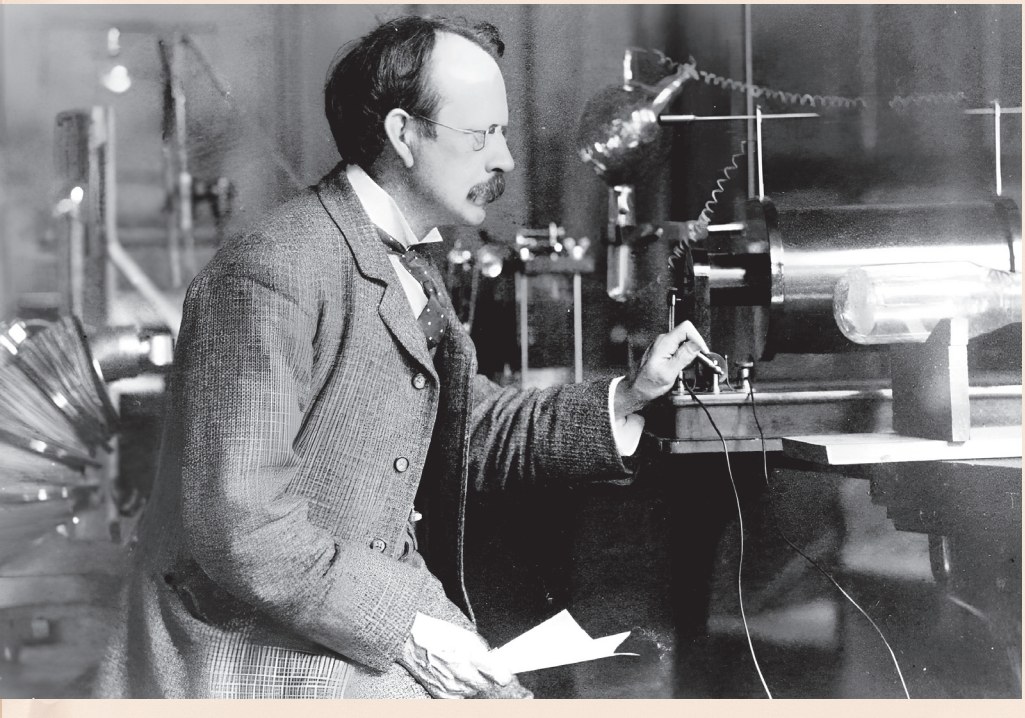
लेख

परमाणु संरचना में मील का पत्थर
क्वाण्टम यांत्रिकी एवं अनिश्चितता सिद्धांत का शताब्दी वर्ष

कृष्ण कुमार मिश्र



उन्नीसवीं सदी के अंत में 1897 में सर जे. जे. थॉमसन ने इलेक्ट्रॉन नामक उप-परमाण्विक कण की खोज की। अब परमाणु की सत्ता अखंड नहीं रही। इससे स्पष्ट हुआ कि परमाणु छोटे-छोटे कणों से बना है।

वर्तमान वर्ष परमाणु संरचना के क्षेत्र में हाइजनेबर्ग द्वारा दिये गए क्वाण्टम यांत्रिकी (Quantum mechanics) एवं अनिश्चितता सिद्धांत (Uncertainty principle) का शताब्दी वर्ष है। आज से ठीक सौ साल पहले प्रख्यात जर्मन भौतिकीविद वर्नर कार्ल हाइजेनबर्ग (Werner Karl Heisenberg) ने जनवरी 1925 में अपने शोधपत्र में बताया था कि इलेक्ट्रॉन जैसे सूक्ष्म कण का संवेग तथा उसकी स्थिति को एक साथ सटीक तौर पर नहीं निर्धारित किया जा सकता। हाइजेनबर्ग ने इलेक्ट्रॉन के तरंग स्वभाव को भी प्रतिपादित किया था। ताज्जुब की बात है कि उस समय हाइजेनबर्ग की उम्र महज 23 साल थी। इस महान शोध के लिए वर्नर हाइजेनबर्ग को 1932 में भौतिकी के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। दरअसल क्वाण्टम यांत्रिकी जिसे हम तरंग यांत्रिकी (Wave mechanics) भी कहते हैं, यह सिद्धांत विज्ञान जगत की एक युगान्तरकारी खोज थी। क्वाण्टम यांत्रिकी वास्तव में सूक्ष्म स्तर पर पदार्थ, ऊर्जा तथा उनके परस्पर अन्योन्यक्रिया का अध्ययन है। क्वाण्टम यांत्रिकी ने पदार्थ जगत की संरचना, परमाणु संरचना के बारे में तब तक की मौजूदा अवधारणा में आमूल परिवर्तन कर दिया। इसके पहले परमाणु की संरचना, उसके घटक तथा परमाणु के भीतर उनकी स्थिति को लेकर एक तयशुदा अवधारणा थी। उस समय यह विचार था कि परमाणु, उसके उपपरमाण्विक कणों को हम ठीक-ठाक जान और समझ सकते हैं। लेकिन हाइजेनबर्ग ने जो अनिश्चितता का सिद्धांत दिया, उससे इलेक्ट्रॉन जैसे सूक्ष्म कणों के बारे में हमारे विचार बिलकुल ही बदल गये।

