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 2
मॉड्यूल आईडी	**kech_10302**
शर्तें	परमाणु क्रमांक, इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा आवर्त वर्गीकरण
उद्देश्य	इस मॉड्यूल के अध्ययन के पश्चात्, विद्यार्थी निम्नलिखित में सक्षम होंगे: 1. वर्गीकरण के आधार के रूप में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के महत्व को समझने में। 2. तत्वों को s, p, d, f ब्लॉक में वर्गीकृत करने और इन तत्वों के मुख्य विशेषता गुणों को समझने में। 3. तत्वों को धातुओं और अधातुओं में वर्गीकृत करने और उनके विशिष्ट गुणों को समझने में।
संकेतक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, s, p, d, f ब्लॉक, क्षारीय धातुएं, संक्रमण तत्व, हेलोजन, क्षारीय-मृदा धातुएं, मुख्य वर्ग तत्व

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 सूचीः

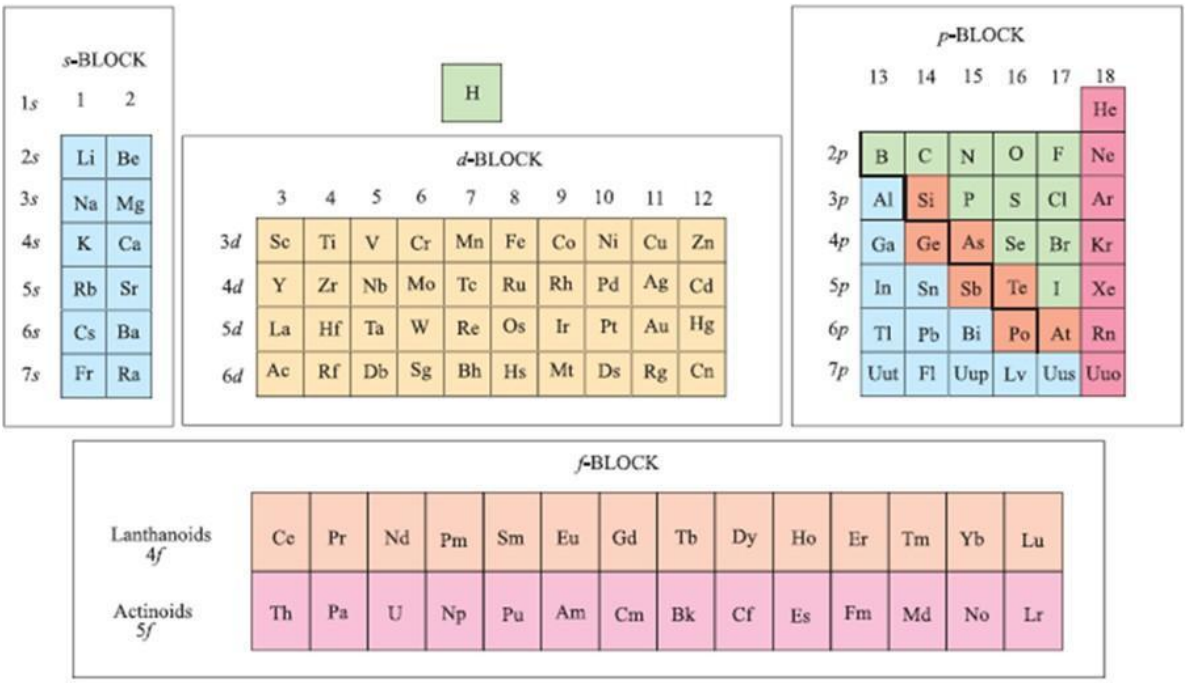
1. परिचयः तत्वों के गुणधर्मों पर आधारित वर्गीकरण
2. तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा आवर्त-सारिणी
3. आवर्त में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
4. वर्गवार इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
5. इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और तत्वों के प्रकारः s, p, d, f ब्लॉक
6. धातु तथा अधातु
7. सारांश

1. परिचयः तत्वों के गुणधर्मों पर आधारित वर्गीकरण

आवर्त सारिणी के समूह 18 के तत्व (उत्कृष्ट गैसें) कुछ रासायनिक अभिक्रियाओं से गुजरते हैं। यह स्थिरता गैसों के विशेष इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से उत्पन्न होती है। हीलियम का उच्चतम भरा हुआ स्तर, 1s कक्षक, इलेक्ट्रॉनों से पूर्णतः भरा है। और अन्य उत्कृष्ट गैसों के उच्चतम भरे वाले स्तरों में स्थिर अष्टक (octates) होते हैं। आम तौर पर, एक परमाणु के उच्चतम भरे ऊर्जा स्तर का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास परमाणु के रासायनिक गुणों को नियंत्रित करता है।

2. तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा आवर्त-सारिणीः

किसी परमाणु को चार क्वांटम संख्याओं के एक समूह से चिह्नित किया जाता है और मुख्य क्वांटम संख्या (n) परमाणु के मुख्य ऊर्जा स्तर, जिसे कोश (shell) कहते हैं, को परिभाषित करती है। किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉनों को अलग-अलग उप-कोशों में भरा जाना, जिसे कक्षक (s, p, d, f) के नाम से भी जाना जाता है। ऑफबो सिद्धांत (Aufbau principle) द्वारा नियंत्रित होता है। किसी परमाणु के कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को इलेक्ट्रॉनिक विन्यास कहा जाता है। आवर्त सारिणी में किसी तत्व का स्थिति उसके संयोजकता कोश (अंतिम भरा कक्षक) की क्वांटम संख्याओं को दर्शाती है। यह खंड तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और दीर्घ आवर्त सारणी में तत्व की स्थिति के बीच सीधा संबंध बताता है। किसी तत्व का आवर्त उसके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास द्वारा निर्धारित किया जाता है।



चित्र 3 विभिन्न कक्षकों के भरने के आधार पर आवर्त सारिणी में तत्त्वों के प्रकार। तत्त्वों को मोटे तौर पर धातु अधातु तथा उपधातु के रूप में दर्शाया गया है।

3. आवर्त में इलेक्ट्रॉनिक विन्यासः
आवर्त सारिणी में तत्वों को ऊर्ध्वाधर समूहों में और क्षैतिज रूप से पंक्तियों या आवर्तों में व्यवस्थित किया जाता है। ये उनके रासायनिक गुणों में समानता के आधार पर व्यवस्थित किये जाते हैं। आधुनिक आवर्त सारिणी में तत्वों के कुल सात आवर्त हैं। प्रत्येक आवर्त की लंबाई इलेक्ट्रॉनों की संख्या से ज्ञात होती है जो उस आवर्त में कक्षकों (orbitals) में भरे जाते हैं। नीचे तालिका देखें।

आवर्त सारिणी में आवर्त लंबाई और भरे जाने वाले कक्षकों के मध्य सम्बन्ध

आवर्त संख्या	आवर्त में तत्वों की संख्या	संयोजकता कोश कक्षकों में इलेक्ट्रानों के भरने का क्रम
1	**2**	**1s**
2	**8**	**2s 2p**
3	**8**	**3s 3p**
4	**18**	**4s 3d 4p**
5	**18**	**5s 4d 5p**
6	**32**	**6s 4f 5d 6p**
7	**32**	**7s 5f 6d 7p**

आवर्त बाह्यतम या संयोजकता कोश के लिए n के मान को इंगित करता है। दूसरे शब्दों में, आवर्त सारिणी में उत्तरोत्तर आवर्त अगले उच्च मुख्य ऊर्जा स्तर (n=1, n=2, आदि) को भरने से सम्बन्धित है। यह देखा जा सकता है कि प्रत्येक आवर्त में तत्वों की संख्या, भरे जाने वाले ऊर्जा स्तर में उपलब्ध परमाणु कक्षकों की संख्या से दुगुनी होती है।

प्रथम आवर्त **(n=1)** का प्रारंभ सबसे निचले स्तर (1s) के भरने से शुरू होता है और इसलिए उसमें दो तत्व होते हैं- हाइड्रोजन ($1s^1$) तथा हीलियम ($1s^2$) है। इस प्रकार, प्रथम कोश (K कोश) पूर्ण हो जाता है।

दूसरा आवर्त **(n=2)** लीथियम ($1s^2$, $2s^1$) से आरंभ होता है और तीसरा इलेक्ट्रॉन 2s कक्षक में प्रवेश करता है। अगले तत्व बेरिलियम में चार इलेक्ट्रॉन होते हैं और इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ($1s^2$, $2s^2$) है। इसके बाद बोरॉन तत्व से शुरू करते हुए जब हम निऑन तत्व तक पहुँचते हैं, तो 2p कक्षक पूर्ण रूप से इलेक्ट्रॉनों से भर जाता है। इस प्रकार L कोश निऑन ($2s^2$, $2p^6$) तत्व के साथ पूर्ण हो जाता है। अतः दूसरे आवर्त में तत्वों की संख्या आठ होती है।

