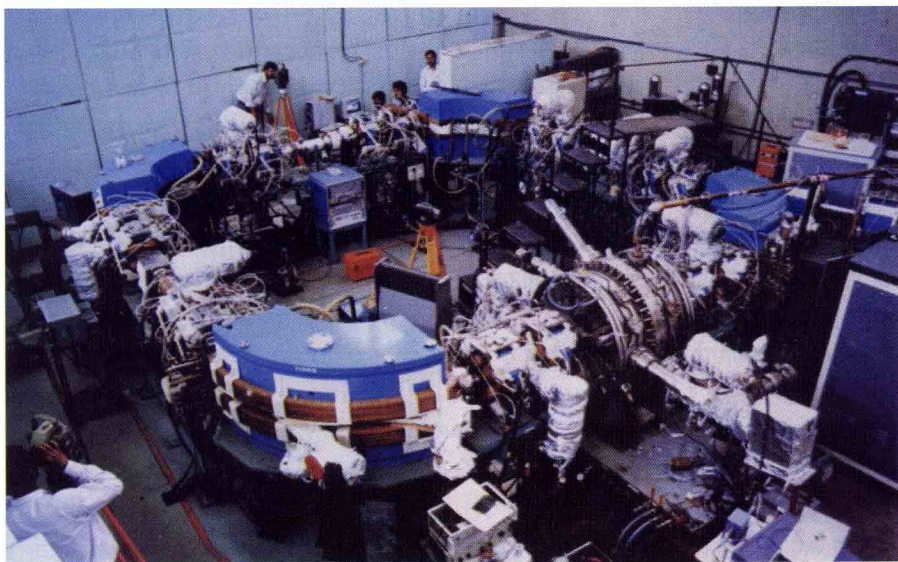


## सिंक्रोट्रोन विकिरण स्रोत इंडस-2 पर शोध की संभावनाएँ



इंडस-2 एक 2.5 गीगा इलेक्ट्रॉन वोल्ट ( $1 \text{ गीगा} = 10^9$ ) ऊर्जा की सिंक्रोट्रोन विकिरण स्रोत है, जो करीब एक वर्ष में प्रगत प्रौद्योगिकी केन्द्र, इन्दौर में बनकर तैयार होने वाली है। यह स्रोत अवरक्त (इन्फ्रारेड) से अतिवेधी एक्स किरणों (हार्ड एक्स-रे) तक के सतत फोटोन देती है। इस स्रोत में बेन्डिंग चुम्बक क्रांतिक तरंग धैर्य  $= 2\text{A}^\circ$  के अलावा तरंग धैर्य सिफ्टर तथा बहुध्रुवीय विगलर जैसे निवेशन युक्ति का भी प्रावधान है। निवेशन युक्ति का प्रयोग करके अधिक ऊर्जा के अतिवेधी एक्स किरणों का उत्पादन किया जा सकता है। इंडस-2 में 50 किलो इलेक्ट्रॉन वोल्ट तक के फोटोन के प्रयोग का प्रावधान है। इन उत्सर्जित एक्स किरणों को विभिन्न प्रयोगों के उपयुक्त बनाने के लिए सिंक्रोट्रोन स्रोत तथा प्रायोगिक चैम्बर के बीच पुंज-पथ (बीम लाइन) लगाया जाता है। पुंज-पथ इन किरणों की विस्तार, विभेदन, तरंग धैर्य सीमा तथा फ्लक्स इत्यादि को प्रयोग की माँग के अनुसार उपलब्ध कराता है। इंडस-2 में भी प्रयोगों के जरूरत के अनुसार कई पुंज-पथ अतिवेधी एक्स किरण में तथा एक पुंज-पथ अवरक्त तरंग धैर्य में लगाया जा रहा है।

सिंक्रोट्रोन विकिरण स्रोत का उपयोग पदार्थ विज्ञान, रसायन विज्ञान, प्राणी विज्ञान तथा औद्योगिक क्षेत्रों में उत्तरोत्तर बढ़ रहा है। ऐसा सिंक्रोट्रोन विकिरण स्रोत के असाधारण गुणों के कारण संभव हो पाया है। इसके असाधारण गुण

हैं :- अवरक्त किरणों से अतिवेधी एक्स किरणों तक सतत तरंग धैर्य विस्तार, छोटे विस्तार तथा अपसरण में अधिकाधिक फोटोन अद्वितीय ध्रुवण तथा विशेष समय संरचना। ऐसे विशेष और अद्वितीय गुणों वाला एक्स-किरण स्रोत एकमात्र सिंक्रोट्रोन स्रोत ही है। इन किरणों का प्रयोग कर न केवल पुराने प्रयोगों को ज्यादा अच्छी तरह और काफी कम समय में किया जा सकता है अपितु कई ऐसे प्रयोग भी करना संभव है जो दूसरे स्रोतों द्वारा संभव नहीं थे।

