

d और f-ब्लॉक तत्व (d and f block elements)

8.1 d-ब्लॉक तत्व :

जिन तत्वों में अन्तिम इलेक्ट्रॉन d- कक्षक में भरा जाता है d-ब्लॉक तत्व कहलाते हैं। ये सभी धातु हैं और सारणी 8.1 में दर्शाये गये हैं। आवर्त सारणी में इनका स्थान s तथा p- ब्लॉक तत्वों के मध्य होता है। इन्हें संक्रमण तत्व भी कहते हैं। d-ब्लॉक तत्वों की चार श्रेणियां हैं : 3d-श्रेणी ($_{21}\text{Sc}$ से $_{30}\text{Zn}$), 4d-श्रेणी ($_{39}\text{Y}$ से $_{48}\text{Cd}$), 5d-श्रेणी ($_{57}\text{La}$ से $_{80}\text{Hg}$), तथा 6d-श्रेणी ($_{89}\text{Ac}$ से अधूरी)। चूंकि 3d-कक्षक में 4s कक्षक के बाद ही इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं, अतः संक्रमण तत्वों की प्रथम श्रेणी आवर्त सारणी के चतुर्थ आवर्त से प्रारम्भ होती है।

सारणी 8.1 : आवर्त सारणी में संक्रमण तत्वों का स्थान

d - ब्लॉक तत्व										
Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	
V 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Te 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	
La* 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	
Ac** 21	Ku 104	Ha 105	Unh 106	Uns 107						

* लैन्थेनाइड (Lanthanides) → 58-71

** ऐक्टिनाइड (Actinides) → 90-103

“वे तत्व संक्रमण तत्व कहलाते हैं जिनके परमाणु अथवा आयन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में d-कक्षक अपूर्ण हो।”

सामान्यतः सभी d-ब्लॉक के तत्व संक्रमण तत्व हैं लेकिन Zn, Cd तथा Hg को संक्रमण तत्व नहीं माना जाता क्योंकि इनके किसी परमाणु अथवा आयन में d-कक्षक अपूर्ण नहीं हैं।

8.1.1 संक्रमण तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic Configuration of Transition Elements)

इन तत्वों का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ होता है। प्रथम श्रेणी के d-ब्लॉक तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास सारणी 8.2 में दिये गये हैं।

सारणी 8.2

तत्व	संकेत	परमाणु क्रमांक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
स्कैंडियम	Sc	21	[Ar] 3d ¹ 4s ²
टाइटैनीयम	Ti	22	[Ar] 3d ² 4s ²
वेनेडियम	V	23	[Ar] 3d ³ 4s ²
क्रोमियम	Cr	24	[Ar] 3d ⁵ 4s ¹
मैंगनीज	Mn	25	[Ar] 3d ⁵ 4s ²
आयरन	Fe	26	[Ar] 3d ⁶ 4s ²
कोबाल्ट	Co	27	[Ar] 3d ⁷ 4s ²
निकल	Ni	28	[Ar] 3d ⁸ 4s ²
कॉपर	Cu	29	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ¹
ज़िंक	Zn	30	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ²

क्रोमियम (3d⁵4s¹) तथा कॉपर (3d¹⁰4s¹) के अतिरिक्त अन्य सभी तत्वों के चतुर्थ कोश (4s कक्षक) में दो इलेक्ट्रॉन हैं, इस विषमता के कारण निम्न है—

- (i) अर्द्ध-पूर्ण और पूर्ण भरे उपकोशों का स्थायित्व अन्य विन्यासों की अपेक्षा अधिक होता है।
- (ii) 3d तथा 4s उपकोशों की ऊर्जा में अल्प अन्तर होता है।

8.1.2 संक्रमण तत्वों के अभिलक्षण :

संक्रमण तत्वों के कुछ प्रमुख गुण निम्न हैं :

- (1) ये सभी तत्व धात्विक होते हैं जो ऊष्मा तथा विद्युत के सुचालक होते हैं।
- (2) इन तत्वों में आवर्त सारणी के सामान्य तत्वों की भांति लम्बवत समानता नहीं होती है अपितु क्षैतिज समानता होती है। अतः संक्रमण श्रेणी के तत्वों के गुणों में समानता होती है।
- (3) ये तत्व एक से अधिक ऑक्सीकरण अवस्थाएं दर्शाते हैं।
- (4) ये उत्प्रेरकीय गुण प्रदर्शित करते हैं।
- (5) ये संकुल (Complex Compound) यौगिक बनाते हैं।
- (6) ये रंगीन यौगिक बनाते हैं।

- (7) ये अनुचुम्बकीय गुण दर्शाते हैं।
- (8) ये अन्तराकाशी (Interstitial) यौगिक बनाते हैं।
- (9) ये कई प्रकार के मिश्र धातु बनाते हैं।
- (10) लगभग सभी तत्त्व मजबूत, कठोर, उच्च गलनांक व क्वथनांक वाले धातु होते हैं।

8.1.3 प्रथम संक्रमण श्रेणी के तत्वों के गुणधर्म में सामान्य प्रवृत्तियाँ

1. परमाण्वीय तथा आयनिक त्रिज्या (Atomic and Ionic radius) : किसी परमाणु या आयन के बाह्यतम इलेक्ट्रॉन एवं नाभिक के मध्य की दूरी को परमाण्वीय या आयनिक त्रिज्या कहते हैं। धनायनों की त्रिज्या परमाणुओं से सदैव कम होती है।

प्रथम 3d श्रेणी में बायें से दाये बढ़ने पर पहले आकार में कमी आती है फिर आकार लगभग समान होता है और अन्त में पुनः बढ़ता है। परमाणु क्रमांक में वृद्धि के साथ जहाँ एक ओर नाभिकीय आवेश में वृद्धि के कारण आकर्षण बढ़ता है वही दूसरी ओर इलेक्ट्रॉन के उपात्त कोश (penultimate shell) में जाने से उनका बाह्यतम इलेक्ट्रॉनों के प्रति प्रतिकर्षण बढ़ जाता है जो परिरक्षण (Shielding effect) प्रभाव कहलाता है जिससे परमाणु का आकार प्रभावित होता है।

2. आयनन ऊर्जा (Ionisation Energy) : गैसीय परमाणु के बाह्यतम कोश के एक इलेक्ट्रॉन को विलगित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा को आयनन ऊर्जा या आयनन विभव कहते हैं। आयनन ऊर्जा परमाणु की त्रिज्या पर निर्भर करती है। संक्रमण तत्वों के आकार लगभग समान होते हैं तो उनके आयनन विभवों में भी विशेष अन्तर नहीं होता है और इनके मान 6 से 10 eV के बीच रहते हैं। इलेक्ट्रॉनिक संरचनाओं में समानता के कारण ये समान गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं किन्तु आयनन विभव के मानों में थोड़ी वृद्धि से श्रेणी में क्रियाशीलता कम हो जाती है।