तीसरा आवर्त **(n=3)** सोडियम तत्व के साथ प्रारंभ होता है, जिसमें इलेक्ट्रॉन 3p कक्षक में जाता है। उत्तरोत्तर 3s एवं 3p कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों के भरने के पश्चात् तीसरे आवर्त में तत्वों की संख्या सोडियम से ऑर्गन तक कुल मिलाकर आठ हो जाती है।

चौथा आवर्त **(n=4)** पोटैशियम से, 4s कक्षक के भरने के साथ प्रारंभ होता है। यहां यह बात महत्त्वपूर्ण है कि 4p कक्षक के भरने से पूर्व ही 3d कक्षक का भरना शुरू हो जाता है, जो ऊर्जात्मक

(energetically) रूप से अनुकूल है और इस प्रकार, हमें तत्वों की 3d संक्रमण-श्रेणी (3d transition series) प्राप्त हो जाती है। यह स्केन्डियम (Scandium, Z=21) से प्रारंभ होती है, जिसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $3d^14s^2$ होता है। जिंक (Zn, Z=30) जिसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $3d^{10}4s^2$ है, पर 3d कक्षक पूर्ण रूप से भर जाता है। चौथा आवर्त 4p कक्षकों के भरने के साथ क्रिप्ट्रॉन (Krypton) पर समाप्त होता है। कुल मिलाकर चौथे आवर्त में 18 तत्व होते हैं।

पांचवे आवर्त **(n=5)** की शुरूआत चौथे आवर्त के समान ही रूबिडियम से होती है और उसमें 4d संक्रमण श्रेणी इट्रियम (Yttrium, Z=39) से प्रारम्भ होती है। यह आवर्त 5p कक्षकों के भरने के साथ जीनॉन (Xenon) पर समाप्त होता है।
छठे आवर्त **(n=6)** में 32 तत्व होते हैं और उत्तरोत्तर इलेक्ट्रॉन 6s, 4f, 5d तथा 6p कक्षकों में भरे जाते हैं। 4f कक्षकों का भरना सीरियम (Cerium, Z=58) से प्रारम्भ होकर ल्यूटीशियम (Lutetium, Z=71) पर समाप्त होता है और इससे 4f आंतरिक संक्रमण श्रेणी या लेन्थैनॉइड श्रेणी (Lenthanide Series) प्राप्त होती है।

सातवां आवर्त **(n=7)** छठे आवर्त के समान ही है, जिसमें इलेक्ट्रॉन उत्तरोत्तर 7s, 5f, 6d और 7p कक्षक में भरते हैं और इनमें मानव-निर्मित रेडियोधर्मी तत्व भी सम्मिलित हैं। सातवां आवर्त 118वें परमाणु क्रमांक वाले तत्व के साथ पूर्ण होगा, जो उत्कृष्ट गैस-परिवार से संबंधित होगा।
ऐक्टिनियम **(Actinium, Z=89)** के पश्चात् 5f कक्षक भरने के फलस्वरूप 5f आंतरिक संक्रमण-श्रेणी (5f inner transition series) प्राप्त होती है। इसे ऐक्टिनॉयड श्रेणी (Actinide series) कहते हैं। 4f तथा 5f आंतरिक संक्रमण-श्रेणियों को आवर्त सारिणी के मुख्य भाग से अलग रखा गया है, ताकि इसकी संरचना को अक्षुण्ण रखा जा सके और साथ ही समान गुणधर्मों वाले तत्वों को एक ही स्तंभ में रखकर वर्गीकरण के सिद्धांत का भी पालन किया जा सके।

प्रश्न **1:** आवर्त सारिणी के पांचवें आवर्त में 18 तत्वों की उपस्थिति को आप कैसे उचित ठहरायेंगे?

हलः जब n=5 होता है तो l=0, 1, 2, 3 होता है। उपलब्ध कक्षकों 4d, 5s और 5p की ऊर्जाओं के बढ़ने का क्रम है- 5s<4d<5p । इस प्रकार पांचवें आवर्त के संयोजकता कोश में कुल 9 कक्षक यथा 5s का 1, 4d के 5 तथा 5p के 3 कक्षक उपलब्ध होते हैं और इनमें अधिकतम 18 इलेक्ट्रॉन भरे जा सकते हैं। इसीलिए पांचवें आवर्त में 18 तत्व होते हैं।

प्रश्न **2:** दो तत्वों X और Y के परमाणु क्रमांक क्रमश: 12 और 16 है। इन दोनों तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए। ये तत्व आधुनिक आवर्त सारिणी के किस आवर्त से सम्बन्धित हैं?

