No.) Decreasing ↑ (Energy ( $\Delta$ ) Decreasing)	પીળો-લીલો	299-265
2. વાદળી	4500-4800		પીળો	265-249
3. લીલો-વાદળી	4800-4900		નારંગી	249-244
4. વાદળી-લીલો	4900-5000		લાલ	244-239
5. લીલો	5000-5600		જાંબલી (લગભગ જાંબુડિયો)	239-213
6. પીળો-લીલો	5600-5750		જાંબલી	213-208
7. પીળો	5750-5900		વાદળી	208-202
8. નારંગી	5900-6250		લીલો-વાદળી	202-191
9. લાલ	6250-7500		વાદળી-લીલો	191-159
	High      Low			

- સફેદ પ્રકાશ એ ઘણા રંગોનું મિશ્રણ હોવાને કારણે શોષિત પ્રકાશ અને પારગમિત પ્રકાશનો રંગ એકબીજાથી અલગ હોય છે.
- પારગમિત પ્રકાશના રંગને શોષિત પ્રકાશનો પુરક રંગ કહે છે.
- આપણને દેખાતા આયન કે સંયોજનનો રંગ એ પારગમિત પ્રકાશનો રંગને હોય છે. દા.ત.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  કે  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$  માં  $\text{Cu}^{+2}$  આયન પીળા રંગના પ્રકાશને શોષે છે તથા વાદળી પ્રકાશનું પારગમન કરે છે આમ  $\text{Cu}^{+2}$  આયન આપણને વાદળી દેખાય છે.
- $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]$  માં રહેલ  $\text{Ti}^{+3}$  આયન લીલા વિકિરણનું શોષણ કરે છે અને જાંબલી રંગના પ્રકાશને પારગમિત કરે છે .આમ  $\text{Ti}^{+3}$  આયન જાંબલી રંગનો જોવા મળે છે.
- શુષ્ક(બિનજલીય)  $\text{CO}^{+2}$  આયન લાલ રંગના વિકિરણનું શોષણ કરે છે અને વાદળી-પીળા રંગના પ્રકાશને પારગમિત કરે છે .આમ  $\text{CO}^{+2}$  આયન વાદળી-પીળા રંગનો જોવા મળે છે.
- જ્યારે  $[\text{CO}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  માં રહેલા  $\text{CO}^{+2}$  આયન વાદળી-લીલ રંગના વિકિરણનું શોષણ કરે છે અને લાલ રંગના પ્રકાશને પારગમિત કરે છે .આમ  $\text{CO}^{+2}$  આયન લાલ રંગનો જોવા મળે છે.
- સંકીર્ણ આયન કે સંકીર્ણ સંયોજનનો રંગ એ મધ્યસ્થ ધાતુની પ્રકૃતિ ઉપર આધારિત હોય છે.
- $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  અને  $[\text{CO}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  માં લિગાન્ડ સરખા હોવા છતાં તેમના રંગ અલગ-અલગ હોય છે.જે પુરવાર કરે છે કે સંકીર્ણના રંગ માટે મધ્યસ્થ ધાતુ જવાબદાર છે.
- શોષિત પ્રકાશનો રંગ લિગાન્ડોની પ્રકૃતિ ઉપર આધારિત હોય છે
- $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}$  માં રહેલ  $\text{Ni}^{+2}$  આયન લાલ રંગના પ્રકાશનું શોષણ કરે છે અને વાદળી-લીલા પ્રકાશનું પારગમન કરે છે પરિણામે તે વાદળી-લીલા રંગ ધરણ કરે છે.અને  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$  માં રહેલ  $\text{Ni}^{+2}$  આયન પીળા-લીલા રંગના પ્રકાશનું શોષણ કરે છે અને જાંબલી પ્રકાશનું પારગમન કરે છે પરિણામે તે જાંબલી રંગ ધરણ કરે છે.

આયનો	બાહ્યતમ કક્ષા ઈલે. વિ.	આયનોના રંગ
Ti <sup>+3</sup>	3d <sup>1</sup> (n = 1)	જાંબલી (લગભગ જાંબુડિયો)
V <sup>+3</sup>	3d <sup>2</sup> (n = 2)	લીલો
V <sup>+2</sup> , Cr <sup>+3</sup>	3d <sup>3</sup> (n = 3)	જાંબલી
Cr <sup>+2</sup>	3d <sup>4</sup> (n = 4)	વાદળી
Mn <sup>+3</sup>	3d <sup>4</sup> (n = 4)	જાંબલી
Mn <sup>+2</sup>	3d <sup>5</sup> (n = 5)	ગુલાબી
Fe <sup>+3</sup>	3d <sup>5</sup> (n = 5)	પીળો
Fe <sup>+2</sup>	3d <sup>6</sup> (n = 4)	લીલો
Co <sup>+3</sup>	3d <sup>6</sup> (n = 4)	ગુલાબી
Co <sup>+2</sup>	3d <sup>7</sup> (n = 3)	ગુલાબી (લાલ)
Ni <sup>+2</sup>	3d <sup>8</sup> (n = 2)	વાદળી-લીલો
Cu <sup>+2</sup>	3d <sup>9</sup> (n = 1)	વાદળી

- શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ( $\lambda$ ) વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણના દ્રશ્યમાન વિભાગ  $4000 \text{ \AA} - 8000 \text{ \AA}$  ની છે.
- સંક્રાંતિ ધાતુ આયન પર આપાત પ્રકાશના  $4000 \text{ \AA} - 8000 \text{ \AA}$  તરંગલંબાઈ ધરાવતા દ્રશ્યમાનના જ પ્રકાશનું શોષણ કરે તો સંકીર્ણ રંગીન હોય છે.
- સંકીર્ણ આયન દ્વારા શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ સાથે સંકળાયેલ શક્તિની ગણતરી કરી શકાય છે.
- ધારોકે  $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  સંકીર્ણ આયન દ્વારા શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ  $\lambda \text{ \AA}$  બરાબર છે. તથા તરંગ સંખ્યા  $\tilde{\nu}$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) સંબંધિત આવૃત્તી છે.

$$\text{આવૃત્તિ તરંગ સંખ્યા } \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda \text{ in } \text{\AA}} = \frac{1}{\lambda \times 10^{-8} \text{ cm}} = \frac{10^{-8}}{\lambda} \text{ cm}^{-1}$$

- તરંગ સંખ્યા આવૃત્તિ  $\tilde{\nu} 350 \text{ cm}^{-1} = 1 \text{ K.Cal/mole}$  તથા તરંગ સંખ્યા આવૃત્તિ  $\tilde{\nu} 83.7 \text{ cm}^{-1} = 1 \text{ K.joule/mole}$  શક્તિ સાથે સંબંધિત હોય છે.

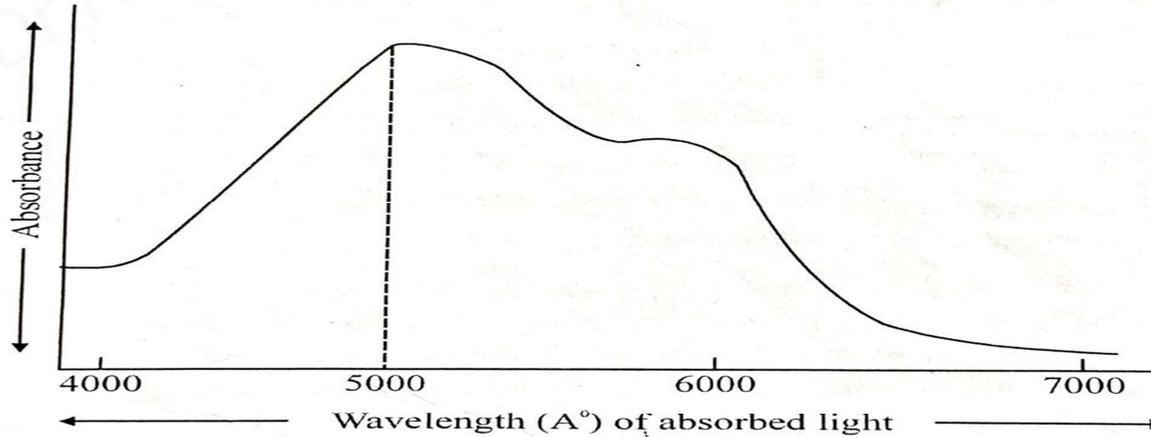
$$\begin{array}{l} 350 \text{ cm}^{-1} = 1 \text{ K.Cal/mole} \\ \frac{10^{-8}}{\lambda} \text{ cm}^{-1} = ? \end{array} \quad / \quad E = \frac{10^8}{350 \times \lambda} \text{ K.Cal / mole} = \frac{2.857 \times 10^5}{\lambda} \text{ K.Cal / mole}$$

$$\begin{array}{l} 83.7 \text{ cm}^{-1} = 1 \text{ K.J/mole} \\ \frac{10^{-8}}{\lambda} \text{ cm}^{-1} = ? \end{array} \quad / \quad E = \frac{10^8}{83.7 \times \lambda} \text{ K.J / mole} = \frac{11.947 \times 10^8}{\lambda} \text{ k.J / mole}$$

