1. मॉड्यूल और इसकी संरचना का विवरण

मॉड्यूल विस्तार	
विषय शीर्षक	रसायन विज्ञान
पाठ्यक्रम शीर्षक	रसायन विज्ञान 01 (कक्षा XI, सेमेस्टर -1)
मॉड्यूल नाम / शीर्षक	तत्वों का वर्गीकरण एवं गुणधर्मों में आवर्तिता : भाग 1
मॉड्यूल आईडी	Kech_10301
शर्तें	आवर्त नियम, परमाणु क्रमांक, इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा आवर्त वर्गीकरण
उद्देश्य	इस मॉड्यूल के अध्ययन के पश्चात्, विद्यार्थी निम्नलिखित में सक्षम होंगे: 1. आवर्त सारिणी से आवर्त सारिणी के दीर्घ रूप में विकास और आवर्त नियम के बारे में जानने में। 2. परमाणु क्रमांक के महत्व और वर्गीकरण के आधार के रूप में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को समझने में। 3. IUPAC नामकरण का उपयोग करते हुए परमाणु क्रमांक > 100 वाले तत्त्वों को नाम देने में।
संकेतक	परमाणु द्रव्यमान, परमाणु क्रमांक, मेंडलीव की आवर्त सारिणी, इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, आवर्त सारिणी का दीर्घ रूप, IUPAC नामकरण

2. विकास दल

भूमिका	नाम	संबद्धता
राष्ट्रीय MOOC समन्वयक (NMC)	प्रो. अमरेन्द्र पी. बहेरा	सी आई ई टी, एन सी ई आर टी, नयी-दिल्ली
प्रोग्राम समन्वयक	डॉ. मोहम्मद मामूर अली	सी आई ई टी, एन सी ई आर टी, नयी-दिल्ली
कोर्स समन्वयक (CC)/PI	प्रो. आर. के. पाराशर	डी ई एस एम, एन सी ई आर टी, नयी-दिल्ली
कोर्स सह-समन्वयक / Co-PI	डॉ. ऐरुम खान	सी आई ई टी, एन सी ई आर टी, नयी-दिल्ली
विषय सामग्री विशेषज्ञ (SME)	श्रीमती सरोजिनी सिन्हा	सेठ आनंदराम जयपुरिया स्कूल, ग़ाज़ियाबाद, उत्तर प्रदेश
समीक्षा दल	डॉ. सुलेख चन्द डॉ. ऐरुम खान	ज़ाकिर हुसैन कॉलेज, नयी-दिल्ली सी आई ई टी, एन सी ई आर टी, नयी-दिल्ली
अनुवादक	डॉ. मनोज कुमार सिंह	छंगाणी राजकीय मीरा कन्या महाविद्यालय, उदयपुर (राजस्थान)

विषय सूची:

1- परिचयः तत्वों का उनके गुणधर्मों पर आधारित वर्गीकरण
2- आवर्त वर्गीकरण की उत्पत्तिः न्यूलैंड का अष्टक, डॉबेराइनर का त्रिक तथा
3- मेंडलीव की आवर्त सारिणी
4- आधुनिक आवर्त नियम तथा दीर्घ आवर्त सारिणी
5- परमाणु क्रमांक > 100 वाले तत्वों का नामकरण
6- सारांश

1.परिचयः तत्वों का उनके गुणधर्मों पर आधारित वर्गीकरण

सिद्धांत और व्यवहार दोनों में ही, आवर्त सारिणी रसायन विज्ञान में सबसे महत्वपूर्ण संकल्पना है। यह छात्रों के लिए अपनी समझ को गहरा करने के लिए एक रोजमर्रा का अनुप्रयोग है, यह पेशेवरों को अनुसंधान के नए मार्ग सुझाती है, और यह संपूर्ण रसायन विज्ञान को एक संक्षिप्त संरचना प्रदान करती है। यह एक उल्लेखनीय तथ्य है कि रासायनिक तत्व, सत्वों (entities) का एक यादृच्छिक समूह नहीं हैं, बल्कि ये रुझान प्रदर्शित करते हैं और परिवारों (families) में एक साथ समूहबद्ध होते हैं। आवर्त सारिणी किसी को भी यह समझने में मदद करती है कि पूरा विश्व रसायन विज्ञान के आधारभूत निर्माण ब्लॉक रासायनिक तत्वों से निर्मित है, और तत्व, सभी प्रकार के पदार्थों की मूलभूत इकाई है।

उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य के दौरान रसायनज्ञों के बीच भ्रम की कल्पना करें। सन् 1860 तक, 60 से अधिक तत्व खोजे जा चुके थे। इन तत्वों के साथ-साथ उन तत्वों से बनने वाले कई यौगिकों के गुणधर्मों को जानना रसायनज्ञों के लिए एक कठिन कार्य था। और, किसी तत्व के परमाणु द्रव्यमान या किसी विशेष रासायनिक यौगिक में किसी तत्व के परमाणुओं की संख्या को सही ढंग से निर्धारित करने के लिए कोई विधि नहीं होने से स्थितियां और भी बुरी थीं। विभिन्न रसायनज्ञों ने
एक ही तत्व के लिए अलग-अलग परमाणु द्रव्यमान का उपयोग किया, जिसके परिणामस्वरूप एक ही यौगिक के लिए विभिन्न संघटन प्रस्तावित किये गये। इससे एक रसायनज्ञ द्वारा दूसरे रसायनज्ञ के परिणामों को समझना लगभग असंभव हो गया।