हलः परमाणु क्रमांक **12** वाले तत्व **X** का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास **2,8,2** है। परमाणु क्रमांक **16** वाले तत्व **Y** का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास **2,8,6** है। ये दोनों तत्व तीसरे आवर्त के हैं क्योंकि दोनों तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से स्पष्ट है कि संयोजकता कोश के लिए तीसरा कोश है।

4. वर्गवार इलेक्ट्रॉनिक विन्यासः

एक ही वर्ग या ऊर्ध्वाधर स्तंभ में उपस्थित तत्वों के संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉनिक विन्यास समान होते हैं, इनके बाह्य कक्षकों में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या एवं गुणधर्म भी समान होते हैं। उदाहरण के लिए, वर्ग 1के तत्वों (क्षार धातुओं) का संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^1 होता है, जैसा नीचे दिखाया गया है। इस प्रकार यह स्पष्ट हो जाता है कि किसी तत्व के गुणधर्म उसके परमाणु-क्रमांक पर निर्भर करते हैं, न कि उसके सापेक्षिक परमाणु-द्रव्यमान पर।

परमाणु-क्रमांक	प्रतीक	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

3	Li	$1s^2 2s^1$ **(or)** [He]$2s^1$
11	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ **(or)** [Ne]$3s^1$
19	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ **(or)** [Ar]$4s^1$
37	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ **(or)** [Kr]$5s^1$
55	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ **(or)** [Xe]$6s^1$
87	Fr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2 6p^6 7s^1$

5. इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और तत्वों के प्रकारः **s-,p-,d-,f-** ब्लॉक

'ऑफबो सिद्धांत' **(Aufbau Principle)** तथा परमाणुओं का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, आवर्त वर्गीकरण हेतु सैद्धांतिक मूलाधार प्रदान करते हैं।

आवर्त सारणी के ऊर्ध्वाधर स्तंभों (vertical columns) में स्थित तत्व एक वर्ग (Group) अथवा परिवार (Family) की रचना करते हैं और समान रासायनिक गुणधर्म दर्शाते हैं। यह समानता इसलिए होती है, क्योंकि इन तत्वों के बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या और वितरण एक ही प्रकार का होता है। इन तत्वों का चार विभिन्न ब्लॉकों s-,p-,d- और f- में वर्गीकृत किया जा सकता है, जो इलेक्ट्रॉनों द्वारा भरे जा रहे कक्षकों के प्रकार पर निर्भर करता है। इसे चित्र 3 में दर्शाया गया है। इस प्रकार के वर्गीकरण के दो अपवाद देखने को मिलते हैं।

(a) हीलियम s- ब्लॉक से सम्बन्धित है परंतु, इसका स्थान आवर्त सारिणी में वर्ग 18 के तत्वों के साथ p- ब्लॉक में तर्कसंगत है क्योंकि इसका संयोजी कोश (valence shell) पूरा भरा हुआ है (He=$1s^2$) फलस्वरूप यह उत्कृष्ट गैसों के अभिलक्षणों को प्रदर्शित करती है।

(b) अन्य अपवाद हाइड्रोजन का है। इसमें केवल एक s- इलेक्ट्रॉन है और इस प्रकार इसका स्थान वर्ग 1 में क्षारीय धातुओं के साथ होना चाहिए। यह एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके उत्कृष्ट गैस (हीलियम) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर सकती है और इस प्रकार इसका व्यवहार वर्ग 17 (हैलोजेन परिवार) की तरह हो सकता है। चूंकि यह एक विशेष स्थिति है, अतः हाइड्रोजन को आवर्त सारिणी में सबसे ऊपर अलग से स्थान देना अधिक तर्कसंगत माना गया है जैसा कि चित्र 2 और 3 में दर्शाया गया है।

आवर्त सारिणी के चार प्रकार के तत्वों के मुख्य लक्षण

i) s- ब्लॉक के तत्व

वर्ग 1 के तत्व (क्षारीय धातु) तथा वर्ग 2 के तत्व (क्षारीय मृदा धातु) जिनके बाह्यतम कोश का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास क्रमशः ns^1 तथा ns^2 होता है, s- ब्लॉक तत्व से संबद्ध हैं।