- ઉપરોક્ત બંને સમી. દર્શાવે છે કે શોષિત વિકિરણ સાથે સંકળાયેલ શક્તિ તરંગલંબાઈના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં અને આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

## □ $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$ આયનના જાંબલી રંગ માટે જવાબદાર d-d સંક્રાંતિની સમજૂતી

- $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  એ અષ્ટફલ્કીય સંકીર્ણ છે જેમાં  $\text{Ti}^{+3}$  આયન તરીકે હાજર છે તથા તેના સંયોજકતા કોષની ઈલે.રચના  $3d^1$  છે.
- $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  આયનની પાંચ d કક્ષકો  $t_{2g}$  ( $d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}$ ) અને eg ( $d_{x^2-y^2}, d_{z^2}$ ) એમ બે સમૂહોમાં વિભાજિત થયેલ હોય છે. આ સિધ્ધાંત ને સ્ફટિક ક્ષેત્ર વિભાજન કહે છે.
- $t_{2g}$  અને eg કક્ષકો પૈકી  $t_{2g}$  કક્ષકો ની શક્તિ eg કક્ષકોની શક્તિ કરતા ઓછી હોય છે તેથી  $3d^1$  નો ઈલે.  $t_{2g}$  માં રહેશે તથા eg ખાલી રહેશે.
- જ્યારે સફેદ પ્રકાશને  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  આયન પર આપાત કરવામાં આવે છે ત્યારે તે આયન લીલા રંગના પ્રકાશનું શોષણ કરે છે અને જાંબલી રંગના પ્રકાશનું પારગમન થાય છે પરિણામે  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  આયન આપણને જાંબલી રંગનો દેખાય છે.
- દ્રશ્ય પ્રકાશ વર્ણપટ પરથી સાબિત થયું છે કે  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  આયન દ્વારા લીલા રંગનું શોષણ  $5000 \text{ \AA}$  તરંગલંબાઈ એ થાય છે.
- શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ વિરુદ્ધ શોષિત પ્રકાશના જથ્થા (absorbance) નો આલેખ નીચે મુજબ મળે છે.



આકૃતિ - 1 :  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}$  આયનનો દેશ્ય પ્રકાશ e શોષણ વર્ણપટ.

➤

5000 A° તરંગલંબાઈ સાથે સંકળાયેલ શક્તિ  $\Delta_0$ નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય.

$$E = \frac{10^8}{350 \times 5000} K.Cal / mole = \frac{10^4}{35 \times 5} K.cal / mole = 57.14 K.Cal / mole$$

$$E = \frac{10^8}{83.7 \times 5000} K.J / mole = \frac{10^5}{83.7 \times 5} K.J / mole = 239 K.J / mole$$

➤

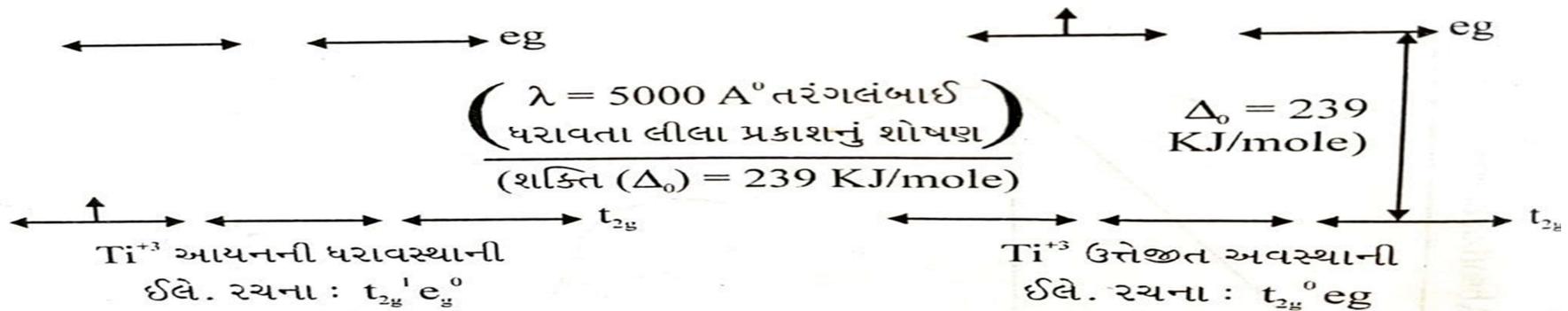
5000 A° તરંગલંબાઈ સાથે સંકળાયેલ શક્તિ = 239 K.J/mole એ સ્ફટિક ક્ષેત્ર વિભાજન શક્તિ  $\Delta_0$ ની ખુબ જ નજીકની છે.( $t_{2g}$  અને eg કક્ષકોની શક્તિના તફાવત બરાબર )

➤

ઉપરોક્ત શક્તિની કિંમત પરથી કહી શકાય કે  $t_{2g}$  કક્ષકમાં રહેલ ઈલે. 239 K.J/mole જેટલી શક્તિનું શોષણ કરી ઉત્તેજિત થઈ ખાલી eg કક્ષકમાં ભરાય છે.( $t_{2g} \rightarrow eg$  ઈલે.સંક્રાંતિ)

➤

આમ ઈલે. સંક્રાંતિ ને કારણે  $Ti^{+3}$  ની ધારા અવસ્થા માં ઈલે. રચના  $t_{2g}^1 eg^0$  તથા ઉત્તેજિત અવસ્થામાં ઈલે.રચના  $t_{2g}^0 eg^1$  થશે.આમ  $[Ti(H_2O)_6]^{+3}$  નો જોવા મળતો જાંબલી રંગ એ  $t_{2g} \rightarrow eg$  ઈલે.સંક્રાંતિને કારણે હોય છે.



- અગાઉ જોઈ ગયા તે પ્રમાણે  $\Delta_0$  નું મુલ્ય એ શોષિત પ્રકાશની તરંગલંબાઈના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. તેનો અર્થ એ થાય કે  $\Delta_0$  નું ઊંચું મુલ્ય ધરાવતો આયન એ નીચી તરંગલંબાઈ વાળા પ્રકાશનું શોષણ કરે છે. આમા કેટલીક વાર અપવાદ પણ જોવા મળે છે.
- સંકીર્ણ ધાતું આયનો કે જેનો મધ્યસ્થ પરમાણું સંપૂર્ણ ખાલી d કક્ષકો કે સંપૂર્ણ ભરાયેલ d કક્ષકો ધરાવે છે તે રંગહીન હોય છે. કારણ કે તેમાં d-d સંક્રાંતિ નો કોઈ અવકાશ રહેતો નથી. દા.ત -  $Sc^{+3}$  અને  $Ti^{+4}$  જેની d- કક્ષક સંપૂર્ણ ખાલી છે જ્યારે  $Cu^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Zn^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$ ,  $Hg^{+2}$  વગેરે ની d-કક્ષક સંપૂર્ણ ભરાયેલ હોય છે.

