

आवर्त्त सारणी का इस्तेमाल

✦ सुशील जोशी

आवर्त्त सारणी न सिर्फ तत्वों को सिलसिलेवार जमाने में मदद करती है बल्कि इसकी वजह से कई तत्वों के बारे में खोज से पहले ही भविष्यवाणियां करना संभव हो पाया।

अगर इसे पढ़ने का तरीका समझ लिया जाए तो रसायन विज्ञान की कई गुत्थियां काफी सरल हो जाती हैं।

आवर्त्त सारणी का विकास रसायन शास्त्र की सबसे महत्वपूर्ण घटनाओं में से एक है। आवर्त्त सारणी ने रसायन शास्त्र का अध्ययन करने वालों को एक ऐसा औज़ार दिया है जिसकी मदद से वे ढेरों जानकारियों को करीने से रख सकते हैं, और फिर उन्हें आसानी से प्राप्त भी कर सकते हैं। सबसे बड़ी बात तो यह रही कि इस 'करीने' की बदौलत हम तत्वों के संबंध में भविष्यवाणियां करने में भी सफल रहे। संक्षेप में कहा जाए तो यह सारणी रसायनशास्त्रियों के लिए एक बड़ी सहूलियत है।

परन्तु क्या रसायन शास्त्र के छात्र व अध्यापक इस सारणी से प्राप्त सुविधा से लाभ उठा पाते हैं या उनके लिए यह 'कोर्स' का एक अध्याय मात्र है जिसे याद किया जाना है? क्या वे इसे एक सुविधा के रूप में देखते हैं या एक बोझ के रूप में?

आवर्त्त सारणी से हमारा तात्पर्य आधुनिक आवर्त्त सारणी से है जो निम्नलिखित सिद्धांत पर आधारित है: "तत्वों के गुण उनकी परमाणु संख्या की आवर्त्त अभिव्यक्ति हैं।" अर्थात् अगर परमाणु संख्या के क्रम में आगे बढ़ते जाएं तो तत्वों के गुण एक विशेष क्रम में दोहराए जाते हैं। यहां मैं यह

मानकर चल रहा हूँ कि पाठक आवर्त सारणी से परिचित हैं। आवर्त सारणी के कुछ चित्र इस लेख के साथ दिए गए हैं। इस सारणी में खड़ी पंक्तियाँ 'समूह' (Group) कहलाती हैं और आड़ी पंक्तियाँ 'आवर्त' (Period) कहलाती हैं।

आवर्त

जैसा कि आप जानते हैं इस सारणी में कुल सात आवर्त हैं। प्रत्येक आवर्त में तत्वों की संख्या अलग-अलग है। पहले आवर्त में 2 तत्व हैं, दूसरे व तीसरे आवर्त में 8-8 तत्व हैं, चौथे व पाँचवें आवर्त में 18-18 तत्व हैं, छठे आवर्त में 32 और सातवें आवर्त में 23 तत्व हैं। इससे साफ़ ज़ाहिर है कि तत्वों के गुणों में आवर्तता तो है मगर उसका कोई निश्चित अंतराल नहीं है। इसका क्या कारण हो सकता है?

आप संभवतः जानते ही होंगे कि किसी भी तत्व के बुनियादी रासायनिक गुण मूलतः उसकी इलेक्ट्रॉन जमावट (Configuration) पर निर्भर होते हैं। इसमें भी सबसे अहम भूमिका बाह्यतम इलेक्ट्रॉन विन्यास की होती है। कहने का मतलब यह है कि यदि दो तत्वों में बाह्यतम इलेक्ट्रॉन व्यवस्था समान है तो उनके रासायनिक गुणों में भी समानता होगी। अब किसी आवर्त की लम्बाई इस बात पर निर्भर है कि कितने तत्वों के बाद एक मर्तबा

फिर वही बाह्यतम इलेक्ट्रॉन व्यवस्था दोहराई जाती है।

दरअसल प्रत्येक आवर्त में मौजूद तत्वों की संख्या हमें बता देती है कि उस आवर्त में बाएँ से दाएँ चलते इलेक्ट्रॉन व्यवस्था में क्या हो रहे हैं। आप शायद जानते होंगे कि परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की जमावट अलग-अलग कक्षकों में होती है। प्रत्येक कक्षक की ऊर्जा व उसमें पाए जा सकने वाले इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या तयशुदा होती है। सारणी-1 एवं 2 को ध्यान से देखिए। इनमें विभिन्न आवर्तों में तत्वों की संख्या और उनके परमाणुओं से भरे जा रहे कक्षकों से संबंधित जानकारी दी गई है। क्या आप अब समझ सकते हैं कि क्यों अलग-अलग आवर्त अलग-अलग लम्बाई के हैं।