Cu तथा Sc के अतिरिक्त अन्य सभी तत्व +2 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं अतः द्वितीय आयनन विभव के मान अधिक महत्व रखते हैं। Cr तथा Cu के द्वितीय आयनन विभव के उच्च मानों का कारण क्रमशः उनमें अर्द्धपूर्ण ($3d^5$) तथा पूर्ण भरे ($3d^{10}$) d-कक्षक होते हैं।

3. धात्विक प्रकृति (Metallic Nature) : सभी संक्रमण तत्व धात्विक प्रकृति प्रदर्शित करते हैं तथा इनमें तीन प्रकार की क्रिस्टल संरचनाएं पायी जाती है : काय केन्द्रित घनीय संरचना (BCC), फलक केन्द्रित घनीय संरचना (FCC) तथा षट्कोणीय निबिड़ संकुलित संरचना (HCP)। मैंगनीज के

स्थायी d^5 विन्यास के कारण इसकी विशेष संकुलित क्रिस्टल व्यवस्था होती है। प्रभावी नाभिकीय आवेश की अधिकता तथा अयुग्मित d-इलेक्ट्रॉनों की उपलब्धता के कारण संक्रमण तत्व प्रबल धात्विक बंध बनाते हैं।

धात्विक चमक के साथ-साथ इनकी कठोरता, इनके उच्च गलनांक, उच्च क्वथनांक, परमाण्वीकरण की उच्च एन्थैल्पी, आघात वर्धनीयता, आदि गुण प्रबल धात्विक बंधों के कारण ही होते हैं। परमाणु में अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बढ़ने के साथ-साथ धात्विक बन्ध की सामर्थ्य भी बढ़ती जाती है। स्कैंडियम से क्रोमियम तक धात्विक कठोरता बढ़ती जाती है और अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या में कमी से क्रोमियम से जिंक तक वापस घटती जाती है।

4. ऑक्सीकरण अवस्थाएँ (Oxidation States) : संक्रमण धातुओं के बाह्यतम कोश में एक अथवा दो ही इलेक्ट्रॉन होते हैं लेकिन वे अनेक ऑक्सीकरण अवस्थाएं प्रदर्शित करती हैं। 3d संक्रमण तत्वों की सामान्य इलेक्ट्रॉनिक संरचना $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$ होती है। $(n-1)d$ तथा ns कक्षकों की ऊर्जा में अन्तर अल्प होता है, और एक से अधिक प्रकार की ऑक्सीकरण अवस्थाएं प्राप्त हो जाती हैं। प्रथम श्रेणी के संक्रमण तत्वों की विभिन्न ऑक्सीकरण अवस्थाएं सारणी 8.3 में प्रदर्शित की गई हैं।

सारणी 8.3 : प्रथम श्रेणी के संक्रमण धातुओं की ऑक्सीकरण अवस्थाएँ

तत्व	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
S-इलेक्ट्रॉन की संख्या अयुग्मित	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
d-इलेक्ट्रॉन की संख्या	1	2	3	5	5	4	3	2	0	0
ऑक्सीकरण अवस्थाएँ	+3	+2 +3 +4	+2 +3 +4 +5	+2 +3 +6	+2 +4 +5 +7	+2 +3	+2 +3	+2 +4	+1 +2	+2

प्रथम संक्रमण श्रेणी की धातुओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा ऑक्सीकरण अवस्थाओं से निम्नलिखित जानकारी प्राप्त होती है।

- (1) Sc तथा Zn में +3 तथा +2 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते हैं। जहाँ 3 इलेक्ट्रॉन व 2 इलेक्ट्रॉन त्याग कर Sc एवं Zn अक्रिय गैस विन्यास एवं आभासी अक्रिय गैस विन्यास ग्रहण करते हैं। स्थायी d^{10} विन्यास (आभासी अक्रिय गैस संरचना) के कारण जिंक +2 अवस्था प्रदर्शित करते हैं।
- (2) सामान्यतः Cu तथा Cr को छोड़कर अन्य संक्रमण तत्वों में +1 अवस्था नहीं पायी जाती है, सभी तत्व ns^2 विन्यास के कारण +2 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं।

- (3) संक्रमण तत्वों में विद्यमान अयुग्मित d-इलेक्ट्रॉनों की संख्या के आधार पर +3 से +7 तक ऑक्सीकरण अवस्थाएं प्रदर्शित करते हैं।

3d श्रेणी में परमाणु क्रमांक बढ़ने के साथ-साथ अयुग्मित इलेक्ट्रॉन बढ़ते हैं, फलतः ऑक्सीकरण अवस्था उच्च होती जाती है। मध्य (Mn) में यह उच्चतम होती है। तत्पश्चात् आगे बढ़ने पर पुनः घटती है। Mn के बाद अधिकतम अयुग्मित d⁵ इलेक्ट्रॉनों की संख्या कम होने तथा अधिक नाभिकीय आवेश के कारण संयोजनकर्ता इलेक्ट्रॉनों का निष्कासन सरल नहीं होता है जिससे ऑक्सीकरण अवस्थाओं की संख्या कम होती है।

- (4) संक्रमण तत्वों की उच्च ऑक्सीकरण अवस्थाओं का स्थायित्व अधिक होता है। फ्लोरीन अथवा ऑक्सीजन युक्त धात्विक यौगिकों में ही उच्चतम ऑक्सीकरण अवस्था पायी जाती है। ऐसा इन परमाणुओं के छोटे आकार तथा अधिक विद्युत ऋणता के कारण होता है।
- (5) संक्रमण धातु आयनिक तथा सह संयोजक दोनों प्रकार के बंध बनाते हैं। जब धातु कम ऑक्सीकरण अवस्था में होता है तो वह आयनिक यौगिक ही बनाता है, लेकिन इनके ऑक्सीकरण अवस्था बढ़ने के साथ-साथ इनके बंधों में सह संयोजक गुणों में वृद्धि होती है।
- (6) ऑक्सीकरण अवस्था के बढ़ने से इनके यौगिकों की अम्लता तथा क्रियाशीलता भी बढ़ जाती है। निम्न ऑक्सीकरण अवस्था के ऑक्साइड आयनिक तथा क्षारीय होते हैं। उदाहरणार्थ:-

+2	+3	+4	+6	+7
TiO	V ₂ O ₃		CrO ₃	
MnO	Mn ₂ O ₃	MnO ₂	MnO ₃	Mn ₂ O ₇
क्षारीय	उभयधर्मी		अम्लीय	अम्लीय

