chapter 4 — d व f ब्लॉक के तत्व — d-block

वे तत्व जिनके परमाणु के अंतिम e^- d-उपकोश में उपस्थित रहते हैं, उन्हें d-ब्लॉक के तत्व कहा जाता है।

$_{26}Fe \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

$_{28}Ni \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^8$

} अंतिम e^- d-उपकोश में प्रवेश करता है। अतः ये d-ब्लॉक के तत्व हैं।

d-block के तत्वों की 4 श्रेणियां

1.	प्रथम संक्रमण श्रेणी (3d-श्रेणी)	[Sc - Zn]
2.	द्वितीय (4d-श्रेणी)	[Y - Cd]
3.	तृतीय (5d-श्रेणी)	[La - Hg]
4.	चतुर्थ (6d-श्रेणी)	[Ac - ...]

संक्रमण धातुएं

वे तत्व जिनके अंतिम d-कक्षकों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं।

युग्मित [↑↓] [↑] अयुग्मित

Note: Zn, Cd व Hg संक्रमण धातुएं नहीं हैं क्योंकि इनके अंतिम d-कक्षकों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं पाये जाते हैं।

$_{30}Zn \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}$ [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓] [↑↓]

→ अयुग्मित e^- नहीं है

Vijaysir24 2027

अपवाद (Exceptions) & संक्रमण धातुओं के गुण

अपवाद (Cr & Cu)

$_{24}Cr \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^4$ ✗

$4s^1\ 3d^5$ ✓

$_{29}Cu \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^9$ ✗

$4s^1\ 3d^{10}$ ✓

इलेक्ट्रॉन निकालने के बाद अयुग्मित e^- हो तो यह संक्रमण धातु कहते हैं।

संक्रमण धातुओं के गुण

- 1. अधिकतर कठोर होती हैं।
- 2. गलनांक अधिक होते हैं।
  (सबसे अधिक गलनांक वाली धातु → टंगस्टन (W) 3500°C)
- 3. आयन रंगीन होते हैं (Except Cu^+ which is रंगहीन, Cu^{2+} is नीला)।
- 4. आयन अनुचुम्बकीय होते हैं।
- 5. परिवर्ती ऑक्सीकरण अवस्था प्रदर्शित करते हैं।
- 6. उत्प्रेरक की भांति कार्य करते हैं।

चुम्बकीय गुण

चुम्बकीय आघूर्ण (μ) = $\sqrt{n(n+2)}$ B.M (बोहर मैग्नेटोन)

(यहाँ n = अयुग्मित e^- की संख्या)

Ex: $Fe^{3+} \rightarrow 4s^0\, 3d^5$ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | |

$\mu = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35} = 5.9$ B.M. ✓

$\mu = 0 \rightarrow$ **प्रतिचुम्बकीय** (चुम्बकीय क्षेत्र से दूर जाना)

$\mu \neq 0 \rightarrow$ **अनुचुम्बकीय** (चुम्बकीय क्षेत्र की ओर जाना)

धात्विक बंध

संक्रमण धातुएं धात्विक बंध (मजबूत बंध) बनाने की क्षमता रखती हैं क्योंकि इनके अंतिम d-कक्षक में अयुग्मित e^- होते हैं।

संक्रमण धातुओं के द्वारा धात्विक बंध बनाने के कारण निम्न लक्षण होते हैं:

- → (1) **कठोरता** (सबसे कठोर धातु: Cr)
- → (2) **उच्च गलनांक** (टंगस्टन W: 3500°C)
- → (3) **उच्च कणन एन्थैल्पी** (कणों को अलग-अलग करना मुश्किल)

Vijaysir24

2027

ऑक्सीकरण संख्या (Oxidation States)

