

तत्वों का आवर्तीय वर्गीकरण

7

CHAPTER

CONTENTS

- परिचय
- वर्गीकरण के प्रारम्भिक प्रयास
- मेण्डलिव का आवर्त नियम व आवर्त सारणी
- आधुनिक आवर्त सारणी

➤ परिचय

आज तक 115 तत्व खोजे जा चुके हैं तथा कई की खोजे जारी हैं तथा कई भविष्य के लिए ज्ञात हो सकते हैं। इनमें भिन्न प्रकार के परमाणुओं की उपस्थिति के कारण सभी तत्वों के गुण भिन्न होते हैं। तत्व, क्रिया करके लाखों यौगिक बनाते हैं।

◆ प्रमुख तथ्य तथा अवधारणाएँ :

1. **वर्गीकरण की आवश्यकता :** प्रत्येक तत्व का व्यक्तिगत रूप से अध्ययन करना कठिन है तथा इनके गुण व उपयोग को जानना सरल नहीं है अतः इन्हें इनके समान गुणों के आधार पर वर्गों में वर्गीकृत किया गया।
2. **वर्गीकरण :** वर्गीकरण से तात्पर्य तत्वों को समान गुणों के आधार पर तत्वों के वर्गों से है। उदाहरण के लिए आप सभी कक्षा 10 में हो क्योंकि आप कक्षा 9 पास कर चुके हैं। तथा आप सभी का आयु-वर्ग 13-15 वर्ष है।

3. **वर्गीकरण का आधार :** वर्गीकरण को गुणों में समानताओं के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है ताकि इनका नियमबद्ध अध्ययन किया जा सके।

➤ वर्गीकरण के प्रारम्भिक प्रयास

◆ लेवोसियर वर्गीकरण :

लेवोसियर ने तत्वों को धातु तथा अधातु में वर्गीकृत किया। यह वर्गीकरण कुछ निश्चित भौतिक गुणों जैसे कठोरता, आघातवर्धनीयता तथा चमक। इन गुणों के आधार पर, सोडियम तथा लेड धातुओं के वर्ग में एक साथ रखा गया है।

कमियाँ :

- (1) कठोरता, आघातवर्धनीयता तथा चमक। ये केवल सोडियम तथा लेड के सामान्य गुण हैं अन्यथा दोनों तत्व पूर्ण रूप से भिन्न थे।
- (2) इस प्रकार के वर्गीकरण में धातु तथा अधातु युक्त गुणों के तत्वों का कोई स्थान नहीं मिला।

अतः लेवोसियर का वर्गीकरण पर्याप्त नहीं (inadequate) पाया गया।

◆ डोबेरिनर का वर्गीकरण :

त्रिक नियम : 1817 में, जर्मन रसायनज्ञ जोहन डोबेरिनर ने तत्वों को समान रासायनिक गुणों युक्त तीन वर्गों में वर्गीकृत किया। इन वर्गों को त्रिक कहते हैं। इन्होंने एक नियम प्रतिपादित किया जिसे डोबेरिनर का त्रिक नियम कहते हैं। इस नियम के अनुसार जब तत्वों को त्रिक में परमाणु द्रव्यमान के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित किया जाता है। मध्य तत्व का परमाणु द्रव्यमान, अन्य दो तत्वों के परमाण्वीय द्रव्यमान के समान्तर माध्य के लगभग बराबर पाया जाता है।

समूह I		समूह II		समूह-III	
तत्व	परमाणु द्रव्यमान	तत्व	परमाणु द्रव्यमान	तत्व	परमाणु द्रव्यमान
कैल्शियम	40	लिथियम	7	क्लोरीन	35.5
स्ट्रोंशियम	87.5	सोडियम	23	ब्रोमीन	80
बेरियम	137	पोटेशियम	39	आयोडीन	127
कैल्शियम तथा बेरियम के परमाणु द्रव्यमानों का माध्य $= \frac{40 + 137}{2} = 88.5$		लिथियम तथा पोटेशियम के परमाणु द्रव्यमानों का माध्य $= \frac{7 + 39}{2} = 23$		क्लोरीन तथा आयोडीन के परमाणु द्रव्यमानों का माध्य $= \frac{35.5 + 127}{2} = 81.2$	
स्ट्रोंशियम का परमाणु द्रव्यमान = 87.5		सोडियम का परमाणु द्रव्यमान = 23		ब्रोमीन का परमाणु द्रव्यमान = 80	

त्रिक में तत्वों का वर्गीकरण मध्य तत्व के गुण तथा परमाणु द्रव्यमान ज्ञात करने में बहुत सफल रहा बाद में,

संगीतीय अष्टक तथा तत्वों का न्यूलैण्ड वर्गीकरण							
भारतीय :	सा	रे	गा	मा	पा	धा	नी
अष्टक	सा						
पाश्चात्य :	डो	रे	मी	फा	से	ला	टी
	डो						
परमाणु द्रव्यमानों के साथ तत्वों का न्यूलैण्ड वर्गीकरण	H	Li	Be	B	C	N	O
	1.0	7.0	9.0	11.0	12.0	14.0	16.0
	F	Na	Mg	Al	Si	P	S
	19.0	23.0	24.0	27.0	28.0	31.0	32.0
	Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe
	35.5	39.0	40.0	52.0	48.0	55.0	56.0
	Co तथा Ni	Cu	Zn	Y	In	As	Se
	58.93 तथा 58.71	63.54	65.37	88.90	114.82	74.92	78.96
	Br	Rb	Sr	Ce तथा La	Zr	—	—
	79.90	85.47	87.62	140.12 तथा 138.91	91.22		

लीथियम (Li) से प्रारम्भ होकर आठवां तत्व सोडियम (Na) होता है। सोडियम के प्रारम्भ से आठवां तत्व पोटेशियम है तथा लिथियम सोडियम तथा पोटेशियम

यह वर्गीकरण केवल कुछ तत्वों के गुणों तथा उनके परमाणु द्रव्यमानों के मध्य सम्बन्ध तक ही स्थिर रहा।