प्रथम चरण में इंडस-2 पर लगने वाले पुंज-पथ में से कुछ निम्नलिखित हैं :-

### 1) उच्च विभेदन पूर्ण विवर्तन पुंज-पथ (हार्ड रेजोल्यूशन पावडर डिफ्रैक्शन बीम लाइन)

यह बीम लाइन सिंक्रोट्रोन यूटिलाइजेशन डिवीजन, केट द्वारा बनाया जा रहा है। पुंज-पथ में मुख्यतः दर्पण (एक या दो) तथा क्रिस्टल मोनोक्रोमेटर होता है। दर्पण द्वारा फोटोन बीम को फोकस किया जाता है तथा क्रिस्टल का प्रयोग कर ऊर्जा विभेदन को नियंत्रित करते हैं। यह पुंज-पथ  $0.5 \times 0.5 \text{ mm}^2$  विस्तार तथा 10,000 विभेदन के लिए बनाया जा रहा है। यहाँ यह स्पष्ट कर देना उचित होगा कि शीर्षक का उच्च विभेदन से तात्पर्य कोणीय विभेदन से है न कि ऊर्जा विभेदन से।

इस पुंज-पथ पर अतिभेदी एक्स-किरण

विवर्तन प्रयोग किए जा सकते हैं। उच्च विभेदन से तात्पर्य यह है कि इसके द्वारा दो ऐसे क्रिस्टल सतह जिनकी, क्रिस्टल सतहों के बीच की दूरी का अंतर बहुत कम हो, उसमें विभेद किया जा सकता है। यह पुंज-पथ कोणीय विक्षेपित एक्स-किरण विवर्तन के सिद्धांत पर आधारित है। इस पुंज पर होने वाले प्रयोगों में निम्नलिखित प्रमुख हैं :-

क्रिस्टल संरचना एवं रिटवॉल्ट विश्लेषण :-

उच्च विभेदन पूर्ण विवर्तन पुंज-पथ से अनेकों अकार्बनिक पदार्थों की संरचना की व्याख्या आदि से की जा चुकी है। इनमें प्रमुख हैं,  $\text{L-Cr PO}_4$ ,  $\text{I}_2\text{O}_4$  इत्यादि। इन सभी प्रयोगों में एकल सेल में परमाणुओं का स्थान रिटवॉल्ट विश्लेषण तथा परिष्करण से निकाला जाता है। यह विधि ज्योलाइट पदार्थों की संरचना के लिए भी अति उपयोगी है। भविष्य में भी अकार्बनिक पदार्थ, पदार्थ विज्ञान तथा भूगर्भ विज्ञान (जियोलाजी) में यह विधि अति उपयोगी सिद्ध होगी।

अन्य प्रयोग, जो न सिर्फ भौतिकी के संदर्भ में दिलचस्प हैं अपितु प्रायोगिक दृष्टि से भी उपयोगी हैं, निम्नलिखित हैं -

- उच्च दाब तथा निम्न या उच्च ताप पर क्रिस्टल संरचना,
- पोलिक्रिस्टलाइन या अमणित्र पदार्थों की संरचना,
- असंगत विसरण (एनोमल्स डिस्पर्सन),
- समय विभेदित प्रयोग इत्यादि।

### 2) ऊर्जा विभेदित एक्स किरण विवर्तन पुंज-पथ एनर्जी डिस्पर्सिव एक्स-रे डिफ्रैक्शन बीमलाइन

इस विधि से भी क्रिस्टल संरचना का पता चलता है। परंतु इस विधि में कोणीय स्कैन नहीं लेना पड़ता है। प्रयोग प्रतिदर्श की एक व्यवस्था का मापन एक साथ हो जाता है। अतः इस विधि से प्रयोग अत्यंत कम समय में हो जाता है। यह पुंज-पथ सस्ता तथा आसान होता है। इस विधि में सतत तरंग धैर्य की एक्स किरणों का प्रयोग होता है। अतः पुंज-पथ में मोनोक्रोमेटर का प्रयोग नहीं होता है। यह पुंज-पथ समय विभेदित प्रयोगों के लिए अत्यंत उपयोगी है। उदाहरण के तौर पर दबाव या तापमान परिवर्तन के कारण क्रिस्टल संरचना में अंतर आता है। यह अवस्था परिवर्तन की प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया का अध्ययन इस पुंज-पथ में सबसे ज्यादा किया जाता है। साथ ही भूगर्भिय प्रतिदर्शों में पृथ्वी के अंदर के उच्च दबाव