सन् 1860 में, संभवतः सितंबर में, परमाणु द्रव्यमान के मुद्दे को हल करने के लिए रसायन शास्त्र के वैज्ञानिकों का एक समूह जर्मनी के कार्ल्सरूहे (Karlsruhe) में अंतर्राष्ट्रीय कांग्रेस ऑफ केमिस्ट्स में पहली बार एकत्रित हुआ। उन्होंने कुछ अन्य उन मामलों पर भी चर्चा की जो विभिन्न देशों में स्वतंत्र रूप से काम कर रहे वैज्ञानिकों के बीच संसूचना को मुश्किल बना रहे थे। इस बैठक में इतालवी रसायनज्ञ स्टेनिसलाओ सन् 1860 में, संभवतः सितंबर में, परमाणु द्रव्यमान के मुद्दे को हल करने के लिए रसायन शास्त्र के वैज्ञानिकों का एक समूह जर्मनी के कार्ल्सरूहे (Karlsruhe) में अंतर्राष्ट्रीय कांग्रेस ऑफ केमिस्ट्स में पहली बार एकत्रित हुआ। उन्होंने कुछ अन्य उन मामलों पर भी चर्चा की जो विभिन्न देशों में स्वतंत्र रूप से काम कर रहे वैज्ञानिकों के बीच संसूचना को मुश्किल बना रहे थे। इस बैठक में इतालवी रसायनज्ञ स्टेनिसलाओ कैनिजेरो (Stanislao Cannizzaro) ने परमाणुओं के सापेक्ष द्रव्यमान को शुद्धता से मापने के लिए एक स्पष्ट विधि प्रस्तुत की। इस विधि ने रसायनज्ञों को परमाणु द्रव्यमान के लिए मानक मानों तथा परमाणु द्रव्यमान व तत्वों के अन्य गुणों के बीच संबंधों की खोज पर सहमत होने पर मदद की।

सन् 1800 तक केवल 31 तत्व ही ज्ञात थे और सन् 1865 तक अभिज्ञात तत्व दोगुने से अधिक, 63 हो गए थे। और आज तक, 118 तत्व ज्ञात हैं। उनमें से, हाल ही में खोजे गए तत्व मानव निर्मित हैं। नए तत्वों को संश्लेषित करने के प्रयास जारी हैं। इन सभी तत्वों और उनके असंख्य यौगिकों के रसायन का पृथक-पृथक अध्ययन करना कठिन था। अतः, तत्वों को वर्गीकृत करने की आवश्यकता

उत्पन्न हुई। इस कारण से, वैज्ञानिकों ने तत्वों को वर्गीकृत कर अपने ज्ञान को पद्धतिबद्ध करने के लिए एक व्यवस्थित तरीके की खोज की, जिसे हम आज दीर्घ आवर्त सारिणी कहते हैं। यह न केवल तत्वों के ज्ञात रासायनिक तथ्यों को तर्कसंगत बनाता है, बल्कि नए तत्वों के आगे के अध्ययन के लिए पूर्वानुमान भी कर सकता है।

2. आवर्त वर्गीकरण की उत्पत्तिः न्यूलैंड का अष्टक, डॉबेराइनर का त्रिक तथा मेंडलीव की आवर्त सारिणी

तत्वों का समूहों में वर्गीकरण तथा आवर्तता नियम एवं आवर्त सारणी का विकास, कई वैज्ञानिकों द्वारा अनेक प्रेक्षणों तथा प्रयोगों से प्राप्त ज्ञान का परिणाम है। सन् 1800 के प्रारंभिक दशकों में जर्मन रसायनज्ञ जॉन डॉबेराइनर ने सर्वप्रथम इस अवधारणा की ओर ध्यान आकर्षित किया कि तत्वों के गुणधर्मों में निश्चित प्रवृत्ति होती है। सन् 1829 में उन्होंने पाया कि तीन तत्वों के समूहों (त्रिकों) में भौतिक एवं रासायनिक गुणों में समानता होती है। यह भी पाया गया कि प्रत्येक त्रिक के बीच वाले तत्व का परमाणु-भार, शेष दोनों तत्वों के परमाणु भार के औसत मान के लगभग बराबर था और मध्य वाले तत्व के गुणधर्म भी अन्य दोनों तत्वों के गुणधर्मों के मध्य थे। डॉबेराइनर का त्रिक का नियम (सारिणी 1) कुछ ही तत्वों के लिए सही पाया गया, अतः इसे महज एक संयोग समझकर खारिज कर दिया गया।

सारिणी 1 डॉबेराइनर के त्रिक

तत्त्व	परमाणु-भार	तत्त्व	परमाणु-भार	तत्त्व	परमाणु-भार
Li	7	**Ca**	40	**Cl**	35.5
Na	23	**Sr**	88	**Br**	80
K	39	**Ba**	137	**I**	127

अंग्रेज़ रसायनज्ञ जॉन एलेक्जेंडर न्यूलैंड (John Alexander Newland) ने सन् 1865 में अष्टक नियम (Law of octaves) प्रतिपादित किया जिसमें तत्वों को उनके बढ़ते हुए परमाणु-भार के क्रम में व्यवस्थित किया और पाया कि किसी भी तत्व से प्रारंभ करने पर आठवें तत्व के गुण पहले तत्व के समान थे (सारिणी 2)। यह सम्बन्ध ठीक उसी प्रकार का था, जैसा हर आठवें सांगीतिक स्वर (eight musical note) का संबंध प्रथम सांगीतिक स्वर के साथ होता है। न्यूलैंड का अष्टक नियम सिर्फ कैल्सियम (Ca) तक के तत्वों तक सही साबित हुआ। रॉयल सोसायटी