यह तत्वों के वर्गीकरण के नये (future) प्रयासों के लिए मील का पत्थर साबित हुआ।

कमी (Drawback): सभी तत्व, त्रिक में समूह नहीं बना सके।

◆ न्यूलैण्ड का वर्गीकरण :

1864 में, जोहन न्यूलैण्ड व इंग्लिश रसायन ने दर्शाया कि जब तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमान के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित किया जाता है दिया गया प्रारम्भिक तत्व, प्रथम के समान पुनरावृत्ति करता है। संगीत के अष्टक में आठवें नोट के समान,

सा रे गा मा पा धा नी सा,

इसमें पहला तथा आठवाँ नोट समान है।

न्यूलैण्ड के वर्गीकरण के एक भाग को नीचे दिया गया है जहाँ प्रतीकों के नीचे की राशि परमाणु द्रव्यमान को दर्शाती है।

गुण समान है। बेरिलियम मैग्नेशियम तथा कैल्शियम के गुण भी समान हैं।

कमियाँ या दोष :

- (i) यह नियम हल्के तत्वों के लिए अच्छा साबित हुआ परन्तु भारी तत्वों (उच्च परमाणु द्रव्यमान वाले तत्व), के लिए इसे प्रयुक्त नहीं किया जा सका।

क्योंकि कैल्शियम से प्रारम्भ करने पर प्रत्येक आठवें तत्व से प्रथम के गुण से भिन्न पाये गये।

- (ii) न्यूलैण्ड ने भारी शब्दों में कहा कि केवल 56 तत्व प्रकृति में अस्तित्व रखते हैं। तथा भविष्य में खोज जाने वाला कोई तत्व नहीं है। परन्तु कई नये तत्वों की खोज होने के साथ बाद में यह अवधारणा गलत साबित हुई।

- (iii) टेबल के रूप में तत्वों को व्यवस्थित करने पर, न्यूलैण्ड ने दो तत्वों को समान स्थान पर तथा समान स्तम्भ में रखा। यही नहीं बल्कि इन्होंने दो भिन्न तत्वों को समान स्तम्भ में रखा। उदाहरण के लिए कोबाल्ट तथा निकिल को फ्लोरीन (F), क्लोरीन (Cl) तथा ब्रोमीन (Br), (सा/डो के अंतर्गत) के स्तम्भ में रखा गया। हम जानते हैं कि कोबाल्ट तथा निकिल के गुण, क्लोरीन तथा ब्रोमीन से पूर्णतया भिन्न हैं यह भी ज्ञात है कि कोबाल्ट तथा निकिल के गुण आयरन के समान होते हैं। परन्तु आयरन (Fe) को कोबाल्ट तथा निकिल के स्तम्भ से भिन्न (नी/टी के अंतर्गत) स्तम्भ में रखा गया।

फिर भी, इस नियम ने तत्वों के गुणों के विचार को सहारा दिया जो परमाणु द्रव्यमान पर निर्भर है। इसने यह भी बताया कि तत्वों के गुण कुछ निश्चित अन्तराल के पश्चात् (repeat) दोहराये जाते हैं। अर्थात् तत्वों के गुणों की प्रवृत्ति आवर्ती होती है।

➤ मेण्डीलिव का आवर्त नियम तथा आवर्त सारणी

जब तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणों पर नियमबद्ध अध्ययन किया गया। डमित्री इन्वेनोविय मेण्डीलिव ने देखा कि तत्व के गुण, परमाणु द्रव्यमान के साथ नियमित रूप से परिवर्तनीय होते हैं। मेण्डीलिव ने 63 तत्वों को व्यवस्थित किया तब गुणों में समानता के आधार पर टेबल बनायी गई। यह पाया गया कि अधिकांश तत्व, इनके परमाणु द्रव्यमानों के बढ़ते क्रम में स्थानों को भरते हैं। 1869 में, मेण्डीलिव ने नियम दिया जो आवर्ती नियम के रूप से ज्ञात है। इस नियम के अनुसार "तत्वों के रासायनिक गुण, इनके परमाणु द्रव्यमानों के आवर्ती फलन होते हैं" इसका अर्थ है, यदि तत्वों को बढ़ते हुए परमाणु द्रव्यमानों के क्रम में व्यवस्थित किया जाये तो नियमित अन्तराल पर समान गुणों की पुनरावृत्ति होती है।

आवर्ती नियम के आधार पर, मेण्डीलिव ने अपने वर्गीकरण टेबल (सारणी का) रूप दिया इस आवर्त सारणी का सरलतम रूप नीचे दिया गया है। इस टेबल में, कॉपर, सिल्वर तथा गोल्ड वर्ग-I तथा वर्ग-VIII के रूप में भिन्न स्थानों पर पाये जाते हैं।

Groups → Periods ↓	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	H 1										
2	Li 7	Be 9.4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19				
3	Na 23	Mg 24	Al 27.3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5				
4	K 39	Ca 40	?	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fr 56	Co 59	Ni 59	Cu 63
5	Cu 63	Zn 65	?	?	As 75	Se 78	Br 80				
6	Rb 85	Sr 87	Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	?	Ru 104	Rh 104	Pd 106	Ag 108
7	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I				

	108	112	113	118	122	125	127	
8	Cs 133	Ba 137	Di 138	Ce 140	?	?	?	?
9	?	?	?	?	?	?	?	
10	?	?	Er 178	La 180	Ta 182	W 184	?	Os 195 Ir 197 Pt 198 Au 199
11	Au 199	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	?	?	
12	?	?	?	Th 231	?	U 240		

इस सारणी में उर्ध्वाधर स्तम्भ जिन्हें कहा जाता है तथा क्षैतिज पंक्तियाँ जिन्हें आवर्त कहा जाता है, होती हैं। इस टेबल में केवल 8 समूह होते हैं।

मेण्डेलिव ने कुछ अभी तक नहीं खोजे गये तत्वों के लिए रिक्त स्थान छोड़े। नोबल गैसों की खोज नहीं हुई अतः इन्होंने आवर्त में इनकी लिए कोई स्थान नहीं दिया। मेण्डेलिव का यह विचार सोचनीय था क्योंकि उसने मूलभूत परमाण्वीय गुण (परमाणु द्रव्यमान) को वर्गीकरण का आधार माना था। तत्वों के वर्गीकरण ने दो प्रमुख कारकों पर जोर दिया गया।