- (7) कुछ संक्रमण तत्व उनके यौगिकों में शून्य ऑक्सीकरण अवस्था भी प्रदर्शित करते हैं। जैसे-[Ni (CO)₄], [Fe(CO)₅], [Co(CO)₄] इनमें Ni, Fe, Co की ऑक्सीकरण अवस्था शून्य है।

5. उत्प्रेरकीय गुण (Catalytic Properties) :

उत्प्रेरकीय गुण संक्रमण धातुओं का अत्यन्त महत्वपूर्ण गुण है। सामान्यतया उत्प्रेरक के रूप में जिन धातुओं, मिश्र धातुओं अथवा यौगिकों का प्रयोग किया जाता है वो संक्रमण धातु ही होते हैं। संक्रमण धातुओं में आंशिक भरे (n-1) d कक्षक उत्प्रेरक सक्रियता के लिए उत्तरदायी होते हैं। क्रियाकारी पदार्थ के अणुओं के साथ संक्रमण तत्व अपने रिक्त कक्षकों का उपयोग

करके मध्यवर्ती अस्थायी यौगिक बनाते हैं जो टूट कर उत्पाद देता है तथा उत्प्रेरक पुनः प्राप्त हो जाता है।

उत्प्रेरक की उपस्थिति में अभिक्रिया ऐसे मार्ग से सम्पन्न होती है जिसमें संक्रमण ऊर्जा का मान कम होता है। अतः अभिक्रिया अधिक अनुकूल तथा शीघ्र सम्पन्न हो जाती है।

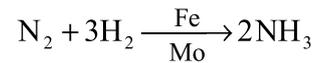
कुछ उदाहरण ऐसे भी हैं जिनमें उत्प्रेरक अभिक्रिया के लिये उपर्युक्त सतह उपलब्ध कराते हैं। जिन अभिकर्मकों के मध्य क्रिया होनी होती है उत्प्रेरक उन्हें अपनी सतह पर अधिशोषित कर लेते हैं।

उत्प्रेरक के रूप में कार्य करने वाले संक्रमण धातु और उनके यौगिकों के कुछ उदाहरण निम्न हैं।

(i) वनस्पति घी का निर्माण :



(ii) हेबर विधि द्वारा अमोनिया का संश्लेषण



(iii) $nCH_2=CH_2 \xrightarrow[TiCl_4]{} (-CH_2-CH_2-)_n$ पॉलीथीन बहुलक

(iv) $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[800^\circ C]{Pt} 4NO + 6H_2O$ (HNO₃ निर्माण की ओस्टवाल्ड विधि का एक भाग)

6. रंग (Colour) – जिन आयनों में अक्रिय गैस अथवा आभासी अक्रिय गैस की इलेक्ट्रॉन संरचना होती है उनके विलयन प्रायः रंगहीन होते हैं। जबकि जिनमें अपूर्ण d-कक्षक होते हैं उनके विलयन सामान्यतः रंगीन होते हैं। संक्रमण तत्वों के आयनिक तथा सहसंयोजक यौगिकों में रंग दर्शाने की प्रवृत्ति होती है। इनमें आंशिक भरे d-कक्षकों के अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों का d-उपकोश में t_{2g} → e_g संक्रमण दृश्य प्रकाश क्षेत्र की ऊर्जा के अवशोषण के कारण संभव हो जाता है।

7. चुम्बकीय गुण (Magnetic Properties)- पदार्थों में चुम्बकीय गुण मुख्यतः अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों के कारण ही होता है। चुम्बकीय आंकड़ों से संक्रमण तत्वों के यौगिकों की संरचना के निर्धारण में बहुत मदद मिलती है। अतः चुम्बकत्व के मूल गुणों की आवश्यक जानकारी यहां दी जा रही है।

पदार्थ में चुम्बकीय गुणों की उत्पत्ति का मूल कारण इलेक्ट्रॉन की दो प्रकार की गति है :

- (i) कक्षीय गति (**Orbital Motion**) (ii) चक्रणगति (**Spin Motion**) पदार्थ का कुल चुम्बकीय आघूर्ण (μ) इन दोनों का योग होता है :

$$\mu = \mu^L + \mu^S \text{ B.M.}$$

जहाँ μ^L कक्षकीय चुम्बकीय आघूर्ण तथा μ^S चक्रण चुम्बकीय आघूर्ण है। अतः इलेक्ट्रॉन स्वयं एक अति छोटे चुम्बक का कार्य करता है। चुम्बकीय आघूर्ण को बोर मैग्नेटॉन (B.M.) में व्यक्त किया जाता है।

$$1\text{B.M.} = \frac{eh}{4\pi mc}$$

संक्रमण तत्त्वों में (n-1)d कोश के इलेक्ट्रॉन सतह पर ही होते हैं अतः बाहरी वातावरण से बहुत अधिक प्रभावित होते हैं। इस कारण इन इलेक्ट्रॉनों की कक्षीय गति बहुत सीमित हो जाती है तथा μ^L का मान नगण्य हो जाता है। ऐसी स्थिति में $\mu \approx \mu^S$ माना जा सकता है।

अतः उपसहसंयोजक यौगिकों के लिये चुम्बकीय आघूर्ण के मान निम्नलिखित सूत्र द्वारा परिकलित किये जाते हैं

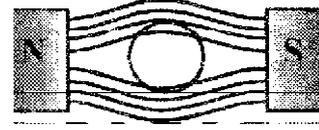
$$\mu = \sqrt{n(n+2)} \text{ जहाँ } n \text{ अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या है।}$$

पदार्थों में कई प्रकार के चुम्बकीय गुण पाये जाते हैं इनमें निम्न तीन मुख्य हैं—

- (i) प्रति चुम्बकत्व
- (ii) अनुचुम्बकत्व
- (iii) लौह चुम्बकत्व

- (i) **प्रति चुम्बकत्व (Diamagnetism)** : जिन परमाणुओं अथवा आयनों में इलेक्ट्रॉन युग्मित होते हैं। उनमें इलेक्ट्रॉनों का प्रभाव परस्पर नष्ट हो जाता है उनका कुल चुम्बकीय आघूर्ण शून्य हो जाता है।

ऐसे पदार्थों को प्रतिचुम्बकीय कहते हैं। अतः इनमें चुम्बकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति में किसी प्रकार का चुम्बकीय व्यवहार नहीं होगा। इन पदार्थों को जब चुम्बकीय क्षेत्र में रख जाता है तब भी कुल चक्रण आघूर्ण तो शून्य ही होता है लेकिन कक्षीय आघूर्ण, लगाये गये क्षेत्र की विपरीत दिशा में प्रेरित हो जाता है। अतः ये पदार्थ चुम्बकीय क्षेत्र से प्रतिकर्षित होते हैं (चित्र 8.1)। प्रतिचुम्बकत्व ताप पर निर्भर नहीं करता है तथा लगभग सभी पदार्थों द्वारा यह गुण प्रदर्शित किया जाता है। अनुचुम्बकत्व की तुलना में अत्यधिक कमजोर होने के कारण इसे उन पदार्थों में अनुभव करना संभव नहीं होता जिनमें अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं।



