Magnetic properties of Co-ordination compounds

B.Sc. , Sem-3, -301, Unit-1(mj)

By

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

mob: +919824051005

Youtube chanel : Inorg drpatelhk

The hNSB. LTd ScieNce coLLege, himaTNagar.

Dr.H.K.Patel,Sci College HMT

- **Types of Magnetic behaviour**
- **Method of determining magnetic susceptibility**
- **Spin only formula**
- **Magnetic properties of 3rd metal complexes**

Dr.H.K.Patel,Sci College.HMT

- સંક્રાંતિ તત્વોના ચુંબકીય ગુણધર્મો એ તત્વોમાં રહેલ અયુગ્મિત ઈલે.ને કારણે હોય છે, અને આ અયુગ્મિત ઈલે. એ બે પ્રકારની ગતિ ધરાવે છે.

  (1) કક્ષીય ગતિ (Orbital motion)

  (2) અક્ષીય ગતિ (Axial motion)

- પ્રત્યેક ઈલે. કેન્દ્રની ચારેબાજુ વર્તુળ આકાર કક્ષામાં ગતિ કરે છે, જેને આપણે કક્ષીય ગતિ (Orbital moment)કહે છે .જેના કારણે તે ક્ષેત્રમાં એક ચુંબકીય ચકમાત્ર ઉત્પન થાય છે.
- પરમાણું કેન્દ્રની ચારેબાજુ વર્તુળ આકાર કક્ષામાં ગતિ કરતા ઈલે. પોતાની અક્ષની આજુ-બાજુ ચક્રીય ગતિ કરે છે જેને કારણે અક્ષીય ચુંબકીય ચકમાત્ર (Axial OR spin magnetic moment) ઉત્પન થાય છે.
- ઉપરોક્ત બન્ને પ્રકારની ગતિને કારણે કોઇપણ તત્વ જે અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવે છે,તે ચુંબકીય ગુણ ધરાવે છે.તથા તે એક નાના ચુંબક તરીકે વર્તે છે.આજ કારણ સર સંક્રાંતિ તત્વો કે જેમાં અયુગ્મિત ઈલે.હોય તે ચુંબકીય ગુણ ધરાવે છે.
- જયારે કોઈ અસંખ્ય પરમાણું ધરાવતા પદાર્થને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્ર (બે ચુંબકીય ધ્રુવો) વચ્ચે મુકવામાં આવે ત્યારે આ પદાર્થ પોતાના કક્ષીય અને અક્ષીય ચકમાત્રાના કારણે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્ર સાથે આંતરક્રિયા અનુભવે છે.
- કોઈ પદાર્થ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ત્રણ પ્રકારના ગુણધર્મો દર્શાવે છે.

  (1) અનુચુંબકીય

  (2) પ્રતિચુંબકીય

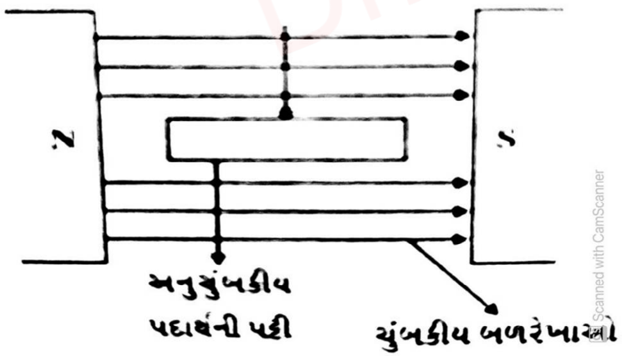
  (3) લોહ ચુંબકીય

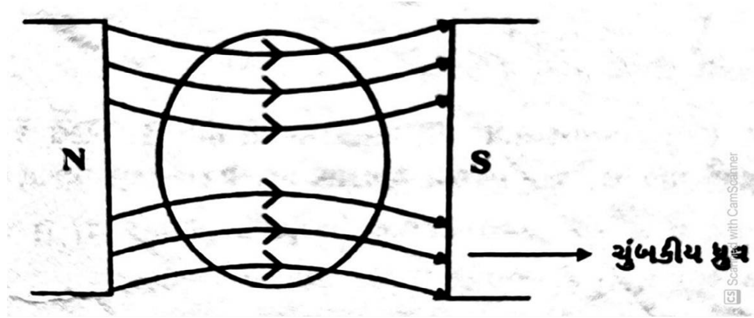
Dr.H.K.Patel.Sci.College.HMT

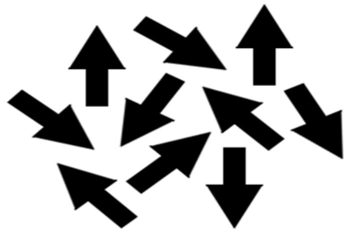
(1) અનુચુંબકીય (Peramagnetism)