(लंदन) द्वारा सन् 1887 में न्यूलैंड को तत्वों के वर्गीकरण में उनके योगदान के लिए डेवी पदक द्वारा पुरस्कृत किया गया। कार्ल्सरूहे (Karlsruhe) में जिस समय रसायनज्ञों की मुलाकात हुई थी उस दौरान रूसी रसायनज्ञ दमित्री मेंडलीव एक पुस्तक लिख रहे थे। जब उन्होंने वहां चर्चा किये गये नए परमाणु द्रव्यमान के बारे में सुना, तो उन्होंने उन नए मानों को अपनी रसायन शास्त्र की पाठ्यपुस्तक में सम्मिलित करने का निश्चय किया। मेंडलीव ने तत्वों को उनके गुणों के अनुसार को व्यवस्थित करने का सोचा था। जब वे एक शोध पत्र लिख रहे थे उस समय उन्होने इस सोच पर विचार किया और ऐसे उन्होंने तब तक ज्ञात तत्वों का गुणों के आधार पर वर्गीकरण की जानकारी को व्यवस्थित किया। उन्होंने प्रत्येक ज्ञात तत्व के लिए कार्ड बनाया, तत्व के परमाणु द्रव्यमान को लिखा और उसके भौतिक और रासायनिक गुणों को भी सूचीबद्ध किया। उन्होंने बाद में विभिन्न गुणों के अनुसार इन कार्डों की व्यवस्थित किया और कुछ रुझानों या पैटर्न के प्रेक्षण के आधार पर अनुमान के आलेखन का प्रयास किया। तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमानों के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित करने पर उन्होंने तत्वों के रासायनिक गुणों में कुछ समानताएं पायी, जो नियमित अंतराल पर दोहराते हुए प्रतीत होते थे। वह पैटर्न आवर्तिक होता है जो नियमित अंतराल पर दोहराता है।

उदाहरण के लिए, घड़ी की सूई किसी भी दिए गए निशान के ऊपर से आवर्तिक 60 सैकण्ड के अंतराल पर गुजरती है। पानी की सतह से टकराने वाली पानी की बूंदों द्वारा उत्पन्न गोलाकार लहरें भी आवर्त का एक अन्य उदाहरण है। मेंडलीव ने एक सारिणी तैयार की जिसमें समान रासायनिक और भौतिक गुणों वाले तत्वों को तत्वों की आवर्त सारिणी के रूप में एक साथ संकलित किया गया था। मेंडलीव की प्रथम आवर्त सारिणी के चित्र को नीचे सारिणी में दर्शाया गया है। यह सन् 1869 में प्रकाशित हुई थी।

но въ ней, мнѣ кажется, уже ясно выражается примѣнимость вы ставляемаго мною начала ко всей совокупности элементовъ, пай которыхъ извѣстенъ съ достовѣрностію. На этотъ разъ я и желалъ преимущественно найдти общую систему элементовъ. Вотъ этотъ опытъ:

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
			Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

а потому приходится въ разныхъ рядахъ имѣть различное количество разностей, чего нѣтъ въ главныхъ числахъ предлагаемой таблицы. Или же придется предполагать при составленіи системы очень много недостающихъ членовъ. То и другое мало выгодно. Мнѣ кажется притомъ, наиболѣе естественнымъ составить

https://web.lemoyne.edu/giunta/EA/MENDELEEVann.HTML

आवर्त नियम, दमित्री मेंडलीव (1834-1907) तथा जर्मन रसायनज्ञ लोथर मेयर (1830-1895) द्वारा एक ही समय में विकसित किया गया था। सन् 1869 में दोनों रसायनज्ञों ने पाया कि जब तत्वों को उनके बढ़ते हुए परमाणु-भारों के क्रम में व्यवस्थित किया जाता है, तब नियमित अंतराल के पश्चात् उनके भौतिक तथा रासायनिक गुणों में समानता पाई जाती है। लोथर मेयर ने भौतिक गुणों जैसे- परमाण्वीय आयतन, गलनांक व क्वथनांक का परमाणु-भार से सम्बन्ध का अध्ययन किया और उनमें एक निश्चित अंतराल में दोहराये जाने वाला पैटर्न पाया। न्यूलैंड से भिन्न, लोथर मेयर ने दोहराये जाने वाले पैटर्न की लम्बाई में परिवर्तन पाया और सन् 1868 तक लोथर मेयर ने तत्वों की एक सारिणी का विकास कर लिया, जो आधुनिक आवर्त-सारणी से काफी मिलती-जुलती थी। हालांकि आवर्ती संबंधों के अध्ययन का आरंभ डॉबेराइनर ने किया था, किंतु मेंडलीव ने आवर्त नियम को पहली बार प्रकाशित किया और आधुनिक आवर्त सारणी को विकसित करने का श्रेय हासिल किया। आधुनिक आवर्त नियम के अनुसार- तत्वों के गुणधर्म उनके परमाणु भारों के आवर्ती फलन होते हैं।

मेंडलीव ने तत्वों को क्षैतिज पंक्तियों एवं उर्ध्वाधर स्तंभों में उनके बढ़ते हुए परमाणु-भार के अनुसार इस तरह से रखा कि समान गुणधर्मों वाले तत्व एक ही उर्ध्वाधर स्तंभ या समूहों में स्थान पाएं। मेंडलीव के तत्वों के वर्गीकरण का तरीका लोथर मेयर के वर्गीकरण के तरीके से निश्चित तौर पर

अधिक विस्तृत था। वर्गीकरण ने आवर्तता की सार्थकता को स्वीकार किया और यह तत्वों के भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्मों के विस्तृत परास पर आधारित था। मेंडलीव ने तत्वों से बने यौगिकों के मूलानुपाती सूत्रों (empirical formulas) तथा उनके गुणधर्मों में समानता को आधार माना। ऐसा तत्व जो वर्गीकरण की परमाणु-भार व्यवस्था में फिट नहीं होता था, उसके लिए उन्होंने परमाणु-भारों के क्रम की यह सोचते हुए पूर्णतः उपेक्षा की कि परमाणु-भार मापन गलत हो सकता और उस तत्व को समान गुणधर्म वाले तत्वों के साथ रखा।