## (2) CFSE નું મુલ્ય અને તેની વિવિધ ઉપયોગીતા

- સ્ફટિક ક્ષેત્ર સિદ્ધાંત અનુસાર અષ્ટફલકીય સંકીર્ણના નિર્માણ દરમિયાન મધ્યસ્થ ધાતુ આયનની આસપાસ છ લિગાન્ડની હાજરીને કારણે મધ્યસ્થ ધાતુ આયનની d - કક્ષકો બે ભાગ(Set)માં વિભાજિત થાય છે. એક ભાગમાં(Set)  $t_{2g}$  ની ત્રણ કક્ષકો (ત્રણે સમ શક્તિક હોય) જે નીચી શક્તિ ધરાવે છે તથા બીજા ભાગમાં(Set)  $e_g$  ની બે કક્ષકો (બે સમ શક્તિક હોય) જે ઊંચી શક્તિ ધરાવે છે.
- બે ભાગ (Set) વચ્ચેનો તફાવત  $\Delta_0$  (10 Dq) જેટલો હોય છે.  $t_{2g}$  set ની શક્તિ મૂળ d - કક્ષકોની શક્તિ કરતા -  $2/5 \Delta_0$  ( એટલે કે -  $0.4 \Delta_0$  કે - 4 Dq ) જેટલી ઓછી હોય છે. જ્યારે  $e_g$  set ની શક્તિ મૂળ d - કક્ષકોની શક્તિ કરતા + $3/5 \Delta_0$  ( એટલે કે + $0.6 \Delta_0$  કે +6 Dq ) જેટલી વધુ હોય છે.
- $t_{2g}$  કક્ષકમા દાખલ થતો પ્રત્યેક ઈલે. d - કક્ષકો ની શક્તિમાં -  $0.4 \Delta_0$  (- 4 Dq ) જેટલો ઘટાડો કરે છે. જ્યારે  $e_g$  કક્ષકમા દાખલ થતો પ્રત્યેક ઈલે. d - કક્ષકો ની શક્તિમાં +  $0.6 \Delta_0$  (+ 6 Dq ) જેટલો વધારો કરે છે.
- ધરો કે  $d^x$  આયન  $t_{2g}^m e_g^n$  વિન્યાસ ધરાવે છે. જ્યાં m એ  $t_{2g}$  કક્ષકમાં રહેલ ઈલે. સંખ્યા દર્શાવે છે જ્યારે n એ  $e_g$  કક્ષકમાં રહેલ ઈલે. સંખ્યા દર્શાવે છે (  $x = m+n$  )



- જે સંકીર્ણની CFSE નું મુલ્ય વધુ હોય છે તે વધારે સ્થાઈ હોય છે જ્યારે જે સંકીર્ણની CFSE નું મુલ્ય ઓછું હોય છે તે ઓછું સ્થાઈ હોય છે.
- ઉપરોક્ત બંને સમી.ની તારવણીમાં આપણે યુગ્મીકરણ શક્તિ P નો વિચાર કરેલ નથી. (એક જ કક્ષકમાં બે ઈલે.ને ગોઠવવા માટે જોઈતી શક્તિ ને યુગ્મીકરણ શક્તિ P કહે છે.)
- યુગ્મીકરણ શક્તિ ને ધ્યાનમાં લેતા CFSE ની ગણતરી નીચે મુજબ કરી શકાય.

$$CFES = (-0.4m + 0.6n) \Delta_0 + aP$$

$$CFES = (-4m + 6n) Dq + aP$$

જ્યાં  $a = t_{2g}$  અને eg કક્ષકોમાં રહેલ કુલ ઈલે. યુગ્મોની સંખ્યા છે.

- ઉપરોક્ત સમી.નો ઉપયોગ કરી  $d^0$  થી  $d^{10}$  આયનોના લઘુસ્થિતિ અને ગુરુસ્થિતિ અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ માટે CFSE ની ગણતરી  $\Delta_0$  અને Dq ના પદમાં મેળવી શકાય છે.

➤ નિર્બળ લિગાન્ડ ક્ષેત્રમાં અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ માટે CFSE ના મુલ્ય

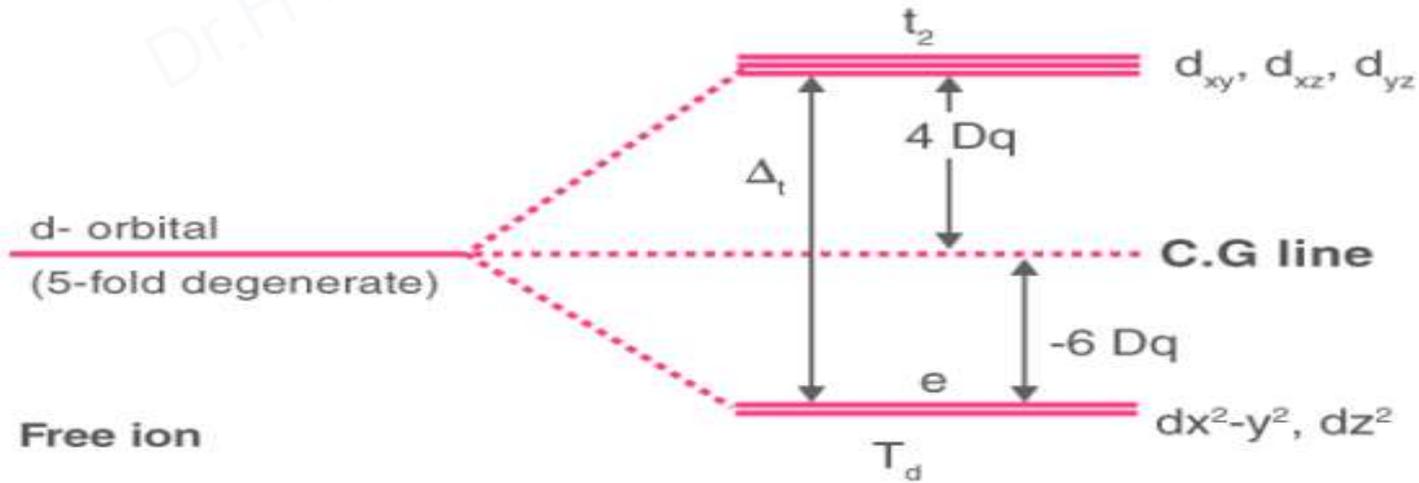
ગુરુ સ્પિન સંકીર્ણ	$t_{2g}$	$e_g$	$t_{2g}^m e_g^n$ વિન્યાસ	ઇલે.યુગ્મની સંખ્યા	$\Delta_0$	CFSE Dq
$d^0$	— — —	— —	$t_{2g}^0 e_g^0$	0	$0.0 \Delta_0$	$0.0 Dq$
$d^1$	↑ — —	— —	$t_{2g}^1 e_g^0$	0	$-0.4 \Delta_0$	$-4.0 Dq$
$d^2$	↑ ↑ —	— —	$t_{2g}^2 e_g^0$	0	$-0.8 \Delta_0$	$-8.0 Dq$
$d^3$	↑ ↑ ↑	— —	$t_{2g}^3 e_g^0$	0	$-1.2 \Delta_0$	$-12.0 Dq$
$d^4$	↑ ↑ ↑	↑ —	$t_{2g}^3 e_g^1$	0	$-0.6 \Delta_0$	$-6.0 Dq$
$d^5$	↑ ↑ ↑	↑ ↑	$t_{2g}^3 e_g^2$	0	$0.0 \Delta_0$	$0.0 Dq$
$d^6$	↑↓ ↑ ↑	↑ ↑	$t_{2g}^4 e_g^2$	1	$-0.4 \Delta_0 + p$	$-4.0 Dq + p$
$d^7$	↑↓ ↑↓ ↑	↑ ↑	$t_{2g}^5 e_g^2$	2	$-0.8 \Delta_0 + 2p$	$-8.0 Dq + 2p$
$d^8$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑	$t_{2g}^6 e_g^2$	3	$-1.2 \Delta_0 + 3p$	$-12.0 Dq + 3p$
$d^9$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑	$t_{2g}^6 e_g^3$	4	$-0.6 \Delta_0 + 4p$	$-6.0 Dq + 4p$
$d^{10}$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓	$t_{2g}^6 e_g^4$	5	$0.0 \Delta_0 + 5p$	$0.0 Dq + 5p$