- સંક્રાંતિ તત્વો કે જે અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવે છે, તે અનુચુંબકત્વ ગુણ ધરાવે છે. આવા અનુચુંબકત્વ ગુણ ધરાવતા પદાર્થોને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુકવામાં આવે ત્યારે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની બળ રેખાઓને પોતાની તરફ ખેચે છે,આવા પદાર્થને અનુચુંબકીય(Peramagnetic) પદાર્થ કહે છે.
- જે સંક્રાંતિ તત્વ વધુ અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવે તે વધુ અનુચુંબકીય(Peramagnetic) ગુણ ધરાવે છે.
- ક્રોમિયમને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુકવામાં આવે ત્યારે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતામાં વધરો થાય છે, આવું ત્યારેજ બને જયારે ક્રોમિયમ ધાતુમાં ઈલે.ની ક્ક્ષીય અને અક્ષીય ગતિને કારણે ઉત્પન થયેલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર એ બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશામાં કાર્ય કરી તેને સંલગ્ન થાય.
- જો કોઈ અનુચુંબકીય પદાર્થની પટ્ટીને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં લટકાવામાં આવે તો તે પટ્ટી આપમેળે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની બળ રેખાઓ ની દિશામાં ગોઠવાઈ જાય છે.
- જો કોઈ અનુચુંબકીય પદાર્થને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં રાખવામાં આવેતો વધુમાં વધુ ચુંબકીય બળ રેખાઓને પોતાની અંદરથી પસાર કરવાનો પ્રયત્ન કરશે.

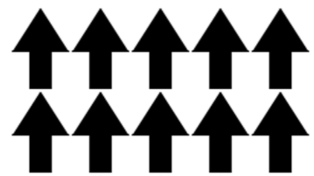
Dr.H.K.Patel,Sci College HMT







Applied Magnetic
Field Absent



Applied Magnetic
Field Present

- કોઈ પણ પદાર્થની ચુંબકીય ચક્માત્રા બોહ્ર મેગ્નેટ્રોન (Bohr Magnetron) એકમમાં દર્શાવામાં આવે છે.

$$1\ B.M = \frac{eh}{4\pi mc} = 9.27 \text{ X } 10^{-21} \text{ અર્ગ / ગોર્સ}$$

જ્યાં, h = પ્લાંક અચળાંક

e = ઈલેક્ટ્રોનનો વિજભાર

c = પ્રકાશનો વેગ

m = ઈલેક્ટ્રોનનું દળ

- કોઈ પણ પદાર્થનું ચુંબકત્વ તેમાં રહેલા અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા અને તાપમાન પર આધારિત હોય છે.તાપમાનમાં વધારો થવાથી અણુઓ અવ્યવસ્થિત થાય છે અને તેના અનુચુંબકત્વમાં ઘટાડો થાય છે.
- અનુચુંબકત્વ એ ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉપર આધરિત નથી.

$$\mu s = \sqrt{n(n+2)}$$

જ્યાં, n = અયુગ્મિત ઈલે.ની સંખ્યા

- અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવતા પદાર્થો જ અનુચુંબકીય ગુણ ધરાવે છે.એક ઈલે. ધરાવતા પદાર્થની ચુંબકીય ચાકમાત્રા તરંગ યાંત્રીકી અનુસાર નીચે મુજબ જાણી શકાય છે.