हाइजेनबर्ग की प्रतिभा और उनके शोध के स्तर का अंदाज इस बात से लगाया जा सकता है कि क्वांटम यांत्रिकी का विचार उन्होंने तब रखा था जब वे महज 23 साल के थे। उन्हें मात्र 31 वर्ष की उम्र में ही नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। अपने मौलिक चिंतन से हाइजेनबर्ग ने अनिश्चितता का सिद्धांत (Heisengberg's Uncertainty principle) प्रस्तुत किया। इस सिद्धांत को इस प्रकार समझा जा सकता है। कोई कण कहाँ है, उसे देखने के लिए हमें उस पर प्रकाश यानी फोटॉन डालना होगा। प्रकाश एक विद्युतचुंबकीय विकिरण है। ये फोटॉन जब उस कण से टकरायेंगे, तब उस टक्कर से कण विशेष की स्थिति तत्काल परिवर्तित हो जाएगी। इसलिए किसी सूक्ष्म कण की स्थिति तथा उसके संवेग को एक ही समय विशेष पर साथ-साथ सटीकता से निर्धारित नहीं किया जा सकता। यह एक तरह से हमारे भौतिक जगत एवं प्रकृति की सीमा है। इसके मापन में त्रुटि का होना बिल्कुल स्वाभाविक है। यही हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता का सिद्धांत है।

बाल्यकाल एवं शिक्षा

वर्नर हाइजेनबर्ग का जन्म 5 दिसम्बर 1901 को जर्मनी के वुर्ज़बर्ग (Würzburg) में हुआ था। वर्नर ने अपनी पढ़ाई की शुरुआत वुर्ज़बर्ग के स्कूल मेक्सीमिलियन्स जिम्नेजियम म्यूनिख (Maximilians Gymnasium, Munich) से की। उनके पिता आगस्ट हाइजेनबर्ग (August Heisenberg) शुरू में

आज से ठीक सौ साल पहले प्रख्यात जर्मन भौतिकीविद वर्नर कार्ल हाइजेनबर्ग (Werner Karl Heisenberg) ने जनवरी 1925 में अपने शोधपत्र में बताया था कि इलेक्ट्रॉन जैसे सूक्ष्म कण का संवेग तथा उसकी स्थिति को एक साथ सटीक तौर पर नहीं निर्धारित किया जा सकता।

शास्त्रीय भाषा (Classical language) के शिक्षक थे। आगे चलकर सन् 1909 में वे म्यूनिख विश्वविद्यालय में ग्रीक भाषा के प्रोफेसर बने। कुछ महीने बाद वर्नर भी परिवार के साथ वुर्ज़बर्ग से म्यूनिख आ गये। दुनिया में सन् 1914 में प्रथम विश्वयुद्ध छिड़ गया जो सन् 1919 तक चला। इससे म्यूनिख नगर में भी बहुत आपदाएं आईं। संयोग से महान दार्शनिक प्लेटो की ग्रीक भाषा में लिखी प्रसिद्ध पुस्तक उनके हाथ लग गई। चूँकि ग्रीक भाषा का अध्ययन वर्नर के पाठ्यक्रम का हिस्सा था, अतः यह पुस्तक उनके लिए उपयोगी थी। इस ग्रंथ में प्राचीन यूनान के परमाणु संबंधी सिद्धांत का वर्णन था। अतः इस पुस्तक को पढ़ते समय हाइजेनबर्ग के मन में परमाणु के रहस्यों को गहराई से जानने की इच्छा पैदा हो गई। अब उनका मन गणित के साथ ही भौतिकी के अध्ययन की ओर भी आकृष्ट होने लगा था। उन्होंने म्यूनिख विश्वविद्यालय से 1923 में भौतिकी में पी-एच.डी की। उनका ग्रीक भाषा प्रेम तब ही प्रकट हुआ जब जापान के युवा वैज्ञानिक हिडेकी युकावा ने सशक्त नाभिकीय बल के सिद्धांत को विकसित करने के लिए जिस कण को 'मिसॉट्रॉन' के नाम से प्रतिपादित किया था, उसे हाइजेनबर्ग के सुझाव पर 'मिसॉन (Meson)' के रूप में मान्यता प्रदान की गयी।