➤ પ્રબળ લિગાન્ડ ક્ષેત્રમાં અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ માટે CFSE ના મુલ્ય

લઘુ સ્પિન સંકીર્ણ	$t_{2g}$	eg	$t_{2g}^m e_g^n$ વિન્યાસ	ઈલે.યુગ્મની સંખ્યા	CFSE	
					$\Delta_0$	Dq
$d^0$	— — —	— —	$t_{2g}^0 e_g^0$	0	$0.0 \Delta_0$	$0.0 Dq$
$d^1$	↑ — —	— —	$t_{2g}^1 e_g^0$	0	$-0.4 \Delta_0$	$-4.0 Dq$
$d^2$	↑ ↑ —	— —	$t_{2g}^2 e_g^0$	0	$-0.8 \Delta_0$	$-8.0 Dq$
$d^3$	↑ ↑ ↑	— —	$t_{2g}^3 e_g^0$	0	$-1.2 \Delta_0$	$-12.0 Dq$
$d^4$	↑↓ ↑ ↑	— —	$t_{2g}^4 e_g^0$	1	$-1.6 \Delta_0 + p$	$-16.0 Dq + p$
$d^5$	↑↓ ↑↓ ↑	— —	$t_{2g}^5 e_g^0$	2	$-2.0 \Delta_0 + 2p$	$20.0 Dq + 2p$
$d^6$	↑↓ ↑↓ ↑↓	— —	$t_{2g}^6 e_g^0$	3	$-2.4 \Delta_0 + 3p$	$-24.0 Dq + 3p$
$d^7$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ —	$t_{2g}^6 e_g^1$	3	$-1.8 \Delta_0 + 3p$	$-18.0 Dq + 3p$
$d^8$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑	$t_{2g}^6 e_g^2$	3	$-1.2 \Delta_0 + 3p$	$-12.0 Dq + 3p$
$d^9$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑	$t_{2g}^6 e_g^3$	4	$-0.6 \Delta_0 + 4p$	$-6.0 Dq + 4p$
$d^{10}$	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓	$t_{2g}^6 e_g^4$	5	$0.0 \Delta_0 + 5p$	$0.0 Dq + 5p$

## ➤ સમયતુષફલકીય સંકીર્ણ માટે CFSE ના મુલ્યો

- સ્ફટિક ક્ષેત્ર સિધાંત અનુસાર સમયતુષફલકીય સંકીર્ણના નિર્માણ દરમિયાન મધ્યસ્થ ધાતુ આયનની આસપાસ ચાર લિગાન્ડની હાજરીને કારણે મધ્યસ્થ ધાતુ આયનની d- કક્ષકો બે ભાગ(Set)માં વિભાજિત થાય છે. એક ભાગમાં(Set)  $t_2$  ની ત્રણ કક્ષકો (ત્રણે સમ શક્તિક હોય) જે ઉંચી શક્તિ ધરાવે છે તથા બીજા ભાગમાં(Set) e ની બે કક્ષકો (બે સમ શક્તિક હોય) જે નીચી શક્તિ ધરાવે છે.
- બે ભાગ (Set) વચ્ચેનો તફાવત  $\Delta_t$  જેટલો હોય છે.  $t_2$  set ની શક્તિ મૂળ d- કક્ષકોની શક્તિ કરતા  $+2/5 \Delta_t$  ( એટલે કે  $+0.4 \Delta_t$  ) જેટલી વધુ હોય છે. જ્યારે e set ની શક્તિ મૂળ d- કક્ષકોની શક્તિ કરતા  $-3/5 \Delta_0$  ( એટલે કે  $-0.6 \Delta_t$  ) જેટલી ઓછી હોય છે.
- $t_2$  કક્ષકમાં દાખલ થતો પ્રત્યેક ઈલે. d- કક્ષકો ની શક્તિમાં  $+0.4 \Delta_t$  જેટલો વધરો કરે છે. જ્યારે e કક્ષકમાં દાખલ થતો પ્રત્યેક ઈલે. d- કક્ષકો ની શક્તિમાં  $-0.6 \Delta_t$  જેટલો ઘટાડો કરે છે.



- અષ્ટફલકીય સંકીર્ણમાં d- કક્ષકો ના વિભાજનથી તેમના વચ્ચેનો તફાવત  $\Delta_0$  હોય છે. જ્યારે સમયતુષ્ટફલકીય સંકીર્ણમાં d- કક્ષકો ના વિભાજનથી તેમના વચ્ચેનો તફાવત  $\Delta t$  હોય છે તથા  $\Delta t < \Delta_0$  હોય છે.

$$\Delta t = 4/9 \Delta_0$$

$$\Delta t = 0.45 \Delta_0$$

- સમયતુષ્ટફલકીય સંકીર્ણ માં  $t_2$  set માટે એક ઈલે. માટે  $+0.4 \Delta t$  જેટલી શક્તિ હોય છે. જ્યારે eg set માટે એક ઈલે. માટે  $-0.6 \Delta t$  જેટલી શક્તિ હોય છે.

$$0.4 \Delta t = 0.45 \times 0.4 \Delta_0$$

$$0.4 \Delta t = 0.18 \Delta_0$$

$$-0.6 \Delta t = -0.45 \times 0.6 \Delta_0$$

$$-0.6 \Delta t = -0.27 \Delta_0$$

- સમસમયતુષ્ટફલકીય સંકીર્ણમાં  $d^x$  આયનો માટે CFSE ની ગણતરી નીચે મુજબ કરી શકાય છે.

$$CFSE = [ (-0.6 \times m) \Delta t + (0.4 \times n) \Delta t ]$$

$$CFSE = [ -0.27 \Delta_0 \times m + 0.18 \Delta_0 \times n ]$$

$$CFSE = [ -0.27 m + 0.18 n ] \Delta_0$$

જ્યાં,  $m = e$  માં ઈલે. સંખ્યા છે તથા  $n = t_2$  માં ઈલે. સંખ્યા છે.