चित्र 8.1 : चुम्बकीय क्षेत्र में प्रतिचुम्बकीय पदार्थ का व्यवहार

- (ii) **अनुचुम्बकत्व (Paramagnetism)** : जिन परमाणुओं अथवा आयनों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं तो उनमें इलेक्ट्रॉन के प्रभाव परस्पर नष्ट नहीं होते। ऐसे पदार्थ अनुचुम्बकीय गुण का प्रदर्शन करते हैं। किसी परमाणु अथवा आयन अथवा अणु के प्रत्येक इलेक्ट्रॉन को एक सूक्ष्म चुम्बक माना जा सकता है और उसकी चक्रण (**Spin**) तथा कक्षीय गति से दुर्बल विद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्र बनते हैं।



चित्र 8.2 : अनुचुम्बकीय पदार्थों का बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में व्यवहार

इलेक्ट्रॉन युग्मित होते हैं तो एक इलेक्ट्रॉनिक क्षेत्र दूसरे के विपरीत तथा बराबर होता है। अतः एक दूसरे को उदासीन कर देते हैं और परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र शून्य हो जाता है। अयुग्मित इलेक्ट्रॉन से छोटा किन्तु महत्वपूर्ण परिणामी क्षेत्र बनता है। किसी परमाणु अथवा आयन में अनुचुम्बकीय गुण की परिभाषा उसमें उपस्थित अयुग्मित इलेक्ट्रॉन के योगदान पर निर्भर है।

अनुचुम्बकत्व प्रदर्शित करने वाले पदार्थों को जब चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो ये पदार्थ चुम्बकीय क्षेत्र की ओर तीव्रता से आकर्षित होते हैं। अगर क्षेत्र विषमांग हो तो ये पदार्थ क्षेत्र के ऐसे भाग में पहुँच जाते हैं जहाँ पर क्षेत्र की तीव्रता अधिकतम होती है ताकि पदार्थ में से होकर अधिकतम रेखाएं गुजर सकें (चित्र 8.2)। अनुचुम्बकत्व ताप के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

(iii) **लौहचुम्बकत्व (Ferromagnetism)** : इसे उच्चतम कोटि का अनुचुम्बकत्व माना जा सकता है। यह गुण Fe, Co, Ni, Fe_3O_4 और Mn के मिश्र धातुओं में पाया जाता है। इन पदार्थों में अनेकों छोटे-छोटे आणविक चुम्बक होते हैं। प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति में ये आणविक चुम्बक एक ही दिशा में इस प्रकार व्यवस्थित हो जाते हैं कि उनका चुम्बकीय प्रभाव बढ़ जाता है तथा इसके बाद क्षेत्र हटा लेने पर भी ये स्थायी चुम्बक का कार्य करते हैं। ताप बढ़ाने से, घटाने से, चोट देने पर आणविक चुम्बकों की व्यवस्था बिगड़ जाती है जिससे इनका चुम्बकीय गुण नष्ट हो जाता है।

8. अन्तराकाशी यौगिक (Interstitial Compounds): संक्रमण धातुओं में परमाणुओं के निबिड़ संकुलित होने के बावजूद छोटे-छोटे रिक्त स्थान बचे रह जाते हैं जिन्हें अन्तराकाशी (Interstitial) कहते हैं। इन अन्तराकाशीयों में छोटे आकार के अधातु परमाणु जैसे—H, B, C, N आदि जब जकड़ जाते हैं तो उनसे बने यौगिकों को अन्तराकाशी यौगिक कहते हैं। इन यौगिकों का संगठन अधातु तथा धातु परमाणु की त्रिज्या के अनुपात पर निर्भर करता है। इन यौगिकों में उच्च विद्युत चालकता होती है तथा ये कठोर, उच्च गलनांक तथा उच्च गलनांक वाले निष्क्रिय यौगिक होते हैं।

9. मिश्र धातु निर्माण (Alloy formation) : संक्रमण धातुओं के परमाण्वीय आकारों में अधिक परिवर्तन नहीं होने के कारण वे लगभग समान आकार के क्रिस्टल जालक में एक दूसरे को प्रतिस्थापित कर सकते हैं और इस प्रकार ठोस विलयन अथवा मिश्रधातु बनाते हैं। ये मिश्रधातु कठोर, मजबूत तथा उच्च गलनांक वाले होते हैं। लोहे में क्रोमियम, वेनेडियम, मैंगनीज, मॉलिब्डेनम, टंगस्टन आदि धातुओं को मिलाने से स्टील तथा स्टेनलेस स्टील आदि मिश्रधातु बनते हैं।

8.2 f-ब्लॉक तत्व (f-Block elements) :

तत्व जिनमें अन्तिम इलेक्ट्रॉन (n-2) f कक्षक में प्रवेश करते हैं; f-ब्लॉक तत्व कहलाते हैं। इन तत्वों के बाह्य तीन कक्षक (n-2), (n-1) तथा n जिनमें f, d तथा s कक्षक शामिल हैं, अपूर्ण होते हैं। प्रारम्भ से इस श्रेणी के तत्व अपेक्षाकृत दुर्लभ खनिजों से मूलतः मृदाओं (ऑक्साइडों) के रूप में प्राप्त किये गये थे अतः इन तत्वों को दुर्लभ मृदा तत्व (rare earth elements) कहा गया। f-ब्लॉक तत्वों को निम्न सामान्य सूत्र द्वारा प्रदर्शित किया जाता है :

$$(n-2)f^{1-14} (n-1)d^{0-1} ns^2$$

इन तत्वों को निम्न कारणों से अन्तः संक्रमण तत्व (inner-transition element) के नाम से जाना जाता है—

- कर्नेल (kernel) में (n-2)f कक्षक तुलनात्मक रूप से काफी अन्दर स्थित रहता है।
- (n-2)f कक्षक संक्रमण तत्व कक्षक (d कक्षक) से भी पहले वाला कक्षक होता है।

इन तत्वों की दो श्रेणियाँ होती हैं जिनमें क्रमशः 4f तथा 5f कक्षकों में इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं। 4f-ब्लॉक के तत्व चूंकि लैन्थेनाइड के बाद आते हैं अतः इन्हें लैन्थेनाइड (Lanthanides) या लैन्थेनाइड भी कहते हैं। 5f-ब्लॉक के तत्व ऐक्टिनियम के बाद आते हैं, अतः इन्हें ऐक्टिनाइड (Actinide) या ऐक्टिनॉन भी कहते हैं। चूंकि f कक्षक में कुल 14 इलेक्ट्रॉन भरे जा सकते हैं