K: +1, Na: +1, Ca: +2
F: -1, O: -2, Cl: -1

$KMnO_4$ $+1 + x + 4(-2) = 0 \Rightarrow \boxed{x = +7}$	V_2O_5 $2x + 5(-2) = 0 \Rightarrow 2x = +10 \Rightarrow \boxed{x = +5}$
$K_2Cr_2O_7$ $2(+1) + 2x + 7(-2) = 0 \Rightarrow 2 + 2x - 14 = 0 \Rightarrow \boxed{x = +6}$	MnO_4^{2-} $x + 4(-2) = -2 \Rightarrow x - 8 = -2 \Rightarrow \boxed{x = +6}$
MnO_4^- $x + 4(-2) = -1 \Rightarrow x - 8 = -1 \Rightarrow \boxed{x = +7}$	

Note: संक्रमण धातु ऑक्सीजन व/या फ्लोरीन के साथ अधिकतम ऑक्सीकरण संख्याएँ प्रदर्शित करता है क्योंकि ये उच्च विद्युत ऋणात्मक होते हैं जो संक्रमण धातु से e^- खींचकर उन्हें धनावेशित कर देते हैं।

$Mn_2^{+7}O_7$, $Cr_2^{+3}O_3$, $Mn^{+4}F_4$

- किसी यौगिक में संक्रमण धातु पर जितना अधिक धनावेश होता है, उतना ही वह यौगिक अम्लीय होता है।

$$Mn_2^{+3}O_3 < Mn_2^{+7}O_7$$

उत्प्रेरकीय गुण

↳ परिवर्ती ऑक्सीकरण संख्या + अधिक सतह क्षेत्रफल → उत्प्रेरक गुण

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{Fe} 2NH_3$$ (Fe – उत्प्रेरक)

$$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\text{उत्प्रेरक}]{Pt} 4NO + 6H_2O$$ (Mo – मालिब्डेनम)

परिवर्ती ऑक्सीकरण संख्या

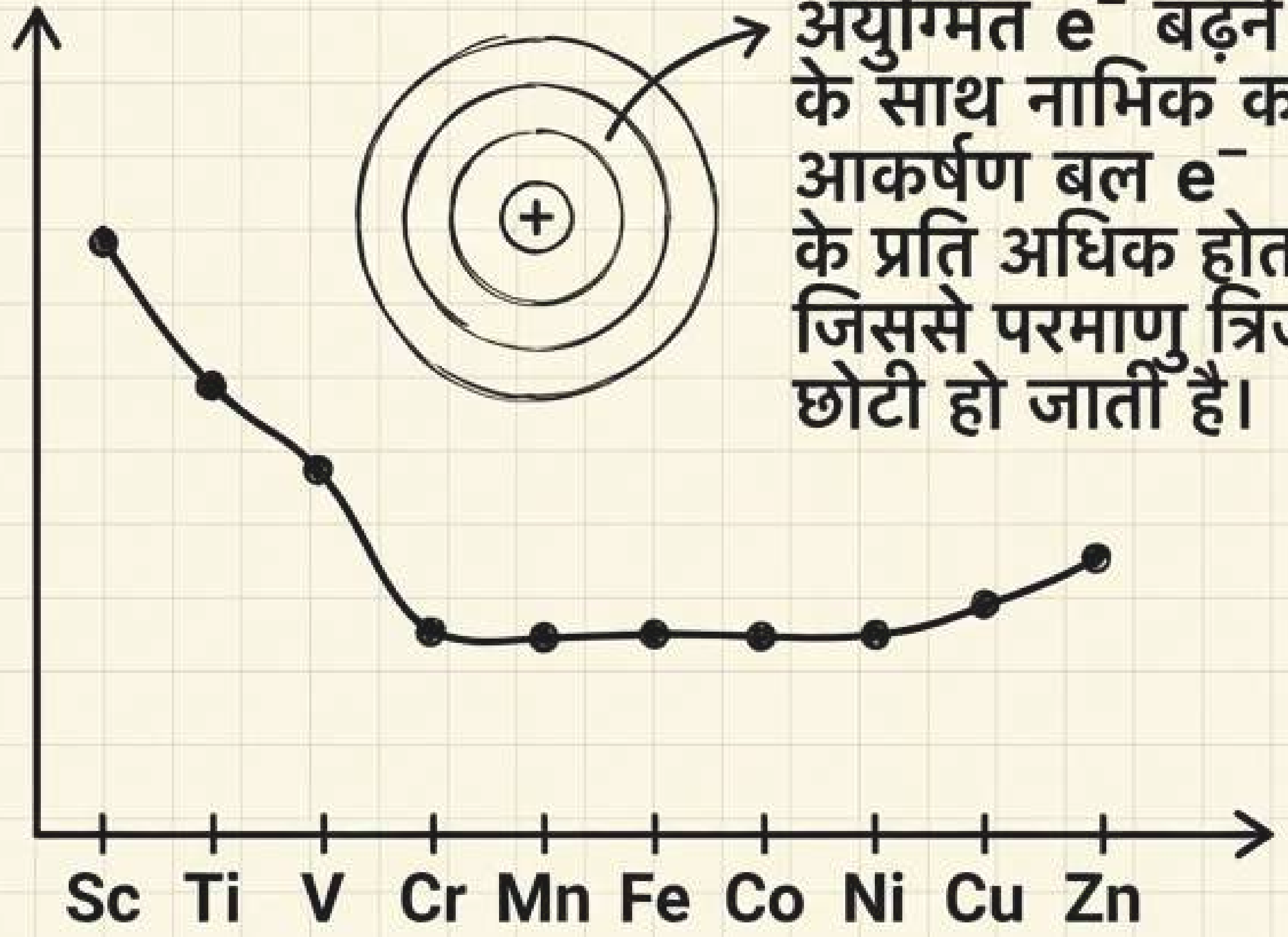
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+3	+2 +3 +4	+2 +3 +4 +5	+2 +3 +4 +5 +6	+2 +3 +4 +5 +6 +7	+2, +3	+2, +3	+1, +2	+1, +2	+2