$$\mu = g\sqrt{s(s+1)}$$

જ્યાં, s = સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક

g = ગાયરો ચુંબકીય આંક

Dr.H K.Patel Sci College.HMT

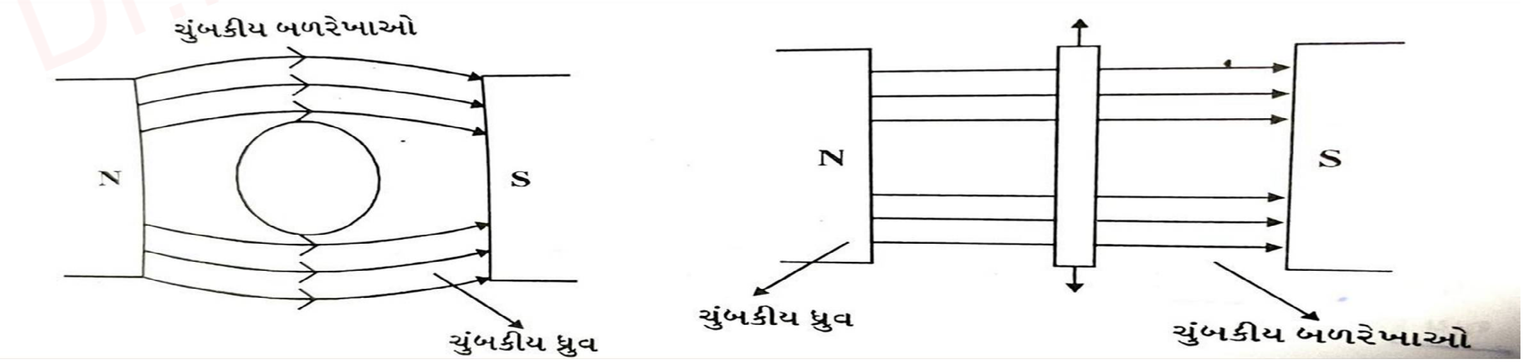
$\sqrt{s(s+1)}$ ઈલે.ની કોણીય ચુંબકીય ચાક્માત્રા છે.

અયુગ્મિત ઈલે.માટે g = 2 અને $S = \frac{1}{2}$

$$\mu = 2\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}+1\right)}\ \text{B.M} = \sqrt{3}\ \text{B.M}$$

(2) પ્રતિચુંબકત્વ (Diamagnetic)

- જે પદાર્થ અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવતા નથી એટલેકે બધાજ ઈલે. યુગ્મિત હોય તેવા પદાર્થ પ્રતિચુંબકીય (Diamagnetic) ગુણધર્મ ધરાવે છે.
- યુગ્મિત ઈલે. ધરાવતા પદાર્થ ને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુકવામાં આવે તો તે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની બળરેખાઓ ને અપાકરષે છે પરિણામે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની તીવ્રતા માં ઘટાડો થાય છે.
- પ્રતિચુંબકીય પદાર્થની પટ્ટી બનાવી ને બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુકવામાં આવે તો તે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની બળરેખાઓ ને અવરોધે છે તથા તે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં લંબવત સ્થિમાં (Perpendicular position) ગોઠવાય છે તથા પ્રતિચુંબકીય પદાર્થ પોતાનાથી ચુંબકીય બળરેખાઓ ને દુર રાખવાનો પ્રયત્ન કરે છે.



Dr.H.K.Patel,Sci College HMT

- જે પદાર્થ યુગ્મિત ઈલે. ધરાવે છે તેમના બન્ને ઈલે. નું ભ્રમણ વિરુધ દિશામાં હોય છે તથા તેમની ચુંબકીય ચક્માત્ર એક સમાન અને વિરુધ્ધ દિશામાં હોય છે પરિણામે તેમની ચુંબકીય ચાકમાત્ર શૂન્ય હોય છે.
- પ્રતિચુંબકીય પદાર્થનું ચુંબકત્વ તાપમાન પર આધરિત નથી તથા બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની પ્રબળતા પર પણ આધરિત નથી.
- અનુચુંબકીય પદાર્થ કે જે પ્રતિચુંબક્ત્વ ગુણ પણ ધરાવે છે તેનું પરિણામી અનુચુંબકત્વનું મુલ્ય મેળવવા કુલ ચુંબકત્વ માંથી પ્રતિચુંબકત્વ બાદ કરી મેળવી શકાય છે.
- પ્રતિચુંબકત્વ બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની હાજરી માંજ જોવા મળે છે તેની ગેરહાજરી માં જોવા મળતું નથી.
- અનુચુંબકત્વ એ પ્રતિચુંબકત્વ કરતા 100 ગણું હોય છે.