उदाहरण के तौर पर, आयोडीन (Iodione), जिसका परमाणु भार टैलूरियम (Tellurium) (समूह VI) से कम था, को समूह VII में फ्लुओरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन आदि के साथ गुणधर्मों में समानता के कारण रखा गया (चित्र 1)। साथ ही, समान गुणधर्मों वाले तत्वों को एक समूह में रखने के प्राथमिक उद्देश्य को मानते हुए उन्होंने यह प्रस्तावित किया कि कुछ तत्व जो अभी तक खोजे नहीं गए हैं, के लिए सारिणी में कई रिक्त स्थान छोड़ दिए जाएं। उदाहरण के लिए, जब मेंडलीव की आवर्त-सारिणी प्रकाशित हुई थी तब तक गैलियम (Gallium) तथा जर्मेनियम (Germanium) तत्व अज्ञात थे। उन्होंने एल्युमीनियम और सिलिकॉन के नीचे एक-एक रिक्त स्थान छोड़ा और इन तत्वों को क्रमशः एका-एल्युमीनियम (Eka-Aluminium) तथा एका- सिलिकॉन (Eka- Silicone) कहा।

मेंडलीव ने न केवल गैलियम और जर्मेनियम तत्वों के अस्तित्व का पूर्वानुमान किया था, बल्कि इन तत्वों के कतिपय सामान्य भौतिक गुणधर्मों का वर्णन भी किया था। ये तत्व बाद में खोजे गए। इन तत्वों के मेंडलीव द्वारा पूर्वानुमानित गुणधर्म तथा प्रायोगिक रूप से पाये गये गुणधर्मों को सारिणी 3 में सूचीबद्ध किया गया है। मेंडलीव के मात्रात्मक पूर्वानुमान और उनकी परिणामिक सफलता ने उन्हें और उनकी आवर्त सारिणी को काफी प्रसिद्ध किया। सन् 1905 में प्रकाशित मेंडलीव की आवर्त सारिणी को यहां दर्शाया गया है।

सारिणी 3: मेंडलीव द्वारा एका-एल्युमीनियम (गैलियम) एका- सिलिकॉन (जर्मेनियम) तत्वों का पूर्वानुमान

गुणधर्म	एका-एल्युमीनियम (पूर्वानुमानित)	गैलियम (पाया गया)	एका- सिलिकॉन (पूर्वानुमानित)	जर्मेनियम (पाया गया)
परमाणु-भार	68	70	72	72.6
घनत्त्व / (g/cm^3)	5.9	5.94	5.5	5.36
गलनांक /K	निम्न	302.93	उच्च	1231
ऑक्साइड का सूत्र	E_2O_3	Ga_2O_3	EO_2	GeO_2
क्लोराइड का सूत्र	ECl_3	$GaCl_3$	ECl_4	$GeCl_4$

यद्यपि मेंडलीव के पूर्वानुमानों की सफलता ने अधिकांश रसायनज्ञों को उनकी आवर्त सारिणी को स्वीकार करने के लिए सहमत कर लिया और उन्हें आवर्त नियम के खोजकर्ता के रूप में श्रेय दिया। फिर भी, दो प्रश्न बने रहे-

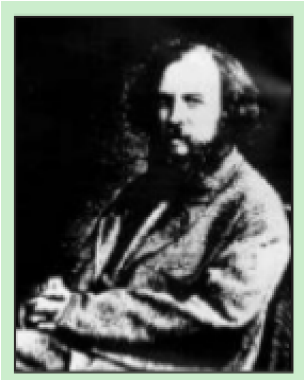
1. अधिकांश तत्वों को बढ़ते परमाणु द्रव्यमान के क्रम में व्यवस्थित किया जा सकता है, लेकिन कुछ को क्यों नहीं कर सकते हैं?
2. रासायनिक आवर्तिता का कारण क्या था?

मोज़ले ने तत्वों को परमाणु क्रमांक के अनुसार व्यवस्थित किया

मेंडलीव की आवर्त सारिणी के प्रकाशन के 40 से अधिक वर्षों बाद तक भी ये प्रश्न अनुत्तरित रहे। लेकिन, सन् 1911 में अंग्रेज़ वैज्ञानिक हेनरी मोज़ले द्वारा अर्नेस्ट रदरफोर्ड के साथ 38 धातुओं के स्पेक्ट्रल आंकड़ों में कतिपय अज्ञात पैटर्न की खोज ने इस अनुमान हेतु अग्रसर किया कि आवर्त सारिणी में तत्व तभी बेहतर व्यवस्थित हो सकते हैं जब उन्हें बढ़ते नाभिकीय आवेश अथवा नाभिक में प्रोटोनों की बढ़ती संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया जाए। इस महत्वपूर्ण खोज ने परमाणु संख्या की आधुनिक परिभाषा को जन्म दिया और यह भी कि परमाणु संख्या आवर्त सारिणी के संयोजन का आधार है न कि परमाणु द्रव्यमान। यह खोज परमाणु द्रव्यमान के बजाय गुणों के आधार पर बनी मेंडलीव की आवर्त सारणी के अनुरूप थी। उदाहरण के लिए, मोजले (Moseley) के अनुसार, टेल्यूरियम (परमाणु संख्या-52) की सही स्थिति आयोडीन (परमाणु संख्या-53) से पहले है। आज, मेंडलीव के रासायनिक आवर्तिता के सिद्धांत को जिस सही ढंग से कहा जाता है उसे आवर्तिता नियम के रूप में जाना जाता है। तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुणधर्म उनके परमाणु संख्याओं के आवर्ति फलन हैं। दूसरे शब्दों में, जब तत्वों को बढ़ती परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया जाता है, तो समान गुणों वाले तत्व नियमित अंतराल पर दिखाई देते हैं।