ये सभी न्यून आयनन एंथैल्पी मान के साथ क्रियाशील धातुएं हैं।

ये तत्व सरलतापूर्वक बाह्यतम इलेक्ट्रॉन त्यागने के पश्चात् 1+ आयन (क्षारीय धातुओं में) या 2+ आयन (मृदा क्षारीय धातुओं में) बना लेते हैं।

वर्ग में नीचे की ओर जाने पर इन धातुओं के धात्विक लक्षण तथा क्रियाशीलता में वृद्धि होती है। अधिक अभिक्रियाशील होने के कारण ये प्रकृति में शुद्ध रूप में नहीं पायी जाती है।

लीथियम और बेरीलियम को छोड़कर s- ब्लॉक के तत्वों के यौगिक मुख्य रूप से आयनिक होते हैं

ii) p- ब्लॉक के तत्व

आवर्त सारिणी के p- ब्लॉक में वर्ग 13 से लेकर वर्ग 18 तक के तत्व सम्मिलित हैं और s- ब्लॉक के तत्वों के साथ इनको संयुक्त रूप से निरूपक तत्व (Representative elements) या मुख्य वर्ग के तत्व (Main Group elements) कहा जाता है।

प्रत्येक आवर्त में इनका बाह्यतम इलेक्ट्रॉनिक विन्यास ns^2, np^1 से ns^2, np^6 तक

परिवर्तित होता है।

प्रत्येक आवर्त के अन्त में पूर्ण भरे संयोजकता कोश ns^2, np^6 विन्यास के साथ उत्कृष्ट गैस है।

उत्कृष्ट गैसों में संयोजी कोश में सभी कक्षक इलेक्ट्रॉनों से पूरे भरे होते हैं और इलेक्ट्रॉनों को हटाकर या जोड़कर इस स्थायी व्यवस्था को बदलना बहुत कठिन होता है।

इसीलिए उत्कृष्ट गैसों की रासायनिक क्रियाशीलता बहुत कम होती है।

उत्कृष्ट गैसों के परिवार से पहले रासायनिक रूप से महत्त्वपूर्ण अधातुओं के दो वर्ग हैं।

वे हैं- 17वें वर्ग के हैलोजेन (Halogens) तथा 16वें वर्ग के ''चाल्कोजेन' (Chalcogens)।

इन दोनों वर्गों के तत्वों की उच्च ऋणात्मक इलेक्ट्रॉन लब्धि एंथैल्पी (negative electron gain enthalpy) होती है और ये तत्व आसानी से क्रमशः एक या दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर स्थायी उत्कृष्ट गैस इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर लेते हैं।

आवर्त में बाईं से दाईं ओर बढ़ने पर तत्वों के अधात्विक लक्षणों में वृद्धि होती है तथा किसी वर्ग में ऊपर से नीचे की तरफ जाने पर धात्विक लक्षणों में वृद्धि होती है।

iii) d- ब्लॉक के तत्व **(**संक्रमण तत्व**)**

ये आवर्त सारणी के मध्य में स्थित वर्ग 3 से वर्ग 12 वाले तत्व हैं।

इस ब्लॉक के तत्वों की पहचान इनके आंतरिक d- कक्षक में इलेक्ट्रॉनों के भरे जाने के आधार पर की जाती है। यही कारण है कि ये तत्व d-ब्लॉक के तत्व कहलाते हैं।

इन तत्वों का सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $(n-1)d^{1-10}\,ns^{0-2}$ है।

ये सभी तत्व धातुएं हैं।

ये प्रायः परिवर्तनशील संयोजकता (ऑक्सीकरण अवस्था) प्रदर्शित करते हैं और विलयन में रंगीन आयन बनाते हैं।

ये अनुचुंबकीयता प्रदर्शित करते हैं, और प्रायः उत्प्रेरक के रूप में प्रयुक्त होते हैं। यद्यपि, Zn, Cd तथा Hg के सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $(n-1)d^{1-10}\,ns^2$ है, फिर भी ये धातुएं संक्रमण तत्वों के बहुत-से लक्षणों को प्रदर्शित नहीं करती हैं।

