



## अध्याय 5

# तत्वों का आवर्त वर्गीकरण

**नौवीं** कक्षा में हमने सीखा कि हमारे आसपास के पदार्थ तत्व, मिश्रण एवं यौगिक के रूप में उपस्थित रहते हैं। हमने यह भी सीखा कि तत्व एक ही प्रकार के परमाणुओं से बने होते हैं। क्या आप जानते हैं कि आज तक कितने तत्वों का पता चल चुका है? आज तक हमें 114 तत्वों की जानकारी है। सन् 1800 तक केवल 30 तत्वों का पता चला था। इन सभी तत्वों की संभवतः भिन्न-भिन्न विशेषताएँ थीं।

जैसे-जैसे विभिन्न तत्वों की खोज हो रही थी, वैज्ञानिक इन तत्वों के गुणधर्मों के बारे में अधिक से अधिक जानकारी एकत्र करने लगे। उन्हें तत्वों की इन जानकारियों को व्यवस्थित करना बड़ा ही कठिन लगा। उन्होंने इन गुणधर्मों में एक ऐसा प्रतिरूप ढूँढ़ना आरंभ किया जिसके आधार पर इतने सारे तत्वों का आसानी से अध्ययन किया जा सके।

### 5.1 अव्यवस्थित को व्यवस्थित करना—तत्वों के वर्गीकरण के प्रारंभिक प्रयास

हमने पढ़ा कि कैसे विभिन्न वस्तुओं एवं प्राणियों को उनके गुणधर्मों के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है। अन्य स्थितियों में भी हमें गुणधर्मों के आधार पर व्यवस्थित होने के उदाहरण मिलते हैं। जैसे, दुकानों में साबुनों को एक साथ एक स्थान पर रखा जाता है, जबकि बिस्कुटों को एक साथ दूसरे स्थान पर रखा जाता है। यहाँ तक कि साबुनों में भी, नहाने के साबुन को कपड़ा धोने के साबुन से अलग रखा जाता है। इसी प्रकार वैज्ञानिकों ने भी तत्वों को उनके गुणधर्मों के आधार पर वर्गीकृत करने के कई प्रयास किए ताकि अव्यवस्थित को व्यवस्थित किया सके।

सबसे पहले, ज्ञात तत्वों को धातु एवं अधातु में वर्गीकृत किया गया। जैसे-जैसे तत्वों एवं उनके गुणधर्मों के बारे में हमारा ज्ञान बढ़ता गया, वैसे-वैसे उन्हें वर्गीकृत करने के प्रयास किए गए।

#### 5.1.1 डॉबेराइनर के त्रिक

सन् 1817 में जर्मन रसायनज्ञ, वुल्फगांग डॉबेराइनर ने समान गुणधर्मों वाले तत्वों को समूहों में व्यवस्थित करने का प्रयास किया। उन्होंने तीन-तीन तत्व वाले कुछ समूहों को

चुना एवं उन समूहों को त्रिक कहा। डॉबेराइनर ने बताया कि त्रिक के तीनों तत्वों को उनके परमाणु द्रव्यमान के आरोही क्रम में रखने पर बीच वाले तत्व का परमाणु द्रव्यमान, अन्य दो तत्वों के परमाणु द्रव्यमान का लगभग औसत होता है।

उदाहरण के लिए, लीथियम (Li), सोडियम (Na) एवं पोटैशियम (K) वाले त्रिक पर ध्यान दीजिए, जिनके परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 6.9, 23.0 तथा 39.0 हैं। लीथियम एवं पोटैशियम के परमाणु द्रव्यमानों का औसत क्या है? सोडियम के परमाणु द्रव्यमान से इसकी तुलना कैसे की जा सकती है?

निम्न सारणी 5.1 में तीन तत्वों के कुछ समूह दिए गए हैं। इन तत्वों को परमाणु द्रव्यमान के आरोही क्रम में ऊपर से नीचे की ओर व्यवस्थित किया गया है। क्या आप बता सकते हैं कि इनमें से कौन-सा समूह डॉबेराइनर त्रिक बनाता है।

### सारणी 5.1

| समूह A के तत्व | परमाणु द्रव्यमान | समूह B के तत्व | परमाणु द्रव्यमान | समूह C के तत्व | परमाणु द्रव्यमान |
|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
| N              | 14.0             | Ca             | 40.1             | Cl             | 35.5             |
| P              | 31.0             | Sr             | 87.6             | Br             | 79.9             |
| As             | 74.9             | Ba             | 137.3            | I              | 126.9            |

आप देखेंगे कि समूह B तथा समूह C डॉबेराइनर त्रिक बनाते हैं। डॉबेराइनर उस समय तक ज्ञात तत्वों में केवल तीन त्रिक ही ज्ञात कर सके थे (सारणी 5.2)। इसलिए त्रिक में वर्गीकृत करने की यह पद्धति सफल नहीं रही।