SERIES	GROUPS OF ELEMENTS								
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	-	Hydrogen H 1.008	-	-					
2	Helium He 4.0	Lithium Li 7.03	Beryllium Be 9.1	Boron B 11.0	Carbon C 12.0	Nitrogen N 14.04	Oxygen O 16.00	Fluorine F 19.0	
3	Neon Ne 19.9	Sodium Na 23.5	Magnesium Mg 24.3	Aluminium Al 27.0	Silicon Si 28.4	Phosphorus P 31.0	Sulphur S 32.06	Chlorine Cl 35.45	
4	Argon Ar 38	Potassium K 39.1	Calcium Ca 40.1	Scandium Sc 44.1	Titanium Ti 48.1	Vanadium V 51.4	Chromium Cr 52.1	Manganese Mn 55.0	Iron Fe 55.9 / Cobalt Co 59 / Nickel Ni 59 / (Cu)
5		Copper Cu 63.6	Zinc Zn 65.4	Gallium Ga 70.0	Germanium Ge 72.3	Arsenic As 75	Selenium Se 79	Bromine Br 79.95	
6	Krypton Kr 81.8	Rubidium Rb 85.4	Strontium Sr 87.6	Yttrium Y 89.0	Zirconium Zr 90.6	Niobium Nb 94.0	Molybdenum Mo 96.0	-	Ruthenium Ru 101.7 / Rhodium Rh 103.0 / Palladium Pd 106.5 / (Ag)
7		Silver Ag 107.9	Cadmium Cd 112.4	Indium In 114.0	Tin Sn 119.0	Antimony Sb 120.0	Tellurium Te 127.6	Iodine I 126.9	
8	Xenon Xe 128	Caesium Cs 132.9	Barium Ba 137.4	Lanthanum La 139	Cerium Ce 140	-	-	-	
9									
10	-	-	-	Ytterbium Yb 173	-	Tantalum Ta 183	Tungsten W 184	-	Osmium Os 191 / Iridium Ir 193 / Platinum Pt 194.9 / (Au)
11		Gold Au 197.2	Mercury Hg 200.0	Thallium Tl 204.1	Lead Pb 206.9	Bismuth Bi 208	-	-	
12	-	-	Radium Ra 224	-	Thorium Th 232	-	Uranium U 239		
	R	R_2O	RO	R_2O_3	HIGHER SALINE OXIDES: RO_2 R_2O_5 RO_3 R_2O_7 — HIGHER GASEOUS HYDROGEN COMPOUNDS: RH_4 RH_3 RH_2 RH				RO_4

रूचिपूर्ण लेखन



दमित्री इवानोविच मेंडलीव

(1834-1907)दमित्री मेंडलीव का जन्म रूस के साइबेरिया प्रांत में तोबालस्क नामक स्थान में हुआ था। उनके पिता की मृत्यु के पश्चात उनका परिवार सेंट पीटर्सबर्ग **(St. Petersburg)** चला गया। सन् **1856** में उन्होंने रसायन विज्ञान में स्नातकोत्तर की उपाधि तथा सन् **1865** में डॉक्टर की उपाधि प्राप्त की। वे पीटर्सबर्ग विश्वविद्यालय में पढ़ाते थे**,** जहां सन् **1867** में वे सामान्य रसायन के प्रोफेसर नियुक्त हुए। अपनी प्रसिद्ध पुस्तक प्रिंसिपल्स ऑफ केमिस्ट्री के प्रारंभिक कार्य ने मेंडलीव को आवर्तिता के नियम को प्रतिपादित करने तथा तत्वों की आवर्त सारिणी की रचना हेतु प्रेरित किया। उस समय तक परमाणु की संरचना अज्ञात थी और मेंडलीव की यह अवधारणा कि तत्वों के गुणधर्म किसी न किसी प्रकार से उनके परमाणु द्रव्यमान से संबंधित है, अत्यधिक कल्पनात्मक थी। कुछ तत्वों को वर्ग में उनके रासायनिक गुण के आधार पर उचित स्थान देने के लिए मेंडलीव ने उन तत्व युग्मों के क्रम को उलटा कर दिया तथा इस बात पर जोर दिया कि उनके परमाणु द्रव्यमान सही नहीं थे। मेंडलीव ने अपनी दूरदृष्टि के आधार पर उस समय तक अज्ञात तत्वों के लिए सारिणी में रिक्त स्थान छोड़ दिए थे तथा उन तत्वों से संबंधित ज्ञात तत्वों के गुणों में प्रेक्षित प्रवृत्ति के आधार पर उन तत्वों के गुणों का पूर्वानुमान भी किया था। इन तत्वों की खोज के उपरांत मेंडलीव के पूर्वानुमान आश्चर्यचकित ढंग से सही साबित हुए। मेंडलीव के आवर्तिता नियम ने दशकों तक खोज के विभिन्न क्षेत्रों को प्रेरित कर उसे आगे बढ़ाया। सन् 1890 में प्रथम दो उत्कृष्ट गैसों हीलियम (Helium)व आर्गन (Argon) की खोज ने एक विशेष वर्ग को पूरा के लिए उसी प्रकार के अन्य तत्वों की संभावनाओं को प्रस्तावित किया। इसी संभावना के आधार पर रैमसे (Ramsay) ने क्रिप्टॉन (Krypton) व जीनॉन (Xenon) की खोज में सफलता प्राप्त की। बीसवीं शताब्दी के प्रारंभिक वर्षों में यूरेनियम (Uranium) तथा थोरियम (Thorium) रेडियोधर्मी क्षय श्रेणी (Radioactive decay series) पर शोध-कार्य भी आवर्त सारिणी से प्रेरित था।