अतः इन श्रेणियों में प्रत्येक में 14 तत्व पाये जाते हैं। प्रत्येक श्रेणी के सभी 14 तत्वों के गुणों से आपस में काफी समानता होती है।

8.2.1 लैन्थेनाइड्स (Lanthanides) : f ब्लॉक के वे तत्व जिनमें बाहर से आने वाला इलेक्ट्रॉन 4f उपकोश में प्रवेश करता है, लैन्थेनाइड कहलाते हैं। इस श्रेणी में सीरियम (58) से लेकर ल्यूटेथियम (71) तक 14 तत्वों का समूह होता है जिसमें 4f उपकोश में क्रमशः 1 से 14 तक इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं। इन समस्त तत्वों की इस श्रेणी को 'प्रथम अन्तः संक्रमण श्रेणी (First inner transition series) भी कहते हैं। ये आवर्त सारणी के छठे आवर्त तथा तीसरे वर्ग समूह के अन्तर्गत आते हैं, जिन्हें आवर्त सारणी में पृथक से स्थान दिया गया है। समस्त लैन्थेनाइड तत्वों को सामूहिक रूप से 'Ln' प्रतीक द्वारा दर्शाया जाता है।

चूंकि समस्त 14 लैन्थेनाइड तत्व कई गुणों में समानता दर्शाते हैं अतः सभी को एक ही वर्ग में रखा जाता है। ये सभी तत्व इट्रियम (Y = 39) से भी निम्न समानता दर्शाते हैं—

- समान आयनिक त्रिज्या तथा
- एक साथ खनिजों में पाया जाना

8.2.2 लैन्थेनाइडों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास :

लैन्थेनाइड तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास सारणी 8.4 में दर्शाया गया है। जिसके अनुसार —

सारणी 8.4

तत्व संकेत	परमाणु क्रमांक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	ऑक्सीकरण अवस्थाएँ
La	लैन्थेनाइड	57 [Xe] 4f ⁰ 5d ¹ 6s ²	+3
Ce	सीरियम	58 [Xe] 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	+3, +4
Pr	प्रेजियो डिमियम	59 [Xe] 4f ³ 5d ⁰ 6s ²	+3, +4
Nd	नियोडिमियम	60 [Xe] 4f ⁴ 5d ⁰ 6s ²	+3, +4
Pm	प्रोमिथियम	61 [Xe] 4f ⁵ 5d ⁰ 6s ²	+3
Sm	समेरियम	62 [Xe] 4f ⁶ 5d ⁰ 6s ²	+2, +3
Eu	यूरोपियम	63 [Xe] 4f ⁷ 5d ⁰ 6s ²	+2, +3
Gd	गैडोलिनियम	64 [Xe] 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	+3
Tb	टर्बियम	65 [Xe] 4f ⁹ 5d ⁰ 6s ²	+3, (+4)
Dy	डिस्प्रोसियम	66 [Xe] 4f ¹⁰ 5d ⁰ 6s ²	+3, +4
Ho	होलमियम	67 [Xe] 4f ¹¹ 5d ⁰ 6s ²	+3
Er	अरबियम	68 [Xe] 4f ¹² 5d ⁰ 6s ²	+3
Tm	थूलियम	69 [Xe] 4f ¹³ 5d ⁰ 6s ²	+2, +3
Yb	इटर्बियम	70 [Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁰ 6s ²	+2, +3
Lu	ल्यूटेथियम	71 [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²	+3

- (i) लैन्थेनाइड के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में f कक्षकों में इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं। इनका सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Xe]4f^{0-14}, 5d^{0-1}, 6s^2$ होता है, अर्थात् इन तत्वों का संयोजी कोश विन्यास $4f^{0-14}, 5d^{0-1}, 6s^2$ होता है।
- (ii) लैन्थेनाइड (La) का संयोजी कोशविन्यास $4f^0, 5d^1, 6s^2$ इंगित करता है कि आने वाले तत्वों में इलेक्ट्रॉन 5d कक्षक में प्रवेश लेंगे लेकिन इलेक्ट्रॉन प्रवेश के साथ ही 4f कक्षक की ऊर्जा 5d कक्षक से कम हो जाती है। गैडोलिनियम (Gd) तथा ल्यूटेथियम (Lu) के अलावा शेष सभी तत्वों में इलेक्ट्रॉन 4f कक्षक में प्रवेश करता है, ऐसा अर्धपूर्ण तथा पूर्ण भरे कक्षकों के स्थायित्व के कारण होता है।
- (iii) इन तत्वों में उपलब्ध कुल छः कोशों में से प्रथम तीन कोश पूर्ण भरे रहते हैं जबकि अन्तिम तीन कोश आंशिक रूप से भरे रहते हैं। लैन्थेनाइड में चौथे कोश (n-2) में इलेक्ट्रॉन 18 से बढ़कर 32 हो जाते हैं।

ऑक्सीकरण अवस्थाएँ (Oxidation State) : सभी लैन्थेनाइड तत्व +3 ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं। इस अवस्था को प्रदर्शित करने के लिये वे दो इलेक्ट्रॉन $6s^2$ कक्षक के तथा तीसरा इलेक्ट्रॉन 4f या 5d कक्षक से त्याग करते हैं। यह तीसरा इलेक्ट्रॉन La, Gd तथा Lu में अन्तः कक्ष के 5d से सम्बन्धित होता है जबकि शेष लैन्थेनाइड तत्वों में यह इलेक्ट्रॉन 4f कक्षक का होता है। नाभिक के समीप प्रबल नाभिकीय आकर्षण के कारण अन्तः कक्षक में से एक से अधिक इलेक्ट्रॉन निकलना कठिन होता है।

कुछ लैन्थेनाइड +3 सामान्य ऑक्सीकरण अवस्था के अतिरिक्त +2 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्थाएँ भी दर्शाते हैं। जो सामान्यतः कम स्थायी होते हैं तथा इन्हें असंगत ऑक्सीकरण अवस्थाएँ कहते हैं। ये असंगत ऑक्सीकरण अवस्थाएँ रिक्त, अर्धपूर्ण तथा पूर्ण भरे 4f उपकोश के अतिरिक्त स्थायित्व के कारण प्राप्त होती हैं।

उदाहरणार्थ— (i) Ce(58) तथा Tb(65) Ce^{4+} तथा Tb^{4+} आयन बनाते हैं। जिनमें क्रमशः $4f^0$ तथा $4f^7$ विन्यास होता है।