विश्वयुद्ध के कठिन दिनों में जर्मनी में आर्थिक हालात बिगड़ने लगे थे। हाइजेनबर्ग के परिवार के पास खाने तक का संकट था। तब वर्नर को स्कूल छोड़कर कुछ महीनों के लिए म्यूनिख से करीब 50 मील दूर स्थित खेतों पर श्रम करने के लिए जाना पड़ा। खेत पर उन्हें अक्सर बहुत सुबह उठना पड़ता, और देर रात तक शारीरिक श्रम करना पड़ता था। हाइजेनबर्ग ने इस काम को मजबूरी में करने की बजाय 'शिक्षा देने वाले काम' के रूप में लिया। उन्होंने अनुभव किया कि खेत पर काम के दौरान उन्हें वह शिक्षा मिली जो स्कूलों में रहकर कभी नहीं मिल सकती थी।

बाद में जब जर्मनी के हालात सुधरे और फिर वर्नर अपनी स्कूली पढ़ाई पूरी करने के बाद सन् 1920 में सोमरफेल्ड के मार्गदर्शन में भौतिकी पढ़ने के लिए म्यूनिख विश्वविद्यालय में आ गए। उस समय यहाँ अनेक प्रतिष्ठित भौतिकविद् थे। म्यूनिख में उनकी मुलाकात सोमरफेल्ड के छात्र वुल्फगांग पॉली से हुई जो आगे चलकर सन् 1945 के भौतिकी के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित हुए। हाइजेनबर्ग उनसे बहुत गहरे प्रभावित हुए। सोमरफेल्ड अपने शोधार्थियों से बहुत स्नेह करते थे। उन्हें पता चल चुका था कि वर्नर हाइजेनबर्ग को नोबेल पुरस्कार से सम्मानित नील्स बोर के साथ परमाणु भौतिकी के क्षेत्र में काम में बहुत रूचि है। इसीलिए एक बार जब गोटिंगन में बोर की व्याख्यान-माला आयोजित हुई तो वे हाइजेनबर्ग को भी अपने साथ ले गये। यहीं हाइजेनबर्ग की मुलाकात बोर से हुई तथा वह उनसे बहुत प्रभावित हुए।

पी-एच.डी. प्राप्त करने के बाद उन्हें गॉटिंगन विश्वविद्यालय में मैक्स बॉर्न के सहायक के रूप में कार्य करने का अवसर मिल गया। ध्यान रहे, मैक्स बॉर्न को क्वाण्टम मेकैनिक्स के जनक के तौर पर जाना जाता है। उन दिनों गॉटिंगन विश्वविद्यालय मैक्स बॉर्न के नैतृत्व में भौतिकी के बहुत बड़े केंद्र के रूप में विश्व में अपनी विशिष्ट पहचान रखता था। इसके पश्चात् वर्ष 1924-1925 के दौरान वे 'रॉकफेलर ग्रांट' प्राप्त कर कोपनहेगन विश्वविद्यालय में नील्स बोर के साथ काम करने चले गये। उस समय क्वांटम दुनिया से उठ रही समस्याएं वैज्ञानिकों के सम्मुख चुनौतियाँ प्रस्तुत कर रही थीं। बोर इस क्षेत्र के अग्रणी वैज्ञानिक थे। उन्हें परमाणविक संरचना की खोज के लिए सन् 1922 का नोबेल पुरस्कार मिल चुका था।