इस तरह से संक्रमण तत्व, रासायनिक तौर पर अतिक्रियाशील s-ब्लॉक के तत्वों से कम क्रियाशील 13वें तथा 14वें वर्गों के तत्वों के मध्य एक सेतु निर्मित करते हैं और इसी कारण इन्हें 'संक्रमण तत्व' भी कहते हैं।

iv) f- ब्लॉक के तत्व **(**आंतरिक संक्रमण तत्व**)**

आवर्त सारिणी में नीचे दो क्षैतिज पंक्तियों में जिन तत्वों को रखा गया है, उन्हें लैन्थेनॉयड (58 Ce- 72 Lu) तथा ऐक्टीनॉयड (90 Th - 103 Lr) कहते हैं।

इन श्रेणियों के तत्वों की पहचान इनके सामान्य इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $(n-2)f^{1-14}\,(n-1)d^{0-1}ns^2$ द्वारा की जाती है।

इन तत्वों में अंतिम इलेक्ट्रॉन f- उप-कोश में भरता है।

इसी आधार पर इन श्रेणियों के तत्वों को आंतरिक संक्रमण तत्व (f- ब्लॉक के तत्व) कहते हैं और ये सभी तत्व धातुएं हैं।

प्रत्येक श्रेणी में तत्वों के गुण लगभग समान हैं।

प्रारंभिक ऐक्टीनॉयड श्रेणी के तत्वों की अनेक संभावित ऑक्सीकरण अवस्थाओं के कारण ऐक्टीनॉयड श्रेणी के तत्वों का रसायन इनके संगत लैन्थैनॉयड श्रेणी के तत्वों की तुलना में

अत्यधिक जटिल होता है।

ऐक्टीनॉयड श्रेणी के तत्व रेडियोधर्मी (Radioactive) होते हैं और बहुत से ऐक्टीनॉयड तत्वों को नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा नैनोग्राम (Nanogram) या उससे भी कम भाग में प्राप्त किया गया है तथा इन तत्वों के रसायन का अध्ययन पूर्ण रूप से नहीं हो पाया है। यूरेनियम के बाद वाले तत्व 'परायूरेनियम तत्व' (Transuranium) कहलाते हैं। अब हम इस मॉड्यूल में पढ़ी गई अवधारणाओं को समृद्ध करने के लिए कुछ समस्याओं को हल करते हैं।

उदाहरणः यद्यपि, परमाणु क्रमांक 117 एवं 120 वाले तत्वों की खोज अब तक नहीं हो पाई है। बताएं कि इन तत्वों का स्थान आवर्त सारणी के किस परिवार/वर्ग में होना चाहिए? प्रत्येक तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास भी दीजिए।

हलः दीर्घ आवर्त सारिणी से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि परमाणु क्रमांक 117 वाले तत्व का स्थान आवर्त सारिणी में हैलोजेन परिवार (वर्ग 17) में होगा तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Rn]5f^{14}6d^{10}7s^{2}7p^{6}$ होगा। परमाणु क्रमांक 120 वाले तत्व का स्थान वर्ग 2 में होगा, जो क्षारीय मृदा धातु है तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $[Uuo]8s^{2}$ होगा।

6. धातु तथा अधातुः

तत्वों के s-, p-, d- तथा f-ब्लॉकों में वर्गीकरण के अतिरिक्त इनके गुणों के आधार पर मौटे तौर पर इन्हें धातुओं तथा अधातुओं में विभाजित किया जा सकता है।

धातुओं के कुछ महत्वपूर्ण अवलोकन निम्नानुसार हैं:

ज्ञात तत्वों में 78 प्रतिशत से अधिक संख्या धातुओं की है, जो आवर्त सारिणी की बाईं ओर स्थित हैं।

धातुएं कमरे के ताप पर सामान्यतः ठोस होती हैं। कुछ अपवादों में मर्करी है, जो अर्द्ध ठोस है और दो धातुओं गैलियम और सीजियम के गलनांक भी बहुत कम, क्रमशः 303^{0} केल्विन और 302^{0} केल्विन हैं।

धातुओं के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं।

ये ताप तथा विद्युत् के सुचालक होते हैं।

ये आधार्तवध्य होते हैं, अर्थात हथौड़े से पीटने पर पतली चादर में ढाले जा सकते हैं तथा तन्य होते हैं अर्थात इनके तार खींचे जा सकते हैं।

धातुओं के विपरीत, अधातुएं आवर्त सारिणी के ऊपरी दाईं ओर स्थित हैं।

किसी भी क्षैतिज पंक्ति में तत्वों के गुण बाईं से दाईं ओर में धात्विक से अधात्विक में परिवर्तित होते हैं।