1. समान तत्वों का एक साथ रखना
2. तत्वों को बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्थित करना।

◆ मेण्डेलिव की आवर्त सारणी का संशोधित रूप :

तत्व जो अभी खोजे नहीं गये थे इनके लिए मेण्डेलिव ने रिक्त स्थान छोड़े। इनमें से कुछ स्कैन्डियम (Sc), गैलियम (Ga) तथा जर्मेनियम (Ge) हैं। ये तत्व, सारणी में इनके उचित स्थानों पर समायोजित हो गये। तत्व (He), निऑन (Ne), आर्गन (Ar), क्रिप्टोन (Kr), जिन्नॉन (Xe) तथा रेडोन (Rn), उन्नीसवीं सदी के अन्त में सामने आ पाये। इन तत्वों को नोबल गैसें कहा गया जिन्हें सारणी में पृथक समूह में रखा गया, जिसे शून्य समूह कहते हैं। तब आवर्तसारणी संशोधित हो चुकी थी। सारणी के संशोधित रूप को नीचे दिखाया गया है।

वर्ग →	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	0
आवर्त ↓	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
1	H															He
2	Li		Be			B		C		N		O		F		Ne
3	Na		Mg			Al		Si		P		S		Cl		Ar
4	K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe Co Ni	Kr
		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		
5	Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru Rh Pd	Xe
		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		
6	Cs		Ba		La*		Hf		Ta		W		Re		Os Ir Pt	Rn
		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		
7	Fr		Ra		Ac**											

लेन्थेनाईड श्रृंखला*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

(लेन्थेनम के अनुदिश)														
एक्टिनाइड श्रृंखला ** (एक्टिनियम के अनुदिश)	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

◆ मेण्डीलिव आवर्त सारणी के संशोधित रूप के गुण :

- उपवर्गों में वर्ग :** इस आवर्त सारणी के प्रत्येक वर्ग की दो उपवर्गों A तथा B में बांटा गया। उपवर्गों के अन्दर तत्वों के गुणों को अच्छी से प्रकार से सेट किया परन्तु यह तत्व अन्य उपवर्ग के तत्वों से विभेदित रहते हैं। उदाहरण, लिथियम (Li), सोडियम (Na), पोटेशियम (K) इत्यादि, IA उपवर्ग के दो जिनके गुण निकटतम रूप से समान हैं परन्तु ये उपवर्ग IB की सिक्का धातु (Cu, Ag तथा Au) से अधिक समानता नहीं रखता।

मेण्डीलिव ने समान वर्गों को दर्शाने के लिए उपवर्ग दिये।

- ज्ञात त्रुटि :** यह आवर्त सारणी में इनकी स्थिति के आधार पर कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों में त्रुटि को ज्ञात कर सकी। उदाहरण के लिए जब आवर्तसारणी बनी बेरिलियम (Be) का परमाण्वीय द्रव्यमान का प्रायोगिक मान 13.65 माना गया तथा इसकी संयोजकता 3 अतः Be की स्थिति कहीं ओर होनी चाहिए थी परन्तु मेण्डीलिव के इसके गुणों के आधार पर इसे इसकी उपयुक्त स्थिति पर रखा। उसने सुझाया कि Be के परमाणु द्रव्यमान में संशोधन की आवश्यकता है। मेण्डीलिव ने इसका परमाण्वीय द्रव्यमान 9.1 ज्ञात किया तथा इसकी संयोजकता 2 मानी। आगे के अनुसंधानों (प्रयोगों) के इसे सही सिद्ध किया।

समान रूप से युरेनियम का परमाणु द्रव्यमान भी 120 से 240 संशोधित किया गया। गोल्ड प्लेटिनम के परमाण्वीय द्रव्यमानों में भी संशोधन किये गये।

- अभी तक नहीं खोजे गये तत्वों के गुण हम जानते हैं कि मेण्डीलिव ने इन तत्वों को परमाणु क्रमांक के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित किया, फिर भी कुछ स्थानों पर इस क्रम को नहीं माना गया यह मानकर कि समान गुणों के तत्व समान वर्ग में हैं कि नहीं ऐसा करने में उसने टेबल में कुछ रिक्त स्थान छोड़े इन रिक्त स्थानों को उन तत्वों के लिए आरक्षित रखा

जो खोजे नहीं गये थे पर मेण्डीलिव आश्वस्त थे कि ये तत्व भविष्य में खोजे जायेंगे तथा इनके रिक्त स्थान पर जायेंगे यह नहीं बल्कि उसने पड़ोसी तत्वों के गुणों के अध्ययन के आधार पर अखोजित तत्वों के गुणों को भी ज्ञात किया। आश्चर्यजनक रूप से मेण्डीलीव आवर्त सारणी के छोटे तत्वों को उत्तरोत्तर क्रम से खोजा गया इनकी गुण, मेण्डीलिव द्वारा ज्ञात गुणों के बहुत समान पाये गये।

तत्व स्केन्डियम, गेलियम तथा जर्मेनियम 1871 में ज्ञात नहीं थे परन्तु इनके अस्तित्व को मेण्डीलिव ने ज्ञात किया इसने इनका नाम एका-बोरॉन, एका-एलुमिनियम तथा एका-सिलिकॉन दिया। जब ये तत्व खोजे गये इनके नाम स्केन्डियम, गेलियम तथा जर्मेनियम दिये गये तथा इनके गुण मेण्डीलिव द्वारा ज्ञात किये गुणों से अच्छी प्रकार से सहमत थे। एका-एलुमिनियम के गुण (मेण्डीलिव द्वारा ज्ञात) तथा गेलियम (बाद में खोज) नीचे सारणी में दिये गये।

गुण	एका-एलुमिनियम	गेलियम
परमाणु द्रव्यमान	68	69.7
ऑक्साइड का सूत्र	E_2O_3	Ga_2O_3
क्लोराइड का सूत्र	ECl_3	$GaCl_3$

