# रसायन शास्त्र को भाषा दी थी बर्ज़ीलियस ने

डॉ. सुशील जोशी

वर्तमान में हम जो रासायनिक संकेत व सूत्र उपयोग करते हैं वे एक स्वीडिश वैज्ञानिक जॉन्स जैकब बर्ज़ीलियस की देन हैं। बर्ज़ीलियस का जन्म स्वीडन में 1779 में हुआ था। रासायनिक संकेतों व सूत्रों का आविष्कार करने के अलावा बर्ज़ीलियस के अन्य योगदान भी उतने ही महत्वपूर्ण रहे हैं।

जैसे उन्होंने स्वयं कम से कम तीन तत्वों (सीरियम, सेलेनियम, थोरियम) की खोज की थी और कम से कम दो तत्व (वेनेडियम और लिथियम) उनके छात्रों ने खोजे थे। इसी प्रकार से लवणों का विद्युत विच्छेदन करने और इसके आधार पर रसायनों के आपसी संयोग की अवधारणा भी सबसे पहले बर्ज़ीलियस ने ही प्रस्तुत की थी। कम से कम 2000 यौगिकों का विश्लेषण करके स्थिर अनुपात के नियम को स्थापित करने का श्रेय भी उन्हीं को जाता है। बर्ज़ीलियस ने उस समय ज्ञात लगभग सारे तत्वों के परमाणु भारों की गणना भी की थी। विद्युत ऋणात्मकता की ृंखला की रचना का श्रेय भी उन्हीं के खाते में है। इसके अलावा रॉयल स्वीडिश सोसायटी के सचिव के रूप में उन्होंने लगातार 22 वर्षों तक विज्ञान में प्रगति की वार्षिक रिपोर्ट्स प्रकाशित कीं। और सबसे बड़ी बात तो यह है कि इन रिपोर्ट्स में उन्होंने कई नए शब्द दिए जो आज भी प्रचलित हैं: कैटेलिस्ट (उत्प्रेरक), आइसोमर, पोलीमर (बहुलक), एलोट्रॉपी (अपररूपता), प्रोटीन, हैलोजन और विद्युत ऋणात्मक। महत्वपूर्ण बात तो यह थी कि वे न सिर्फ प्रयोग करने में महारत रखते थे बल्कि प्रयोगों के आधार पर सामान्यीकरण करने और सिद्धांत प्रस्तुत करने में भी उनका कोई सानी न था। कहते हैं कि उन्हें प्रयोग करने में इतना आनंद आता था कि उन्होंने प्रयोगशाला के चौकीदार को रिश्वत दी थी कि वह उन्हें ज़्यादा समय तक प्रयोग करने दे। धन्य है ऐसी रिश्वत!

यहां हम बर्ज़ीलियस के इन सारे योगदानों की चर्चा तो नहीं कर पाएंगे। अतः इनमें से चुनकर दो या तीन निर्णायक योगदानों की ही बात करेंगे।

जॉन्स जैकब बर्ज़ीलियस (1779-1848)

## रासायनिक नामकरण

बर्ज़ीलियस का मत था कि "जब हम रासायनिक अनुपात व्यक्त करने की कोशिश करते हैं तो हमें रासायनिक संकेतों की ज़रूरत महसूस होती है।" यह सही है कि रसायन शास्त्र में हमेशा से संकेत रहे हैं मगर ये बहुत उपयोगी नहीं थे। ये संकेत किमियागरों द्वारा बनाए गए थे। किमियागर मानते थे कि धातुओं और ग्रहों के बीच कुछ सम्बंध है। इसलिए अधिकांश संकेत ग्रहों के आधार पर दिए जाते थे और चित्रनुमा होते थे। इसके अलावा किमियागर लोग संकेतों का उपयोग इसलिए करते थे कि बात को आम लोग न समझ सकें।

जब नए रसायन शास्त्र का उदय हुआ तो नए संकेत बने। उद्देश्य यह था कि पदार्थों के नए नामों के समान नए

