स्वप्नदृष्टा रसायनज्ञ केकुले

डॉ. सुशील जोशी

फ्रेडरिक ऑगस्टस केकुले
(1829-1896)

फ्रेडरिक ऑगस्टस केकुले ने रसायन शास्त्र को संरचना का तोहफा दिया था। अर्थात उन्होंने रासायनिक पदार्थों में परमाणुओं की जमावट को समझने की दिशा में कुछ महत्वपूर्ण तरीके प्रस्तुत किए थे। यह रसायन के विकास में एक मील का पत्थर रहा और इसकी बुनियाद पर आगे विकास संभव हुआ। मगर रोचक बात यह है कि केकुले की सारी महत्वपूर्ण खोजें सपनों में हुईं। कम से कम वे स्वयं तो यही कहते थे। इनमें यौगिकों की संयोजकता का सिद्धांत, कार्बन की संयोजकता 4 होने की बात, कार्बन द्वारा एक-दूसरे से जुड़-जुड़कर श्रृंखला बनाने की बात और बेंज़ीन की वलयाकार संरचना शामिल हैं।

केकुले का जन्म 1829 में जर्मनी के शहर डर्मास्टाट में हुआ था। उनके पालक चाहते थे कि वे वास्तु शास्त्र यानी आर्किटेक्चर का अध्ययन करें और उन्होंने गिसेन विश्वविद्यालय में इसी विषय में पढ़ाई शुरू भी की थी मगर उस समय के प्रभावशाली रसायनज्ञ लीबिग के कुछ व्याख्यानों से ऐसे प्रभावित हुए कि रसायन शास्त्र पढ़ने लगे।

रसायन शास्त्र में डॉक्टरेट करने के बाद केकुले स्विटज़रलैण्ड की एक प्रयोगशाला में नियुक्त हुए। मगर उनके जीवन में महत्वपूर्ण दौर तो तब आया जब वे सेन्ट बार्थोलोम्यू अस्पताल में नियुक्त हुए। यहां उन्हें लीबिग के कई अन्य छात्रों के साथ काम करने और रसायन शास्त्र की समस्याओं पर बातचीत करने का अवसर मिला। खास तौर से ह्यूगो म्यूलर नामक एक साथी के साथ हुई चर्चाओं का गहरा असर उनके पहले 'रासायनिक सपने' पर हुआ था। खुद केकुले के शब्दों,

"लंदन में अपने निवास के दौरान मैं क्लेफेम रोड पर रहता था। ...कई बार शाम में मैं अपने मित्र ह्यूगो म्यूलर के साथ गुज़ारता था। ...वैसे तो हम कई विषयों पर चर्चा करते थे मगर प्रायः चर्चा का विषय हम दोनों का प्रिय रसायन ही होता था। गर्मियों की एक शाम को मैं आखरी बस से लौट रहा था। हमेशा की तरह शहर की सड़कें वीरान पड़ी थीं। मैं जागे-जागे सपना देखने लगा और वाह, परमाणु मेरी आंखों के सामने अठखेलियां कर रहे थे। अब तक जब भी ये नन्ही चीज़ें मेरे सामने प्रकट हुई थीं, हमेशा गति में होती थीं। अलबत्ता, आज मैंने देखा कि कैसे कई बार दो छोटे-छोटे परमाणु जुड़कर जोड़ी बना रहे हैं, कैसे एक बड़े परमाणु ने दो छोटे-छोटे परमाणुओं को पकड़ रखा है; उससे भी बड़े परमाणु तीन या चार छोटे परमाणुओं को पकड़े हुए हैं जबकि पूरी की पूरी चीज़ गोल-गोल नाच रही है। मैंने देखा कि बड़े वाले परमाणुओं ने एक ृंखला बना ली है, और वे छोटे परमाणुओं को अपने पीछे खींच रहे हैं मगर सिर्फ श्रृंखला के सिरों पर। तभी कंडक्टर चीखा 'क्लेफेम रोड' और मेरा सपना टूट गया, मगर मैंने उस रात का काफी बड़ा हिस्सा सपने में दिखी इन रचनाओं को कागज़ पर उतारते बिताया। यही संरचना सिद्धांत की शुरुआत थी।"