मेंडलीव बहुमुखी प्रतिभा के धनी थे। उन्होंने रूस के प्राकृतिक संसाधनों से संबंधित अनेक समस्याओं पर कार्य किया। उन्होंने उन्नत बैरोमीटर का आविष्कार किया। सन् 1890 में उन्होंने प्रोफेसर के पद से त्यागपत्र दे दिया। वे बाट एवं माप ब्यूरो में निदेशक पद पर नियुक्त हुए। सन् 1907 में अपनी मृत्यु तक वे अनेक क्षेत्रों में शोध-कार्य में लगे रहे।

आधुनिक आवर्त सारणी (चित्र 3.2) से आप यह जान जाएंगे कि परमाणु क्रमांक 101 वाले तत्व का नामकरण मेंडलीवियम (Mendelevium) कर, मेंडलीव का नाम अमर कर दिया गया। यह नाम अमेरिकी वैज्ञानिक ग्लेन टी. सीबॉर्ग (Glenn T. Seaborg), जो स्वयं इस तत्व के खोजकर्ता थे, द्वारा उस महान रूसी रसायनज्ञ की अग्रणी भूमिका की मान्यता में प्रस्तावित किया गया था, जिन्होंने सर्वप्रथम अज्ञात तत्वों के रासायनिक गुणों के पूर्वानुमान के लिए तत्वों की आवर्त प्रणाली का उपयोग किया था, वही सिद्धांत जो लगभग सभी ट्रांसयूरेनियम तत्वों की खोज का आधार रहा।

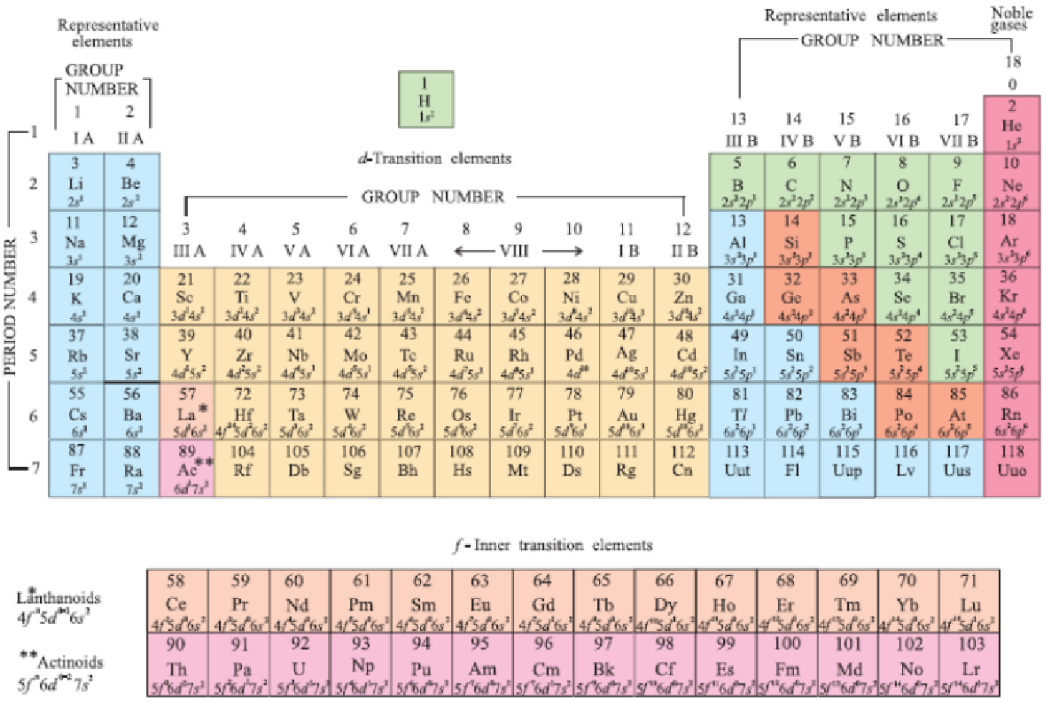
3. आधुनिक आवर्त नियम तथा दीर्घ आवर्त सारिणी

जब मेंडलीव ने आवर्त सारिणी का विकास किया, तब रसायनज्ञों को परमाणु की आंतरिक संरचना का ज्ञान नहीं था। यद्यपि, 20 वीं शताब्दी के प्रारम्भ में उप-परमाणुक कणों के सिद्धांतों के बारे में बहुत विकास हुआ था। सन् 1913 में अंग्रेज़ भौतिकी वैज्ञानिक हेनरी मोज़ले (Henry Moseley) ने तत्वों के अभिलाक्षणिक x- किरण स्पेक्ट्रमों में विशेष प्रवृत्ति पाई। υ (उत्सर्जित x-किरण की आवृत्ति) और परमाणु-क्रमांक (Z) के मध्य ग्राफ आलेखित करने पर एक सरल रेखा प्राप्त होती है, न कि परमाणु द्रव्यमान तथा υ के मध्य ग्राफ आलेखित करने पर। अतः हेनरी ने सिद्ध किया कि परमाणु-द्रव्यमान की तुलना में किसी तत्व का परमाणु-क्रमांक उस तत्व का आधारभूत गुण है। इसी के अनुसार मेंडलीव के आवर्त नियम को इस प्रकार संशोधित किया गया- 'तत्वों के भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्म उनके परमाणु-क्रमांकों के आवर्ती फलन होते हैं।' (The physical and chemical properties of the elements are the periodic functions of their atomic numbers) इसे आधुनिक आवर्त नियम कहते हैं।