संकेत भी पदार्थों के संघटन को व्यक्त करें और इन्हें आसानी से लिखा जा सके। जैसे परमाणु सिद्धांत के प्रवर्तक जॉन डाल्टन ने पदार्थों के जो संकेत बनाए थे वे चित्रनुमा होने के बावजूद सम्बंधित पदार्थ में उपस्थित तत्वों और उनके अनुपात का इज़हार करते थे।

मगर बर्ज़ीलियस का विचार था कि "नाम का संक्षिप्त रूप लिखना कहीं ज़्यादा आसान होता है बनिस्बत एक ऐसा चित्र बनाने के जिसका नाम से कोई सम्बंध न हो। और इस चित्र को समझने योग्य बनाने के लिए ज़रूरी होता है कि इसे काफी बड़ा बनाया जाए। नए रासायनिक संकेत प्रस्तावित करते हुए मैं इस असुविधा से बचने की कोशिश करूंगा। मैं स्पष्ट कर दूं कि नए संकेतों का मकसद...यह है कि इनसे रासायनिक अनुपात की अभिव्यक्ति संभव हो सके।"

यह 1813 की बात है। जैसा कि ऊपर कहा गया, डाल्टन के संकेत व सूत्र चित्रात्मक थे मगर ये भी किमियागरों के चित्रों से बहुत अलग थे। डाल्टन के संकेतों में भी यौगिकों का संगठन पता चलता था। बर्ज़ीलियस ने तत्वों के लिए जो संकेत दिए वे उनके लैटिन नामों के प्रथम अक्षरों से बने थे। जब दो तत्वों के नाम का प्रथम अक्षर एक ही होता, तो वे नाम का अगला कोई अक्षर जोड़ लेते थे। जैसे सल्फर S, सिलिसियम Si, स्टिबियम (एंटीमनी) St, टिन (स्टेनम) Sn वगैरह। या कार्बन C, तांबा (क्यूपरम) Cu, कोबाल्ट Co।

इसके बाद बारी आई यौगिकों की। बर्ज़ीलियस का मत था कि यौगिकों के संकेत में उनके संघटन का पता चलना चाहिए। इसके लिए उन्होंने यौगिक के सूत्र में उन सारे तत्वों के संकेतों को शामिल किया जो उसमें पाए जाते हैं। फिर हरेक तत्व के संकेत के ऊपर (जी हां, ठीक सिर के ऊपर) उसके परमाणुओं की संख्या लिखने का प्रस्ताव रखा। इस हिसाब से पानी का सूत्र होगाः

2
H O

आगे चलकर उन्होंने इन संख्याओं को सुपरस्क्रिप्ट (यानी ऊपर थोड़ा दाईं ओर) लिखने का प्रस्ताव दिया। इसके हिसाब से पानी का सूत्र होगा $H^2O$। आजकल इन अंकों को सबस्क्रिप्ट के रूप में ($H_2O$) लिखा जाता है; इस परिवर्तन का कारण संभवतः यह है कि सुपरस्क्रिप्ट का उपयोग गणितीय उद्देश्य से भी होता है।

बहरहाल इतना साफ है कि बर्ज़ीलियस ने रसायन शास्त्र को उसकी भाषा दी, सिर्फ इन संकेतों के रूप में नहीं बल्कि उन कई शब्दों के रूप में जिनका ज़िक्र ऊपर किया गया था।

## परमाणु भार

यहां यह बता देना लाज़मी है कि उस समय यौगिकों के सूत्रों को लेकर घमासान मची थी। दरअसल, डाल्टन ने परमाणु सिद्धांत के प्रस्तुतीकरण के साथ ही यह भी स्पष्ट किया था कि एक महत्वपूर्ण काम यह होगा कि विभिन्न तत्वों और यौगिकों के परमाणु भार निकाले जाएं (चौंकिए मत, डाल्टन यौगिकों के अणु को परमाणु ही कहते थे)। डाल्टन यह तो जानते ही थे कि एक परमाणु को तौलना असंभव काम होगा। इसलिए उन्होंने एक तरीका निकाला। उन्होंने माना कि हाइड्रोजन का परमाणु सबसे हल्का होगा। अतः इसके परमाणु भार को उन्होंने 1 मान लिया। अब वे यह पता करने में जुट गए कि शेष तत्वों के परमाणु हाइड्रोजन की तुलना में कितने भारी हैं। यह उस समय रसायन शास्त्र के विकास की सबसे पेचीदा गुत्थी थी।