इसके परमाणु द्रव्यमान को मानकर टाइटेनियम (Ti) को आवर्त सारणी में एलुमिनियम के नीचे रखना चाहिए। परन्तु मेण्डीलिव ने इसे सिलिकॉन नीचे रखा क्योंकि टाइटेनियम के गुण सिलिकॉन के समान होते हैं। अतः आवर्त सारणी में एलुमिनियम के नीचे छोड़ी गई। यह रिक्त स्थान बाद में खोजे गये गेलियम द्वारा भरा गया, गेलियम के गुण, बॉरोन तथा एलुमिनियम के समान माने गये।

- मुख्य गुण जो बाकि हैं :** मेण्डीलिव आवर्त सारणी के सभी गुण आज भी बाकि हैं। तत्वों के नये वर्ग अर्थात् नोबल गैसों को खोजा गया। जिन्हें पृथक

वर्ग में रखा गया है। इससे आवर्त के पूर्णतः क्रम पर असर नहीं पड़ा।

◆ मेण्डलीव आवर्त सारणी की कमियाँ :

मेण्डलीव आवर्तसारणी के निम्न दोष हैं -

- हाइड्रोजन की स्थिति :** आवर्त सारणी में हाइड्रोजन की स्थिति असंगत होती है, हाइड्रोजन, क्षारीय धातु में रखी जाती है अतः इन्हें हेलोजन (VII A) के वर्ग में भी रखा जा सकता है (Li, Na, K, etc).
- लेन्थेनाइड व एक्टिनाइड की स्थिति :** परमाणु क्रमांक 57 से 71 के तत्व सामूहिक रूप से लेन्थेनाइड कहलाते हैं। आवर्त सारणी में इनके लिए उचित स्थान नहीं है इन सभी को वर्ग III तथा आवर्त 6 में समान स्थिति पर रखा गया समान रूप एक्टिनाइडो (परमाणु संख्या 89-103) की आवर्त सारणी में उचित व्यवस्था नहीं थी इन्हें भी समान स्थिति में वर्ग III तथा आवर्त-7 में रखा गया।
- एक समान तत्वों को पृथक जबकि कुछ असमान तत्वों को एक ही वर्ग में रखा गया है :** कुछ समान तत्वों को आवर्त सारणी में पृथक रखा गया है। उदाहरण के लिए कॉपर (Cu) तथा मर्करी (Hg), सिल्वर (Ag) तथा थैलियम (Tl) तथा बेरियम (Ba) तथा लेड (Pb)। अन्य शब्दों में, कुछ असमान तत्वों को समान वर्ग में रखा गया है। उदाहरण के लिए - कॉपर (Cu), सिल्वर (Ag) तथा गोल्ड (Au), क्षारीय धातुओं के अनुदिश वर्ग I में रखा गया। समान रूप

से मँगनीज (Mn) की हैलोजनों के वर्ग में रखा गया।

- तत्वों के कुछ असंगत युग्मों की स्थिति :** मेण्डलीव आवर्त सारणी में तत्वों को बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्थित किया गया। कुछ स्थानों पर यह उल्लंघित हुआ है।

- आर्गन का परमाणु द्रव्यमान 40 तथा पोटेशियम का 39 है। परन्तु आवर्त सारणी में आर्गन को पोटेशियम से पहले रखा गया है।
- कोबाल्ट तथा निकिल की स्थिति उचित नहीं है (प.द्र. = 58.9) को निकिल (प.द्र. = 58.6) से पहले रखा गया।
- टेलुरियम (प.द्र. = 127.6) को आयोडीन (प.द्र. = 126.9) से पहले
- थोरियम (प.द्र. = 232.12) को प्रोटेक्टिनियम (प.द्र. = 231) से पहले।

- समस्थानिक की स्थिति :** आवर्त सारणी में तत्वों के समस्थानिकों को कोई स्थान नहीं दिया गया।

मेण्डलीव आवर्त नियम की असफलता को कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमानों को गलत क्रम द्वारा समझाया जा सकता है। समस्थानिकों की स्थिति से वैज्ञानिकों ने इस क्षेत्र पर कार्य करके यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु द्रव्यमान, वर्गीकरण का आधार नहीं हो सकता। तत्वों का कोई और भौतिक गुण होना चाहिए जो तत्वों के वर्गीकरण का आधार बने।

तत्वों के असंगत युग्म

तत्व →	Ar	K	Co	Ni	Te	I	Th	Pa
परमाणु द्रव्यमान	40	39	59.9	58.6	127.6	126.9	232.12	231
वर्ग	0	IA	VIII	VIII	VI B	VII B	III B	III B

◆ आधुनिक आवर्त सारणी :

हेनरी मोजले, एक अंग्रेज विज्ञानी ने पाया कि परमाणु संख्या (Z) तत्वों का मौलिक गुण है, परमाणु द्रव्यमान नहीं।

◆ आधुनिक आवर्त नियम :

“तत्वों के गुण इनके परमाणु क्रमांक के आवर्ती फलन होते हैं। अर्थात् तत्व के उदासी परमाणु में उपस्थित प्रोटॉन या इलेक्ट्रॉन की संख्या के।”

◆ आवर्त सारणी का दीर्घ रूप :

इसमें तत्वों को, परमाणु क्रमांक के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित किया गया है तत्वों के गुण को ज्ञात करना तथा इनके यौगिकों को शुद्धता के साथ बनाया जा सकता है (मेण्डलीव आवर्त सारणी के सभी दोष समाप्त हो गये जब इसे बढ़ते परमाणु क्रमांको के क्रम में व्यवस्थित किया गया)

◆ वर्ग में तत्व :

- (1) समान बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास अर्थात् संयोजी इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान होने के कारण के कारण ये समान रासायनिक गुण दर्शाते हैं।
- (2) नाभिक तथा बाह्य संयोजक इलेक्ट्रॉन के आकर्षण में धीरे-धीरे हुए परिवर्तन के कारण इनके गुणों में परिवर्तन होता है जब हम वर्ग में नीचे जाते हैं।