यह घटना 1853 की है। वैसे यह विश्वास करने का कोई कारण नहीं है कि रसायन शास्त्र को नई दिशा देने वाले इस सिद्धांत की शुरुआत इस सपने से हुई होगी। हां, यह ज़रूर हो सकता है कि यह सपना कई चर्चाओं का एक दृश्य निचोड़ रहा होगा। खैर, जैसे भी हुआ हो मगर इन चर्चाओं व इस दिवास्वप्न के आधार पर केकुले ने निम्नलिखित निष्कर्ष प्रस्तुत करते हुए दो शोध पत्र प्रकाशित करवाए थे।

• कार्बन के परमाणु आपस में जुड़-जुड़कर किसी भी लंबाई

या जटिलता वाली श्रृंखला बना सकते हैं।

• कार्बन की संयोजकता सदा 4 ही होती है।

• रासायनिक अभिक्रिया से बनने वाले पदार्थों के अध्ययन से संरचना सम्बंधी जानकारी मिल सकती है।

ये शोध पत्र 1857 और 1858 में प्रकाशित हुए थे। केकुले का मानना था कि आपको सपने में जो भी विचार मिलें, उनका परीक्षण तो यथार्थ में करना ही होगा। यही परीक्षण करने में संभवतः 5 साल निकले।

उस समय के लिए ये निष्कर्ष क्रांतिकारी ही कहे जा सकते हैं। सर्वप्रथम तो उस समय अधिकांश रसायन शास्त्री मानते थे कि यौगिकों की संरचना अज्ञेय है क्योंकि आप जो भी रासायनिक क्रिया करेंगे वह संरचना में भारी उलटफेर कर देगी। उस समय अणुओं की संरचना को समझने के लिए भौतिक विधियां (जैसे एक्सरे क्रिस्टेलोग्राफी) उपलब्ध नहीं थीं। तो रासायनिक क्रियाओं की मदद से यौगिकों की संरचना ज्ञात करने की बात एक नई बात थी।

दूसरी बात यह थी कि कार्बन के इतने यौगिक पता चल रहे थे कि ये एक अबूझ पहेली बन गए थे। कार्बन की 4 संयोजकता और उनकी श्रृंखलाओं की अवधारणा जोड़कर केकुले ने काफी हद तक इस पहेली को सुलझा दिया था। वैसे केकुले के संरचना सिद्धांत में यह मूल अवधारणा थी कि तत्वों की संयोजकता सदा समान होती है।

वैसे यहां यह कहना लाज़मी है कि कार्बन की संयोजकता व श्रृंखला बनाने के गुण के निष्कर्ष तक केकुले से पहले एक अन्य वैज्ञानिक आर्किबाल्ड स्कॉट कूपर (1831-1892) भी पहुंच चुके थे। दरअसल कूपर ने अपना शोध पत्र एक अन्य रसायनज्ञ वुट्ज़ को सौंप दिया था कि इसे फ्रेंच एकेडमी में प्रस्तुतीकरण को दे दें। किसी वजह से वुट्ज़ ने देरी कर दी और इससे पहले केकुले का पर्चा प्रकाशित हो गया। इसलिए कूपर को उनकी खोज का श्रेय नहीं मिला और कहते हैं कि इसका इतना मानसिक आघात उन्हें लगा था कि जीवन के शेष तीस वर्ष उन्होंने तनहा गुज़ार दिए।

खैर, आगे चलकर केकुले हाइडलबर्ग विश्वविद्यालय में व्याख्याता बने और 1858 में गेंट विश्वविद्यालय में प्रोफेसर नियुक्त हुए। 1867 में वे बॉन विश्वविद्यालय पहुंचे और आजीवन वहीं कार्यरत रहे।