इसने प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले 94 तत्वों (ऐक्टीनियम और प्रोटोक्टीनियम की भांति

नेप्ट्यूनियम और प्लूटोनियम भी यूरेनियम के अयस्क पिच ब्लैंड में पाए गए) के बीच महत्वपूर्ण अनुरूपताओं को प्रकट किया। इसने अकार्बनिक रसायन विज्ञान में नए सिरे से रुचि को प्रोत्साहित किया और वर्तमान में कृत्रिम रूप से उत्पादित अल्पकालिक तत्वों के निर्माण का मार्ग प्रशस्त किया।

तत्वों की आवर्तिता में क्वांटम संख्या और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास का महत्व इस तथ्य से आसानी से जाना जा सकता है कि परमाणु संख्या, परमाणु आवेश (प्रोटॉन की संख्या या उदासीन परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या) के बराबर होती है। आवर्त नियम मूल रूप से इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में आवर्तिक परिवर्तन का परिणाम है, जो वास्तव में तत्वों और उनके यौगिकों के भौतिक और रासायनिक गुणधर्मों को निर्धारित करते हैं।



चित्र 2: तत्वों के परमाणु क्रमांक तथा निम्नतम अवस्था इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के साथ आवर्त सारिणी का दीर्घ रूप। सन 1984 के IUPAC के अनुमोदन के अनुसार वर्गों को 1 से 18 तक दर्शाया गया है ।

इस समय-समय पर आवर्त-सारिणी के विभिन्न रूप प्रस्तुत किए गए। कुछ रूप तत्वों की रासायनिक अभिक्रियाओं

तथा संयोजकता पर आधारित थे, जबकि कुछ अन्य तत्वों इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर। इसका आधुनिक स्वरूप जिसेआवर्त सारणी का दीर्घ स्वरूप (चित्र 3.2) कहा जाता है, अत्यंत सुविधाजनक तथा व्यापक रूप उपयोग की जाने वाला है। क्षैतिज पंक्तियों (जिन्हें मेंडलीव ने 'श्रेणी' कहा है) को आवर्त (Periods) कहा जाता है और उर्ध्वाधर स्तम्भों को वर्ग (Group) कहते हैं। ऐसे तत्व जिनके परमाणुओं का समान बाह्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास था, एक ही उर्ध्वाधर स्तम्भ में रखा गया, इसे वर्ग या परिवार कहा जाता है। इंटरनेशनल यूनियन ऑफ़ प्योर एण्ड एप्लाइड केमेस्ट्री (IUPAC) की अनुशंसाओं के अनुसार, वर्गों को पुरानी पद्धति **IA.....VIIA, VIII, IB ..... VIIB** और 0 के स्थान पर उन्हें 1 से 18 तक की संख्याओं से निरूपित किया गया है।

आवर्त सारिणी में कुल सात आवर्त हैं। आवर्त-संख्या, आवर्त में तत्व की अधिकतम मुख्य क्वांटम संख्या (n) को दर्शाती है। प्रथम आवर्त में 2 तत्व हैं। इसके बाद के आवर्तों में क्रमशः 8, 8, 18, 18 और 32 तत्व हैं। सातवां आवर्त अपूर्ण है और छठे आवर्त की तरह सैद्धांतिक रूप से इसमें तत्वों की अधिकतम संख्या (क्वांटम संख्याओं के आधार पर) 32 ही होगी। आवर्त-सारिणी के इस रूप में छठे

एवं सातवें आवर्त के 14-14 तत्व (क्रमशः लेन्थेनाइड और ऐक्टिनाइड) नीचे अलग पट्टिका में रखे गये हैं।*

4. परमाणु क्रमांक **> 100** वाले तत्वों का नामकरण

पूर्व में परम्परागत रूप से नए तत्वों का नामकरण उन तत्वों के शोधकर्ताओं के नाम पर कर दिया जाता था तथा प्रस्तावित नाम का पुष्टिकरण आई.यू.पी.ए.सी. (IUPAC) द्वारा कर दिया जाता था। उच्च परमाणु क्रमांक वाले नए तत्व इतने अधिक अस्थायी होते हैं कि उनकी केवल सूक्ष्म मात्रा और कभी-कभी तो केवल कुछ परमाणु मात्र ही प्राप्त होते हैं। इन तत्वों के संश्लेषण और विशेष गुणों के अध्ययन के लिए महंगे तथा अत्यधिक परिष्कृत उपकरणों और प्रयोगशाला की आवश्यकता होती है। विश्व की कुछ ही प्रयोगशालाओं में स्पर्धा की भावना से ऐसा काम होता है। कभी-कभी वैज्ञानिक किसी नये तत्व के विश्वसनीय आंकड़े एकत्रित करने से पूर्व ही, उसकी खोज का दावा करने के लिए लालायित हो जाते हैं। उदाहरण के तौर पर अमेरिका और रूस, दोनों ही देशों के वैज्ञानिकों ने 104 परमाणु क्रमांक वाले तत्व की खोज का दावा किया था। अमेरिकी वैज्ञानिकों ने इसे'रदरफोर्डियम' (Rutherfordium) नाम दिया, जबकि रूसी वैज्ञानिकों ने इसे कुरशाटोवियम' (Kurchatovium) नाम दिया। इस तरह की कठिनाइयों को दूर करने के लिए IUPAC ने सुझाव दिया कि जब तक नये तत्व की खोज सिद्ध ना हो जाए और उसके नाम को अधिकारिक मान्यता ना मिल जाए तब तक, एक पद्धतिबद्ध नामकरण, 0 एवं 1 से 9 तक संख्याओं के लिए संख्यात्मक मूल का उपयोग करते हुए तत्व के परमाणु क्रमांक से सीधे ही व्युतपित्त किया जाए। इसे सारिणी 4 में दर्शाया गया है। मूलों को अंको के क्रम में एक साथ रखा जाता है, यह परमाणु क्रमांक बनाता है तथा अंत में 'इअम''(ium) जोड़ दिया जाता है। एक सौ से अधिक परमाणु क्रमांक वाले तत्वों के IUPAC नाम सारिणी 5 में दर्शाये गये हैं।