Mn: +7 → अधिकतम संख्या

सबसे अधिक ऑक्सीकरण अवस्था:
Os → +8 (ओसमियम)

परमाणु त्रिज्या (Atomic Radius Trends)

3d श्रेणी (Sc - Zn) में बायें से दायें जाने पर परमाणु त्रिज्या का क्रम एकसमान नहीं होता है: पहले घटती है ⟶ फिर एक जैसी रहती है ⟶ तत्पश्चात बढ़ती है।



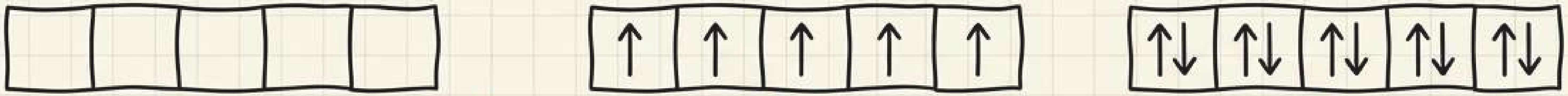
अयुग्मित e^- बढ़ने के साथ नाभिक का आकर्षण बल e^- के प्रति अधिक होता है जिससे परमाणु त्रिज्या छोटी हो जाती है।

$_{21}Sc$	$\rightarrow 4s^2\,3d^1$	↑	n=1
$_{22}Ti$	$\rightarrow 4s^2\,3d^2$	↑ ↑	n=2
$_{23}V$	$\rightarrow 4s^2\,3d^3$	↑ ↑ ↑	n=3
$_{24}Cr$	$\rightarrow 4s^1\,3d^5$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	n=5
$_{25}Mn$	$\rightarrow 4s^2\,3d^5$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	n=5
$_{26}Fe$	$\rightarrow 4s^2\,3d^6$	↑ ↑ ↑ ↑ ↑↓	n=4
$_{27}Co$	$\rightarrow 4s^2\,3d^7$	↑ ↑ ↑ ↑↓ ↑↓	n=3
$_{28}Ni$	$\rightarrow 4s^2\,3d^8$	↑ ↑ ↑↓ ↑↓ ↑↓	n=2

Vijaysir24

स्थायित्वता (Stability)

संक्रमण धातुओं के आयन d^0, d^5, व d^{10} विन्यास पर स्थायी हो जाते हैं।



d^0 (खाली कक्षक)- स्थायी | d^5 (अर्धपूर्ण) - स्थायी | d^{10} (पूर्ण) - स्थायी } स्थायी