इस बीच 1865 में उन्होंने रसायन शास्त्र को अपना सबसे महत्वपूर्ण उपहार दिया - बेंज़ीन की संरचना। बेंज़ीन एक विचित्र पदार्थ था। इसका अणु सूत्र था C_6H_6। दिक्कत यह थी कि यदि यह सूत्र सही है तो इस अणु में ज़रूरत के मुताबिक हाइड्रोजन परमाणु नहीं हैं। रसायन शास्त्र में रुचि रखने वालों को यह बात फौरन स्पष्ट हो जाएगी कि यदि किसी पदार्थ में सिर्फ कार्बन व हाइड्रोजन है और कार्बन परमाणुओं की संख्या 6 है तो इनकी सारी संयोजकताओं को तुष्ट करने के लिए 14 हाइड्रोजन परमाणुओं की ज़रूरत होगी। यदि हम मान लें कि कार्बन परमाणुओं के बीच अधिकतम संभव दोहरे बंधन बने हैं तो भी हाइड्रोजन के 8 परमाणु चाहिए। मगर बेंज़ीन के अणु में हैं सिर्फ 6 हाइड्रोजन परमाणु। यह बहुत ही 'असंतृप्त' अणु है। इसकी व्याख्या केकुले का एक महत्वपूर्ण योगदान रहा और यहां भी बात सपने में ही सुलझी थीः

"मैं बैठा अपनी पाठ्य पुस्तक लिखने का काम कर रहा था मगर काम आगे ही नहीं बढ़ रहा था, मेरे विचार तो कहीं और ही थे। तो मैंने अपनी कुर्सी को अलाव की ओर घुमाया और ऊंघने लगा। एक बार फिर परमाणु मेरी आंखों के सामने नाच रहे थे। इस बार छोटे-छोटे समूह विनम्रतापूर्वक पीछे की ओर रहे। मेरी दिमागी आंखें इस तरह के दृश्य बार-बार देखने के कारण काफी पैनी हो गई थीं, वे अब अलग-अलग बनावटों वाली बड़ी संरचनाओं के बीच अंतर देख पाती थीं। बड़ी-बड़ी श्रृंखलाएं सांप जैसी गति करते हुए एक-दूसरे से लिपट रही थीं। मगर यह देखो, यह क्या है? एक सांप ने अपनी ही पूंछ को पकड़ लिया था और यह संरचना मेरी आंखों के सामने मुंह चिढ़ाती-सी चक्कर काट रही थी। जैसे झटका लगने से मैं अचानक जाग गया। इस बार भी मैंने बाकी रात इस परिकल्पना के परिणामों को समझते हुए गुज़ारी।"

केकुले की मानें तो बेंज़ीन की वलयाकार संरचना के विचार की उत्पत्ति इस सपने से हुई थी। मगर इस संदर्भ में लिखे गए अपने शोध पत्र में उन्होंने इसके ठोस तर्क प्रस्तुत किए हैं।

बेंज़ीन की संरचना के प्रतिपादन ने कार्बनिक रसायन शास्त्र की एक शाखा - एरोमैटिक कार्बनिक रसायन - को सैद्धांतिक आधार प्रदान किया। एरोमैटिक यौगिक नाम वैसे तो एरोमा (सुगंध) से आया है मगर इसका आशय उन यौगिकों से है जिनमें एक या एक से अधिक बेंज़ीन वलय मौजूद हो।

बेंज़ीन वलय की खोज को इतना महत्वपूर्ण माना गया था कि 1890 में इसकी रजत जयंति के अवसर पर जर्मन केमिकल सोसायटी ने केकुले का सम्मान करने के लिए विशेष जश्न का आयोजन किया था। इसी सम्मेलन में उन्होंने बताया था कि इस संरचना का सुराग उन्हें उंघते हुए एक सपने में दिखा था, मगर उन्होंने यह भी जोड़ा कि यह सपना उन्हें कार्बन-कार्बन बंधन पर वर्षों विचार करने के बाद आया था।