नील्स बोर मॉडल को लेकर हाइजेनबर्ग सोचने लगे कि हम नहीं जानते कि परमाणु में कोई इलेक्ट्रॉन कब, कहाँ है। हम अवशोषण या उत्सर्जन से इतना जान पाते हैं कि इलेक्ट्रॉन ने अवस्था परिवर्तन (State change) किया है। लेकिन उसने किस कक्षा से किस कक्षा में जाने के लिए कौन-से रास्ते को तय किया है, यह कभी नहीं जाना जा सकता है। कक्षाओं के अस्तित्व को किसी भी तरीके से सत्यापित नहीं किया जा सकता है। अतः हम कैसे मान सकते हैं कि बोर की ये कक्षाएँ वास्तविक कक्षाएँ हैं। अगर ये हकीकत नहीं हैं तो फिर हमें क्यों नहीं इनको छोड़कर आगे बढ़ने के लिए कोई अन्य वैकल्पिक तरीका निकालना चाहिऐ। हाइजेनबर्ग की सोच थी कि किसी भी सिद्धांत को 'यथार्थ' पर आधारित होना चाहिए, ना कि परिकल्पनाओं पर।

पदार्थ की संरचना सम्बन्धी प्राचीन चिंतन

पदार्थ की संरचना का विचार सदियों से चिंतकों, विचारकों के मस्तिष्क में रहा है। समय के साथ अनेक मत प्रस्तुत किए जाते रहे हैं। भारत के पंचमहाभूत का सिद्धांत, या यूनान के अरस्तू का मत हजारों वर्षों तक प्रभावी रहे। अरस्तू का पदार्थ जगत के निर्माण का मत करीब दो हजार साल तक कायम रहे जब तक कि आधुनिक विज्ञान ने सोलहवीं सदी में इन्हें एक-एक कर खारिज करना शुरू नहीं कर दिया। अगर इन पुराने सिद्धांतों/मतों पर हम दृष्टिपात करें तो हाइजेनबर्ग के क्वाण्टम यांत्रिकी की खूबसूरती और उसका महत्व और स्पष्ट हो जाता है। हमारे शास्त्रों में कहा गया है-

काणादं पाणिनीयं च सर्व शास्त्रोपकारकं

भावार्थ यह कि पदार्थ विज्ञान के प्रवर्तक महर्षि कणाद् तथा पदशास्त्र के प्रणेता महर्षि पाणिनि सभी शास्त्रों के अध्ययन में उपयोगी हैं।

आज से करीब 2600 साल पहले प्रख्यात भारतीय दार्शनिक महर्षि कणाद ने कहा था कि समस्त जगत कणों से निर्मित है। हर पदार्थ कणों से बना है। ये कणों की सत्ता है जो विविध रूपों में समस्त चराचर जगत में मौजूद है। इसलिए जब भौतिक जगत के पदार्थ की

हाइजेनबर्ग की प्रतिभा और उनके शोध के स्तर का अंदाज इस बात से लगाया जा सकता है कि क्वांटम यांत्रिकी का विचार उन्होंने तब रखा था जब वे महज 23 साल के थे।