$Mn \longrightarrow Mn^{2+}$ $(4s^0\ 3d^5) \rightarrow$ यह स्थायी है।

$Fe \longrightarrow Fe^{2+}$ $(4s^0\ 3d^6) \rightarrow$ यह अस्थायी है।

अपचायक व ऑक्सीकारक

आयन $\longrightarrow (-e^-) \longrightarrow$ आयन (स्थायी) $\Rightarrow$ अपचायक (Reducing Agent)

आयन $\longrightarrow (+e^-) \longrightarrow$ आयन (स्थायी) $\Rightarrow$ ऑक्सीकारक (Oxidizing Agent)

Q: Fe^{2+} व Mn^{2+} में कौन अपचायक की तरह कार्य करेगा?

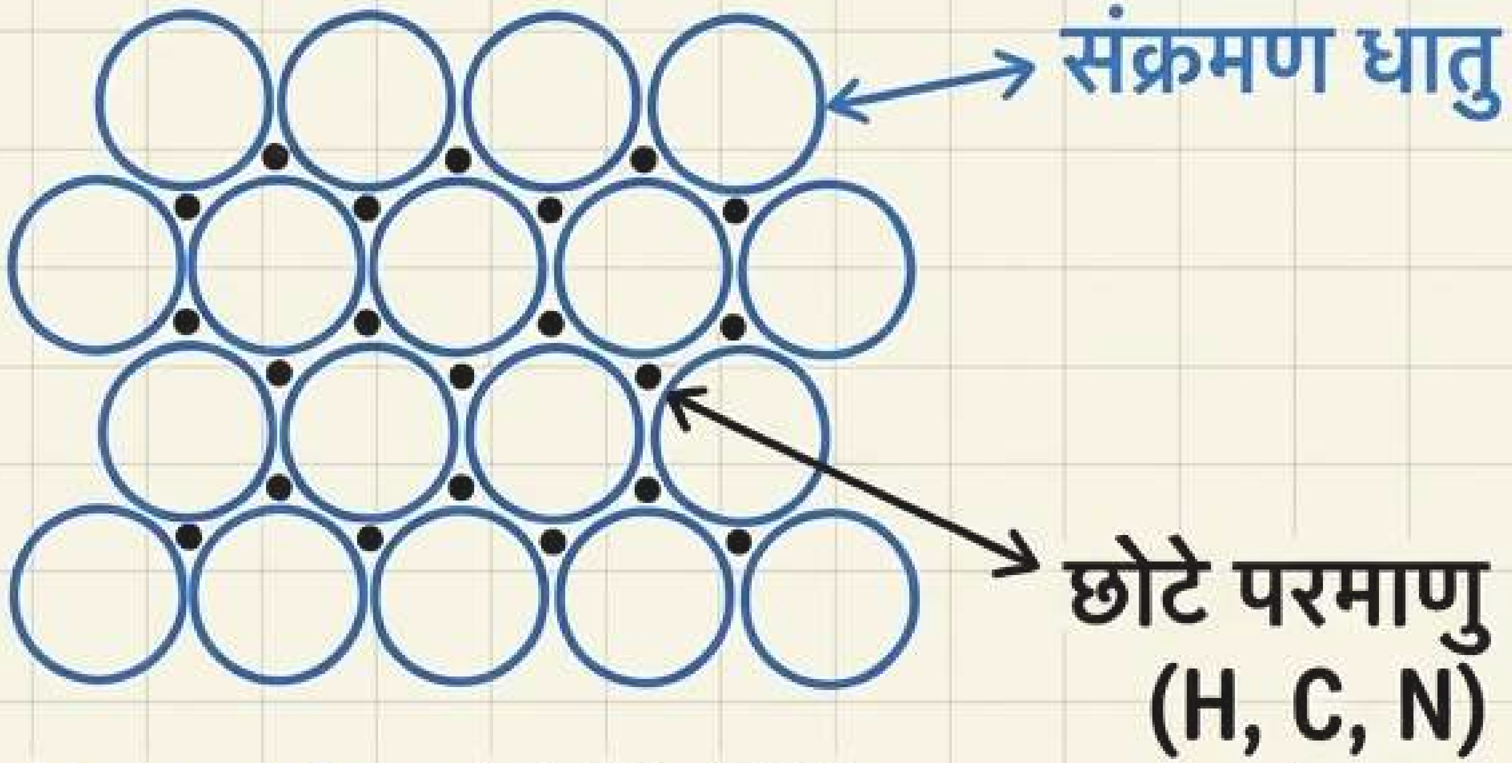
Fe^{2+} $(3d^6) \rightarrow (-1e^-) \rightarrow Fe^{3+}$ $(3d^5)$। Fe^{2+} स्थाई विन्यास d^5 बनाने के लिए e^- निकालता है, अतः यह अपचायक है।