चित्र 5.1

कल्पना कीजिए कि आपको तथा आपके दोस्तों को टुकड़ों में बँटा हुआ एक नक्शा मिलता है जो किसी खजाने का पता बताता है। क्या उस खजाने तक का रास्ते का पता करना आसान होगा या अव्यवस्थित? रसायन विज्ञान में भी ऐसी ही अव्यवस्था थी, तत्व तो ज्ञात थे लेकिन उनके वर्गीकरण एवं अध्ययन की कोई विधि ज्ञात नहीं थी।

### जे. डब्ल्यू डॉबेराइनर (1780-1849)

जोहान्न वुल्फगांग डॉबेराइनर ने जर्मनी के म्यून्शबर्ग में औषधि विज्ञान की पढ़ाई की और उसके बाद स्ट्रेसबर्ग में रसायन शास्त्र का अध्ययन किया। फिर वे जेना विश्वविद्यालय में रसायन एवं औषधि विज्ञान के प्रोफेसर बन गए। उन्होंने ही सबसे पहले प्लैटिनम को उत्प्रेरक के रूप में पहचाना तथा समान त्रिक की खोज की जिससे तत्वों की आवर्त सारणी का विकास हुआ।



### सारणी 5.2

डॉबेराइनर त्रिक

|    |    |    |
|----|----|----|
| Li | Ca | Cl |
| Na | Sr | Br |
| K  | Ba | I  |

### 5.1.2 न्यूलैंड्स का अष्टक सिद्धांत

डॉबेराइनर के प्रयासों ने दूसरे रसायनज्ञों को तत्वों के गुणधर्मों का उनके परमाणु द्रव्यमान के साथ संबंध स्थापित करने के लिए प्रोत्साहित किया। सन् 1866 में अंग्रेज़ वैज्ञानिक जॉन न्यूलैंड्स ने ज्ञात तत्वों को परमाणु द्रव्यमान के आरोही क्रम में व्यवस्थित किया। उन्होंने सबसे कम परमाणु द्रव्यमान वाले तत्व हाइड्रोजन से आरंभ किया तथा 56वें तत्व थोरियम पर इसे समाप्त किया। उन्होंने पाया कि प्रत्येक आठवें तत्व का गुणधर्म पहले

तत्व के गुणधर्म के समान है। उन्होंने इसकी तुलना संगीत के अष्टक से की और इसलिए उन्होंने इसे अष्टक का सिद्धांत कहा। इसे 'न्यूलैंड्स का अष्टक सिद्धांत' के नाम से जाना जाता है। न्यूलैंड्स के अष्टक में लीथियम एवं सोडियम के गुणधर्म समान थे। सोडियम, लीथियम के बाद आठवाँ तत्व है। इसी तरह बेरिलियम एवं मैग्नीशियम में अधिक समानता है। न्यूलैंड्स के अष्टक के मूल रूप का एक भाग सारणी 5.3 में दिया गया है।

### सारणी 5.3 न्यूलैंड्स का अष्टक

संगीत के सुर

| सा<br>(डो) | रे<br>(रे) | गा<br>(मि) | मा<br>(फा) | पा<br>(सो) | धा<br>(ल) | नि<br>(टि) |
|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| H          | Li         | Be         | B          | C          | N         | O          |
| F          | Na         | Mg         | Al         | Si         | P         | S          |
| Cl         | K          | Ca         | Cr         | Ti         | Mn        | Fe         |
| Co तथा Ni  | Cu         | Zn         | Y          | In         | As        | Se         |
| Br         | Rb         | Sr         | Ce तथा La  | Zr         | —         | —          |

क्या आप जानते हैं?

#### क्या आप संगीत के सुरों से परिचित हैं?

भारतीय संगीत प्रणाली में संगीत के सात सुर होते हैं— सा रे गा मा पा धा नि। पाश्चात्य संगीत में, लोग इन सुरों का ऐसे उपयोग करते हैं— डो रे मि फा सो ल टि। सुर के स्केल, पूर्णटोन और अर्द्धटोन आवृत्ति अंतराल से अलग किए गए होते हैं। इन सुरों का उपयोग कर कोई संगीतकार संगीत की रचना करता है। स्पष्ट है कि कुछ सुर बार-बार दुहराए जाते हैं। प्रत्येक आठवाँ सुर पहले सुर जैसा होता है तथा अगली पंक्ति का पहला सुर होता है।