◆ आवर्त सारणी के दीर्घ रूप के मुख्य गुण :

- (1) यह आधुनिक आवर्त सारणी के आधार पर तत्वों का विन्यास बताती है।
- (2) इनमें 18 ऊर्ध्वाधर स्तम्भ हैं, जिन्हें वर्ग कहते हैं।
- (3) इसमें 7 क्षैतिज पक्तियां होती हैं जिसे आवर्त कहते हैं।
- (4) समान बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास युक्त तत्व अर्थात् समान संयोजी इलेक्ट्रॉन युक्त तत्व समान वर्ग में स्थित होते हैं।

वर्ग-1

	K	L	M	N	O	P	Q
H (1)	1						
Li (3)	2	1					
Na (11)	2	8	1				
K (19)	2	8	8	1			

Rb (37)	2	8	18	8	1		
Cs (55)	2	8	18	18	8	1	
Fr (87)	2	8	18	32	18	8	1

वर्ग-2

	K	L	M	N	O	P	Q
Be (4)	2	2					
Mg (12)	2	8	2				
Ca (20)	2	8	8	2			
Sr (38)	2	8	18	8	2		
Ba (56)	2	8	18	18	8	2	
Ra (88)	2	8	18	32	18	8	2

वर्ग-13

	K	L	M	N	O	P
B (5)	2	3				
Al (13)	2	8	3			
Ga (31)	2	8	18	3		
In (49)	2	8	18	18	3	
Tl (81)	2	8	18	32	18	3

वर्ग-14

	K	L	M	N	O	P
C (6)	2	4				
Si (14)	2	8	4			
Ge (32)	2	8	18	4		
Sn (50)	2	8	18	18	4	
Pb (82)	2	8	18	32	18	4

वर्ग-15

K	L	M	N	O	P
---	---	---	---	---	---

N	(7)	2	5				
P	(15)	2,	8,	5			
As	(33)	2,	8,	18,	5		
Sb	(51)	2,	8,	18,	18,	5	
Bi	(83)	2,	8,	18,	32,	18,	5

वर्ग-16

		K	L	M	N	O	P
O	(8)	2	6				
S	(16)	2,	8,	6			
Se	(34)	2,	8,	18,	6		
Te	(52)	2,	8,	18,	18,	6	
Po	(84)	2,	8,	18,	32,	18,	6

वर्ग-17

		K	L	M	N	O	P
F	(9)	2	7				
Cl	(17)	2,	8,	7			
Br	(35)	2,	8,	18,	7		
I	(53)	2,	8,	18,	18,	7	
At	(85)	2,	8,	18,	32,	18,	7

वर्ग-18

		K	L	M	N	O	P
He	(2)	2					
Ne	(10)	2,	8				
Ar	(18)	2,	8,	8			
Kr	(36)	2,	8,	18,	8		
Xe	(54)	2,	8,	18,	18,	8	
Rn	(86)	2,	8,	18,	32,	18,	8

- (5) आवर्त में, तत्व जिसमें बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉन धीरे-धीरे एक-एक करके बढ़ते हैं। अर्थात्,

आवर्त I (K-shell)	H 1							He 2
आवर्त -II (K, L, shells)	Li(3) 2,1	Be(4) 2,2	B(5) 2,3	C(6) 2,4	N(7) 2,5	O(8) 2,6	F(9) 2,7	Ne(10) 2,8

- (6) सारणी का प्रत्येक वर्ग, समान बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को प्रमाणित करता है अर्थात् समान संयोजक इलेक्ट्रॉनों को अर्थात् वर्ग-1 में एक संयोजक इलेक्ट्रॉन, वर्ग-2 में 2 संयोजक इलेक्ट्रॉन, वर्ग-13 में 3 तथा वर्ग 14 में चार संयोजक इलेक्ट्रॉन होते हैं।

- (7) प्रत्येक आवर्त नये कोश के भरने के साथ प्रारम्भ होता है।

प्रथम आवर्त – K कोश (प्रथम कोश) हाइड्रोजन से प्रारम्भ होता हुआ हीलियम तक भरता है।

द्वितीय आवर्त – L कोश (द्वितीय कोश) से प्रारम्भ होकर Li (3) से Ne (10) तक भरा जाता है।

तृतीय आवर्त – M-कोश (तृतीय कोश) Na (11) से Ar (18) तक भरा जाता है।

चतुर्थ आवर्त – N-कोश (चतुर्थ कोश) K (19) से प्रारम्भ होकर Kr (36) तक भरा जाता है तथा आगे भी

- (8) आवर्त सारणी चार भागों में विभाजित होती है :

(a) s-ब्लॉक तत्व : वर्ग 1 तथा 2 के तत्व s-ब्लॉक कहलाते हैं।

(b) p-ब्लॉक तत्व : वर्ग 13 से 18 के तत्व p-ब्लॉक तत्व कहलाते हैं।

(c) d-ब्लॉक तत्व : वर्ग 3 से वर्ग 12 के तत्व d-ब्लॉक, तत्व या संक्रमण तत्व (s-ब्लॉक तथा p-ब्लॉक तत्वों के मध्य) होते हैं।

(d) f-ब्लॉक तत्व : f-ब्लॉक तत्व : आवर्त सारणी के नीचे रखे गये तत्वों को f-ब्लॉक तत्वों के नाम से जाना जाता है। La (57) के बाद आने वाले 14 तत्व लेन्थेनम कहलाते हैं तथा एक्टिनियम Ac (89) के पश्चात् 14 तत्व एक्टिनाइड कहलाते हैं।

♦ प्राकृतिक रूप से पाये जाने वाले तत्व :

टेक्नेटियम Tc ($Z = 43$) तथा प्रोमेथियम, Pm ($Z = 61$) रेडियोधर्मी तत्वों से बनते हैं जहाँ 'Z' परमाणु क्रमांक को दर्शाता है।

संश्लेषित तत्व : परमाणु क्रमांक 92 के बाद माने तत्व मानव निर्मित होते हैं। (इन्हें संश्लेषी तत्व भी कहते हैं।)