(3) લોહ-ચુંબકત્વ (Ferromagnetism)

- જો કોઈ પદાર્થમાં અનુચુંબકત્વનો ગુણ એટલો બધો વધારે હોય કે તે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રની ગેરહાજરીમાં પણ એક ચુંબકની જેમ વર્તે તો અનુચુંબકત્વના આવા સ્વરૂપને તે પદાર્થનું લોહચુંબકત્વ કહેવાય છે. સ્થાઈ ચુંબકત્વ ધરાવતા આવા પદાર્થને લોહ-ચુંબકીય પદાર્થ (Feromagnetic substance) કહેવાય છે.
- સંક્રાંતિ તત્વોમાં ખાસ કરીને આયર્ન (લોખંડ) (Fe) આવો ગુણ ધરાવે છે તેથી આવા ગુણને લોહ-ચુંબકત્વ કહે છે.
- લોહ-ચુંબકત્વ માટે પદાર્થમાં અયુગ્મિત ઈલે. હોવો જરૂરી છે પણ આ ગુણ માટે બીજી કેટલીક શરતો નું પાલન થવું પણ જરૂરી છે.
- પદાર્થના પરમાણું ના શક્તિ સ્તરો(કક્ષાઓ) વચ્ચેનું અંતર ઓછુ હોવું જોઈએ
- પદાર્થના પરમાણુઓ નજીક રહેવા જોઈએ જેથી તેમની પરમાણું કક્ષકો પરસ્પર સંમિશ્રણ પામી શકે અને આંશિકરૂપે સહસંયોજક બંધો બનાવી શકે, નહી તો ઈલે.નું યુગ્મીકરણની શક્યતા વધી જય છે.

Dr.H.K.Patel.Sci College.HMT

- લોહ-ચુંબકીય પદાર્થમાં ઈલે.- ઈલે. વચ્ચે નું અપાકરષણ બળ એ ઈલે.– કેન્દ્ર વચ્ચેના આકરષણ બળ કરતા વધુ હોય છે.
- પરમાણુંના બે ઈલે. વચ્ચે આંતર-પરિવર્તન માટે શક્તિની જરૂરિયાત પડે છે તેને પરિવર્તન ઘાતાંક કહે છે અને તેનું મુલ્ય ધન હોય છે. તત્વમાં પરમાણુઓની સંખ્યા વધારે હોય ત્યારે આવું બને છે અને પદાર્થ લોહ-ચુંબકત્વ દર્શાવે છે.
- સંક્રાંતિ તત્વોમાં Fe , Co અને Ni લોહ-ચુંબકત્વનો ગુણ ધરાવે છે કારણ કે તેમનામાં વધુ પરમાણું સંખ્યા અને વધુ અયુગ્મિત ઈલે. સંખ્યા હોય છે.
- લોહ-ચુંબકત્વ એ અનુચુંબકત્વ μ કરતા 10^3 કરતા પણ વધુ હોય છે.

સંક્રાંતિ તત્વોના ચુંબકીય ગુણધર્મ

- બધાજ સંક્રાંતિ તત્વો કે જે અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવે છે તે અનુચુંબકીય ગુણ ધરાવે છે.
- કેટલાક સંક્રાંતિ તત્વો જેવા કે Fe , Co અને Ni લોહ-ચુંબકત્વનો ગુણ પણ ધરાવે છે.
- સંકીર્ણ તત્વોમાં રહેલ ચુંબકીય ચાકમાત્રા એ તેમનામાં રહેલ ઈલે.ની કક્ષીય ગતિ(orbital moment) અને અક્ષીય ગતિ (axial moment/spin moment) ના કારણે હોય છે.
- સંક્રાંતિ તત્વોના સંયોજનો માં લિગાન્ડની હાજરીને કારણે અયુગ્મિત ઈલે.ની કક્ષીય ગતિ રોકાય છે (L=0)તેથી અયુગ્મિત ઈલે.ની અક્ષીય ગતિને કારણે જ ચુંબકત્વ ઉત્પન થાય છે.

$$\mu_{L+S} = \sqrt{4S(S+1) + (L+1)}$$

ઉપરોક્ત સમીકરણ સંક્રાંતિ તત્વોની સંપૂર્ણ ચુંબકીય ચક્માત્ર દર્શાવે છે.