डाल्टन ने इस काम को पूरा करने के लिए एक और मान्यता का सहारा लिया था। मान लीजिए 1 ग्राम हाइड्रोजन 8 ग्राम ऑक्सीजन से क्रिया करके पानी बनाती है। डाल्टन के अनुसार इसका अर्थ यह था कि 1 ग्राम हाइड्रोजन और 8 ग्राम ऑक्सीजन में परमाणुओं की संख्या बराबर है। अर्थात डाल्टन का विचार था कि तत्व जब आपस में क्रिया करते हैं, तो वे 1-1 परमाणु के सरल अनुपात में करते हैं। अतः ऑक्सीजन का एक परमाणु हाइड्रोजन के परमाणु से 8 गुना भारी होगा। डाल्टन ने इस मान्यता के आधार पर विभिन्न तत्वों के परमाणु भारों की एक तालिका तैयार कर डाली।

दूसरी ओर गैलूसेक नामक रसायनज्ञ ने गैसों की परस्पर क्रिया के सुंदर प्रयोग किए थे। वे गैसों की परस्पर क्रिया

करवाकर यह देखते थे कि उनके आयतन के बीच किस तरह के अनुपात हैं। उन्होंने पाया कि जब गैसें आपस में क्रिया करती हैं, तो उनके आयतनों के बीच सरल अनुपात होता है। जैसे हाइड्रोजन व ऑक्सीजन की क्रिया को देखें। इसमें 2 लीटर हाइड्रोजन और 1 लीटर ऑक्सीजन क्रिया करके पानी बनाती हैं। गैलूसेक ने ऐसे कई प्रयोगों के आधार पर यह नियम खोजा था कि गैसें हमेशा सरल अनुपात में क्रिया करती हैं।

गैलूसेक ने तो बस प्रयोग करके यह नियम खोजकर छोड़ दिया था मगर बर्ज़ीलियस ने बात को आगे बढ़ाते हुए परमाणु से जोड़ दिया। उन्होंने गैलूसेक के प्रयोगों की व्याख्या यह कहकर की थी कि गैसों के बराबर आयतन में परमाणुओं की संख्या बराबर होती है। उनका तर्क भी स्पष्ट था - जब पदार्थ परमाणुओं के रूप में क्रिया करते हैं और यदि उनके आयतन में सरल अनुपात है, तो उनमें परमाणुओं की संख्या का भी अनुपात वही होना चाहिए। यानी वे कह रहे थे कि विभिन्न गैसों के समान आयतन में परमाणुओं की संख्या बराबर होती है।

तो, स्थिति यह थी कि डाल्टन अपनी समझ (भार के अनुपात) के आधार पर परमाणु भार निकालते थे मगर बर्ज़ीलियस ने मूलतः गैलूसेक के प्रयोगों को परमाणु भार की गणना का आधार बनाया था।

इसके चलते उस समय के रसायनज्ञों के पास परमाणु भारों की दो तालिकाएं थीं - एक डाल्टन की और दूसरी बर्ज़ीलियस की। बर्ज़ीलियस के इस विचार से डाल्टन कभी सहमत न हुए क्योंकि बर्ज़ीलियस की बात को मानने से विरोधाभास यह पैदा होता था कि रासायनिक क्रियाओं के दौरान परमाणु टूटता था जबकि डाल्टन के परमाणु सिद्धांत का एक बिंदु यह था कि रासायनिक क्रिया के दौरान परमाणु टूटते नहीं हैं। हम यहां उस विरोधाभास के विस्तार में नहीं जाएंगे।