तथा उच्च तापमान के कारण अवस्था परिवर्तन होता है। हीरा भी इसी प्रक्रिया से बनता है। इन बदलाव से इस पुंज-पथ का प्रयोग कर प्रयोगशाला में अनुकारित किया जा सकता है तथा चट्टानों एवं खनिज द्रव्यों के विकास का अध्ययन किया जा सकता है। इस पुंज-पथ का उपयोग कर उत्प्रेरक (कैटलिस्ट) जैसे उपयोगी पदार्थों का भी अध्ययन किया जा सकता है।

### 3) प्रोटीन क्रिस्टलोग्राफी पुंज-पथ

प्रोटीन क्रिस्टलोग्राफी पुंज पथ मुख्यतः प्रोटीन या दूसरे जैविक प्रतिदर्शों के लिए उपयोग में लाया जाता है। यह भी कोणीय विक्षेपित अतिभेदी एक्स-किरण विवर्तन सिद्धान्त पर आधारित प्रयोग है। अतः यह पुंज-पथ की उच्च विभेदन पूर्ण विवर्तन पुंज-पथ की तरह ही होती है। प्रोटीन क्रिस्टल के साथ समस्या यह है कि इसका प्रतिदर्शी विस्तार (प्रतिदर्शी का आयतन) अत्यंत सूक्ष्म होता है तथा क्रिस्टल का एकल सेल काफी बड़ा होता है। इन दोनों कारणों से एक्स-किरणें बहुत कम मात्रा में विवर्तित हो पाती हैं। इस कारण इन प्रयोगों के लिए सिंक्रोट्रोन स्रोत की उच्च प्रवाह अत्यन्त उपयोगी है। इन प्रयोगों में सतत तरंग धैर्य, सूक्ष्म फोटोन स्रोत विस्तार इत्यादि गुणों का भी उपयोग किया जाता है।

इस पुंज-पथ का प्रयोग कर निम्नलिखित प्रयोग मुख्यतः किए जा सकते हैं:-

- प्रोटीन तथा अन्य वृहत क्रिस्टल की संरचना
- असंगत विसरण इत्यादि

### 4) विस्तृत एक्स किरण अवशोषण सूक्ष्म बनावट पुंज-पथ

विस्तृत एक्स-किरण अवशोषण सूक्ष्म बनावट से किसी वस्तु में से किसी परमाणु के नजदीकी वातावरण का अध्ययन किया जाता है। इस तरह किसी बहुततत्व वाले प्रतिदर्शी में भी किसी खास तत्व के वातावरण का अध्ययन किया जा सकता है। परंतु इस विधि की उपयोगिता यह है कि इसमें अमणत्रिक या द्रव्य प्रतिदर्श का भी अध्ययन होता है। एक्स किरण विवर्तन में प्रतिदर्श का क्रिस्टल होना आवश्यक है। इस विधि से उस खास तत्व के वातावरण में उपस्थित तत्वों की संख्या, दूरी, दूरी माध्य से विचलन तथा तथ्य के प्रकार इत्यादि की जानकारी मिलती है। इस पुंज-पथ का उपयोग कर निम्नलिखित प्रयोग किए जाते हैं:-

### पदार्थ विज्ञान में उपयोग

फिजी-जॉर्बर्न और केमी जॉर्बर्न प्रक्रिया

औद्योगिक रूप से बहुत उपयोगी है। इन प्रक्रियाओं का अध्ययन इस पुंज-पथ में किया जा सकता है।

### जीव विज्ञान में उपयोग

मेटलो प्रोटीन एक ऐसा प्रोटीन है जिसमें कम परमाणु संख्या (जैसे कार्बन, हाइड्रोजन इत्यादि) के हजारों तत्वों के बीच कुछ उच्च परमाणु संख्या के मेटल होते हैं। इनमें से अनेकों प्रोटीन एन्जाइम के रूप में ग्रंथियों से निकलते हैं। इन प्रोटीनों का कार्य मेटल के वातावरण पर निर्भर करता है। एकजैप्स विधि से सिर्फ उसी मेटल के वातावरण का अध्ययन किया जा सकता है। इसी विधि का इन प्रयोगों में यह लाभ भी है कि प्रोटीन के घोल को उसी रूप में प्रयोग में लाया जा सकता है। इसकी क्रिस्टल बनाने की आवश्यकता नहीं होती है। इस विधि का प्रयोग लौह वाले प्रोटीन जैसे फेरिटिन, होमोग्लोबिन इत्यादि में किया जा चुका है। यह ध्यान देने योग्य है कि इन प्रोटीनों की कुछ जानकारीयाँ किसी अन्य विधि से नहीं की जा सकती है।