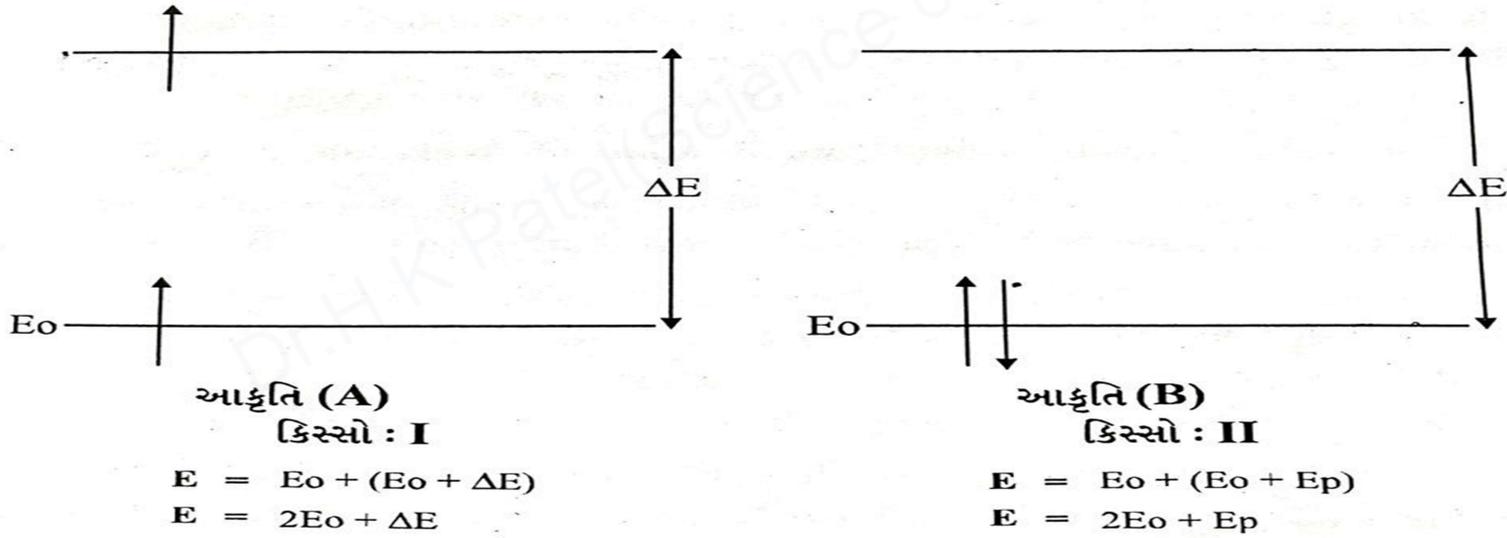
aggar

➤ નિર્બળ લિગાન્ડ ક્ષેત્રમાં સમયતુષ્ટવકીય સંકીર્ણ માટે CFSE ના મુલ્ય

$d^x$	eg	$t_2$	$eg^m t_2^n$ વિન્યાસ	અયુગ્મિત ઇલે.ની સંખ્યા	CFES = [ - 0.27 m + 0.18 n ] $\Delta_0$
$d^0$	— —	— — —	$eg^0 t_2^0$	0	[ - 0.27 x 0 + 0.18 x 0 ] $\Delta_0$ = 0.0 $\Delta_0$
$d^1$	↑ —	— — —	$eg^1 t_2^0$	1	[ - 0.27 x 1 + 0.18 x 0 ] $\Delta_0$ = - 0.27 $\Delta_0$
$d^2$	↑ ↑	— — —	$eg^2 t_2^0$	2	[ - 0.27 x 2 + 0.18 x 0 ] $\Delta_0$ = - 0.54 $\Delta_0$
$d^3$	↑ ↑	↑ — —	$eg^2 t_2^1$	3	[ - 0.27 x 2 + 0.18 x 1 ] $\Delta_0$ = - 0.36 $\Delta_0$
$d^4$	↑ ↑	↑ ↑ —	$eg^2 t_2^2$	4	[ - 0.27 x 2 + 0.18 x 2 ] $\Delta_0$ = - 0.18 $\Delta_0$
$d^5$	↑ ↑	↑ ↑ ↑	$eg^2 t_2^3$	5	[ - 0.27 x 2 + 0.18 x 3 ] $\Delta_0$ = 0.0 $\Delta_0$
$d^6$	↑↓ ↑	↑ ↑ ↑	$eg^3 t_2^3$	4	[ - 0.27 x 3 + 0.18 x 3 ] $\Delta_0$ = - 0.27 $\Delta_0$
$d^7$	↑↓ ↑↓	↑ ↑ ↑	$eg^4 t_2^3$	3	[ - 0.27 x 4 + 0.18 x 3 ] $\Delta_0$ = - 0.54 $\Delta_0$
$d^8$	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑ ↑	$eg^4 t_2^4$	2	[ - 0.27 x 4 + 0.18 x 4 ] $\Delta_0$ = - 0.36 $\Delta_0$
$d^9$	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑	$eg^4 t_2^5$	1	[ - 0.27 x 4 + 0.18 x 5 ] $\Delta_0$ = - 0.18 $\Delta_0$
$d^{10}$	↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	$eg^4 t_2^6$	0	[ - 0.27 x 2 + 0.18 x 6 ] $\Delta_0$ = 0.0 $\Delta_0$

## લઘુ સ્પિન અને ગુરુ સ્પિન સંકીર્ણ Law spin(spinned) and High spin(spinned) complexes

- હુંડના નિયમ અનુસાર જો  $n$  સમશક્તિક કક્ષકો હોય અને  $n$  ઇલેક્ટ્રોન હોય તો  $n$  અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોન મળે અને આ ઇલેક્ટ્રોન પોતાની સ્પિન સમાંતર રાખી ગોઠવાય છે. આવું એટલા માટે બને છે કારણકે એક કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોન યુગ્મીકરણ કરવા માટે ચોક્કસ શક્તિની જરૂર છે.
- ધારો કે બે કક્ષકો વચ્ચેનો શક્તિનો તફાવત  $\Delta E$  છે, અને બે ઇલેક્ટ્રોન ગોઠવાયા છે તો નીચે મુજબની બે શક્યતા બનશે.



- જો બે ઇલેક્ટ્રોન બે જુદી-જુદી કક્ષકોમાં ગોઠવાય તો આ ઇલેક્ટ્રોનોની સ્પિન સમાંતર થશે. (આકૃતિ-(A) )  
શક્તિ  $E = 2E_0 + \Delta E$  થશે.
- જો બે ઇલેક્ટ્રોન એકજ કક્ષકમાં ગોઠવાય તો બન્ને ઇલેક્ટ્રોનોની સ્પિન વિરુધ્ધ થશે. (આકૃતિ-(B) )  
શક્તિ  $E = 2E_0 + E_p$  થશે, જ્યાં  $E_p =$  ઇલેક્ટ્રોન યુગ્મીકરણ કરવા માટેની શક્તિ છે.



## (2) સંકીર્ણનું અવકાશ રસાયણ(stereo chemistry of complexes)

- CFSE ના મુલ્ય પરથી સંકીર્ણનો ત્રિપરીમાણવીય આકાર નક્કી કરી શકાય છે.
- અષ્ટફલકીય સંકીર્ણના CFSE ના મુલ્ય એ સમયતુષ્ફલકીય સંકીર્ણના CFSE ના મુલ્ય કરતા વધુ હોય છે આથી કહી શકાય કે અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ વધુ સ્થાયી હોય છે.
- અષ્ટફલકીય, સમયતુષ્ફલકીય અને સમતલીય ચોરસ સંકીર્ણમાં CFSE ના મુલ્ય અનુક્રમે  $\Delta_0$ ,  $\Delta t$  અને  $\Delta_{sp}$  દ્વારા દર્શાવામાં આવે છે. તથા  $\Delta t = 4/9(0.4) \Delta_0$  તથા  $\Delta_{sp} = 1.3 \Delta_0$  છે આથી કહી શકાય કે સમતલીય ચોરસ સંકીર્ણની કિંમત સૌથી વધુ હોવાથી તે વધુ સ્થાયી છે.

### સમતલીય ચોરસ > અષ્ટફલકીય > સમયતુષ્ફલકીય

- દા.ત. –  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  અને  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  પૈકી  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  માં પ્રબળ લિગાન્ડ હોવાને કારણે ઈલે.નું યુગ્મીકરણ થાય છે અને તેમની CFSE =  $1.40 \Delta_0$  હોય છે. જે અષ્ટફલકીય સંકીર્ણની CFSE કરતા વધુ હોવાથી  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  સંકીર્ણનો આકાર સમતલીય ચોરસ બની જાય છે. જ્યારે  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$  માં નિર્બળ લિગાન્ડ હોવાને કારણે ઈલે.નું યુગ્મીકરણ થતું નથી જેથી તેની CFSEનું મુલ્ય ઓછું હોય છે તેથી તેનો આકાર સમયતુષ્ફલકીય બને છે.