(ii) Eu (63) तथा Yb (70) Eu^{2+} तथा Yb^{2+} आयन देते हैं तथा असंगत '+2' ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाते हैं तथा ये स्थाई विन्यास $4f^7$ तथा $4f^{14}$ प्राप्त कर लेते हैं।

8.2.3 रासायनिक अभिक्रियाशीलता (Chemical reactivity)

लैन्थेनाइड तत्वों (Ln) में प्रथम तीन आयनन ऊर्जाओं के मान का योग काफी कम होता है, अतः ये तत्व आयनिक होते

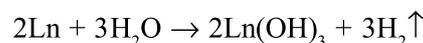
हैं तथा '+3' अवस्था ही इनकी अत्यन्त स्थायी ऑक्सीकरण अवस्था होती है। इनका रसायन भी Ln^{3+} आयनों पर ही आधारित है।

(i) **अपचायक गुण (Reducing property)**- लैन्थेनाइड तत्व तीव्र गति से अपने तीन इलेक्ट्रॉन त्यागकर ऑक्सीकृत हो जाते हैं तथा प्रबल अपचायक के समान व्यवहार करते हैं।



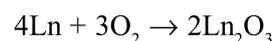
(ii) **विद्युत धनी प्रकृति (electropositive character)** इनकी तत्काल इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति इनके प्रबल विद्युत धनी होने अर्थात् धात्विक प्रकृति को दर्शाती है।

(iii) **जल से अभिक्रिया**— ये तत्व जल से क्रिया कर हाइड्रोजन गैस मुक्त करते हैं। ठण्डे जल से क्रिया धीमी गति से होती है। जबकि गर्म जल से क्रिया तीव्र गति से होती है।



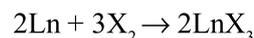
हाइड्रॉक्साइडों की क्षारकता Ce से Lu तक घटती है।

(iv) **ऑक्सीजन से**— ये तत्व वायुमण्डलीय ऑक्सीजन से क्रिया कर ऑक्साइड बनाते हैं।

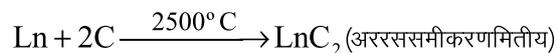
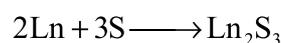
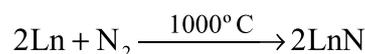


(v) **हाइड्रोजन से**— 300-400°C तक गर्म करने पर ये हाइड्रोजन के साथ क्रिया करते हैं और अररससमीकरणमितीय प्रकार के LnH_2 तथा LnH_3 हाइड्राइड बनाते हैं।

(vi) **हैलोजन से**— लैन्थेनाइड हैलोजन के साथ क्रिया कर ट्राइहैलाइड बनाते हैं।



(vii) **अधातुओं से**— ये उच्च ताप पर कार्बन, नाइट्रोजन, सल्फर आदि के साथ द्विअंगी यौगिक बनाते हैं।



8.2.4 लैन्थेनाइड संकुचन (Lanthanide contraction)-

लैन्थेनाइड श्रृंखला में बांये से दायें जाने पर परमाण्वीय एवं आयनिक त्रिज्याएँ दोनों ही घटती हैं। त्रिज्या को प्रभावित करने वाले दो मुख्य कारक निम्न हैं—

(i) **नाभिकीय आवेश (Nuclear charge)**- परमाणु क्रमांक बढ़ने से इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आकर्षण बढ़ता है जिससे इलेक्ट्रॉन अन्दर की ओर खींचते हैं, फलस्वरूप आकार (त्रिज्या) में कमी आती है।

(ii) **परिरक्षण प्रभाव (Shielding effect)**- परमाणु क्रमांक बढ़ने से आने वाला इलेक्ट्रॉन यदि अन्दर के कक्षकों में जाता है तो बाह्यतम कोश के इलेक्ट्रॉनों को प्रतिकर्षित करता है तथा नाभिकीय आकर्षण से उनको परिरक्षित करता है। फलस्वरूप उनका आकार बढ़ जाता है।

लैन्थेनाइड तत्वों में परमाणु क्रमांक बढ़ने से आने वाले अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन (n-2)f कक्षकों में जाते हैं जिससे परिधि के इलेक्ट्रॉनों पर परिरक्षण प्रभाव कम होता है। अतः लैन्थेनाइडों में परमाणु क्रमांक बढ़ने के साथ नाभिकीय आकर्षण को तो बढ़ता जाता है लेकिन उसे संतुलन करने वाला परिरक्षण प्रभाव उतना नहीं बढ़ता जिससे उनके आकार में क्रमिक कमी आती है और उनके परमाणु संकुचित होते जाते हैं।

लैन्थेनाइडों के आकार में इस प्रकार से हुई क्रमिक कमी को ही हम लैन्थेनाइड संकुचन कहते हैं।

लैन्थेनाइड संकुचन के प्रभाव

(i) **द्वितीय (4d-) एवं तृतीय (5d-) संक्रमण श्रेणी के तत्वों में एक वर्ग में परमाण्वीय आकार में समानता**— 4d- एवं 5d- संक्रमण श्रेणी के तत्वों के आकार एक वर्ग में लगभग समान है। वर्ग-3 के तत्वों Sc से Y एवं Y से La तक आकार में सामान्य वृद्धि होती है। परन्तु इसके पश्चात् 4d- से 5d श्रेणी में एक वर्ग में आकार लगभग समान होते हैं क्योंकि इनके मध्य लैन्थेनाइड आ जाते हैं और लैन्थेनाइड संकुचन के कारण आकार में कमी होती है। कोश की संख्या बढ़ने से जो आकार बढ़ना चाहिए था वह लैन्थेनाइड संकुचन के कारण आकार में कमी से प्रति संतुलित हो जाता है।

(ii) **लैन्थेनाइडों का पृथक्करण (Separation of Lanthanides)**- चूंकि लैन्थेनाइडों आयनों की आयनिक त्रिज्या में बहुत कम कमी होती है इसलिए इनके रासायनिक गुणों में बहुत अधिक समानता होती है और इस कारण से इन तत्वों को पृथक् करना कठिन हो जाता है। लैन्थेनाइड संकुचन के कारण इनके आकार में थोड़ी सी कमी होने से इनकी विलेयता, संकुल यौगिक बनाने की प्रवृत्ति में भिन्नता आ जाती है। इन गुणों में भिन्नता का उपयोग इनका आयन विनिमय विधि द्वारा पृथक्करण में करते हैं।

(iii) **लैन्थेनाइड हाइड्रॉक्साइडों की क्षारीय प्रकृति**— लैन्थेनाइड संकुचन के कारण Ce^{+4} से Lu^{3+} तक आयनिक त्रिज्या में थोड़ी सी कमी होती है। इसलिए हाइड्रॉक्साइडों की सहसंयोजकीय प्रकृति कम होती है। अतः $Ce(OH)_4$ अधिकतम और $Lu(OH)_3$ न्यूनतम क्षारीय है।