वर्ग :

- (1) वर्गों में तत्व समान संयोजक इलेक्ट्रॉन, रखते हैं।
- (2) संयोजक इलेक्ट्रॉनों के रासायनिक गुण अर्थात् वर्ग-I के सभी तत्वों में एक संयोजक इलेक्ट्रॉन होता है। ये एक इलेक्ट्रॉन यौगिक धनायन बनाते हैं जब इन्हें आवश्यक ऊर्जा की मात्रा दी जाती है। अर्थात् Li^+ , Na^+ , K^+ आदि।

समूह 1 के तत्व क्षारीय धातु तथा वर्ग 2 के तत्व क्षारीय मृदा धातु कहलाते हैं।

वर्ग 2 के तत्वों के बाह्यतम कोश में 2 संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं। द्विधनात्मक आयन बनाने के लिए ये अपने दोनों संयोजक इलेक्ट्रॉनों को त्याग सकते हैं। अर्थात् Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , आदि धनावेशित आयन, धनायन कहलाते हैं।

वर्ग 13 के तत्व बोरॉन परिवार से सम्बन्धित होते हैं, वर्ग 14 के कार्बन परिवार 15 के नाइट्रोजन तथा 16 के ऑक्सीजन परिवार से सम्बन्धित होते हैं।

वर्ग 16 के तत्वों के बाह्यतम कोश में 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं। अतः बाह्यतम कोश तक में उपस्थित अधिकतम इलेक्ट्रॉनों से 2 कम होते हैं। ये 6 इलेक्ट्रॉनों को त्यागने के बजाय 2 इलेक्ट्रॉनों को सरलता से ग्रहण कर सकते हैं। तथा द्विऋणात्मक आयन जैसे O^{2-} , S^{2-} में परिवर्तित हो जाते हैं। वर्ग 17 का तत्व हैलोजन कहलाते हैं। इसमें 7 संयोजक इलेक्ट्रॉन होते हैं। ये एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके स्थायी विन्यास ग्रहण कर लेते हैं अर्थात् बाह्य कोश में 8 इलेक्ट्रॉन, एकल ऋणात्मक आयन (F^- , Cl^- , Br^- , I^-) तथा ऋणावेशित आयनों को ऋणायन कहते हैं।

वर्ग 18 के तत्व नोबल गैस कहलाती हैं। इनमें बाह्य कोश पूर्ण रूप से भरे होते हैं। इस वर्ग के तत्वों में इलेक्ट्रॉन त्यागने व ग्रहण करने की प्रवृत्ति नहीं होती है अतः इस वर्ग एक तत्व के संयोजकता शून्य होती है तथा यह पूर्णतः निष्क्रिय होते हैं। अतः ये नोबल या उत्कृष्ट गैसें कहलाती हैं। फिर भी Kr, Xe तथा Rn के यौगिक हाल ही में बनाये जा चुके हैं।

किसी विशेष वर्ग में, कोशों की संख्या बढ़ती है परन्तु संयोजक इलेक्ट्रॉन समान रहते हैं।

◆ **आवर्त :**

- (1) आवर्त सारणी की क्षैतिज पंक्तियाँ आवर्त कहलाती हैं।
- (2) आवर्त सारणी के दीर्घ रूप में 7 आवर्त होते हैं।
- (3) प्रथम आवर्त में 2 तत्व, हाइड्रोजन तथा हीलियम होते हैं। इनमें केवल एक कोश होता है।
- (4) द्वितीय आवर्त में 8 तत्व होते हैं। लिथियम Li(3), बेरिलियम Be(4), बोरॉन B(5), कार्बन C(6), नाइट्रोजन N(7), ऑक्सीजन O (8), फ्लोरीन F(9) तथा Ne (10) द्वितीय आवर्त में 2 कोश (K तथा L) होते हैं जो क्रमोत्तर भरे जाते हैं।

(v) तीसरे आवर्त के तत्व निम्न प्रकार हैं :

3 rd Period	Na (11)	Mg (12)	Al (13)	Si (14)	P (15)	S (16)	Cl (17)	Ar (18)
(K, L, M shells)	2, 8, 1	2, 8, 2	2, 8, 3	2, 8, 4	2, 8, 5	2, 8, 6	2, 8, 7	2, 8, 8

तीसरे आवर्त में तीसरा कोश (M-कोश) क्रमोत्तर भरा जाता है तथा इसमें तीन कोश होते हैं।

चौथे आवर्त 18 तत्व होते हैं।

पंचम आवर्त 18 तत्व होते हैं।

छठे आवर्त 32 तत्व होते हैं।

सातवें आवर्त 18 तत्व होते हैं।

आवर्तों में, संयोजक इलेक्ट्रॉनों की संख्या बायें दायें (s तथा p-ब्लॉक) में बढ़ती है।

[illegible]

◆ गुणों में आवर्तिता :

तत्वों के गुण इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर निर्भर करते हैं जो आवर्त सारणी में वर्ग तथा आवर्त के अनुदिश परिवर्तित होते हैं।

गुणों में आवर्तिता होती है। अर्थात् इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में समानता के कारण नियमित अन्तराल के पश्चात् गुणों की पुनरावृत्ति होती है।

◆ परमाणु आकार (परमाणु त्रिज्यायें) :

परमाणु आकार से तात्पर्य परमाणु की त्रिज्या से है यह विलगित परमाणु के नाभिक तथा बाह्यतम कोश (संयोजक कोश) के मध्य दूरी द्वारा परिभाषित होती है।

◆ सहसंयोजक त्रिज्याएँ :

यह एक सहसंयोजक बन्ध से बन्धित दो परमाणुओं (बन्ध लम्बाई) के नाभिकों के केन्द्रों के मध्य की दूरी की आधी होती है। इस स्थिति में H—H (हाइड्रोजन बंध) बंध लम्बाई 74 है।

सहसंयोजक त्रिज्या = $1/2 \times 74 \text{ pm} = 37 \text{ pm}$ (picometre)

$$[1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}]$$

इसे अधातुओं के द्विपरमाणुक अणु की स्थिति मापी जा सकती है।

◆ धात्विक त्रिज्या :