Mn^{2+} $(4s^0\ 3d^5) \rightarrow$ यह पहले से ही d^5 स्थायी विन्यास में है, अतः यह अपचायक नहीं है।

अंतराकाशी यौगिक व मिश्रधातु

अंतराकाशी यौगिक

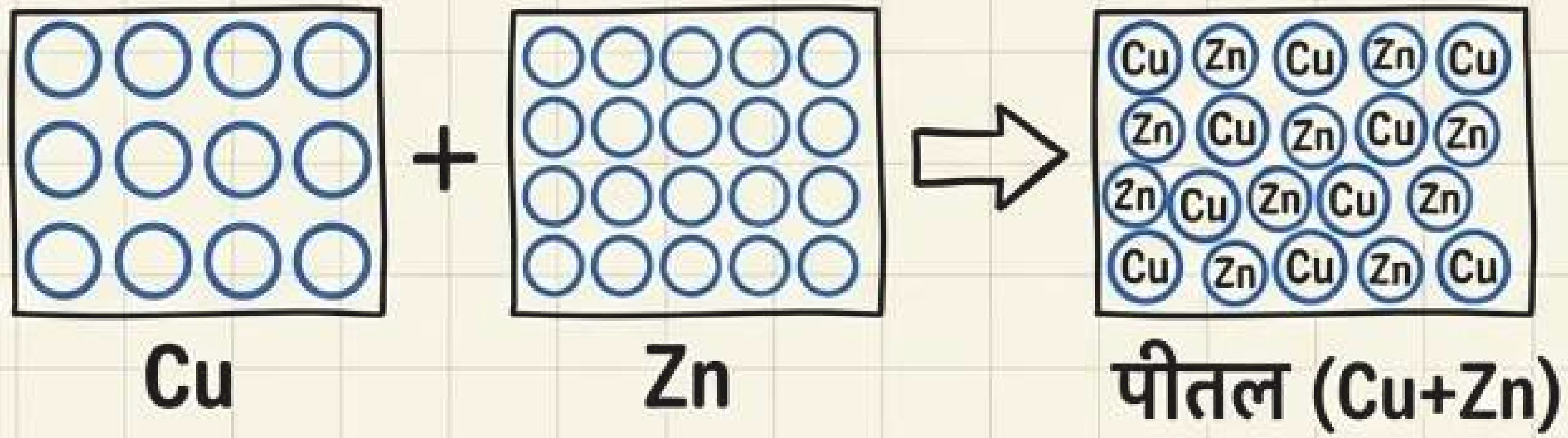
संक्रमण धातु के जालक (Lattice) में रिक्त स्थान में छोटे परमाणु (H, C, N) प्रवेश करके यौगिक बनाते हैं।



Examples: ZnH, TiH

मिश्रधातु

संक्रमण धातुएं मिश्रधातु बनाने की क्षमता रखते हैं क्योंकि इनके परमाणुओं के आकार लगभग एक समान होते हैं।



1. पीतल (Brass) = Cu + Zn
2. कांस्य (Bronze) = Cu + Sn
3. स्टेनलेस स्टील = Fe + Cr + Ni + C (अल्प मात्रा)
4. नाइक्रोम (Nichrome) = Fe + Cr + Ni (हीटर की स्प्रिंग)