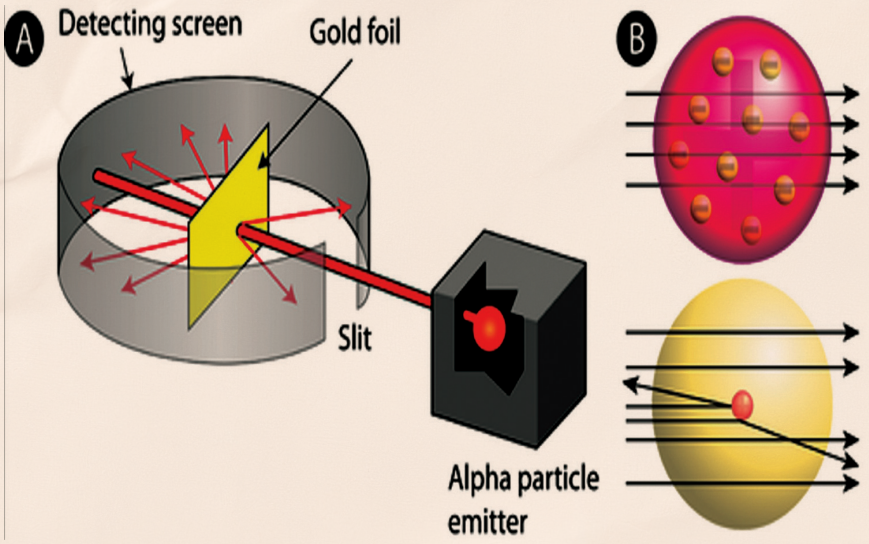
संरचना की चर्चा होती है तो शुरुआत कणाद के दर्शन से ही होती है। आज हम जानते हैं कि परमाणु किसी पदार्थ की सबसे सूक्ष्म संरचना होते हैं। परमाणु रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेते हैं, लेकिन ये स्वतंत्र रूप से नहीं रह सकते। प्राचीन काल से ही पदार्थ जगत की संघटनात्मक इकाई को जानने की उत्सुकता दार्शनिकों एवं विचारकों में रही है। प्राचीन काल में ऐत्रेय ऋषि ने विश्व को कुछ मूलभूत तत्वों में बांटा था जो थे- पंचमहाभूत (वायु, अग्नि, जल, पृथ्वी तथा आकाश)। कपिल मुनि के सांख्य दर्शन के मतानुसार प्रकृति ही पंचमहाभूतों की जननी है। तुलसीदास जी ने सृष्टि की रचना के बारे में लिखा है, ''क्षिति जल पावक गगन समीरा। पंच रचित अति अधम शरीरा"। पश्चिमी सभ्यता में यूनानी दार्शनिक एम्पेडोकल्स ने सर्वप्रथम मूलभूत तत्वों को पृथ्वी, वायु, अग्नि और जल के रूप में वर्गीकृत किया।

छठवीं सदी ईसा पूर्व में वैशेषिक दर्शन के विद्वान महर्षि कणाद ने यह अभिधारणा दी कि द्रव्यों को छोटे कणों में विभाजित करने की एक सीमा होती है। द्रव्यों का गठन करने वाले अविभाज्य कणों को कणाद ने 'परमाणु' नाम दिया। कणाद के अनुसार परमाणु अविनाशी होता है। इसका अलग से कोई अस्तित्व नहीं होता। भिन्न-भिन्न पदार्थों के परमाणु भिन्न-भिन्न होते हैं। विख्यात यूनानी दार्शनिक डेमोक्रिट्स ने 430 ई.पू. में यह अभिधारणा दी कि द्रव्य छोटे-छोटे कणों से बने होते हैं और इन छोटे कणों को अधिक छोटे कणों में विभाजित नहीं किया जा सकता। डेमोक्रिट्स ने द्रव्य के सबसे छोटे कण को 'एटोमॉस' नाम दिया जो ऐटम का ही ग्रीक नाम है।

पश्चिम में यूरोपीय पुनर्जागरण के साथ आधुनिक विज्ञान का उदय हुआ। सन् 1808 में ब्रिटिश रसायनज्ञ जॉन डाल्टन ने द्रव्य की प्रकृति के बारे में आधारभूत सिद्धांत दिए जो आधुनिक विज्ञान की बुनियाद थे। डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत के अनुसार, सभी द्रव्य, (तत्व, यौगिक या मिश्रण) परमाणु नाम के छोटे कणों से बने होते हैं। इस सिद्धांत की कई अभिधारणाएं हैं, जैसे कि सभी द्रव्य बहुत छोटे कणों से बने होते हैं, और इन कणों को 'परमाणु' कहा जाता है। परमाणु अविभाज्य होते हैं। इन्हें रासायनिक अभिक्रिया के दौरान निर्मित या नष्ट नहीं किया जा सकता है। किसी तत्व विशेष के परमाणुओं के द्रव्यमान और रासायनिक गुण परस्पर समान होते हैं। भिन्न-भिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुण भिन्न-भिन्न होते हैं। परमाणु सरल पूर्णांकों के अनुपात में संयोग करके यौगिकों का निर्माण करते हैं। लेकिन डॉल्टन का यह परमाणु सिद्धांत, परमाणु के अंदर की दुनिया के बारे में बताने में सफल नहीं रहा ।