Dr.H.K.Patel Sci College.HMT

- સંક્રાંતિ તત્વોના સંયોજનો માં લિગાન્ડની હાજરીને કારણે અયુગ્મિત ઈલે.ની કક્ષીય ગતિ રોકાય છે, જેથી L+1 =0 મુકતા

$$\mu_S = \sqrt{4S(S+1)}$$

અહી S = n/2

$$\mu_S = \sqrt{n(n+2)}$$

- એક અયુગ્મિત ઈલે. માટે n = 1 લેતા

$$\mu_S = \sqrt{1(1+2)}$$

$$\mu_S = \sqrt{3} = 1.73 \text{ B.M}$$

- ઉપરોક્ત ગણતરી સંક્રાંતિ તત્વોમાં એક અયુગ્મિત ઈલે. માટે છે. આજ રીતે એક કરતા વધારે અયુગ્મિત ઈલે. માટે ચુંબકીય ચક્માત્રની ગણતરી કરી શકાય છે.
- જુદા-જુદા સંક્રાંતિ તત્વોના ચુંબકીય ચક્માત્રાના મુલ્યો નીચેના કોઠામાં આપેલા છે,તેનો અભ્યાસ કરતા તેમના પ્રાયોગિક અને સૈધાંતિક મૂલ્યોમાં થોડોક તફાવત જોવા મળે છે, માટે કહી શકાય કે આયનો ની કક્ષીય ગતિનું યોગદાન સંપૂર્ણ શૂન્ય નથી.
- ચુંબકીય ગુણોના આધારે પરમાણુઓમાં હાજર અયુગ્મિત ઈલે. સંખ્યા,ધાતુ આયનની ઓક્સીડેશન અવસ્થા,સંયોજનની ભૂમિતિ તથા ધાતુ-લિગાંડ બંધનો સ્વભાવ જાણી શકાય છે.

Dr.H.K.Patel,Sci College.HMT

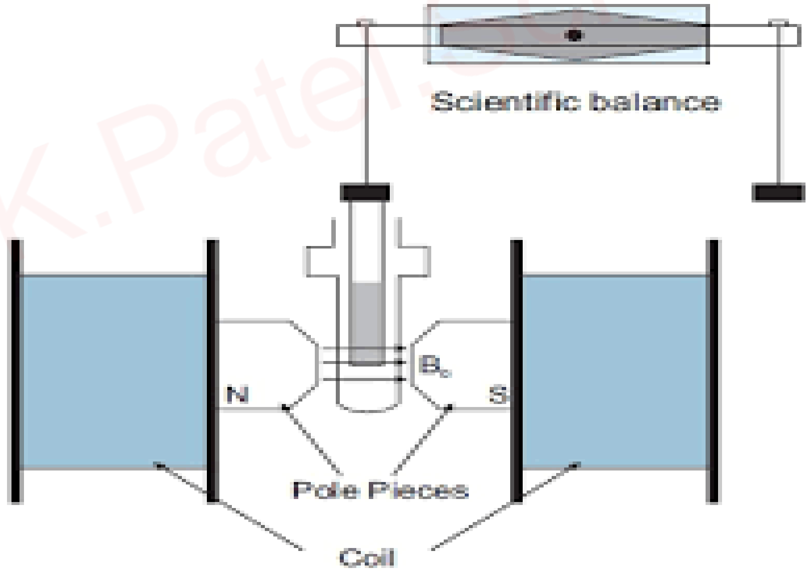
પ્રથમ સંક્રાંતિ શ્રેણીનાં તત્ત્વોની ચુંબકીય ચાકમાત્રા (μ) નાં મૂલ્યો

પ્રથમ સંક્રાંતિ શ્રેણીનાં તત્ત્વ આયનો	બાહ્ય ઈલે. વિન્યાસ	અયુગ્મિત ઈલે.ની સંખ્યા (n)	ચુંબકીય ચાકમાત્રા μ_s (BM)	
			સૈદ્ધાંતિક	પ્રાયોગિક
So^{+3}	$3d^0$	0	0	0
Ti^{+3} V^{+4}	$3d^1$	1	1.73	1.75
Ti^{+2} V^{+3}	$3d^2$	2	2.84	2.86
V^{+2} Cr^{+3}	$3d^3$	3	3.87	3.86
Cr^{+2}, Mn^{+3}	$3d^4$	4	4.90	4.80
Mn^{+2} Fe^{+3}	$3d^5$	5	5.92	5.95
Fe^{+2} Co^{+3}	$3d^6$	4	4.90	5.0 – 5.5
Co^{+2}	$3d^7$	3	3.87	4.4 – 5.2
Ni^{+2}	$3d^8$	2	2.84	2.9 – 3.4
Cu^{+2}	$3d^9$	1	1.73	1.4 – 2.2
Zn^{+2}	$3d^{10}$	0	0	0

