अध्याय - 5

तत्वों का आवर्त वर्गीकरण

- हमारे आस-पास के पदार्थ तत्व, मिश्रण एवं यौगिक के रूप में उपस्थित रहते हैं।
- **तत्व**—ऐसे पदार्थ जो एक ही प्रकार के अणुओं से मिलकर बने हैं, तत्व कहलाते हैं। उदाहरण— सोडियम, सोना, मैग्नीशियम।
- अभी तक 118 तत्व ज्ञात हैं।

वर्गीकरण की आवश्यकता क्यों

- तत्व को सुव्यवस्थित ढंग से पढ़ने के लिए तथा उनके अध्ययन को आसान बनाने हेतु उनको वर्गीकृत किया गया।
- **डॉबेराइनर के त्रिक**—जब तत्वों को उनके बढ़ते हुए परमाणु भार के अनुसार क्रमवार लगाया जाए तो तीन तत्वों के समूह प्राप्त होते हैं जिन्हें त्रिक कहा गया। त्रिक के मध्य तत्व का परमाणु भार अन्य दो तत्वों के परमाणु भार का माध्य होता है।

उदाहरण—

तत्व	परमाणु भार
कैल्शियम Ca	40.1
स्ट्रांशियम Sr	87.6
बेरियम Ba	137.3

सीमाएँ—उस समय तक ज्ञात तत्वों में केवल तीन त्रिक ही ज्ञात कर सके थे।

डॉबेराइनर त्रिक

Li	Ca	Cl
Na	Sr	Br
K	Ba	I

न्यूलैंड्स का अष्टक सिद्धान्त—न्यूलैंड्स ने तत्वों को बढ़ते परमाणु भार के क्रम में व्यवस्थित किया तो पाया कि प्रत्येक आँठवें तत्व के गुण पहले तत्व के समान थे।

- इसकी तुलना संगीत के अष्टक से की गई तथा इसीलिए इसे अष्टक का सिद्धान्त कहा गया।
- **उदाहरण**—लिथियम एवं सोडियम धातु के गुण समान हैं।

सीमायें—(1) यह नियम केवल कैल्शियम धातु (हल्के तत्वों तक) लागू होता है

(2) नए तत्वों के गुण इस सारणी से मेल नहीं खाते थे।

(3) सारणी में तत्वों को समंजित करने के लिए न केवल दो तत्वों को एक साथ रख दिया बल्कि असमान तत्वों जिनके गुणों में कोई समानता नहीं थी, एक स्थान में रख दिया।

Sa सा	Re रे	ga गा	ma मा	pa पा	da धा	ni नि
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
Co and Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
Br	Rb	Sr	Ce and La	Zr	-	-

मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी

- तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुण इनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्त फलन हैं।
- मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी तत्वों के रासायनिक गुणधर्मों पर आधारित है।
- इसमें आठ ऊर्ध्वाधर स्तम्भ हैं जिन्हें समूह कहते हैं तथा 7 क्षैतिज पक्तियाँ हैं जिन्हें आवर्त कहते हैं।

मेण्डेलीफ की आवर्त सारणी की उपलब्धियाँ

(1) अज्ञात तत्वों के लिए रिक्त स्थान छोड़े गये; जैसे—स्कैडियम (Sc), गैलियम (Ga) तथा जर्मेनियम (Ge)

(2) समान गुणधर्म वाले तत्वों को एक साथ स्थान मिल गया।

(3) पिछली व्यवस्था को छेड़े बिना ही, अक्रिय गैसों का पता लगने पर इन्हें अलग समूह में रखा जा सकता था।

सीमाएँ—(1) समस्थानिकों की स्थिति स्पष्ट नहीं की।

(2) हाइड्रोजन का स्थान निश्चित न होना।

(3) कुछ तत्वों का परमाणु द्रव्यमानों के अनुसार अनुचित क्रम।

सारणी 5.4 मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी

Group	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ऑक्साइड	R_2O	RO	R_2O_3	RO_3	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
हाइड्राइड	RH	RH_2	RH_4	RH_4	RH_3	RH_2	RH	
आवर्त	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	संक्रमण श्रेणी
x								series
1	H 1.008							
2	Li 6.939	Be 9.012	B 10.81	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	
3	Na 22.99	Mg 24.31	Al 29.98	St 28.09	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	
4 प्रथम श्रेणी	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Ce Ni
द्वितीय श्रेणी	39.102	40.08	44.96	47.90	50.94	50.20	54.94	55.85 58.93 58.71
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	
	63.54	65.37	69.72	72.59	74.92	78.96	79.909	
5 प्रथम श्रेणी	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru Rh Pd
द्वितीय श्रेणी	85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	99	101.07 102.91 106.4
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
	107.87	112.40	114.82	118.69	121.75	127.60	126.90	
6 प्रथम श्रेणी	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W		Os Ir Pt
द्वितीय श्रेणी	132.90	137.34	138.91	178.49	180.95	183.85		190.2 192.2 195.09
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			
	196.97	200.59	204.37	207.19	208.98			