यह काम करते हुए बर्ज़ीलियस ने कम से कम 45 तत्वों के परमाणु भारों की तालिका प्रकाशित की थी। इसमें एक विशेषता और थी - जहां डाल्टन व अन्य लोग हाइड्रोजन का परमाणु भार 1 मानकर उसकी तुलना में सारे तत्वों के परमाणु भार व्यक्त करते थे, वहीं बर्ज़ीलियस ने ऑक्सीजन का परमाणु भार 100 मानकर शेष तत्वों के परमाणु भार व्यक्त किए थे। इस संदर्भ में बर्ज़ीलियस का मानना था कि सारा रसायन शास्त्र ऑक्सीजन के इर्द-गिर्द घूमता है और उसी को तुलना का आधार बनाया जाना चाहिए।

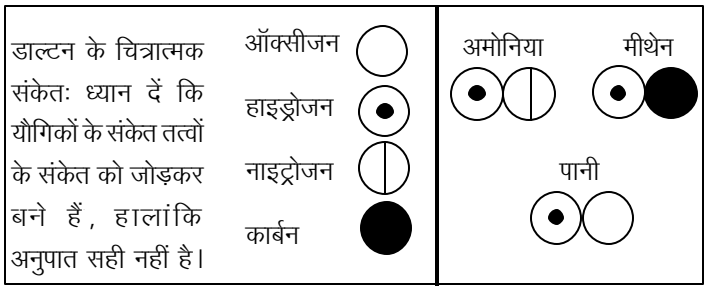
पूरे मामले में रोचक बात यह है कि बर्ज़ीलियस ने गैलूसेक के प्रयोगों की जो व्याख्या की थी वह आंशिक रूप से ही सही थी। इसकी पूर्ण व्याख्या करने का श्रेय दरअसल एक इतालवी रसायनज्ञ अमीडियो एवोगैड्रो को जाता है। एवोगैड्रो ने हमें अणु की अवधारणा दी और यह दर्शाया कि तत्वों के भी अणु हो सकते हैं। बर्ज़ीलियस और डाल्टन दोनों ने इस बात को कभी स्वीकार नहीं किया। एवोगैड्रो की यह परिकल्पना कई वर्षों तक उपेक्षित पड़ी रही कि गैसों के समान आयतन में अणुओं की संख्या बराबर होती है। उसे प्रकाश में लाने और उसके आधार पर परमाणु भार की गुत्थी सुलझाने का काम एक अन्य वैज्ञानिक कैनिज़रो ने करीब 50 साल बाद 1869 में किया था। उस कहानी की बात फिर कभी पूरी करेंगे।

तो आप कल्पना कर सकते हैं कि जब रसायन शास्त्रियों के सामने परमाणु भारों की ये दो सर्वथा अलग-अलग तालिकाएं आई होंगी, तो कैसी अफरा-तफरी मची होगी। इस समस्या के चलते कई रसायनविद तो यहां तक कहने लगे थे कि परमाणु की अवधारणा को ही तिलांजलि दे देना बेहतर होगा।

## द्वैत का सिद्धांत

वोल्टा द्वारा बनाए गए विद्युत सेल ने रसायनज्ञों को एक सर्वथा नया औज़ार उपलब्ध करा दिया। अब वे आसानी से विभिन्न चीज़ों पर विद्युत का असर देख सकते थे। दरअसल बर्ज़ीलियस ने अपनी डॉक्टर ऑफ मेडिसिन उपाधि के लिए जो प्रयोग किए थे उनका सम्बंध इसी बात से था कि विभिन्न रोगियों को बिजली के झटके देने से रोग पर क्या असर पड़ता है। वे इस स्पष्ट नतीजे पर पहुंचे थे कि बिजली के झटकों का रोग पर कोई असर नहीं होता। मगर इसके बाद भी विद्युत में उनकी रुचि कम नहीं हुई। एक

अन्य वैज्ञानिक विल्हेल्म हिसिन्गर के साथ मिलकर उन्होंने दर्शाया कि जिस तरह से विद्युत का प्रवाह पानी को अपघटित कर देता है, उसी प्रकार से कई अन्य यौगिक भी विच्छेदित हो जाते हैं। यदि लवण के घोल में बिजली प्रवाहित की जाए तो अम्ल एक छोर पर और क्षार दूसरे छोर पर एकत्रित होते हैं।