यह धात्विक क्रिस्टल में दो धातु आयनों के मध्य अन्तरनाभिकीय दूरी की आधी के रूप में परिभाषित होती है।

◆ वर्ग में परमाणु आकार का परिवर्तन :

वर्ग में ऊपर से नीचे आने पर आकार बढ़ता है।

कारण : इसका कारण नये कोश का जुड़ना होता है, अर्थात् नीचेन जाने पर एक कोश जुड़ जाता है अर्थात् pm से तात्पर्य पीकोमीटर है। i.e., 10^{-12} m

वर्ग I	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	कोशों	परमाणु त्रिज्या (pm)
Li(3)	○ 2, 1	(2 कोश)	133
Na(11)	○ 2, 8, 1	(3 कोश)	154

K(19)	○ 2, 8, 8, 1	(4 कोश)	201
Rb(37)	○ 2, 8, 18, 8, 1	(5 कोश)	216
Cs(55)	○ 2, 8, 18, 18, 8, 1	(6 shells)	235

◆ आवर्त के अनुदिश परमाणु आकार में परिवर्तन :

आवर्त के अनुदिश बांये से दांये जाने पर आकार घटता है।

कारण : इसका कारण नाभिकीय आवेश में वृद्धि (नाभिक में प्रोटॉन की संख्या) है जो इलेक्ट्रानों को अपनी ओर खींचता है अर्थात् नाभिक व संयोजक इलेक्ट्रानों के मध्य आकर्षण बढ़ जाता है जिसमें आकार कम हो जाता है।

द्वितीय आवर्त में तत्वों की परमाणु त्रिज्या (pm)	तृतीय आवर्त में तत्वों की परमाणु त्रिज्या (pm)	
Li (3) 133	Na (11) 154	○
Be (4) 89	Mg (12) 136	○
B (5) 80	Al (13) 125	○
C(6) 77	Si (14) 117	○
N (7) 70	P (15) 110	○
O (8) 66	S (16) 104	○
F (9) 64	Cl (17) 99	○

◆ आयनन ऊर्जा तथा इलेक्ट्रॉन बन्धुता :

तत्व की रासायनिक प्रकृति क्रियाशीलता इसकी परमाणु के इलेक्ट्रॉन त्यागने या ग्रहण करने की प्रवृत्ति पर निर्भर करती है। यह इसके परमाणु की आयनन ऊर्जा तथा इलेक्ट्रॉन बन्धुता की सहायता से मात्रात्मक रूप से मापी जा सकती है :

आयनन ऊर्जा : यह तत्व के विलगित गैसीय परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन की पूर्णतय हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा के रूप में परिभाषित होती है। इलेक्ट्रॉन को निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा, आयनन ऊर्जा कहलाती है।



◆ द्वितीयक आयनन ऊर्जा :

एकल धनात्मक आयन से एक इलेक्ट्रॉन को हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा, द्वितीयक आयनन ऊर्जा कहलाती है।



धनावेश में वृद्धि के कारण द्वितीय आयनन ऊर्जा प्रथम आयनन ऊर्जा से अधिक होती है। अतः नाभिक तथा संयोजक इलेक्ट्रॉनों में आकर्षण बढ़ जाता है।

$$1^{st} I.E. < 2^{nd} I.E. < 3^{rd} I.E.$$

◆ वर्ग में नीचे जाने पर आयनन ऊर्जा में परिवर्तन :

वर्ग में नीचे जाने पर आयनन ऊर्जा घटती है।

कारण : इसका कारण नाभिक व संयोजक इलेक्ट्रॉनों के मध्य आकर्षण बल का बढ़ना है। जैसे-जैसे वर्ग में पारमाण्वीय आकार बढ़ता है नाभिक व संयोजक इलेक्ट्रॉनों के मध्य आकर्षण बल घट जाता है। इसलिए इलेक्ट्रॉन हटाने के लिए आवश्यक ऊर्जा, अर्थात् आयनन ऊर्जा घटती जाती है।

उदाहरण :

वर्ग I	आयनन ऊर्जा (in kJ mol^{-1})	वर्ग 2	वर्ग (kJ mol^{-1} में)	प्रथम आयनन ऊर्जा (kJ mol^{-1} में)
Li	500	Be	1757	899

Na	496	Mg	1450	737
K	420	Ca	1146	590
Rb	403	Sr	1064	549
Cs	376	Ba	965	503

◆ आवर्त के अनुदिश आयनन ऊर्जा में परिवर्तन :

यह प्रायः आवर्त के अनुदिश बांये से दांये जाने पर इसके परमाणु आकार घटने के साथ बढ़ती है।

कारण : परमाणु आकार में कमी के कारण संयोजक इलेक्ट्रॉनों तथा मासिक के मध्य आकर्षण बल बढ़ता है अतः इलेक्ट्रॉन से हटाने को लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

उदाहरण :

2 nd आवर्त के तत्व	kJ mol^{-1} में आयनन ऊर्जा
Li	500
Be	900
B	801
C	1085
N	1400
O	1314
F	1680
Ne	2080

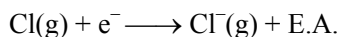
Be से B तक तथा N से O तक आयनन ऊर्जा में कमी के कारण को हम अगली कक्षाओं में पढ़ेंगे

वर्ग 18 के तत्वों (नोबल गैस) की आयनन ऊर्जा सन्दर्भीय आवर्त में अधिकतम होती है। क्योंकि विन्यास स्थायी होता है। अर्थात् संयोजक कोश में (He को छोड़कर) 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं

◆ इलेक्ट्रॉन बन्धुता :

यह ऊर्जा परिवर्तन है जब उदासीन गैसीय परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके यह ऋणावेशित आयन में परिवर्तित हो जाता है।

यह अन्य इलेक्ट्रॉन को जोड़ने के लिए गैसीय परमाणु के आकर्षण या बन्धुता का मापन होती है।



◆ कारक :