## (3) ચુંબકીય ચાકમાત્રની ગણતરીમાં CFSE નો ઉપયોગ

- CFT ના કારણે મધ્યસ્થ ધાતુ આયનમાં રહેલ અયુગ્મિત ઈલે.ની ગણતરી કરી તેની ચુંબકીય ચક્રમાત્રની ગણતરી કરી શકાય છે.

$$\mu = \sqrt{n(n+2)} \text{ BM} \quad \text{જ્યાં } n = \text{અયુગ્મિત ઈલે.ની સંખ્યા છે.}$$

$$n = 1 \text{ હોય તો } \mu = 1.83 \text{ BM ,}$$

$$n = 2 \text{ હોય તો } \mu = 2.83 \text{ BM ,}$$

$$n = 3 \text{ હોય તો } \mu = 3.83 \text{ BM ,}$$

$$n = 4 \text{ હોય તો } \mu = 4.83 \text{ BM ,}$$

- CFSE ના મુલ્ય પરથી પ્રબળ ક્ષેત્ર (Low spin) અને નિર્બળ ક્ષેત્ર(High spin) સંકીર્ણ પારખી શકાય છે.
- CFSE ના મુલ્ય પરથી અનુચુંબકીય( Paramagnetic ) સંકીર્ણ અને પ્રતિચુંબકીય(diamagnetic) સંકીર્ણ પારખી શકાય છે.

### **CFT ની મર્યાદાઓ (Limitations of CFT)**

- CFT ધાતુ આયનની ફક્ત  $d$  - કક્ષકોનો વિચાર કરે છે. જ્યારે ધાતુની બાકીની કક્ષકો જેવી કે  $s, p_x, p_y$  અને  $p_z$  માટે કોઈ સમજૂતી આપતો નથી.
- CFT લિગાન્ડની  $d$  - કક્ષકોની પણ સમજૂતી આપતો નથી. આથી લિગાન્ડને આધારે સંકીર્ણના ગુણધર્મો સમજાવવામાં નિષ્ફળ રહે છે.
- CFT લિગાન્ડની સપેક્ષ પ્રબળતાને સંતોષકારક રીતે સમજાવવામાં નિષ્ફળ જાય છે. દા.ત -  $H_2O$  એ  $OH$  કરતા વધુ પ્રબળ છે તે સમજાવી શકાતું નથી.
- CFT અનુસાર ધાતુ અને લિગાન્ડ વચ્ચે બનતો બંધ સ્પષ્ટપણે આયોનિક ગુણ ધરાવતો હોય છે. તથા ધાતુ અને લિગાન્ડ વચ્ચેના સહસંયોજક ગુણને સમજાવી શકતો નથી.

### **સંકીર્ણ સંયોજનોમા સમઘટકતા**

- કેટલાક સંયોજનનું અણુસુત્ર સરખું હોય પણ તેના પરમાણુ કે પરમાણુ સમૂહોની બંધરણીય ગોઠવણ અલગ-અલગ હોય છે. આ પ્રકારના સંયોજનોના જુદા-જુદા સ્વરૂપોને એકબીજાના સમઘટકો કહે છે.
- સંકીર્ણ ક્ષરોમાં પણ આ પ્રકારની સમઘટકતા જોવા મળે છે.
- વર્નર નામનાં સાયન્ટિસ્ટે જુદા-જુદા પ્રકારની સમઘટકતા ખુબ સારી રીતે સમજાવી છે જે આજદિન સુધી સ્વીકાર્ય છે.

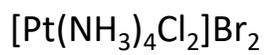
## (1) આયનીકરણ સમઘટકતા ( Ionisation Isomerism )

➤ સંકીર્ણના પ્રથમ આકર્ષણ વર્તુળમા કે દ્વિતીય આકર્ષણ વર્તુળમા આયનોના વિનિમયને કારણે આ પ્રકારની સમઘટકતા અસ્તિત્વ ધરાવે છે.

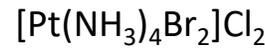
દા.ત : -  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$  ના લાલ-જાંબલી રંગના સંકીર્ણની ની  $\text{BaCl}_2$  સાથેની પ્રક્રિયા કરતા  $\text{BaSO}_4$  ના સફેદ અવક્ષેપ મળે છે. જે દર્શાવે છે કે  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$  સંકીર્ણના દ્વિતીય આકર્ષણ વર્તુળમા આયન વિનિમય થાય છે.

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4] \text{Br}$  ના લાલ રંગના સંકીર્ણની ની  $\text{BaCl}_2$  સાથેની પ્રક્રિયા કરતા  $\text{BaSO}_4$  ના સફેદ અવક્ષેપ મળતા નથી પણ જો તેની  $\text{AgNO}_3$  સાથે પ્રક્રિયા કરતા  $\text{AgBr}$  ના પીળા અવક્ષેપ મળે છે. જે દર્શાવે છે કે  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4] \text{Br}$  સંકીર્ણના દ્વિતીય આકર્ષણ વર્તુળમા આયન વિનિમય થાય છે.

આમ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$  અને  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4] \text{Br}$  માં જોવા મળતી સમઘટકતા ને આયનીક સમઘટકતા કહે છે. આ ઉપરાંત બીજા ઉદાહરણ નીચે પ્રમાણે છે.



અને



અને



જ્યાં, en = ઈથીલીન ડાયએમાઈન

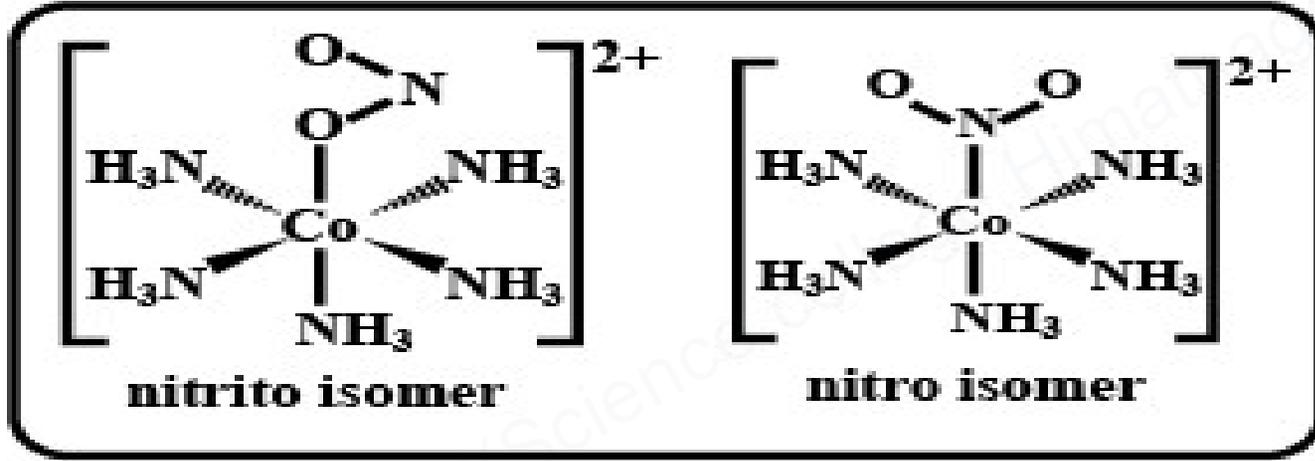
## (2) હાઈડ્રેટ સમઘટકતા ( Hydrated Isomerism )

- $\text{CrCl}_3$  અને  $\text{H}_2\text{O}$  દ્વારા બનતા હાઈડ્રેટ સંકીર્ણ ક્ષારો જાણીતા છે.  $\text{H}_2\text{O}$  અને  $\text{Cl}^-$  એ  $\text{Cr}^{+3}$  સાથે પ્રાથમિક અથવા દ્વિતીયક સંયોજકતા સાથે જોડાઈ સંકીર્ણ ક્ષાર ના જુદા-જુદા સમઘટકો બનાવે છે.
- સંકીર્ણ ક્ષારના નિર્માણમાં  $\text{H}_2\text{O}$  ભાગ લેતા હોવાથી હાઈડ્રેટ સમઘટકતા કહે છે.