विद्युत विच्छेदन के साथ इस तरह के कई प्रयोगों के आधार पर बर्ज़ीलियस इस निष्कर्ष पर पहुंचे थे कि सारे यौगिक एक धनात्मक व एक ऋणात्मक भाग के जुड़ने से बनते हैं और विद्युत का प्रवाह इन दो भागों को अलग-अलग कर देता है। इसे द्वैत (dualism) का सिद्धांत कहा गया।

यह सिद्धांत अकार्बनिक यौगिकों पर तो कमोबेश पूरी तरह लागू होता था मगर कार्बनिक यौगिकों पर लागू न किया जा सका। स्वयं बर्ज़ीलियस ने इस बात को पहचान लिया था। वैसे कार्बनिक रसायन के क्षेत्र में काम करते हुए उन्होंने जंतु-पदार्थों (जैसे रक्त, पित्त, दूध, विभिन्न झिल्लियों, हड्डियों, मांस वगैरह का विश्लेषण किया था। मगर उनके अधिकांश विश्लेषण किसी निष्कर्ष तक नहीं पहुंच सके थे। अंततः उनका निष्कर्ष था कि ऐसे पदार्थों के विश्लेषण के लिए बेहतर उपकरणों और तकनीकों का इंतज़ार करना होगा। अलबत्ता रसायन शास्त्र को कार्बनिक व अकार्बनिक शाखाओं में बांटने का काम तो बर्ज़ीलियस ने ही किया था।

बर्ज़ीलियस के काम का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र खनिजों से सम्बंधित रहा। इसमें उनका प्रमुख योगदान एक नई वर्गीकरण प्रणाली के रूप में था। उस समय तक खनिजों का वर्गीकरण मूलतः उनकी क्रिस्टल संरचना के आधार पर किया जाता था। इससे असंतुष्ट होकर उन्होंने खनिजों के रासायनिक संघटन के आधार पर वर्गीकरण की प्रणाली विकसित की थी, जो हम आज भी उपयोग करते हैं।

बर्ज़ीलियस ने रसायन शास्त्र की अपनी पाठ्य पुस्तक विकसित की थी। स्वीडिश भाषा में लिखी गई इस पाठ्य पुस्तक के कई संस्करण प्रकाशित हुए थे और लगभग समस्त युरोपीय भाषाओं में इसका अनुवाद किया गया था। इस पाठ्य पुस्तक ने परमाणु सिद्धांत पर आधारित नवीन रसायन शास्त्र को स्थापित करने में महती भूमिका निभाई थी। उनके द्वारा लिखी गई वार्षिक रिपोर्ट्स का ज़िक्र तो ऊपर किया ही जा चुका है।

18वीं सदी के उत्तरार्ध तथा उन्नीसवीं सदी के प्रारंभिक वर्षों में आधुनिक रसायन शास्त्र के विकास में जिन लोगों ने योगदान दिया, उनमें बर्ज़ीलियस प्रमुखता से शामिल थे। नवीन रसायन को उसकी सैद्धांतिक बुनियाद प्रदान करने की जद्दोजहद में बर्ज़ीलियस की प्रायोगिक व सैद्धांतिक कुशलता निर्णायक साबित हुई है। बर्ज़ीलियस का निधन 7 अगस्त 1848 को स्वीडन में हुआ। ***(स्रोत फीचर्स)***

## वर्ग पहेली 55 का हल

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| अ | पो | लो | | ग्री | न | हा | उ | स |
| | ख | | सा | | व | | म | |
| ख | र | मो | र | | नी | | स | च |
| | न | | स | म | त | ल | | म |
| के | | | | ही | | | | न |
| ल्वि | | चा | स | ना | ला | | गो | |
| न | व | | रि | | य | श | पा | ल |
| | रा | | सृ | | क | | ल | |
| ब | ह | रा | प | न | | ऐ | न | क |