$KMnO_4$ (पोटैशियम परमैंगनेट) बनाने की विधि व गुण

पाइरोल्युसाइट (MnO_2) —($KOH + O_2$)→ पोटैशियम मैंगनेट (K_2MnO_4) —(H_2SO_4)→ **पोटैशियम परमैंगनेट ($KMnO_4$)**

$2MnO_2 + 4KOH + O_2 \rightarrow 2K_2MnO_4 + 2H_2O$

$3K_2MnO_4 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2KMnO_4 + ...$

रासायनिक गुण

$KMnO_4$ तीनों माध्यम (अम्लीय, क्षारीय, उदासीन) में ऑक्सीकारक की तरह कार्य करता है।

अम्लीय माध्यम (Acidic Medium) में:

- Fe^{2+} को Fe^{3+} में: [$MnO_4^- + H^+ + Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + H_2O + Fe^{3+}$]
- I^- को I_2 में: [$MnO_4^- + I^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + I_2 + H_2O$]

उपयोग: जल के शुद्धिकरण में, आयनात्मक विश्लेषण में

$K_2Cr_2O_7$ (पोटैशियम डाइक्रोमेट) बनाने की विधि व गुण

क्रोमाइट अयस्क ($FeCr_2O_4$)

$$FeCr_2O_4 + Na_2CO_3 + O_2 \longrightarrow Na_2CrO_4 + Fe_2O_3 + CO_2$$

(सोडियम क्रोमेट)

$$2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$$

(सोडियम डाइक्रोमेट)

$$Na_2Cr_2O_7 + 2KCl \longrightarrow K_2Cr_2O_7 + 2NaCl$$

(पोटैशियम डाइक्रोमेट - नारंगी रंग)

रासायनिक गुण

केवल अम्लीय माध्यम (H^+) में ऑक्सीकारक की भांति कार्य करता है।

1. $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$: $Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} + H^+ \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{3+} + H_2O$
2. $I^- \longrightarrow I_2$: $Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+ \longrightarrow Cr^{3+} + I_2 + H_2O$
3. $S^{2-} \longrightarrow S$: $Cr_2O_7^{2-} + S^{2-} + H^+ \longrightarrow Cr^{3+} + S + H_2O$

f-block के तत्व (आंतरिक संक्रमण तत्व)

वे तत्व जिनके अंतिम इलेक्ट्रॉन f-उपकोश में उपस्थित होते हैं। इन्हें आंतरिक संक्रमण तत्व कहते हैं।

[$_{57}$La] ——— 4f श्रेणी (लैन्थेनाइड) ⟹ [$_{71}$Lu]

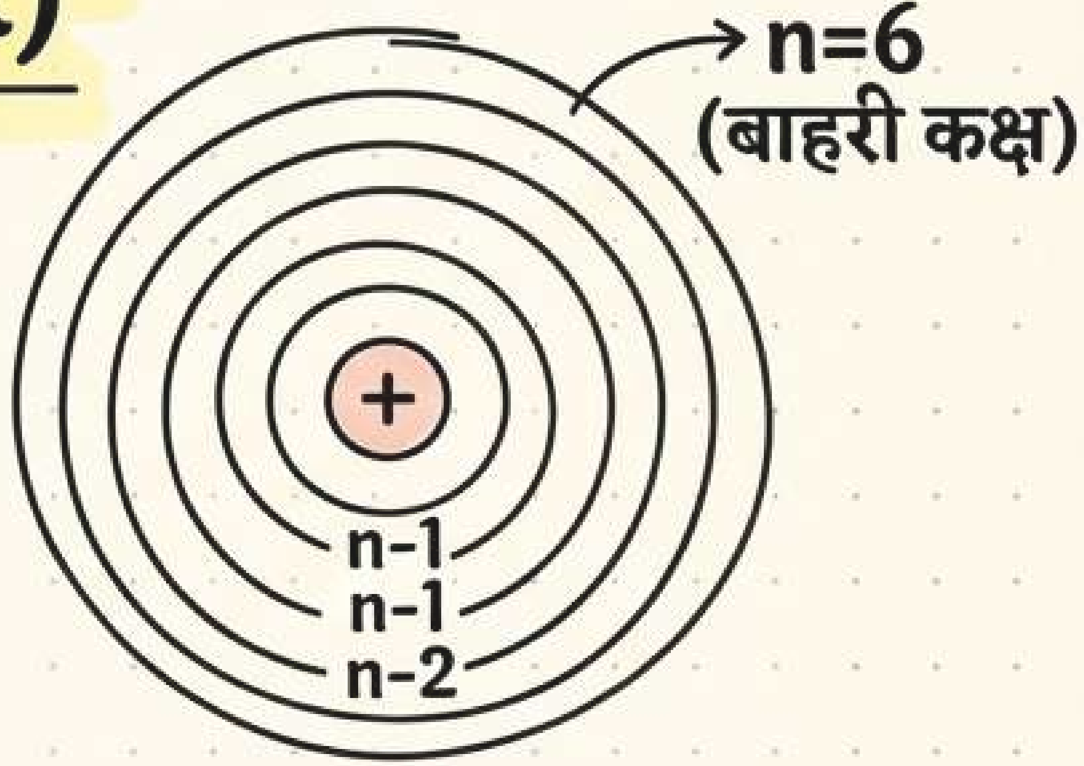
[$_{89}$Ac] ——— 5f श्रेणी (एक्टिनाइड) ⟹ [$_{103}$Lr]