- ऐसा देखा गया कि अष्टक का सिद्धांत केवल कैल्सियम तक ही लागू होता था, क्योंकि कैल्सियम के बाद प्रत्येक आठवें तत्व का गुणधर्म पहले तत्व से नहीं मिलता।
- न्यूलैंड्स ने कल्पना की कि प्रकृति में केवल 56 तत्व विद्यमान हैं तथा भविष्य में कोई अन्य तत्व नहीं मिलेगा। लेकिन, बाद में कई नए तत्व पाए गए जिनके गुणधर्म, अष्टक सिद्धांत से मेल नहीं खाते थे।
- अपनी सारणी में इन तत्वों को समंजित करने के लिए न्यूलैंड्स ने दो तत्वों को एक साथ रख दिया और कुछ असमान तत्वों को एक स्थान में रख दिया। क्या आप सारणी 5.3 में ऐसे उदाहरण ढूँढ़ सकते हैं? ध्यान दीजिए कि कोबाल्ट तथा निकैल एक साथ में हैं तथा इन्हें एक साथ उसी स्तंभ में रखा गया है जिसमें फ्लूओरीन, क्लोरीन एवं ब्रोमीन हैं यद्यपि इनके गुणधर्म उन दोनों तत्वों से भिन्न हैं। आयरन को कोबाल्ट एवं निकैल से दूर रखा गया है जबकि उनके गुणधर्मों में समानता होती है।
- इस प्रकार, न्यूलैंड्स अष्टक सिद्धांत केवल हलके तत्वों के लिए ही ठीक से लागू हो पाया।

## प्रश्न

1. क्या डॉबेराइनर के त्रिक, न्यूलैंड्स के अष्टक के स्तंभ में भी पाए जाते हैं? तुलना करके पता कीजिए।
2. डॉबेराइनर के वर्गीकरण की क्या सीमाएँ हैं?
3. न्यूलैंड्स के अष्टक सिद्धांत की क्या सीमाएँ हैं?



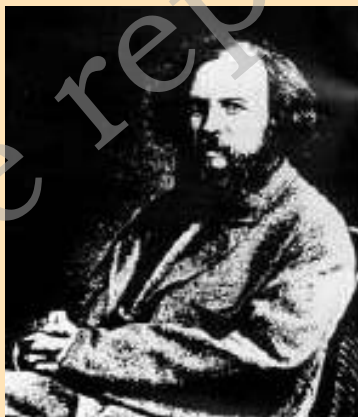
## 5.2 अव्यवस्थित से व्यवस्थित करना—मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी

न्यूलैंड्स के अष्टक सिद्धांत के अस्वीकार होने के बाद भी कई वैज्ञानिकों ने ऐसे प्रतिरूपों की खोज जारी रखी जिससे तत्वों के गुणधर्मों का, उनके परमाणु द्रव्यमान के साथ संबंध स्थापित हो सके।

तत्वों के वर्गीकरण का मुख्य श्रेय रूसी रसायनज्ञ डमित्री इवानोविच मेन्डेलीफ को जाता है। तत्वों की आवर्त सारणी के प्रारंभिक विकास में उनका प्रमुख योगदान रहा। उन्होंने अपनी सारणी में तत्वों को उनके मूल गुणधर्म, परमाणु द्रव्यमान तथा रासायनिक गुणधर्मों में समानता के आधार पर व्यवस्थित किया।

### डमित्री इवानोविच मेन्डेलीफ ( 1834-1907 )

मेन्डेलीफ का जन्म 8 फरवरी 1834 में रूस के पश्चिमी साइबेरिया के टोबोलस्क स्थान में हुआ था। अपनी प्रारंभिक शिक्षा के बाद मेन्डेलीफ अपनी माँ के प्रयासों के कारण ही विश्वविद्यालय में प्रवेश पा सके। अपनी खोज को उन्होंने माँ को समर्पित करते हुए लिखा, “उन्होंने मुझे उदाहरण देकर समझाया, प्यार से समझाया, अपने शेष संसाधनों एवं शक्ति व्यय करके मेरे साथ विभिन्न स्थानों पर गईं। वह जानती थीं कि विज्ञान की मदद से, बिना हिंसा के, लेकिन प्यार एवं दृढ़ता से अंधविश्वास, असत्य धारणाओं एवं गलतियों को दूर किया जा सकता है।” उनके द्वारा प्रस्तावित तत्वों की व्यवस्था को मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी कहा जाता है। आवर्त सारणी रसायन में एकमेव सिद्धांत साबित हुआ। इससे नए तत्वों की खोज के लिए प्रेरणा मिली।



जब मेन्डेलीफ ने अपना कार्य आरंभ किया तब तक 63 तत्व ज्ञात थे। उन्होंने तत्वों के परमाणु द्रव्यमान एवं उनके भौतिक तथा रासायनिक गुणधर्मों के बीच संबंधों