यह परमाण्वीय आकार तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर निर्भर करती है।

◆ वर्ग में परिवर्तन :

सामान्यतया इलेक्ट्रॉन बन्धुता वर्ग में नीचे जाने पर घटती है।

कारण : परमाण्वीय आकार में वृद्धि के कारण नाभिक व संयोजी इलेक्ट्रॉनों के मध्य आकर्षण बल कम हो जाता है।

◆ आवर्त में परिवर्तन :

आवर्त में बांये से दांये जाने पर बढ़ती है।

कारण : इसका कारण, परमाणु आकार में कमी है जो जोड़े जाने वाली इलेक्ट्रॉन व नाभिक के मध्य आकर्षण बल को बढ़ा देता है।

उदाहरण :

वर्ग 17	इले.बन्धुता (kJ mol ⁻¹)
F	333
Cl	348
Br	324
I	295

फिर भी इस नियम से विचलन, इलेक्ट्रॉन बन्धुता के परिवर्तन में दिखायी देता है।

◆ धात्विक तथा अधात्विक गुण :

वर्ग 1 से 12 धातुएँ हैं तथा वर्ग 13 से 18 अधातु धातु तथा उपधातुओं से सम्बन्धित है।

उपधातु : वो तत्व जिनमें धातु व अधातु दोनों के गुण होते हैं। उपधातु कहलाते हैं। इन्हें अर्द्ध-धातु भी कहते हैं अर्थात् बॉरोन, सिलिकोन, जर्मेनियम, आर्सेनिक, एण्टीमनी, टेलुरियम तथा पोलोनियम।

धातुओं के गुण :

(i) ये आघातवर्धनीय होते हैं।

(ii) यह तत्व होते हैं।

(iii) यह ऊष्मा व विद्युत के अच्छे चालक होते हैं।

(iv) सामान्यतया इनमें 1 से 3 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

(v) इनके बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या, कोशों की संख्या से समान या कम होती है।

(vi) अधिकांश यह दृढ़ होती हैं।

अधातुओं के गुण :

(i) ये ठोस, द्रव या गैसीय होते हैं।

(ii) सामान्यतया अधातु भंगुर होते हैं।

(iii) ये अचालक या कुचालक होते हैं।

(iv) इनमें 4 से 8 संयोजी इलेक्ट्रॉन होते हैं।

◆ धात्विक गुणों में परिवर्तन :

आयनन ऊर्जा में कमी के कारण वर्ग में नीचे जाने पर धात्विक गुण बढ़ता है तथा आवर्त सारणी में बायें से दायें जाने पर आयनन ऊर्जा में वृद्धि के कारण घटता है।

◆ अधात्विक गुणों में परिवर्तन :

परमाणु-आकार में वृद्धि के कारण इलेक्ट्रॉन बन्धुता में कमी के फलस्वरूप वर्ग में नीचे जाने पर अधात्विक गुण घटता है।

आवर्त के अनुदिश अधात्विक गुण, परमाणु आकार के कमी से इलेक्ट्रॉन बन्धुता में वृद्धि के कारण अधात्विक गुण बढ़ता है।

➤ याद रखने योग्य बिन्दु

➤ डोबेरिनट का त्रिक नियम बताता है कि तीन तत्वों (त्रिक) के दिये गये समूह में मध्य तत्व का परमाणु द्रव्यमान दो अन्य तत्व के परमाणु द्रव्यमान का माध्य के लगभग बराबर होता है।

➤ न्यूलैण्ड का अष्टक नियम बताता है कि तत्वों को परमाण्वीय द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्थित करने पर दिये गये तत्व के प्रारम्भ से आठवां तत्व, प्रथम तत्व के गुणों की पुनरावृत्ति करता है।

- मेण्डीलीव आवर्त नियम के अनुसार, तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुण उनके परमाणु द्रव्यमान के आवर्ती फलन होते हैं।
- मेण्डीलीव आवर्त सारणी ने कुछ तत्वों के गलत परमाणु द्रव्यमानों को सही करने में सहायता की तथा अखोजित तत्वों के गुणों को जानने में सहायक सिद्ध हुआ है।
- मेण्डीलीव आवर्त सारणी में (i) समस्थानिकों के लिए कोई स्थान नहीं है। तथा (ii) कुछ समान तत्वों को भिन्न वर्ग पर में या कुछ असमान तत्वों को समान वर्ग में रखा गया।
- मेण्डीलीव की आवर्त सारणी में आठ वर्ग (I से VIII) है प्रत्येक वर्ग को उपवर्ग A व B में (वर्ग VIII को छोड़कर) बांटा गया है। आधुनिक आवर्त सारणी में 18 वर्ग हैं।
- आधुनिक सारणी में क्षैतिज पक्तियों को आवर्त कहते हैं।
- **आधुनिक आवर्त नियम :** तत्वों को भौतिक तथा रासायनिक गुण उनके परमाणु क्रमांकों के आवर्ती फलन होते हैं।
- आधुनिक आवर्त सारणी (दीर्घ रूप) परमाणु क्रमांक पर आधारित है।
- आवर्त सारणी में 7 आवर्त होते हैं। प्रथम छह आवर्त 2, 8, 8, 18, 18 तथा 32 तत्व होते हैं तथा सातवां आवर्त अपूर्ण है।
- वर्गों में तत्वों के गुण समान होते हैं।
- परमाणु संख्या में वृद्धि के साथ तत्वों के समान रासायनिक गुणों नियमित अन्तराल में दोहराया जाना रासायनिक आवर्तिता कहलाता है।
- एक्टिनियम में प्रारम्भ होने वाली श्रेणी के तत्वों को एक्टिनाईड कहते हैं।
- आवर्त सारणी में हीलियम से नामित परिवार, नोबल गैसें रखता है। ये अक्रिय होती हैं।
- धातु तथा अधातु के मध्यवर्ती के तत्व उपधातु कहलाते हैं।
- वर्ग 1 के तत्वों को क्षारीय धातुएँ कहा जाता है।
- वर्ग 2 के तत्वों को क्षारीय मृदा धातुओं कहा जाता है।