एटम मैं सीधा सादा

विजय विवेक दीक्षित

जी हां, मैं सबसे पहला, 'आदि परमाणु हूं।' बंदे को वैज्ञानिक भाषा में प्रोटियम और बोलचाल की भाषा में उद्जन (हाइड्रोजन) कहते हैं। महाविस्फोट (Big Bang) के लगभग एक लाख वर्षों बाद तापमान इतना कम हो चुका था कि धनावेश युक्त प्रोटॉन और ऋणावेश युक्त इलेक्ट्रॉन कूलम्ब आकर्षण से आपसी बंधन में बंध सकें। तब मेरा (और बाद में धीरे-धीरे अन्य तत्त्वों के परमाणुओं का) जन्म हुआ। मेंडलीफ ने जब बहुत सारे तत्त्वों को कुछ तरतीब में रखकर आवर्त्त सारण (Periodic Table) बनाई, तब उसका श्री गणेश मुझसे किया। आदि परमाणु होने का और साक्ष्य चाहिए? ब्रह्मांड के ज्ञात परमाणुओं में लगभग 90% परमाणु मेरे भाई हैं। तारों की संरचना भी मुख्यतः मुझ से होती है। आपका शरीर कहने को तो कार्बनिक रसायन से चलता है लेकिन हर कार्बन परमाणु के साथ मेरे कई भाई-भतीजे जुड़े रहते हैं। 'बिन पानी सब सून' के पानी (H_2O) के हर अणु में भी मेरे दो साथी उपस्थित हैं। पेड़-पौधों के लिए खाद बनाने में अति महत्त्वपूर्ण गैस अमोनिया (NH_3) में भी मेरे तीन भाई हैं। पृथ्वी की संरचना में लगे परमाणुओं में भी मेरा तीसरा नंबर हो तो फिर हवा में "जिधर देखता हूं, उधर तू ही तू है।"

मेरे लिए क्यों नहीं कहा जाता? कुछ झेंप कर कहना पड़ता है कि हल्का होने के कारण पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण मुझे बांध नहीं पाता है, और मेरे अधिकतर साथी रमते जोगी बन कर ब्रह्मांड में घूमने के लिए निकल पड़े हैं।

मैं रंगहीन, स्वादहीन, गंधहीन हूं। आमतौर पर गैसीय अवस्था में रहता हूं। थर्मस बोतल बनाने वाले देवार जी ने मुझे 1898 में द्रव अवस्था में (-253°C) और एक साल बाद ठोस अवस्था में (-259°C) परिवर्तित कर के दिखा दिया था। मेरा इतिहास रसायनशास्त्र में बहुत पुराना नहीं है। राबर्ट बॉयल ने सोलहवीं शताब्दी में अम्ल और घात की प्रक्रिया से प्रयोगशाला में मुझे बनाया था। कैवेंडिश ने शायद "लकड़ी जल कोयला भई, कोयला जल भई राख" नहीं सुना होगा। उन्होंने पाया कि मेरे जलने से पानी बनता है, इसलिए मेरा नाम "पानी का जनक (Hydro+gen) रख दिया।

प्रकृति में मेरे कई रूप हैं। आवेशरहित परमाणु (^1H) के रूप में मैं अंतरिक्ष की गहराइयों में प्रचुरता में मिलता हूं। सूर्य जैसे तारों में उच्च तापमान के कारण इलैक्ट्रॉनप्रोटॉन की विच्छेदित अवस्था में प्लाज्म रूप में विद्यमान रहता हूं। इस रूप में मैं विद्युत और चुम्बकीय क्षेत्रों से बहुत प्रभावित होता हूं। प्रयोगशाला में आम तौर से अपने एक और साथी को पकड़कर हाइड्रोजन का अणु (H_2) बनाता हूं।

मेरे नाभिक में केवल एक ही प्रोटॉन हो, यह बहुत आवश्यक नहीं है। नाभिक को कभी एक अपनी ही बिरादरी के (किंतु बिना आवेश वाले) न्यूट्रॉन का साथ मिल जाता है। तब मेरे परमाणु को ड्यूटॉन (D या 2H) नाम दिया जाता है। यदि एक और न्यूट्रॉन जुड़ जाए तो फिर उस परमाणु को ट्रिटियम (3H या T) कहते हैं। वैसे वैज्ञानिकों ने प्रयोगशाला में तीन से छह और न्यूट्रॉन मेरे नाभिक में घुसाने में सफलता पाई है लेकिन वे परमाणु टिकाऊ नहीं होते। स्वयम् ट्रिटियम परमाणुओं की संख्या नाभिक विघटन के कारण लगभग पंद्रह मिनटों में आधी रह जाती है। चाहे कितने भी न्यूट्रॉन नाभिक में पहुंच जाएं, नाभिक में केवल एक प्रोट्रॉन का धनावेश होता है। बिना आवेश का परमाणु बनने के लिए उसे केवल एक इलैक्ट्रॉन की सेवा चाहिए। रासायनिक प्रतिक्रियाओं में चूंकि इलैक्ट्रॉन ही भाग लेते हैं, इसलिए उस दृष्टि से चाहे ^1H हो या ^7H, सब मेरे 'आइसोटोप' कहलाए जाते हैं।