8.2.5 लैन्थेनाइड तत्वों के उपयोग

(Uses of lanthanide elements)-

बहुत से लैन्थेनाइड तत्वों को जिसमें विशेष रूप से सीरियम तथा उनसे बने यौगिकों के कई औद्योगिक उपयोग हैं। कुछ निम्न उपयोग इस प्रकार हैं—

- (i) लैन्थेनाइड तत्वों से निर्मित मिश्रधातुओं को जिन्हें “मिश्रधातु” भी कहा जाता है। इसमें सीरियम $Ce=40\%$, लैन्थेनम (La) एवं नियोडिमियम (Nd) = 44% आयरन (5%) एवं सूक्ष्म मात्रा में सल्फर, कार्बन, सिलिकन, कैल्शियम एवं ऐलुमिनियम होते हैं। इसका उपयोग सिगरेट एवं गैस लाइटर, लाइट फैंकने वाले टैंकों तथा गोली एवं गोले बनाने में होता है।
- (ii) 3% मिश्र धातु एवं Mg का मिश्रधातु जैट इंजिन के कल पुर्जे बनाने में काम आता है।
- (iii) सीरियम सल्फेट को आयतनी अनुमापन में ऑक्सीकारक के रूप में प्रयुक्त करते हैं।
- (iv) सीरियम लवण उत्प्रेरक के रूप में तथा सूती कपड़ों की रंगाई में प्रयुक्त होते हैं।
- (vi) नियोडिमियम एवं प्रोजियोडिमियम के ऑक्साइड धूप के चश्मों के लिए रंगीन लेंस बनाने में काम आते हैं।
- (vii) इनके यौगिकों की अनुचुम्बकीय तथा लौह चुम्बकीय प्रकृति के कारण इन यौगिकों का उपयोग चुम्बक तथा इलेक्ट्रॉनिक यंत्र बनाने में होता है।

8.2.6 ऐक्टिनाइड (Actinides)

तत्वों की वह श्रेणी जिसमें 5f कक्षक भरे जाते हैं; ऐक्टिनाइड श्रेणी कहलाती है। समस्त चौदह तत्व जो ऐक्टिनियम (Ac -89) के बाद आते हैं तथा जो Ac से कई गुणों में समानता दर्शाते हैं तथा जिनमें 5f कक्षक भरा जाता हो, ऐक्टिनाइड अथवा ऐक्टिनॉन कहलाते हैं। थोरियम (Th-90) से लॉरेन्शियम (Lr-103) तक इन 14 तत्वों के समूह को निम्न कारणों से लैन्थेनाइड श्रेणी से ठीक नीचे स्थान दिया गया।

- (i) आपस में अत्यधिक समान गुण दर्शाना
- (ii) लैन्थेनाइड के समान विन्यास तथा गुणों के कारण
- (iii) मुख्य आवर्त सारणी में स्थान की कमी।

लैन्थेनाइड तत्वों की तरह इनमें भी इलेक्ट्रॉन (n-2)f कक्षकों में भरे जाते हैं। अर्थात् इन तत्वों में भी तीन कोश अपूर्ण रहते हैं, अतः इन्हें भी ‘अन्तः संक्रमण तत्व’ ही कहा जाता है। इस तरह ये 14 तत्व द्वितीय अन्तः संक्रमण श्रेणी का निर्माण करते हैं।

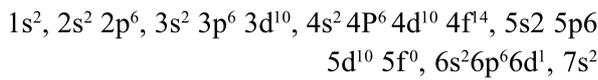
यूरेनियम (92) के बाद आने वाली सभी तत्व कृत्रिम तथा अस्थायी होते हैं। ये प्रकृति में नहीं पाये जाते हैं। इन्हें परायूरेनियम तत्व (Transuranic-element) या अतिभारी तत्व (super heavy elements) भी कहा जाता है।

समस्त ऐक्टिनाइड तत्व 'रेडियो सक्रिय' पाये गये। स्थायित्व परमाणु क्रमांक बढ़ने के साथ कम होता है।

ऐक्टिनाइडों को सामूहिक रूप से 'An' प्रतीक से प्रदर्शित किया जाता है।

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic Configuration)-

ऐक्टिनाइडों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यासों में 5f कक्षकों में इलेक्ट्रॉन भरे जाते हैं। इनका सामान्य विन्यास [Rn], 5f⁰⁻¹⁴, 6d⁰⁻², 7s² होता है लैन्थेनाइडों की भांति इनमें भी 5f तथा 6d कक्षकों के मध्य बहुत अल्प ऊर्जा अन्तर होने के कारण 6d इलेक्ट्रॉन 5f तथा 6d कक्षकों में स्थायित्व के आधार पर संक्रमित होता रहता है। अतः इन तत्वों के दो इलेक्ट्रॉनिक विन्यास भी सम्भव होते हैं। ऐक्टिनियम Ac (89) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास निम्न होता है



या [Rn], 5f⁰, 6d¹, 7s²

ऐक्टिनाइडों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास नीचे सारणी 8.15 में दिये गये हैं।

सारणी 8.5 : ऐक्टिनाइडों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

परमाणु क्र.	तत्व	प्रतीक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
89	ऐक्टिनियम	Ac	[Rn] 5f ⁰ , 6d ¹ , 7s ²
90	थोरियम	Th	[Rn] 5f ⁰ , 6d ² , 7s ²
91	प्रोटेक्टिनियम	Pu	[Rn] 5f ² , 6d ¹ , 7s ²
92	यूरेनियम	U	[Rn] 5f ³ , 6d ¹ , 7s ²
93	नेप्ट्यूनियम	Np	[Rn] 5f ⁴ , 6d ¹ , 7s ²
94	प्लूटोनियम	Pu	[Rn] 5f ⁶ , 6d ⁰ , 7s ²
95	अमेरिशियम	Am	[Rn] 5f ⁷ , 6d ⁰ , 7s ²
96	क्यूरियम	Cm	[Rn] 5f ⁷ , 6d ¹ , 7s ²
97	बर्केलियम	Bk	[Rn] 5f ⁹ , 6d ⁰ , 7s ²
98	कैलिफोर्नियम	Cf	[Rn] 5f ¹⁰ , 6d ⁰ , 7s ²
99	आइन्स्टीनियम	Es	[Rn] 5f ¹¹ , 6d ⁰ , 7s ²
100	फर्मियम	Fm	[Rn] 5f ¹² , 6d ⁰ , 7s ²
101	मैण्डेलीवियम	Md	[Rn] 5f ¹³ , 6d ⁰ , 7s ²
102	नोबेलियम	No	[Rn] 5f ¹⁴ , 6d ⁰ , 7s ²
103	लॉरेंशियम	Lr	[Rn] 5f ¹⁴ , 6d ¹ , 7s ²