आधुनिक आवर्त सारणी

- तत्व के परमाणु द्रव्यमान की तुलना में उसका परमाणु संख्या अधिक आधारभूत गुणधर्म है।
- **आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार**—"तत्वों के गुणधर्म उसकी परमाणु संख्या का आवर्त फलन होते हैं।"

मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी के दोष आधुनिक

आवर्त सारणी द्वारा दूर हो गए—(1) समस्थानिकों की स्थिति स्पष्ट की गई। (समान परमाणु संख्या वाले तत्व एक स्थान पर समान समूह में रखा गया।)

(2) कोबाल्ट जिसकी परमाणु संख्या 27 है वह निकल (परमाणु संख्या 28) से पहले आएगा।

(3) परमाणु संख्या सदैव पूर्ण संख्या होती है, अतः हाइड्रोजन व हीलियम के बीच में कोई तत्व नहीं आएगा।

परमाणु संख्या—परमाणु संख्या को 'Z' से निरूपित किया जाता है। परमाणु संख्या अणु के केन्द्र में पाए जाने वाले प्रोटॉन की संख्या के बराबर होते हैं।

- आधुनिक आवृत सारणी में 18 ऊर्ध्व स्तंभ हैं जिन्हें 'समूह' कहा जाता है तथा 7 क्षैतिज पंक्तियाँ है जिन्हें आवर्त कहा जाता है
- किसी भी आवर्त में पाए जाने सभी तत्वों में कोशों की संख्या समान होती है।

उदाहरण—Li (2, 1), Be (2, 2); B-(2, 3); C (2, 4), N(2, 5) इन सभी तत्वों में कोशों की संख्या समान है।

- एक समूह के सभी तत्वों में संयोजी इलेक्ट्रानों की संख्या समान होती है।

  उदाहरण — समूह 1 → H – 1

  Li – 2, 1

  N – 2, 8, 1, K – 2, 8, 8, 1

- सभी तत्वों में संयोजी इलेक्ट्रानों की संख्या (1) समान है।
- समूह में नीचे जाने पर कोशों की संख्या बढ़ती जाती है।
- किसी विशेष आवर्त में पाए जाने वाले तत्वों की संख्या इस बात पर निर्भर करती है कि किस प्रकार इलेक्ट्रान विभिन्न कोशों में भरे जाते हैं।
- विभिन्न कोशों में भरे जाने वाले इलेक्ट्रानों की संख्या के आधार पर आवर्त में तत्वों की संख्या बता सकते हैं।
- किसी कोश में इलैक्ट्रानों की अधिकतम संख्या सूत्र $2n^2$ द्वारा निरूपित की जाती है जहाँ n दिए गए कोश की संख्या को दर्शाता है।

  उदाहरण—

  K कोश ($n = 1$) → $2 \times (1)^2 = 2$ तत्व प्रथम आवर्त में दो तत्व हैं।

  L कोश ($n = 2$) → $2 \times (2)^2 = 8$ तत्व प्रथम आवर्त में दो तत्व हैं।

- आवर्त सारणी में तत्वों की स्थिति उनकी रासायनिक क्रियाशीलता को बताती है।
- संयोजकता इलेक्ट्रानों द्वारा, तत्व द्वारा निर्मित आबंध का प्रारूप तथा संख्या निर्धारित होती है।

आधुनिक आवर्त सारणी की प्रवृति

(1) संयोजकता—परमाणु के सबसे बाहरी कोश में उपस्थित इलैक्ट्रानों की संख्या संयोजकता कहलाती है। समूह में ऊपर से नीचे जाने पर संयोजकता समान रहती है परन्तु आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर पहले 1 से 4 तक बढ़ती है उसके बाद घटकर 0 हो जाती है।

तीसरा आवर्त	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
संयोजकता	1	2	3	4	3	2	1	0

- **परमाणु साइज**—परमाणु साइज से परमाणु की त्रिज्या का पता चलता है। एक परमाणु के केन्द्र से बाह्यत्तम कोश की दूरी ही परमाणु साइज है।
- आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर परमाणु साइज या त्रिज्या घटती है क्योंकि नाभिकीय आवेश में क्रमिक वृद्धि होती है।