समूह

आवर्तों की पुनरावृत्ति ही समूह बनाती है। यानी किसी भी तत्व से शुरू करें, एक आवर्त पूरा होने के बाद जो तत्व आएगा वह पहले वाले तत्व के समान होगा। इस प्रकार से एक ही समूह के तत्वों में बुनियादी समानताएं होती हैं। व्यावहारिक दृष्टि से दरअसल समूह ही ज़्यादा उपयोगी हैं। आवर्त सारणी में कुल 18 समूह हैं। इन्हें दर्शाने की प्रायः दो प्रथाएं प्रचलित हैं।

सारणी-1

ऊर्जा क्रम में कक्षक	अधिकतम इलेक्ट्रॉन
1 s	2
2 s	2
2 p	6
3 s	2
3 p	6
4 s	2
3 d	10
4 p	6
5 s	2
4 d	10
5 p	6
6 s	2
4 f	14
5 d	10
6 p	6
7 s	2
5 f	14
6 d	10

सारणी-1: प्रत्येक कक्षक की ऊर्जा व उसमें पाए जा सकने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या तयशुदा होती है। इस सारणी में ऊपर से नीचे की ओर बढ़ती ऊर्जा के क्रम में कक्षकों को जमाया गया है और प्रत्येक कक्षक में पाए जा सकने वाले इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या दर्शाई गई है।

सारणी-2: विभिन्न आवर्तों में तत्वों की संख्या और उनके परमाणुओं से भरे जा रहे कक्षक।

सारणी-2

आवर्त	तत्वों की संख्या	कौन से कक्षक भर जाने पर आवर्त पूरा होगा	कुल इलेक्ट्रॉन
1	2	1s	2
2	8	2s 2p	8
3	8	3s 3p	8
4	18	4s 3d 4p	18
5	18	5s 4d 5p	18
6	32	6s 4f 5d 6p	32
7	अब तक 23	7s 5f 6d बगैर	32

एक प्रथा है जिसमें कुल आठ समूह हैं — I से VIII; इन समूहों को A व B उपसमूहों में बांटा गया है तथा VIII B उपसमूह में तीन उप-उपसमूह हैं। यह विभाजन वैसे तो काफी अकारण है। मसलन समूह VIII A में तो अक्रिय गैसें हैं और VIII B में लौह, तांबा, निकल जैसी संक्रमण धातुएं (Transition Metals) हैं। बाद में समूह VIII A को शून्य समूह भी कहा गया।

आवर्त सारणी की I से VIII समूह वाली इस व्यवस्था से काफी परेशानियां हो रही थीं, क्योंकि एक ओर पारम्परिक रूप से उत्तरी अमेरिका व रूस के वैज्ञानिक मुख्य समूह के तत्वों को A उपसमूहों में रखते थे और संक्रमण तत्वों (Transition Elements) को B उपसमूहों में। जबकि दूसरी ओर यूरोप के वैज्ञानिक बहुधा बाईं ओर के सात समूहों को A तथा दाईं ओर के (अक्रिय गैस समूहों को छोड़कर) सात समूहों को B कहते थे। इस वजह से कई भ्रम उत्पन्न हो जाते थे। अन्ततः 'शुद्ध व प्रयुक्त रसायन संबंधी अंतर्राष्ट्रीय संघ' (IUPAC) ने फैसला किया कि समूहों को बाएं से दाएं क्रमशः 1 से 18 कहा जाएगा। यही दूसरी प्रथा है। एक ही समूह के तत्वों में समानता होती है। यह बात आप सारणी से देख सकते हैं।

आवर्त सारणी में समूहों के तत्वों

के गुणों में क्रमिक परिवर्तनों से तो आप परिचित हैं ही।

ब्लॉक्स

ऊपर हमने देखा कि तत्वों के परमाणुओं के निर्माण में क्रमशः इलेक्ट्रॉन जुड़ते जाते हैं। ऊर्जा क्रम के मुताबिक ये इलेक्ट्रॉन विभिन्न कक्षकों में भरे जाते हैं। तत्वों के वर्गीकरण का एक आधार यह भी हो सकता है कि किसी तत्व या तत्वों के समूह में कौन-सा कक्षक भरने की प्रक्रिया चल रही है। ऐसा करने पर तत्वों के मूलतः चार समूह बनते हैं। ये समूह ब्लॉक्स कहलाते हैं। ये ब्लॉक्स हैं — s ब्लॉक, p ब्लॉक, d ब्लॉक, और f ब्लॉक।