Dr.H.K.Patel,Sci College.HMT

ચુંબકીય ગુણધર્મ નક્કી કરવાની ગોયની રીત

- કોઈ પણ પદાર્થની ચુંબકીય ચક્માત્રા પ્રાયોગિક રીતે નક્કી કરવા માટે ગોય ચુંબકીય તુલા (Gouy balance) ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.
- પ્રતિચુંબકીય ગુણ ધરાવતા સંયોજનને આ તુલામાં મુકવામાં આવે ત્યારે આ પદાર્થ ચુંબકીય બળરેખાઓ સાથે અપાકરષણ અનુભવે છે માટે તેના વજનમાં ઘટાડો થાય છે.
- અનુચુંબકીય ગુણ ધરાવતા સંયોજનને આ તુલામાં મુકવામાં આવે ત્યારે આ પદાર્થ ચુંબકીય બળરેખાઓ સાથે આકર્ષણ અનુભવે છે માટે તેના વજનમાં વધારો થાય છે.



Dr.H.K.Patel Sci College.HMT

- જયારે સંકીર્ણ ધાતુ આયનો કે તેમના સંયોજનોને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મુકવામાં આવે છે ત્યારે તેઓ વિભિન્ન વર્તણુક દર્શાવે છે, આ વર્તણુક ને આધારે આયનો કે તેમના સંયોજનોને અનુચુંબકીય , પ્રતિચુંબકીય અને લોહ-ચુંબકીય માં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે.
- સંક્રાંતિક ધાતુ સંયોજનો કે જેમાં એક અથવા એક કરતા વધારે અયુગ્મિત ઈલે. આવેલા હોય તે અનુચુંબકીય હોય છે,જયારે એક પણ અયુગ્મિત ઈલે. ધરાવતા ના હોય એટલે કે બધાજ ઈલે. યુગ્મિત હોય તેઓ પ્રતિચુંબકીય હોય છે.
- અયુગ્મિત ઈલે.ની સંખ્યા વધતા અનુચુંબકીય ગુણમાં વધારો થાય છે, સંયોજનનું અનુચુંબકીય ચાક્માત્રા(μ) નું મુલ્ય અયુગ્મિત ઈલે. ના વધવાની સાથે વધે છે,તેનો એકમ બ્હોર મેગ્નેટોન (B.M) દર્શાવામાં આવે છે.
- પ્રતિચુંબકીય સંયોજનો માટે ચુંબકીય ચાકમાત્ર (μ) નું મુલ્ય શૂન્ય હોય છે.
- એક અયુગ્મિત ઈલે.ની ચુંબકીય ચાકમાત્ર (μ) નું મુલ્ય ઈલે.ની ક્ક્ષીય ગતિ ને કારણે ક્ક્ષકીય ચુંબકીય ચાકમાત્ર (μl) અને અક્ષીય ગતિને કારણે અક્ષીય ચુંબકીય ચાકમાત્ર (μs) ના સરવાળા બરાબર થાય છે.

$$\mu = \mu l + \mu s$$

$$\mu l = +\sqrt{l(l+1)}\ \frac{eh}{4\pi mc}$$ જ્યાં *l* = *ઈલે.નો ક્ક્ષકીય કોણીય વેગમાન ક્વોન્ટમ આંક*

$$\mu s = +2\sqrt{s(s+1)}\ \frac{eh}{4\pi mc}$$ જ્યાં *S* = *ઈલે.નો સ્પિન કોણીય વેગમાન ક્વોન્ટમ આંક*

ઉપરોક્ત બંને સમી. પરથી

$$\mu = \left[\ \sqrt{l(l+1)} + 2\sqrt{s(s+1)}\ \right] \frac{eh}{4\pi mc} = \left[\ \sqrt{l(l+1)} + 2\sqrt{s(s+1)}\ \right] \text{B.M}$$

Dr.H.K.Patel.Sci College.HMT

$B.M = \frac{eh}{4\pi mc}$ 1 B.M = 9.27×10^{-21} ergs/gauss

અહી, e = ઈલે.નો વીજભાર

h = પ્લાંક અચળાંક

m = ઈલે.નું દળ

c = પ્રકાશનો વેગ

- 3d સંક્રાંતિ શ્રેણી ના ધાતુ આયનો માં જો સ્ફટિક ક્ષેત્ર(ધાતુની આસપાસ સંકળાયેલ લિગાન્ડનું ક્ષેત્ર) ન્યુક્લીયસની આસપાસ ઈલે.ની કક્ષકીય ગતિને અવરોધે તો ઈલે.ની કક્ષકીય ગતિને કારણે મળતી ચુંબકીય ચાકમાત્રા $\mu l = 0$ થાય છે.
- આમ, 3d સંક્રાંતિ શ્રેણી ના ધાતુ આયનો તેમની d-કક્ષકોમાં અયુગ્મિત ઈલે. હોય તેની ચુંબકીય ચાકમાત્રા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે.