प्रोट्रॉन और न्यूट्रॉन क्रिया दोनों इलैक्ट्रॉन से लगभग 2,000 गुना भारी होते हैं। इसलिए, एक न्यूट्रॉन अधिक होने के कारण D_2O को 'भारी पानी' कहा जाता है। इसका उपयोग एक प्रकार के परमाणु ऊर्जा संयन्त्र (Reactor) में किया जाता है। ट्रिटियम का पहला उपयोग उद्जन बम बनाने में किया गया था। आपने गाना सुना होगा"इधर तो जल्दी-जल्दी है, उधर से आहिस्ता-आहिस्ता।"

वैज्ञानिकों ने जल्दी-जल्दी बम बनाना तो सीख लिया। चार हाइड्रोजन परमाणुओं को एक साथ 'गला' कर एक हीलियम परमाणु बना आहिस्ता-आहिस्ता ऊर्जा निकाल पाना अभी दूर की कौड़ी ही लग रहा है। कुछ अजीब-सी बात ही है, उसी हाइड्रोजन से हीलियम प्रतिक्रिया से सूर्य देवता हमको ऊर्जा दान देते हैं।

ऊर्जा की बात ही चली तो 'स्वच्छ ऊर्जा' को भी याद कर लें। सूर्य देवता की नकल करने की प्रतीक्षा तो न जाने कब तक चले। फिलहाल ओषजन के साथ मिलाकर ऊर्जा लेने (और केवल पानी अवशिष्ट रहने)

* Prof. V.V. Dixit, Department of Physics, Saint Louis University, 3450, Lindell Drive, Saint Lonis; Mo. 63103 USA
Email : dixitvv@slu.edu

से अच्छा 'स्वच्छ ऊर्जा स्रोत और क्या हो सकता है ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$) और कुछ नहीं तो प्राकृतिक गैस (मुख्यतः मिथेन) के साथ मिला कर जलाने में भी खूब सारी ऊर्जा मिलती है। निकिलहाइड्रोजन की बैटरी का उपयोग अंतरिक्ष यानों में होता है। कारों-मोटरों आदि के लिए हाइड्रोजन का ईंधन की तरह उपयोग करने का प्रयत्न जोर-शोर से हो रहा है। उद्योग जगत में सामग्री को गंतव्य स्थान तक पहुंचाने में बहुत ऊर्जा की खपत होती है। गैसीय दशा में हाइड्रोजन हवा से लगभग पंद्रह गुना हल्की होती है। 1783 में ही मेरे गुब्बारे बना कर उड़ाए जाने लगे थे। 1852 में हवाई मार्ग से माल ढोने के लिए और 1900 में यात्री परिवहन के लिए मेरा उपयोग होना शुरू हो गया था। लेकिन एक 'हिंडनबर्ग' नाम के यात्री वाहक जैपलिन में आग लग जाने से मेरी छवि धूमिल हो गई। बात वास्तव में यह है कि मुझे औषजन से बहुत अधिक प्रेम हैमिलने पर विस्फोट के साथ प्रज्वलित होता हूं। हिंडनबर्ग के अलावा डिस्कवरी अंतरिक्ष यान और हाल ही में सुनामी से क्षतिग्रस्त जापान के परमाणु ऊर्जा संयंत्र में विस्फोट मेरे इसी ऑक्सीजन प्रेम के कारण हुए। मेरी ज्वाला का प्रकाश अधिकतर पराबैंगनी रंग का होता है। इसलिए आसानी से मनुष्यों को दिखाई नहीं पड़ता। धातु के पाइप में भी मैं बहुत जल्दी रिसने लगता हूं और हवा में ऑक्सीजन मेरी बाहर प्रतीक्षा कर ही रही होती है।

स्वच्छ ऊर्जा के लिए अगर आप को मुझे ढूंढ़ना ही पड़ा तो मुझे पाएंगे कहां? एक तरीका है तेल के कुंओं से निकलने वाली प्राकृतिक गैस को अधिक दवाब व तापमान पर भाप से मिला कर ($CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$) एक पानी के अणु से तीन हाइड्रोजन के अणु बनाएं। बची हुई कार्बन मॉनोक्साइड गैस को अन्य रासायनिक प्रतिक्रियाओं में खपा दिया जाए तो दूसरा तरीका देखने में और भी आसान हैपानी में विद्युत धारा बहाने से ($2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$) लेकिन उस विद्युत शक्ति का स्रोत क्या हो?