उन्नीसवीं सदी के अंत में 1897 में सर जे. जे. थॉमसन ने इलेक्ट्रॉन नामक उप-परमाण्विक कण की खोज की। अब परमाणु की सत्ता अखंड नहीं रही। इससे स्पष्ट हुआ कि परमाणु छोटे-छोटे कणों से बना है। यह भी साफ हो गया कि ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन हर पदार्थ का आवश्यक घटक है। परमाणु की संरचना का मॉडल प्रस्तावित करने वाले सर जे. जे. थॉमसन पहले व्यक्ति थे। कैथोड रे ट्यूब पर काम करते हुए सर जे. जे. थॉमसन ने कैथोड (ऋणावेशित इलेक्ट्रोड) से उत्सर्जित किरणों के बारे में पाया कि ये ऋणावेशित कण थे जो चुंबकीय क्षेत्र में विक्षेपित हो रहे थे। उन्होंने यह भी बताया कि ये ऋणावेशित कण सभी पदार्थों के मूलभूत घटक हैं। उन्होंने कैथोड-रे ट्यूब में गैसें बदल-बदल कर इस प्रयोग को बार-बार दूहराया, जाँचा, परखा। लेकिन उन्हें अपने प्रेक्षण में हर बार वही कण मिले। इससे यह साफ हो गया कि ये कण किसी पदार्थ के सार्वत्रिक घटक हैं। उन्होंने इन कणों को ''इलेक्ट्रॉन" नाम दिया। यह विज्ञान जगत की एक अपूर्व घटना थी।

यहां थॉमसन द्वारा दिये गये परमाणु संरचना के मॉडल को जान लेना जरूरी है। सन् 1903 में जे. जे. थॉमसन ने परमाणु की संरचना को तुलनात्मक रूप से क्रिसमस पुडिंग एवं कटे तरबूज के समान बताया, जिसमें



अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने वर्ष 1911 में स्वर्ण पर्णिका (Gold foil) प्रयोग के द्वारा परमाणु के अंदर नाभिक की खोज की। रदरफोर्ड को परमाणु संरचना के बारे में जानने की दिलचस्पी थी।स्मेजम दपजंजपें चमतंम सं कवसवतपंउमज उक्क

धनावेशित क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन, गोलाकार पुडिंग में बिखरे हुए किशमिश, या तरबूज के बीज जैसे होते हैं। थॉमसन ने प्रस्तावित किया कि परमाणु एक ठोस गोलाकार क्षेत्र है जिसमें धनात्मक रूप से आवेशित गोला है, और उसमें भीतर इलेक्ट्रॉन स्थापित हैं। ऋणावेशित और धनावेशित क्षेत्र समान परिमाण में और समान रूप में परमाणु में वितरित हैं। इसलिए कोई परमाणु समग्र रूप से विद्युत उदासीन होता है।

अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने वर्ष 1911 में स्वर्ण पर्णिका (Gold foil) प्रयोग के द्वारा परमाणु के अंदर नाभिक की खोज की। रदरफोर्ड को परमाणु संरचना के बारे में जानने की दिलचस्पी थी। उन्होंने सोने की बहुत महीन पन्नी पर अल्फा कणों की बमबारी करके प्रेक्षण दर्ज किये। अल्फा कण हीलियम परमाणु के नाभिक होते हैं जो धनावेशित होते हैं। इस प्रयोग से प्राप्त अवलोकनों से उन्हें परमाणु के भीतर की जानकारी मिली। उन्होंने पाया था कि अधिकांशं-कण स्वर्ण पर्णिका के माध्यम से सीधे गुजर गए। इससे यह निस्कर्ष निकाला गया कि परमाणु के भीतर ज्यादातर स्थान रिक्त है। चूंकि अधिकांश कण अपने मार्ग से अल्प कोण से विक्षेपित हो गए तथा बमुश्किल 12000 कणों में से एक कण पलटकर सीधे वापस लौट आया। इससे यह निष्कर्ष निकला कि परमाणु के भीतर एक बहुत छोटा-सा कोई धनावेशित केन्द्र है जो धनावेशित अल्फा कणों को प्रतिकर्षण बल के चलते वापस धकेल दे रहा है।

अपने प्रयोग तथा उससे प्राप्त प्रेक्षणों के आधार पर लॉर्ड रदरफोर्ड ने परमाणु संरचना संबन्धी अपना मॉडल प्रस्तुत किया। इसकी खास बात यह थी कि परमाणु के केन्द्र में बहुत छोटा-सा धनावेशित नाभिक होता है। इसकी कुछ खास बातें थीं। मसलन कि किसी परमाणु का लगभग समूचा द्रव्यमान नाभिक में ही होता है। इलेक्ट्रॉन नाभिक के परितः सुपरिभाषित कक्षाओं में घूमते हैं। नाभिक का आकार परमाणु के सकल आकार की तुलना में बहुत छोटा होता है। रदरफोर्ड ने बताया कि नाभिक में धनावेशित कण मौजूद होते हैं जिन्हें उन्होंने प्रोटॉन कहा।