હાઈડ્રેટ સમઘટક	રંગ	આયનીકરણ પામી શકે તેવા ક્લોરીનની સંખ્યા
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	જાંબલી	3
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2\text{H}_2\text{O}$	લીલો	2
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	ઘેરો લીલો	1

## (3) જોડાણ સમઘટકતા ( Linkage Isomerism )

- લિગાન્ડો ઈલે.યુગ્મ ધરાવે છે અને તેના દ્વારા તે ધાતુ પરમાણુ સાથે સવર્ગ-સહસંયોજક બંધ દ્વારા જોડાઈ સંકીર્ણ ક્ષાર બનાવે છે.
- કેટલાક લિગાન્ડોમાં આવેલા પરમાણુઓ પૈકી એક કરતા વધારે પરમાણુઓ પાસે ઈલે.યુગ્મ હોય છે.દા.ત  $-\text{NO}_2^-$  માં N અને O એમ બન્ને પાસે ઈલે.યુગ્મ હોય છે આથી આવા લિગાન્ડો જુદા-જુદા પરમાણુ દ્વારા ધાતુ પરમાણુ સાથે જોડાઈ જુદા-જુદા સમઘટકો બનાવે છે.
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]^{+2}$  (નાઇટ્રો પેન્ટામીન કોબાલ્ટ (III) ) સંકીર્ણમાં  $\text{NO}_2^-$  સમૂહ માનો N પરમાણુ ઈલે.યુગ્મનું દાન કરી કોબાલ્ટ (III) સાથે જોડાય છે તો પીળા રંગનો સમઘટક પ્રાપ્ત થાય છે.જ્યારે  $\text{NO}_2^-$  સમૂહ માનો O પરમાણુ ઈલે.યુગ્મનું દાન કરી કોબાલ્ટ (III) સાથે જોડાય છે તો લાલ રંગનો સમઘટક પ્રાપ્ત થાય છે. આવી સમઘટકતા ને જોડાણ સમઘટકતા કહે છે.



- ઉપરોક્ત બન્ને સમઘટકોના રંગ જ જુદા હોય છે તેમ નથી પણ તેમના કેટલાક ગુણધર્મો પણ જુદા - જુદા હોય છે.
- નાઇટ્રો પેન્ટામીન કોબાલ્ટ (III) નો લાલ રંગનો સમઘટક એસીડ સાથે પ્રક્રિયા કરી નાઇટ્રસ એસીડ ( $\text{HNO}_2$ ) આપે છે. જ્યારે નાઇટ્રો પેન્ટામીન કોબાલ્ટ (III) નો પીળા રંગનો સમઘટક પ્રક્રિયા કરતો નથી.
- $\text{NO}_2$  ની જેમ  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SCN}^-$  વગેરે લિગાન્ડો પણ જોડાણ સમઘટકતા ધરાવે છે.

#### (4) કો - ઓર્ડિનેશન જોડાણ સમઘટકતા (સવર્ગ સમઘટકતા) ( co - ordination Isomerism )

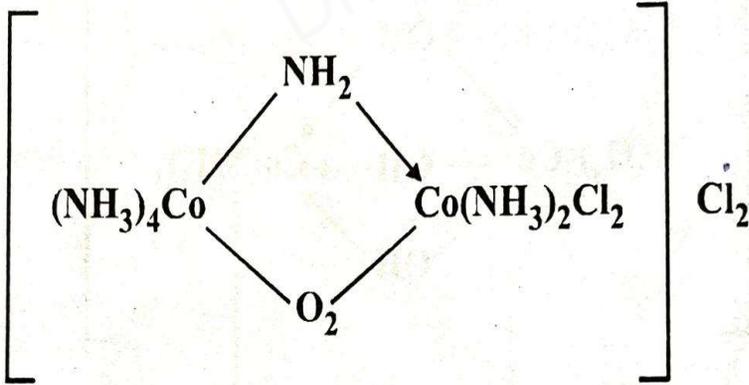
- સંકીર્ણના પ્રથમ આકર્ષણ વર્તુળને કો - ઓર્ડિનેશન વર્તુળ પણ કહી શકાય છે તથા લિગાન્ડના સ્થાનને કો - ઓર્ડિનેશન સ્થાન કહે છે.
- કેટલાક સંકીર્ણ ક્ષાર નું બંધારણ દર્શાવવા બે કો - ઓર્ડિનેશન વર્તુળો નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એટલે કે સંકીર્ણ ક્ષાર બે ધાતુ ધરાવે છે.

- દા.ત: -  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$  એક સમઘટક અને  $[\text{Co}(\text{CN})_6][\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]$  બીજો સમઘટક
- ઉપર દર્શાવ્યા પ્રમાણે  $\text{NH}_3$  અને  $\text{CN}$  જેવા લિગાન્ડોના કો-ઓર્ડિનેશન સ્થાન બદલાયેલા હોય છે જેથી બે સમઘટકો મળે છે.

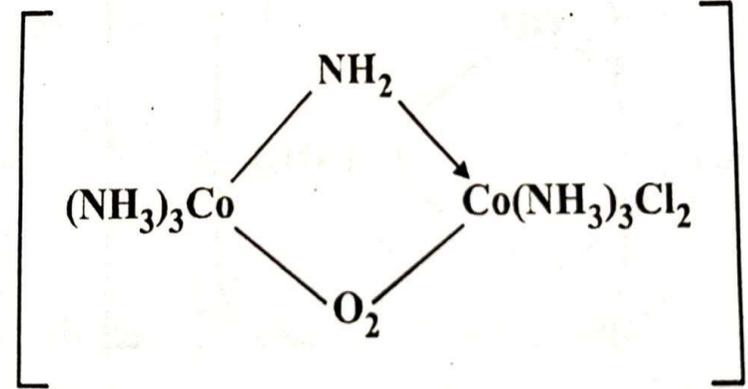
“ સંકીર્ણ ક્ષારના બે સંકીર્ણ આયનોમાં લિગાન્ડોના કો-ઓર્ડિનેશન સ્થાન બદલાઈ જવાથી પ્રાપ્ત થતી સમઘટકતાને કો-ઓર્ડિનેશન સમઘટકતા કહે છે. ”

(5) કો-ઓર્ડિનેશન સ્થાન સમઘટકતા (સવર્ગ ક્ષેત્ર સ્થાન સમઘટકતા)

- કેટલાક સંકીર્ણ ક્ષાર એક કરતા વધારે ધાતુ પરમાણુ ધરાવે છે એવા સંકીર્ણ ક્ષારને બહુ કેન્દ્રીય સંકીર્ણ ક્ષાર કહેવામાં આવે છે.
- બહુ કેન્દ્રીય સંકીર્ણ ક્ષાર માં ધાતુ પરમાણુ સાથે જોડાયેલ લિગાન્ડોની ફેરબદલી થાય તો જુદા-જુદા સમઘટકો પ્રાપ્ત થાય છે જેને કો-ઓર્ડિનેશન સ્થાન સમઘટકતા કહે છે.



અને



## (6) બહુલીકરણ સમઘટકતા (પોલીમરાઈઝેશન સમઘટકતા )

➤ પ્લેટીનમના નીચે પ્રમાણેના સંકીર્ણો જાણીતા છે

(1)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  ----- સંકીર્ણમાં Pt = 1,  $\text{NH}_3 = 2$  અને Cl = 2 સંખ્યામાં છે

(2)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$  ----- સંકીર્ણમાં Pt = 2,  $\text{NH}_3 = 4$  અને Cl = 4 સંખ્યામાં છે

(3)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]_2$  ----- સંકીર્ણમાં Pt = 3,  $\text{NH}_3 = 6$  અને Cl = 6 સંખ્યામાં છે

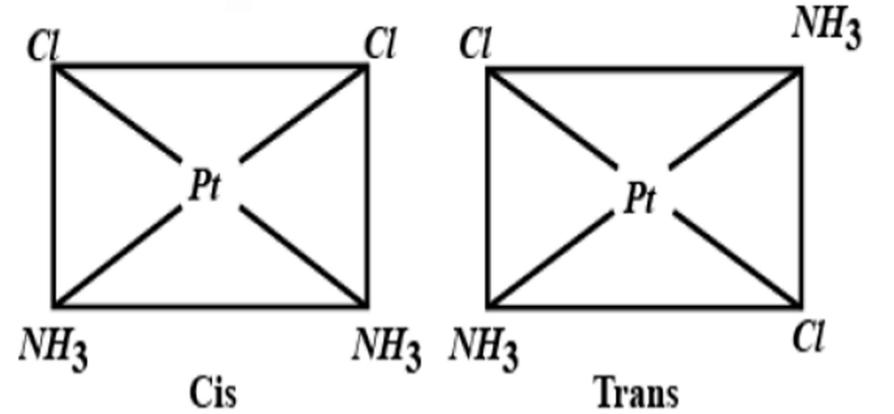
(4)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]_2[\text{PtCl}_4]$  ----- સંકીર્ણમાં Pt = 3,  $\text{NH}_3 = 6$  અને Cl = 6 સંખ્યામાં છે