केकुले का एक और योगदान है जिसकी चर्चा मुनासिब है। 1860 में उन्होंने जर्मनी के कार्लस्रुहे नामक स्थान पर रसायनज्ञों का पहला अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन आयोजित किया था। यह सम्मेलन रसायन शास्त्र में उस समय मची अफरा तफरी को विराम देने के उद्देश्य से बुलाया गया था। यहां मुख्यतः परमाणु, अणु, परमाणु भार, यौगिकों के नामकरण जैसे विषयों पर चर्चा हुई। इसी सम्मेलन में कैनिज़रो ने एवोगैड्रो के विचारों को नए सिरे से प्रस्तुत किया और यौगिकों के अणु भार निकालने की विधि सुझाई। इसका नतीजा था कि रसायन शास्त्र में परमाणु व अणु भारों को लेकर व्याप्त भ्रम दूर हुआ। इसके अलावा यौगिकों के नामकरण को लेकर भी कई व्यवहारिक निर्णय लिए गए।

स्वप्नदर्शी केकुले का निधन 1896 में हुआ। ***(स्रोत फीचर्स)***

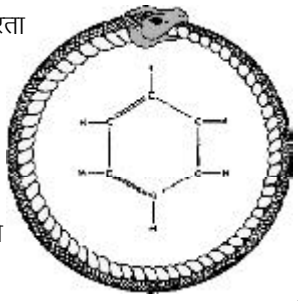
केकुले और बेंज़ीन

1865 में केकुले ने बेंज़ीन की संरचना को लेकर अपना पर्चा प्रकाशित किया था। इसमें उन्होंने बताया था कि बेंज़ीन की रचना में 6 कार्बन परमाणुओं की एक वलय है और इसमें एक छोड़कर एक दोहरे बंधन हैं।

इस संरचना को प्रतिपादित करने में केकुले ने बेंज़ीन में हाइड्रोजन की जगह किसी अन्य तत्व का परमाणु जोड़ने पर बने पदार्थों का सहारा लिया था। उन्होंने दर्शाया था कि यदि बेंज़ीन में किसी एक हाइड्रोजन को किसी अन्य तत्व (जैसे क्लोरीन वगैरह) के परमाणु से विस्थापित किया जाए तो एक ही आइसोमर बनता है। यानी बेंज़ीन के समस्त कार्बन परस्पर एक-समान या तुल्य हैं। आइसोमर का मतलब होता है कि एक-से अणु सूत्र वाले ऐसे यौगिक जिनके गुण अलग-अलग हों।

इसके बाद उन्होंने 2 हाइड्रोजन के विस्थापन से बने यौगिकों को देखा। पाया गया कि इस मामले में तीन आइसोमर बनते हैं। इस आधार पर उन्होंने कहा कि बेंज़ीन एक वलयाकार रचना होनी चाहिए अन्यथा इन आइसोमर्स की व्याख्या नहीं हो सकती।

मगर इसमें एक दिक्कत थी - केकुले के एक भूतपूर्व छात्र अलबर्ट लेडनबर्ग ने इस रचना की एक खामी दर्शाई थी कि इसमें दो हाइड्रोजन के विस्थापन से 3 नहीं बल्कि 4 आइसोमर बनेंगे। केकुले ने 1872 में प्रकाशित अपने पर्चे में इस समस्या का समाधान सुझाया था कि बेंज़ीन का अणु दो रचनाओं में अदला-बदली करता रहता है। किसी भी समय बेंज़ीन किसी एक रचना में स्थिर नहीं होती। इस तरह से देखने पर तीन आइसोमर ही बनते हैं।



संरचना की इस लगातार अदला-बदली को उस समय समझाया नहीं जा सका था। इसकी सैद्धांतिक व्याख्या 1928 में लाइनस पौलिंग ने की थी जिन्होंने क्वांटम यांत्रिकीय संरचनाओं के बीच रिसोनेन्स की अवधारणा के आधार पर इस बात को समझाया था।