परमाणु संरचना सम्बन्धी रदरफोर्ड मॉडल में कई खामियां थीं। मसलन कि यदि इसे सही माना जाए तो इलेक्ट्रॉन की कक्षीय परिक्रमा स्थिर नहीं होगी। क्योंकि वृत्तीय कक्षा में गतिमान कणों में त्वरण होता है। त्वरण के दौरान आवेशित कणों से ऊर्जा का विकिरण होगा। इस प्रकार परिक्रमा कर रहे इलेक्ट्रॉन ऊर्जा उत्सर्जित करते हुए सर्पिलाकार पथ पर गति करेंगे, और अंततः नाभिक में गिर जाएंगे। लेकिन यथार्थ में यदि ऐसा होता तो परमाणु अस्थिर होता। पदार्थ का अस्तित्व ही नहीं होता। यानी वास्तविकता में ऐसा होता नहीं है।

उसके बाद डेनमार्क के भौतिकशास्त्री नील्स बोर (1914) ने रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल में मौजूद कमियों को दूर करते हुए अपना परमाणु मॉडल प्रस्तुत किया। इसके अनुसार नाभिक के परितः इलेक्ट्रॉन कुछ विवक्ति कक्षाओं (discrete orbitals) में घूमते हैं। इन कक्षाओं का ऊर्जा स्तर नियत होता है। इलेक्ट्रॉन जब इन कक्षाओं में घूमते हैं तब वे ऊर्जा का विकिरण नहीं करते। इन कक्षाओं को ऊर्जा स्तर (Energy levels) कहा जाता है जिन्हें K,L,M,N,... अक्षरों या 1,2,3,4,... संख्याओं से दर्शाया जाता है।

सन् 1922 में नील्स बोर को उनके परमाणु की संरचना पर किए गए अप्रतिम शोध कार्य के लिए भौतिकी के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। लेकिन बोर मॉडल में भी कुछ खामियां थी। बोर मॉडल किसी भी दूसरे तत्व के परमाणु स्पेक्ट्रम, यहां तक कि हाइड्रोजन के अगले सरलतम तत्व हीलियम के परमाणु स्पेक्ट्रम की व्याख्या करने में असफल रहा। बोर मॉडल एक से अधिक इलेक्ट्रॉन वाले परमाणुओं के लिए काम नहीं करता था, क्योंकि इन परमाणुओं में नाभिक-इलेक्ट्रॉन के मध्य आकर्षण, तथा इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन के मध्य लग रहे प्रतिकर्षण बल जैसे अनेक कारक मौजूद होते हैं। इसलिए ऐसे परमाणु के वर्णक्रम की व्याख्या इतना सरल नहीं थी।

यहां गौरतलब है कि इसी दरम्यान वर्नर हाइजेनबर्ग का आगमन हुआ जिन्होंने कणों के गुणधर्म को लेकर एक अलग तरह का मत रखा जिसे क्वांटम यांत्रिकी कहते हैं। इसने बाद में चलकर आधुनिक भौतिकी का मार्ग प्रशस्त किया। इर्विन श्रोडिंगर ने इलेक्ट्रॉन को तरंग माना तथा अपने गणितीय सूत्रों से फलन द्वारा परमाणु में स्थित कक्षाओं तथा उनमें इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता सम्बन्धी मत दिया। इस तरह हम देखते हैं कि आज से सौ साल पहले का वह समय बहुत ही निर्णायक था जिसने परमाणु की संरचना संबन्धी हमारी अवधारणाओं में आमूलचूल परिवर्तन ला दिया। इसलिए शताब्दी वर्ष में वर्नर हाइजेनबर्ग को परमाणु संरचना के क्षेत्र में किये गये उनके युगान्तरकारी शोध के लिए याद करने के बहुत मायने हैं।

डॉ. कृष्ण कुमार मिश्र
वैज्ञानिक, होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केन्द्र
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
मुंबई 400 088 (महाराष्ट्र)
[ई-मेलः kkm@hbcse.tifr.res.in