अधातुएं कक्ष ताप पर सामान्यतः ठोस एवं गैस होती हैं, साथ ही इनके गलनांक तथा क्वथनांक कम होते हैं (बोरोन और कार्बन अपवाद हैं)।

ये ताप तथा विद्युत् के अल्प चालक हैं।

अधिकांश ठोस अधातु न तो अघात और न ही तन्य होते हैं।

आवर्त सारिणी में किसी वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्व अधिक धात्विक होते हैं।

तत्वों के धात्विक से अधात्विक गुणों में परिवर्तन एकाएक (abrupt) नहीं होता है जैसा कि मोटी टेढ़ी-मेढ़ी रेखा (Zig-Zag line) के रूप में चित्र में दर्शाया गया है लेकिन आवर्त सारिणी में विकर्ण (टेढ़ी-मेढ़ी) रेखा के सीमावर्ती स्थित जर्मेनियम, सिलिकॉन, आर्सेनिक, ऐन्टेमनी तथा टेलुरियम तत्व, धातुओं एवं अधातुओं दोनों के गुण व अभिलक्षण दर्शाते हैं। इस प्रकार के तत्वों को अर्द्ध धातु (Semi metals) अथवा 'उप-धातु' (Mettaloids) कहते हैं।

आवर्त सारिणी में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और तत्वों की स्थिति पर आधारित प्रश्न।

उदाहरणः इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और आवर्त सारिणी में स्थिति को ध्यान में रखते हुए निम्नलिखित तत्वों को उनके बढ़ते हुए धात्विक लक्षण के क्रम में व्यवस्थित कीजिए Si, Be, Mg, Na एवं P

हलः हम जानते हैं कि आवर्त सारिणी के वर्ग में ऊपर से नीचे की ओर जाने पर तत्वों के धात्विक गुणों में वृद्धि होती है तथा आवर्त में बाईं से दाईं ओर बढ़ने पर धात्विक गुणों में कमी होती है। अतः बढ़ते हुए धात्विक लक्षण का क्रम इस प्रकार होगा- P < Si <Be < Mg < Na

7. सारांश

इस मॉड्यूल में हमने आर्वत नियम के अनुप्रयोगों पर चर्चा की है। मेंडलीव की आवर्त सारिणी परमाणु द्रव्यमान पर आधारित थी। आधुनिक आवर्त सारिणी में तत्वों को उनके परमाणु संख्याओं के क्रम में सात क्षैतिज पंक्तियों (आवर्त) और अठारह ऊर्ध्वाधर स्तंभों (वर्ग या परिवार) में व्यवस्थित किया गया है। एक आवर्त में परमाणु संख्या अनुगामी होती है, जबकि एक समूह में वे एक पैटर्न में वृद्धि करते हैं। एक ही वर्ग के तत्वों के समान संयोजी कोश इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होता है और इसलिए, समान रासायनिक गुणधर्मों का प्रदर्शन करते हैं। यद्यपि, एक ही आवर्त के तत्वों में बाएं से दाएं इलेक्ट्रॉनों की संख्या लगातार बढ़ती है, और इसलिए, उनकी अलग-अलग संयोजकताएं होती हैं। आवर्त सारणी में चार प्रकार के तत्वों को उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर पहचाना जा सकता है। ये s-ब्लॉक, p-ब्लॉक, d-ब्लॉक और f-ब्लॉक तत्व हैं। हाइड्रोजन 1s कक्षक में एक इलेक्ट्रॉन के साथ आवर्त सारिणी में एक अद्वितीय स्थान रखता है। ज्ञात तत्वों में सत्तर प्रतिशत से अधिक धातु होते हैं। अधातुएं जो आवर्त सारिणी के शीर्ष में स्थित हैं, संख्या में बीस से कम हैं। वे तत्व जो धातुओं और अधातुओं के बीच की सीमा रेखा पर स्थित होते हैं (जैसे- Si, Ge, As) को मेटेलॉइड या अर्ध-धातु कहा जाता है। एक वर्ग में परमाणु संख्या बढ़ने के साथ धात्विक गुण बढ़ता है जबकि एक आवर्त में बाएं से दाएं घटता है। तत्वों के भौतिक और रासायनिक गुण उनकी परमाणु संख्या के साथ आवर्तश: बदलते रहते हैं।