इस प्रकार के विश्लेषण से एक व्यावहारिक लाभ यह मिलता है कि हम तत्वों का इलेक्ट्रॉन विन्यास ज्ञात कर सकते हैं। एक उदाहरण से बात स्पष्ट हो जाएगी।

मसलन समूह 14 के दूसरे आवर्त के तत्व की इलेक्ट्रॉन संरचना ज्ञात करते हैं। सबसे पहली बात तो यह है कि समूह क्रमांक 13 से ज़्यादा है। सारणी-3 देखने पर पता चलता है कि यह p ब्लॉक का तत्व है। उसी सारणी से यह भी जानकारी मिलती है कि इसके समूह क्रमांक में से 10 घटाने पर हमें बाह्यतम कक्षक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या प्राप्त हो जाएगी।

ब्लॉक	इलेक्ट्रॉन संरचना	समूह	विशेष
s ब्लॉक	ns^{1-2}	1-2	बाह्यतम कक्षक में इलेक्ट्रॉनों की संख्या ही समूह क्रमांक होता है।
p ब्लॉक	ns^2np^{1-6}	13-18	बाह्यतम 's' और 'p' कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों की संख्या में 10 जोड़ें तो समूह क्रमांक मिलता है।
d ब्लॉक	$n-1d^{0-10}ns^{1-2}$	3-12	ns व (n-1)d कक्षकों में इलेक्ट्रॉनों की संख्या का योग समूह क्रमांक दर्शाता है।
f ब्लॉक	-		

इस तालिका में n का मतलब बाह्यतम कक्षक से है और n-1 बाहरी से एक अन्दर वाला कक्षक है।

यह हुई $14-10 = 4$; इन 4 में से दो इलेक्ट्रॉन तो गए s उपकक्षक में और शेष दो गए p उपकक्षक में।

यानी इसकी इलेक्ट्रॉनिक संरचना हुई : ns^2np^2 यह इसकी बाह्यतम इलेक्ट्रॉन संरचना है। आमतौर पर रासायनिक दृष्टि से यह जानकारी काफी महत्वपूर्ण होती है।

अब कुछ अभ्यास आपके लिए। इन्हें हल करने के लिए आपको तीनों सारणियों को गौर से देखना होगा।

(ध्यान रखें ये अभ्यास करने के लिए आवर्त सारणी न देखें।)

1. समूह 17 के तीसरे तत्व की बाह्यतम इलेक्ट्रॉन संरचना पता

कीजिए।

2. यदि किसी तत्व की इलेक्ट्रॉन संरचना $[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^3$ है, तो इस तत्व का आवर्त सारणी में स्थान पता कीजिए:

यहां [Ar] का अर्थ है कि इस तत्व की अन्दरूनी इलेक्ट्रॉन संरचना आर्गन जैसी है।

3. एक तत्व की इलेक्ट्रॉन संरचना $[Kr] 4d^5 5s^1$ है। पता लगाइए कि यह तत्व किस समूह व किस आवर्त में होगा।