समानताएं (Similarities)

लैन्थेनाइड (4f श्रेणी)	एक्टिनाइड (5f श्रेणी)
✓1. f-ब्लॉक के तत्व हैं (आंतरिक संक्रमण तत्व)।	1. f-ब्लॉक के तत्व हैं (आंतरिक संक्रमण तत्व)।
✓2. ये क्रियाशील कठोर ठोस धातुएं हैं।	2. ये क्रियाशील कठोर धातुएं हैं।
• 3. ये परिवर्ती ऑक्सीकरण संख्या प्रदर्शित करते हैं।	3. ये परिवर्ती ऑक्सीकरण प्रदर्शित करते हैं।

इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (f-block)

$$[X_n]\ (n-2)f^{1-14}\ (n-1)d^{0-1}\ ns^2$$



सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (लैन्थेनाइड - 4f)

- La (57) → [Xe] $4f^0\ 5d^1\ 6s^2$
- Ce (58) → [Xe] $4f^1\ 5d^1\ 6s^2$
- Gd (64) → [Xe] $4f^7\ 5d^1\ 6s^2$ अर्धपूर्ण स्थायी
- Lu (71) → [Xe] $4f^{14}\ 5d^1\ 6s^2$ पूर्ण स्थायी

आयनों का विन्यास

Ce^{4+} → [Xe] $4f^0\ 5d^0\ 6s^0$
स्थायी

Gd^{3+} → [Xe] $4f^7$
स्थायी

लैन्थेनाइड संकुचन (Lanthanide Contraction)