IIIrd आवर्त	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
त्रिज्या (pm)	186	160	143	118	110	104	99

- समूह में ऊपर से नीचे आने पर परमाणु त्रिज्या बढ़ती है क्योंकि नए कोशों की संख्या बढ़ती है जिससे कि नाभिक और बाह्तम कोश की दूरी बढ़ती जाती है।

	समूह I	परमाणु त्रिज्या (pm)
Li	152	
Na	186	
K	231	
Rb	244	
CS	270	

धात्विक गुण—धात्विक गुण का अर्थ है किसी तत्व के परमाणु द्वारा इलेक्ट्रान त्यागने की क्षमता।

- धातुएँ आवर्त सारणी में बाएँ तरफ हैं।
- आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर धात्विक गुण कम हो जाता है क्योंकि इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आवेश बढ़ता है, इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति घट जाती है।
- धातु इलेक्ट्रॉन खोते हैं और धनात्मक आयन बनाते हैं। अत: धातु वैद्युत धनात्मक तत्व कहलाते हैं।
- समूह में ऊपर से नीचे आने पर धात्विक गुण बढ़ता है। क्योंकि संयोजकता इलेक्ट्रॉनों पर नाभिकीय आवेश घटता है तथा बाहरी इलेक्ट्रॉन सुगमतापूर्वक निकल जाते हैं।

अधात्विक गुणधर्म

- अधातुएँ वैद्युत ऋणात्मक होती हैं। वे इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण करती हैं।
- अधातुएँ, आवर्त सारणी में दाएँ ओर पाई जाती हैं।
- आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर अधात्विक गुण बढ़ता है क्योंकि प्रभावी नाभिकीय आवेश बढ़ने के कारण इलेक्ट्रान ग्रहण करने की प्रवृत्ति बढ़ जाती है।
- समूह में ऊपर से नीचे आने पर अधात्विक गुण कम होता जाता है क्योंकि प्रभावी नाभिकीय आवेश कम हो जाता है जिससे इलेक्ट्रॉन अपनाने की क्षमता कम हो जाती है।
- आवर्त सारणी के मध्य में उपधातु या अर्द्धधातुएँ पाई जाती हैं। ये कुछ गुण धातुओं के तथा कुछ गुण अधातुओं के दर्शाते हैं।
- धातु आक्साइड क्षारीय प्रकृति के होते हैं जबकि अधातु आक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं।

क्र. सं.	गुण	आवर्त में परिवर्तन	कारण	समूह में परिवर्तन	कारण
1.	परमाणु साइज	कम होता है	प्रभावी नाभिकीय आवेश बढ़ जाता है जिससे नाभिक एवं इलेक्ट्रान के बीच परस्पर आकर्षण बढ़ता है फलस्वरूप इलेक्ट्रान व नाभिक के मध्य दूरी घटती है	बढ़ता है	नए कोशों के जुड़ने के कारण, बाहरी कोश तथा नाभिक के बीच की दूरी बढ़ती जाती है।
2.	धात्विक गुण	कम होता जाता है	प्रभावी नाभिकीय आवेश बढ़ने के कारण संयोजन इलेक्ट्रान त्यागने की प्रवृति घट जाती है।	बढ़ता जाता है	प्रभावी नाभिकीय आवेश कम हो जाता है तथा संयोजी इलेक्ट्रान त्यागने की क्षमता बढ़ जाती है।
3.	अधात्विक गुण	बढ़ता जाता है	प्रभावी नाभिकीय आवेश बढ़ने के के कारण इलेक्ट्रान ग्रहण करने की प्रवृति बढ़ जाती है।	कम हो जाता है	प्रभावी नाभिकीय आवेश कम होने के कारण इलेक्ट्रान अपनाने की क्षमता कम हो जाती है।

प्रश्नावली

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न (1 अंक)

1. ऐसे तीन तत्वों के नाम लिखो जो डॉबेराइनर के त्रिक दर्शाते हों।
2. न्यूलैंड्स के अष्टक नियम की दो सीमायें लिखो।
3. तत्वों को वर्गीकरण करने की आवश्यकता क्यों थी?
4. मेन्डेलीफ ने तत्वों को आवर्त्त सारणी में वर्गीकृत करने के लिए किन दो आवश्यक गुणों को ध्यान में रखा?
5. संयोजकता से आप क्या समझते हो।
6. आज तक कितने तत्वों की खोज हो चुकी है।
7. आधुनिक आवर्त नियम बताइए।
8. 2, 8, 3 इलैक्ट्रॉनिक विन्यास वाले तत्व का नाम लिखें। इस तत्व की संयोजकता क्या होगी?
9. आधुनिक आवर्त सारणी में कितने समूह तथा कितने आवर्त हैं।
10. एक ही आवर्त के सभी तत्वों के गुण भिन्न क्यों होते हैं?