$$\mu = 2\sqrt{s(s+1)} \text{ B.M}$$

- અહી , એક અયુગ્મિત ઈલે. માટે S = ½ હોવાથી μ ની કિંમત નીચે પ્રમાણે લખી શકાય.

$$\mu = 2\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}+1\right)} \text{ B.M}$$

- એક કરતા વધારે અયુગ્મિત ઈલે. માટે એટલેકે n ઈલે. માટે ચુંબકીય ચાક્માત્રા નું મુલ્ય કે જે માત્ર ઈલે.ની સ્પિન ગતિને કારણે છે, જેને અસરકારક ચુંબકીય ચક્માત્રા (effective magnetic moment) μeff કહે છે જેને નીચે પ્રમાણે લખી શકાય છે.

Dr.H K.Patel,Sci.College.HMT

$$\mu_{eff.} = \mu_s = 2\sqrt{\frac{n}{2}\left(\frac{n}{2}+1\right)}\ \text{B.M}$$

$$= 2\sqrt{\frac{n}{2}\left(\frac{n+2}{2}\right)}\ \text{B.M}$$

$$= 2\sqrt{\left(\frac{n(n+2)}{4}\right)}\ \text{B.M}$$

$$\mu_{eff.} = \mu_s = \sqrt{n(n+2)}\ \text{B.M}$$

- ઉપરોક્ત સમી. દ્વારા એક,બે,ત્રણ કે n અયુગ્મિત ઈલે. માટે ચુંબકીય ચાક્માત્રા ની ગણતરી કરી શકાય છે.
- 3d- સંકીર્ણ આયનો માટે કે જેમની 3d કક્ષકમાં જુદી-જુદી અયુગ્મિત ઈલે. સંખ્યા આવેલી છે તેમના μeff. ના મુલ્યો નીચેના ટેબલમાં દર્શાવ્યા છે.

Dr.I.K.Patel,Sci College.HMT

આયન	સંયોજકતા કોષ વિન્યાસ	અયુગ્મિતા ઈલે. સંખ્યા (*n*)	સંકીર્ણ સંયોજન	μeff.ની ગણતરીથી મેળવેલ મૂલ્ય (μeff.)	પ્રાયોગિક રીતે મળેલ μeff.
Ti^{+3}	$3d^1$	1	$[(Ti(H_2O)_6]^{+3}$	1.73	1.70
V^{+3}	$3d^2$	2	$[(Vi(H_2O)_6]^{+3}$	2.84	2.80
Cr^{+3}	$3d^3$	3	$[(Gr(H_2O)_6]Br_3$	3.87	3.77
Cr^{+2}	$3d^4$	4	$[(Cr(H_2O)_6]SO_4$	4.90	4.80
Fe^{+3}	$3d^5$	5	$Na_3\ [FeF_6]$	5.92	5.85
Fe^{+2}	$3d^6$	4	$(Et_4N)_2\ (FeCl_4)$	4.90 (Td)	5.40
Co^{+2}	$3d^7$	3	$Cs_2\ [CoF_4]$	3.87 (Td)	4.60
Ni^{+2}	$3d^8$	2	$[Ni(NH_3)_6]Cl_2$	2.84	3.32
Cu^{+2}	$3d^9$	1	$[Cu(H_2O)_6]^{+2}$	1.73	1.79
Zn^{+2}/Sc^{+3}	$3d^{10}$	0	$[Zr(NH_3)_4]^{+2}/[ScF_6]^{-3}$	0.0	0.0
Fe^{+3}	$3d^5$	5(1)	$K_3\ [Fe(CN)_6]$	5.92	1.73
Co^{+3}	$3d^6$	4(0)	$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	4.90	0.00
Co^{+2}	$3d^7$	3(1)	$K_2Ba\ [Co(NO_2)_6]$	3.87	1.88
Ni^{+2}	$3d^8$	2(0)	$[Ni(DMG)_2]Cl_2$	2.84	0.0