f^0, f^7, f^{14} विन्यास स्थायी होता है।

$Ce^{4+} \rightarrow f^0$ (स्थायी) ✓

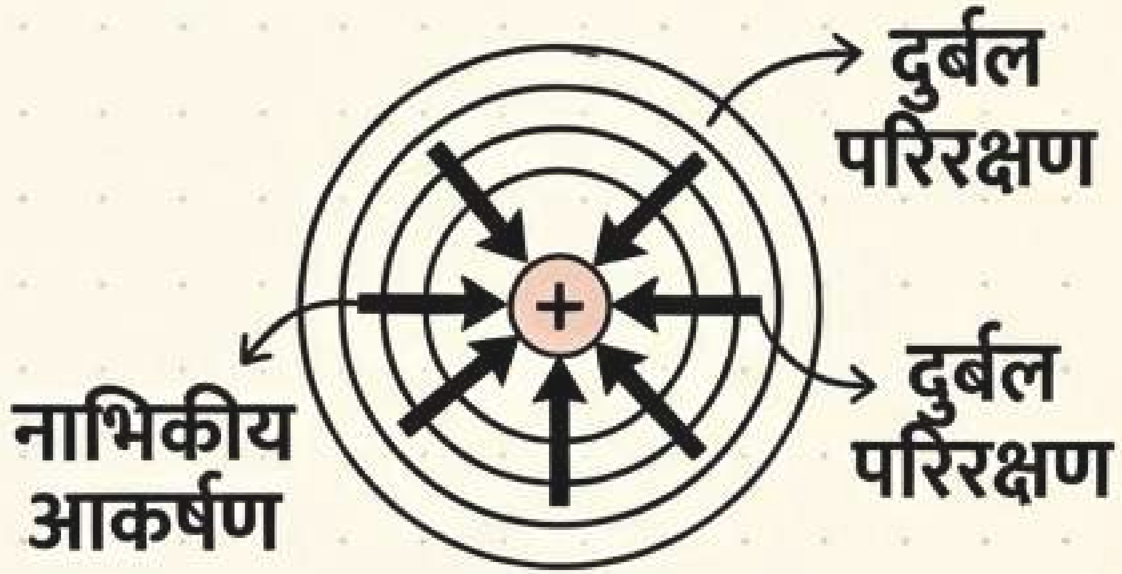
$Eu^{2+} \rightarrow 4f^7$ (स्थायी) ✓

परिभाषा

लैन्थेनाइड श्रेणी में बायें से दायें जाने पर परमाणु आकार धीरे-धीरे कम होता है, जिसे लैन्थेनाइड संकुचन कहते हैं।

कारण

f-कक्षकों का दुर्बल परिरक्षण प्रभाव (Poor shielding effect)।



$_{57}La \Longrightarrow {}_{71}Lu$

परमाणु का आकार घटता है

अनुप्रयोग

1. परमाणु आकार की जानकारी (Zr ≈ Hf समान आकार)
2. क्षारीय शक्ति का स्पष्टीकरण

लैन्थेनाइड	एक्टिनाइड
	एक्टिनाइड अधिक ऑक्सीकरण संख्या (+2 to +7) दर्शाते हैं, रेडियोएक्टिव होते हैं, और अधिक क्रियाशील होते हैं।

Vijaysir24

Important Questions - Part 1

Q1: एक संक्रमण तत्व बताइये।

→ टाइटेनियम (Ti)

Q2: एक्टिनाइड श्रेणी का तत्व है?

→ थोरियम (Th)

Q3: ल्यूटेशियम (Lu) है?

→ एक लैन्थेनाइड

Q4: $KMnO_4$ में Mn की ऑक्सीकरण संख्या?

$$1 + x + 4(-2) = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{x = +7}$$

Q5: किसमें अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या अधिक है? Fe^{3+} या Fe?

$Fe^{3+}(3d^5)$ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → n=5

Fe $(3d^6)$ | ↑↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | → n=4

Answer: Fe^{3+}

Q6: Cu^{2+} (Z=29) आयन में अयुग्मित e^- की संख्या?

$Cu \longrightarrow 4s^1\ 3d^{10}$

$Cu^{2+} \longrightarrow 3d^9$

| ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ |

↓

अयुग्मित e^- (n=1)

Important Questions - Part 2

Q7: क्रोमाइट अयस्क का रासायनिक सूत्र है?

→ $FeCr_2O_4$

Q8: मुद्रा धातु (Coinage metals) किसे कहा जाता है?

→ Fe, Co, Ni

Q9: लैन्थेनाइड क्या कहलाते हैं?

→ f-ब्लॉक के तत्व (आंतरिक संक्रमण तत्व)

Q10/Q11: Cu^{2+} का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास क्या है?

→ $[Ar]\ 3d^9$। यह अनुचुम्बकीय (Paramagnetic) है।

Q12: निम्न में से कौन प्रथम संक्रमण श्रेणी का सदस्य है? (Ni, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn)

Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn → Note: Zn संक्रमण धातु नहीं है

Q13: निम्न में से किसकी अधिकतम ऑक्सीकरण अवस्था पाई जाती है?

→ Mn(25), +7

Subject Complete ✓