➤ ઉપરોક્ત દરેક સંકીર્ણોમાં તેમનું તેમનું પ્રમાણસૂચક સૂત્ર સરખું છે પણ તેમનું પ્રમાણ અલગ – અલગ હોવાથી તેમના અણુભાર જુદા – જુદા થાય છે. આથી તેમને એકબીજાના સમઘટક ના કહેવાય પણ ઉપરોક્ત પ્લેટીનમના સંકીર્ણનું પોલીમરાઈઝેશન થાય છે તેમ માનતા પોલીમરાઈઝેશન સમઘટકતા ધરાવે છે તેમ કહેવાય.

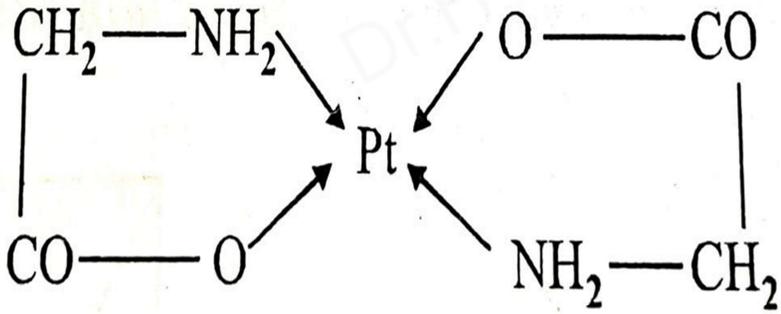
## (7) ભૌમિતિક સમઘટકતા (અવકાશીય સમઘટકતા ) (Geometrical Isomerism/Stereo Isomerism)

➤ ચાર સવર્ગાક અને છ સવર્ગાક ધરાવતા સંકીર્ણ ભૌમિતિક સમઘટકતા અથવા અવકાશીય સમઘટકતા ધરાવે છે.

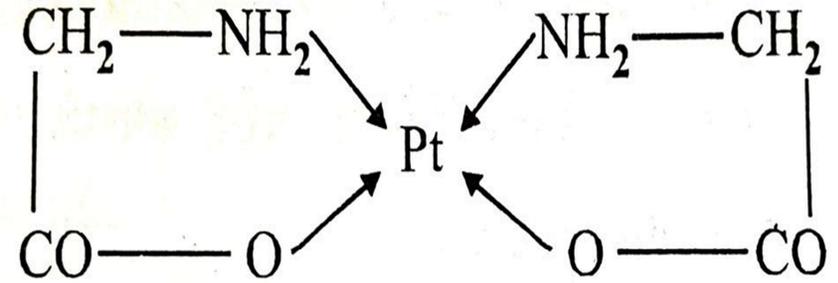
➤ ચાર સવર્ગાક ધરાવતું સંકીર્ણ  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  એ સીસ અને ટ્રાન્સ એમ બે પ્રકારના સમઘટકો ધરાવે છે.



- $[PtCl_4]^{-2}$  ની  $NH_4OH$  સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$  નો સીસ સમઘટક મેળવી શકાય છે. જ્યારે  $[Pt(NH_3)_4]^{+2}$  ની  $HCl$  સાથેની પ્રક્રિયા દ્વારા  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$  નો ટ્રાન્સ સમઘટક મેળવી શકાય છે.
- સીસ સમઘટકની દ્વિધ્રુવ ધૂર્ણન (dipole moment) ધરાવે છે. જ્યારે ટ્રાન્સ સમઘટક દ્વિધ્રુવ ધૂર્ણન (dipole moment) ધરાવતો નથી.
- કીલેટ સંકીર્ણો વલય આકારના હોય છે તથા તેમની સાથે જોડાયેલ લિગાન્ડો બહુદન્તીય હોય છે.
- કીલેટ સમૂહો મધ્યસ્થ ધાતુ સાથે વધુ મજબૂતીથી જોડાયેલ હોય છે તેથી સદા સંકીર્ણો કરતા તે વધુ સ્થાયી હોય છે.
- સમતલીય ચોરસ કીલેટ સંકીર્ણોમા મધ્યસ્થ ધાતુ સાથે જોડાયેલ કીલેટ સમૂહો સંમિત ના હોય તો તે ભૌમિતિક સમઘટકતા આપે છે. દા.ત - ગ્વાયસીન અને પ્લેટીનમમાંથી પ્રાપ્ત થતા સમઘટકો નીચે મુજબ છે.



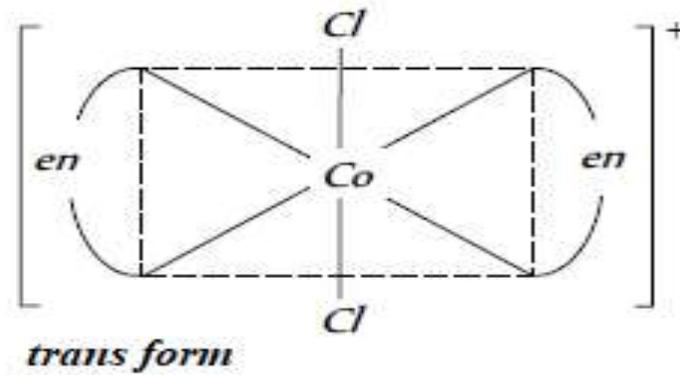
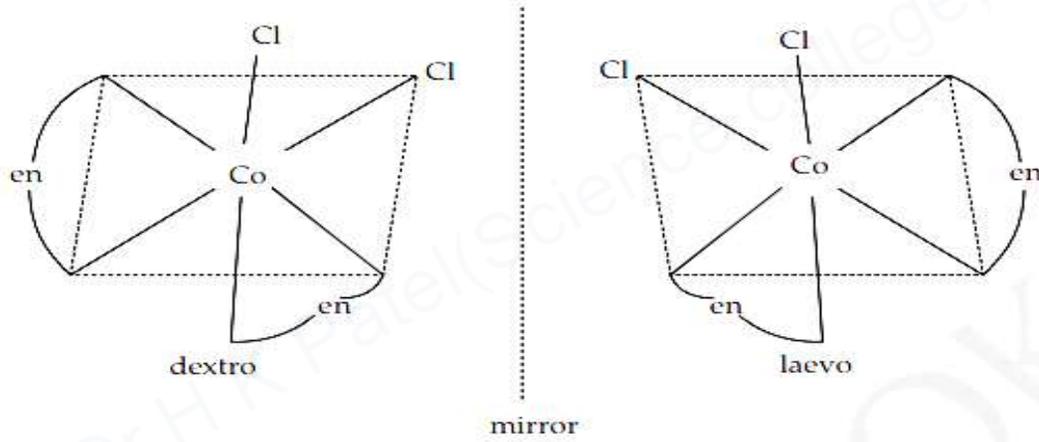
ટ્રાન્સ સમઘટક



સીસ સમઘટક



- અકાર્બનિક રસાયણમાં પણ પ્રકાશીય સમઘટકતા જોવા મળે છે. દા.ત -  $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]^+$  સંકીર્ણના બે સમઘટકો સીસ અને ટ્રાન્સ હોય છે. જે પૈકી સીસ સમઘટક *d* અને ટ્રાન્સ સમઘટક *l* હોય છે.



Prepared  
by

**Dr. H K Patel**

The HNSB Ltd Science College,  
Himatnagar