सारिणी **4:** तत्वों के **IUPAC** नामकरण हेतु संकेतन

अंक	नाम	संक्षिप्त रूप
0	nil	n
1	un	u
2	bi	b
3	tri	t
4	quad	q
5	pent	p
6	hex	h
7	sept	s
8	oct	o
9	enn	e

सारिणी **5:** परमाणु क्रमांक **100** से अधिक वाले तत्वों का नामकरण

परमाणु-क्रमांक	नाम	प्रतीक	IUPAC नाम	IUPAC नाम
101	Unnilunium	Unu	Mendelevium	Md
102	Unnilbium	Unb	Nobelium	No
103	Unniltrium	Unt	Lawrencium	Lr
104	Unnilquadium	Unq	Rutherfordium	Rf
105	Unnilpentium	Unp	Dubnium	Db
106	Unnilhexium	Unh	Seaborgium	Sg
107	Unnilseptium	Uns	Bohrium	Bh
108	Unniloctium	Uno	Hassium	Hs
109	Unnilennium	Une	Meitnerium	Mt
110	Ununnilium	Uun	Darmstadtium	Ds
111	Unununnium	Uuu	Rontgenium*	Rg*
112	Ununbium	Uub	*	*
113	Ununtrium	Uut	+	
114	Ununquadium	Uuq	*	*
115	Ununpentium	Uup	+	
116	Ununhexium	Uuh	*	*
117	Ununseptium	Uus	+	
118	Ununoctium	Uuo	+	

* अधिकारिक **IUPAC** नाम घोषित

इस प्रकार नये तत्व को तीन अक्षर वाले प्रतीक के साथ पहले अस्थायी नाम मिलता है। बाद में, हर देश के IUPAC प्रतिनिधियों के मतदान से स्थायी नाम तथा प्रतीक दिया जाता है। स्थायी नाम उस देश (या देश का राज्य) के नाम को प्रकटित कर सकता है जहां उस तत्व की खोज हुई हो अथवा किसी प्रसिद्ध वैज्ञानिक को सम्मान भी हो सकता है। परमाणु क्रमांक 112, 114 और 116 वाले तत्वों की खोज हो चुकी है। अब तक, परमाणु क्रमांक 118 तक के तत्व खोजे जा चुके हैं। परमाणु क्रमांक 113, 115, 117 और 118 वाले तत्वों के अधिकारिक नाम IUPAC द्वारा घोषित किये जा पुके हैं और सारिणी 5 में जोड़े गये हैं।

उदाहरण 1: परमाणु क्रमांक 120 वाले तत्व का IUPAC नाम तथा प्रतीक (symbol) क्या होगा?
हलः सारिणी 4 के अनुसार 1, 2 तथा 0 के मूल क्रमश: un, bi और nil होंगे। अतः तत्व का प्रतीक और नाम क्रमश: Ubn और Unbinilium होंगे।
उदाहरण 2: परमाणु क्रमांक 130 वाले तत्व का IUPAC नाम तथा प्रतीक (symbol) ज्ञात कीजिए।
हलः 1, 3, और 1 के मूल क्रमश: un, tri और un होंगे। अतः तत्व का नाम Untriunium होगा और प्रतीक Utu होगा।
उदाहरण 3: अत्यधिक उच्च परमाणु संख्या वाले नये तत्व प्रचुरता से क्यों नहीं पाये जाते हैं?
हलः अत्यधिक उच्च परमाणु संख्या वाले नये तत्व प्रचुरता से क्यों नहीं पाये जाते हैं क्योंकि वे अत्यधिक अस्थायी होते हैं तथा केवल अल्प मात्रा में पाये जाते हैं, कई बार तो इनके कुछ परमाणु ही प्राप्त होते हैं।

6. सारांश**:** इस माड्यूल में हमने आवर्त नियम और आवर्त सारिणी के विकास पर चर्चा की। मेंडलीव की आवर्त सारिणी परमाणु द्रव्यमान पर आधारित थी। आधुनिक आवर्त सारिणी में तत्वों को उनके बढ़ते हुए परमाणु क्रमांक के क्रम में सात क्षैतिज पंक्तियों (आवर्त) और अठारह उर्ध्वाधर स्तम्भों (वर्ग या परिवार) में व्यवस्थित किया गया है। आवर्त में परमाणु क्रमांक क्रमिक रूप से बढ़ता है, जबकि वर्ग में वह एक पैटर्न (pattern) से बढ़ता है। एक ही वर्ग के तत्वों में समान संयोजी कोश (valence shell) इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होता है और, इसीलिए वे समान रासायनिक गुणधर्म दर्शाते हैं। यद्यपि, एक ही आवर्त के तत्वों में बायीं से दायीं ओर जाने पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या में वृद्धि होती है और, इसीलिए उनकी संयोजकताएं (valencies) भिन्न होती है।