4. समूह 1, आवर्त 3 के तत्व की इलेक्ट्रॉन संरचना पता कीजिए।

आवर्त सारणी

'एस' ब्लॉक के तत्व

समूह 1

1



समूह 2

2

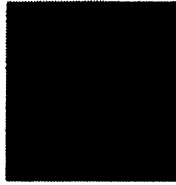
3

4

5

6

7



परमाणु क्रमांक

संकेत

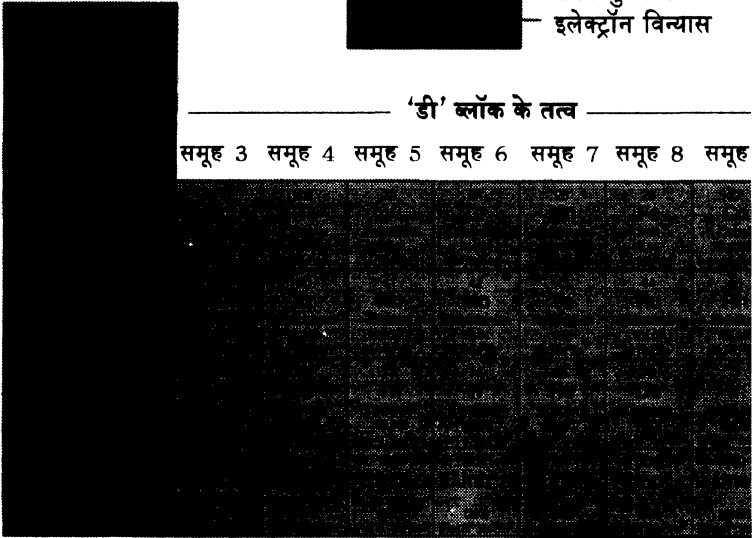
नाम

परमाणु भार

इलेक्ट्रॉन विन्यास

'डी' ब्लॉक के तत्व

समूह 3 समूह 4 समूह 5 समूह 6 समूह 7 समूह 8 समूह



'एफ' ब्लॉक के तत्व

लैंथेनाइड सीरिज

एक्टिनाइड सीरिज

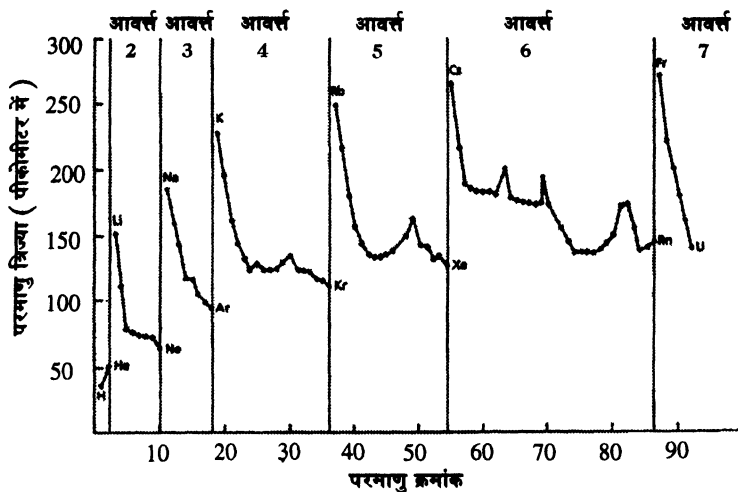


गुणों में क्रमिक परिवर्तन

यदि क्रमशः कक्षकों के भरने की बात को ध्यान में रखा जाए, तो तत्वों के भौतिक व रासायनिक गुणों में होने वाले क्रमिक परिवर्तन को समझना संभव हो जाता है। यहां हम एक उदाहरण से इसे समझने की कोशिश करेंगे।

परमाणुओं के अर्धव्यास (त्रिज्या) को ही लें। परमाणु संख्या और परमाणु त्रिज्या का ग्राफ देखिए। आप देखेंगे कि प्रत्येक आवर्त के पहले तत्व की त्रिज्या सबसे अधिक होती है तथा इसके बाद परमाणु संख्या बढ़ने के साथ-साथ केन्द्रक पर धनावेश बढ़ता जाता है और यह बढ़ा हुआ धनावेश इलेक्ट्रॉनों को ज़्यादा ताकत से अपनी ओर खींचता है। लिहाजा इलेक्ट्रॉन केन्द्रक के ज़्यादा करीब रहते हैं।

विभिन्न आवर्तों में परमाणु त्रिज्याओं का ग्राफांकन



परन्तु ग्राफ में एक असामान्यता पर ध्यान दीजिए। आवर्त 1, 2 व 3 में तो परमाणु त्रिज्या लगातार घटती जा रही है मगर आवर्त 4 व 5 में एक बिन्दु पर आकर त्रिज्या एक बार फिर बढ़ने लगती है। इसका कारण यह है कि इन दो आवर्तों में d कक्षक भरे जा रहे हैं। ये s कक्षक की तुलना में केन्द्रक के ज़्यादा 'समीप' होते हैं। अतः इनमें मौजूद इलेक्ट्रॉन कुछ-हद तक बाहरी s इलेक्ट्रॉन पर केन्द्रक का प्रभाव कम कर देते हैं। तो ये s इलेक्ट्रॉन उतनी ताकत से आकर्षित नहीं होते और थोड़े 'पसर' जाते हैं। तत्वों के गुणों में परिवर्तन के संबंध में कुछ जानकारियां साथ वाले पेज पर दी गई हैं।

सुशील जोशी: विज्ञान लेखन में सक्रिय। होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम से संबद्ध।