Dr.H.K.Patel,Sci.college HMT

- ઉપરોક્ત ટેબલમાં μeff.ની ગણતરીથી મેળવેલ મુલ્યો તથા પ્રાયોગિક મુલ્યો દર્શાવ્યા છે. આ મુલ્યો પરથી જોઈ શકાય છે કે સંકીર્ણની મધ્યસ્થ ધાતુ આયન ની 3d કક્ષકોમા એક કે તેથી વધુ અયુગ્મિત ઈલે. આવેલા હોય તો તેમના μeff. ના ચોક્કસ મુલ્યો હોય છે, અને આવા સંકીર્ણ અનુચુંબકીય ગુણધર્મ ધરાવે છે.
- સંકીર્ણની મધ્યસ્થ ધાતુ આયન ની 3d કક્ષકોમા એક પણ અયુગ્મિત ઈલે. ના હોય તો તેવા સંકીર્ણ પ્રતિચુંબકીય ગુણધર્મ ધરાવે છે.
- ઉપરોક્ત ટેબલમાં છેલ્લા ચાર સંકીર્ણમાં કૈસમાં દર્શાવેલ અયુગ્મિત ઈલે. સંખ્યા વાસ્તવિક છે, વાસ્તવિક અયુગ્મિત ઈલે.સંખ્યા કરતા પ્રાયોગિક અયુગ્મિતઈલે. સંખ્યા અલગ હોય છે. માટે μeff.ની ગણતરીથી મેળવેલ મુલ્યો તથા પ્રાયોગિક મુલ્યો જુદા હોય છે.

ચુંબકીય ચાકમાત્રાના મૂલ્યની ઉપયોગીતા

- ચુંબકીય ચાકમાત્રા μ ના મુલ્ય પરથી સંકીર્ણ સંયોજનના મધ્યસ્થ ધાતુ આયનની d કક્ષકમાં રહેલા અયુગ્મિત ઈલે. સંખ્યા જાણી શકાય છે.
- અયુગ્મિત ઈલે.ની સંખ્યા ને આધારે 4-સવર્ગ આંક કે 6-સવર્ગ આંક ધરાવતા સંકીર્ણનો આકાર કયો બનશે તે જાણી શકાય છે.
- $[Ni(CN)_4]^{-2}$ માં Ni^{+2} છે. તેની ઈલે. રચના (Ar) $3d^8 4S^0$ છે, તથા CN પ્રબળ લિગાંડ છે માટે બધ્ધા ઈલે. યુગ્મિત રહશે જે ચાર d-કક્ષકોમાં ગોઠવાય છે અને એક d કક્ષક ખાલી રહે છે માટે dsp^2 સંકરણ ને કારણે સમતલીય ચોરસ બનશે.
- $[Ni(Cl)_4]^{-2}$ માં Ni^{+2} છે. તેની ઈલે. રચના (Ar) $3d^8 4S^0$ છે, તથા Cl નિર્બળ લિગાંડ છે માટે ત્રણ d-કક્ષકોમાં બે-બે ઈલે. ગોઠવાય છે અને બે d કક્ષકમાં એક-એક અયુગ્મિત ઈલે. ગોઠવાશે. માટે sp^3 સંકરણ ને કારણે સમચતુષ્ફલકીય બનશે.

Dr.H.K.Patel,Sci College.HMT

- $[Fe(CN)_6]^{-3}$ માં Fe^{+3} છે. તેની ઈલે. રચના (Ar) $3d^5\ 4S^0$ છે, તથા CN પ્રબળ લિગાંડ છે માટે બે d-કક્ષકોમાં બે-બે ઈલે. ગોઠવાય છે તથા એક d કક્ષકમાં એક અયુગ્મિત ઈલે. ગોઠવાશે (n=1) અને બે d-કક્ષક ખાલી રહશે માટે d^2sp^3 સંકરણ ને કારણે અનુચુંબકીય આંતર-કક્ષકીય અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ બનશે.
- $[FeF_6]^{-3}$ માં Fe^{+3} છે. તેની ઈલે. રચના (Ar) $3d^5\ 4S^0$ છે, તથા F નિર્બળ લિગાંડ છે માટે દરેક d કક્ષકમાં એક-એક અયુગ્મિત ઈલે. ગોઠવાશે (n=5) માટે sp^3d^2 સંકરણ ને કારણે અનુચુંબકીય બાહ્ય-કક્ષકીય અષ્ટફલકીય સંકીર્ણ બનશે.

Thanks

Dr. H K Patel

The HNSB.Ltd.Science college, Himatnagar

Dr.H.K.Patel Sci College.HMT