8.2.7 लैन्थेनाइडों के साथ तुलना :

लैन्थेनाइड तथा ऐक्टिनाइड के मध्य अन्तर निम्नांकित है।

लैन्थेनाइड	ऐक्टिनाइड
1. +3 ऑक्सीकरण अवस्था के अतिरिक्त कुछ लैन्थेनाइड +2 तथा +4 ऑक्सीकरण अवस्थाएं भी प्रदर्शित करते हैं।	1. +3 ऑक्सीकरण अवस्था के अतिरिक्त कुछ ऐक्टिनाइड +2, +4, +5, +6 तथा +7 ऑक्सीकरण अवस्थाएं भी प्रदर्शित करते हैं।
2. प्रोमैथियम के अतिरिक्त कोई तत्व रेडियो सक्रिय नहीं है।	2. ये सभी तत्व रेडियो सक्रिय हैं।
3. ये ऑक्सो आयन नहीं बनाते हैं।	3. ये ऑक्सो आयन बनाते हैं। जैसे— UO ⁺ , UO ₂ ⁺ , PuO ₂ ⁺ आदि।
4. इनमें संकुल बनाने की प्रवृत्ति काफी कम होती है। केवल आयनिक यौगिक बनाते हैं।	4. इनमें संकुल बनाने की प्रबल प्रवृत्ति होती है।
5. लैन्थेनाइड यौगिक कम क्षारीय होते हैं।	5. ऐक्टिनाइड यौगिक अधिक क्षारीय होते हैं।
6. अधिकतर त्रिधनात्मक आयन रंगहीन होते हैं।	6. अधिकतर त्रिधनात्मक तथा चतुधनात्मक आयन रंगीन होते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न :

बहुचयनात्मक प्रश्न :

- उच्चतम ऑक्सीकरण अवस्था (+7) किसके द्वारा प्रदर्शित की जाती है—
(अ) Co (ब) Cr
(स) Mn (द) V
- Fe⁺² में अयुग्मित e⁽⁻⁾ की संख्या है—
(अ) 4 (ब) 5
(स) 3 (द) 6
- निम्नलिखित में किस यौगिक में Fe की ऑक्सीकरण अवस्था शून्य है—
(अ) FeSO₄ (ब) [Fe(CO)₅]
(स) K₄[Fe(CN)₆] (द) FeCl₃
- निम्नलिखित में से किसका चुम्बकीय आघूर्ण अधिकतम होता है—
(अ) V³⁺ (ब) Cr³⁺
(स) Fe⁺³ (द) Co³⁺
- लैन्थेनाइड श्रेणी में सामान्य ऑक्सीकरण अवस्था है—
(अ) +1 (ब) +4
(स) +2 (द) +3

6. लैन्थेनाइड संकुचन किसमें वृद्धि के कारण होता है?
 (अ) प्रभावी नाभिकीय आवेश
 (ब) परमाणु संख्या
 (स) 4f कक्षक का आकार
 (द) उपर्युक्त में कोई नहीं
7. लेन्थेनाइड श्रेणी का एक सदस्य जो +4 ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाता है—
 (अ) Ce (ब) Lu
 (स) Eu (द) Pm
8. निम्न में से प्रतिचुम्बकीय है—
 (अ) Cu^{2+} (ब) Zn^{2+}
 (स) Cr^{2+} (द) Ti^{2+}
9. निम्नलिखित में से किसका प्रथम आयनन विभव अधिकतम है—
 (अ) Ti (ब) Mn
 (स) Fe (द) Ni
10. किस आयन में समस्त e^{-} युग्मित अवस्था में है—
 (अ) Cr^{+2} (ब) Cu^{+2}
 (स) Cu^{+1} (द) Ni^{+2}

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :

11. Zn को संक्रमण तत्व नहीं माना गया है। कारण दीजिए।
 12. Ti^{+4} आयन रंगहीन होता है। कारण दीजिए।
 13. परायुरेनियम तत्व किसे कहते हैं?
 14. कोई धातु अपनी उच्चतम ऑक्सीकरण अवस्था केवल ऑक्साइड अथवा फ्लोराइड में ही क्यों प्रदर्शित करती है?
 15. MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 को अम्लीयता के घटते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

उत्तर— 1. (स) 2. (ब) 3. (ब) 4. (स) 5. (द)
 6. (अ) 7. (अ) 8. (ब) 9. (ब) 10. (स)

16. आंतरिक संक्रमण तत्वों का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
 17. संक्रमण तत्व परिवर्तनशील ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं? कारण दीजिए।
 18. Sc के समस्त यौगिक रंगहीन होते हैं। कारण लिखिए।
 19. Gd ($z=64$) में अयुग्मित e^{-} की संख्या लिखिए।
 20. संक्रमण तत्व के एक यौगिक के चुम्बकीय आघूर्ण का मान 3.9BM है। तत्व में अयुग्मित e^{-} की संख्या लिखिए।

लघुत्तरात्मक प्रश्न :

21. लैन्थेनाइड संकुचन क्या है? इसे समझाइए।
 22. मिश्र धातु क्या है? इनका एक उपयोग लिखिए।
 23. Cu^{+2} का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए। इसके चुम्बकीय आघूर्ण की गणना कीजिए।
 24. संक्रमण धातुएँ सामान्यतः रंगीन यौगिक बनाती हैं। कारण दीजिए।
 25. कारण दीजिए—
 (अ) संक्रमण तत्वों की 3d श्रेणी में Mn अधिकतम ऑक्सीकरण अवस्था दर्शाता है।
 (ब) Cr^{+2} तथा Mn^{+3} दोनों का d^4 विन्यास है परन्तु Cr^{+2} अपचायक और Mn^{+3} ऑक्सीकारक है।
 26. निम्न को समझाइए।
 (अ) 5d संक्रमण तत्वों के आकार 4d संक्रमण तत्वों के आकार लगभग समान है।
 (ब) संक्रमण तत्व उपसहसंयोजक यौगिक बनाते हैं।
 27. लेन्थेनाइड एवं एक्टिनाइड श्रेणी में चार अंतर लिखिए।
 28. Zr(40), Hf(72) की परमाणवीय त्रिज्याएं लगभग समान हैं। कारण दीजिए।
 29. Au(79), Ag(47) के आयनन विभव लगभग समान होते हैं। कारण दीजिए।
 30. KMnO_4 में Mn का चुम्बकीय आघूर्ण ज्ञात कीजिए।