क्षमा कीजिए, चला तो था मैं अपनी सादगी का बखान करने और न जाने कैसे स्वच्छ ऊर्जा के चक्करों में उलझ गया। केवल एक प्रोटॉन और एक इलैक्ट्रॉन से बना होने के कारण हर भौतिक शास्त्री परमाणु, भौतिकी सीखने का श्री गणेश मुझ से ही करता है इसके लिए और तरह के परमाणुओं की संरचना समझने में मेरा विशिष्टतम योगदान रहा है। साधारणतः मेरे घर में शांति रहती है, लेकिन और अणु-परमाणु या प्रकाशकणों (Photons) से टकराने पर मैं कभी-कभी उत्तेजित हो उठता हूँ। मुझे फिर से शांत होने में एक सेकंड का लगभग एक करोड़ भाग का समय लगता है। इस बीच में एक प्रकाशकण मेरे घर से भाग निकलता है और मेरी अंतरावस्था के बारे में बहुत से रहस्य उगल देता है"ताहि निकारौ गेह से, कस न भेद कह देइ।" सर्वप्रथम नील्स बोह्र (1914) और उसके बाद हाइजनबर्ग, बॉर्न, डिराक, लैम्ब, टोमोनागा, शिवंजर, फाइनमैन इत्यादि कितने ही वैज्ञानिकों ने पर्त पर पर्त रहस्य खोले हैं और नोबेल पुरस्कार पाए हैं। क्वान्टम सिद्धांत और सापेक्षता सिद्धांतों के समन्वित उपयोग से ही यह संभव हो पाया। तब भी मैं ही एकमात्र आवेश रहित परमाणु हूं जिसके लिए श्रोडिंजर के क्वान्टम समीकरण हल किया जा सका है। बाकी सब तरह के परमाणुओं की संरचना/गुण समझने के लिए शक्तिशाली कम्प्यूटर और गणितीय (सन्निकटन उपगम) approximations लगा कर काम चलाया जाता है। पूरे रसायन विज्ञान को केवल क्वान्टम सिद्धांत से समझने की बात अभी बहुत दूर है। आप जान गए होंगे कि, सच्ची दुनियादारी के अनुसार, मेरी सादगी दिखावटी है। इलैक्ट्रॉन और प्रोटॉन दोनों का व्यवहार ऐसा है जैसे वे अपनी धुरियों पर पृथ्वी की तरह घूम रहे हों। उसके साथ-साथ ही उनके चुम्बकीय गुण भी विचित्र हैं। डिराक ने अपने समीकरण में सापेक्षता सिद्धांत और क्वान्टम सिद्धांत को मिलाया और तब मेरी ऊर्जा दशाओं की गणना की। फिर भी प्रयोगशाला के परिणामों से कुछ भिन्नता मिली। तब पता चला कि प्रोटॉन व इलैक्ट्रॉन के बीच की जगह बिलकुल खाली नहीं है। उसमें द्रव्य और प्रतिद्रव्य के बुलबुले बनते बिगड़ते रहते हैं जिसका मेरी ऊर्जा अवस्थाओं पर प्रभाव पड़ता है। उसको समझने के लिए क्वान्टम इलैक्ट्रोडाइनैमिक्स सिद्धांत का प्रादुर्भाव हुआ। अब स्थिति यह है कि गणना में और प्रयोगों के परिणामों में दस-ग्यारह दशमलव अंकों तक मिलान होता है और मानव इतिहास में यह एकमात्र सिद्धांत है जो परीक्षा में इस सीमा तक खरा उतरा हो।

सादगी की बात को थोड़ा और आगे बढ़ाएं। इलैक्ट्रॉन सबसे हल्का विद्युत आविष्ट कण है जिसका हमें पता है। सब परमाणुओं में होता है। लेकिन वास्तव में यह है क्याइसके बारे में हम मौन रहते हैं। मानते हैं कि इसके कोई आगे भाग नहीं किए जा सकते। मजाक यही है कि परमाणु की प्रारंभ में यही परिभाषा थी A-Tomos– जो कि काटा न जा सके। सर्वप्रथम इलैक्ट्रॉन की हर परमाणु में उपस्थिति ने ही इस परिभाषा को बेकार बना दिया है। यदि इलैक्ट्रॉन एक बिंदु के समान शून्य आकार का एक कण है तो इसमें विद्युत आवेश और द्रव्यमान कैसे होता है? उससे भी बड़ी बात है उसमें चुम्बकीय गुण कहां से आ जाते हैं, अपनी धुरी पर घूमने जैसा व्यवहार कहां से आता है? प्रोटॉन की भी पोल खुल गईयह elementary कण नहींयह तो तीन बिंदु कर्णों, क्वोर्को का थैला-सा निकला। उन तीन क्वार्कों को आपस में बांधने वाले कणों को ग्लूऑन नाम दिया गया है। तुर्रा यह है कि क्योंकि हम क्वार्कों को स्वच्छंद अवस्था में प्रयोगशाला में नहीं देख पाए, इसलिए मजबूरी का नाम महात्मा गांधी का नारा लगा यह सिद्धांत प्रतिपादित कर दिया कि क्वार्कों को स्वच्छंद अवस्था में पाया ही नहीं जा सकता। यह क्वान्टम क्रोमोडाइनेमिक्स का एक आधारभूत सिद्धांत है। उससे पहले कि आप और आगे स्ट्रिंग सिद्धांतों में उलझ जाएं, बस तुलसीदास जी के साथ कहिए, "जा की रही योग्यता जैसी, एटम छवि देखी तिन तैसी।"