लघु उत्तरीय प्रश्न (2 अंक)

1. समूह में किसी तत्व के इलेक्ट्रॉन खोने की प्रवृत्ति किस प्रकार बदल जाती है और क्यों?
2. He, Ne और Ar अक्रियाशील गैसें क्यों हैं?
3. मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी की किन्हीं दो कमियों को लिखें।
4. आवर्त सारणी में हाइड्रोजन की निर्धारित स्थिति को असमान्य क्यों माना जाता है?
5. किसी तत्व के धात्विक अभिलक्षण से आप क्या समझते हैं? समूह में नीचे की ओर आने पर यह कैसे बदलता है? कारण बताइए।
6. धात्विक ऑक्साइड क्षारीय प्रवृत्ति के होते हैं जबकि अधात्विक ऑक्साइड अम्लीय प्रवृत्ति के होते हैं। स्पष्ट कीजिए।
7. समूह में नीचे की ओर आने पर और आवर्त्त में बाएँ से दाएँ जाने पर परमाणु साइज की प्रवृत्ति किस प्रकार परिवर्तित होती है? इस परिवर्तन का कारण लिखिए।

लघु उत्तरीय प्रश्न (3 अंक)

1. चार तत्व P, Q, R, S का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास क्रमशः 12, 13, 14, व 15 है। बताइए
   (i) तत्व Q की संयोजकता क्या होगी?
   (ii) इन तत्वों में से कौन सी धातु व अधातु है?
   (iii) इनमें कौन-सा तत्व क्षारीय ऑक्साइड होगा?
2. (a) किसी तत्व के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के द्वारा उसकी संयोजकता कैसे ज्ञात की जा सकती है ?
3. नीचे दिए गए तत्वों के परमाणु साइज का अध्ययन करें तथा उन्हें बढ़ते क्रम में व्यवसिथत करें

   (i)

Na	Li	Rb	Cs	K
186	152	246	262	231

   (ii) ऐसे तत्वों का नाम बताइए जिनका परमाणु साइज सबसे छोटा तथा सबसे बड़ा है।
   (iii) समूह में नीचे जाने पर परमाणु साइज पर क्या प्रभाव पड़ता है?
4. उपधातु या अर्द्धधातु किन्हें कहते हैं। उदाहरण सहित बताइए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (5 अंक)

1. मेन्डलीफ आवर्त सारणी और आधुनिक आवर्त सारणी में कोई 5 अन्तर लिखें।
2. एक तत्व A का परमाणु क्रमांक 16 है, बताइए—
   (i) तत्व का नाम
   (ii) भौतिक अवस्था
   (iii) हाइड्रोजन के साथ बने यौगिक
   (iv) धातु या अधातु
   (v) ऑक्साइड के सूत्र व प्रकृति

मूल्य आधारित प्रश्न

रिया और रीना दसवीं कक्षा की छात्राएँ हैं। रिया एक समझदार और व्यवस्थित लड़की है जबकि रीना एक गैर जिम्मेदार लड़की है। उसे जिन्दगी की कठिनाइयों को सुलझाने में बहुत मुश्किलों का सामना करना पड़ता है

1. आपके विचार से दैनिक जीवन में व्यवस्थित रहने के क्या लाभ हैं?
2. उपरोक्त कथन को पाठ-तत्वों के आवर्ती वर्गीकरण से किस प्रकार संबंधित कर सकते हैं? तत्वों के वर्गीकरण ने उनके अध्ययन में कैसे सहायता की है?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्नों के हल

तत्वों का आवर्त वर्गीकरण

उत्तर 1.

	मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी		आधुनिक आवर्त सारणी
(i)	तत्वों को बढ़ते हुए परमाणु द्रव्यमान के क्रम में सजाया गया है।	(1)	तत्वों की बढ़ते हुए परमाणु संख्या के क्रम में रखा गया है।
(ii)	8 समूह हैं।	(2)	18 समूह हैं।
(iii)	I से VII समूह उपसमूहों में बँटे हैं।	(3)	इसमें उपसमूह नहीं है।

उत्तर 2. तत्व A (16) = 2, 8, 6

(i) सल्फर (S)

(ii) ठोस अवस्था

(iii) H_2S

(iv) अधातु

(v) प्रकृत्ति अम्लीय है; ऑक्साइड – SO_2