अन्य प्रयोग :-

- प्रतिदर्श क्रिस्टल हो परंतु एक भाग अमणत्रिक हो। जैसे - क्रिस्टल में अशुद्धियों का अध्ययन।

उत्प्रेरण: औद्योगिक दृष्टि से उत्प्रेरक एक अत्यंत उपयोगी पदार्थ है। अन्य विधि द्वारा इसकी जानकारी इसलिए कठिन होती है क्योंकि ऐसे प्रतिदर्श में बहुत सारे परमाणु उपस्थित होते हैं। एकजैप्स परमाणु विशेष जानकारी प्रदान करता है।

शेष पृष्ठ 9 से...

**स्वास्थ्य संबंधी देखरेख एवं नैदानिकी के क्षेत्र में भारी पानी का उपयोग मुख्य रूप से पोलियो टीके का तापस्थिरीकरण.....**

से हो रहा है तथा समाज के हित में इसका अधिक से अधिक उपयोग किया जा सकता है। इस जटिल प्रौद्योगिकी में भारत ने अपना एक अग्रणी स्थान बना रखा है जो हमारे लिए अत्यंत ही लाभकारी है।

काफ़ी उंचाई पर लड़ाई के मैदान में अपने कार्य में तैनात सैनिकों हेतु ऊर्जा के मेटाबॉलिज्म के अध्ययन हेतु भारी पानी का उपयोग भारी पानी एवं  $H_2O_{18}$  का उपयोग कुल ऊर्जा व्यय को सुनिश्चित करने तथा ऊर्जा ग्रहण तथा उसके वितरण के लिए एक द्विचिह्नित जल (Double Labeled Water) के रूप में किया जाता है। यह सियाचीन ग्लेसियर जैसी जगहों पर तैनात बटालियनों या ऊंचाई पर चढ़नेवालों के लिए विशेष रूप से उपयोगी है। रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन के अधीन गठित शरीर विज्ञान एवं सहायक विज्ञान अध्ययन संस्थान ने ऐसे चिह्नित जलों की आपूर्ति में भारी पानी बोर्ड से सहायता मांगी है। इसके अतिरिक्त  $H_2O_{18}$  का उपयोग चिकित्सकीय परिवर्तों अनुप्रयोगों में भी होता है। बोर्ड द्वारा अपनी वर्तमान गतिविधियों का विस्तार करते हुए ऐसे यौगिकों के विश्लेषण के कार्य को हाथ में लेने का प्रस्ताव है।

### न्यूक्लियर पावर कारपोरेशन के नये अध्यक्ष व प्रबंध निदेशक

श्री श्रेयंस कुमार जैन, विशिष्ट वैज्ञानिक व वरिष्ठ कार्यकारी निदेशक (हल्का पानी रिएक्टर), न्यूक्लियर पावर कारपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड, ने नये अध्यक्ष व प्रबंध निदेशक के रूप में पदभार संभाला। उन्होंने यह उत्तरदायित्व डॉ.वी.के.चतुर्वेदी से ग्रहण किया है।

न्यूक्लियर पावर कारपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड, परमाणु ऊर्जा विभाग की सार्वजनिक क्षेत्र की एक कंपनी है।

श्री जैन वर्ष 1969 के यांत्रिकी में इंजीनियरिंग के स्नातक हैं। इन्होंने विद्युत परियोजना अभियांत्रिकी प्रभाग में भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र के ट्रेनिंग स्कूल में एक वर्ष के प्रशिक्षण के बाद कार्यारंभ किया। पिछले तीस दशकों से न्यूक्लियर पावर कारपोरेशन ऑफ इंडिया लिमिटेड की सेवा में कार्यरत श्री जैन ने परमाणु विद्युत संयंत्रों से जुड़े सभी क्षेत्रों में कार्य किया है। वर्तमान पद से पहले श्री जैन पर कुडनकुलम, तामिलनाडु में स्थापित किये जा रहे 2x1000 मेगावाट क्षमता के सामान्य जल रिएक्टरों के निर्माण का उत्तरदायित्व था। ये रिएक्टर रशियन फ्रेडरेशन के सहयोग से निर्मित किए जा रहे हैं।

डॉ. वी.के. चतुर्वेदी ने अपने अध्यक्ष व प्रबंध निदेशक के कार्यकाल के दौरान कारपोरेशन को सफलताओं के शीर्ष तक पहुँचाया। उनके नेतृत्व में कारपोरेशन ने परमाणु बिजली संयंत्रों के निर्माण से लेकर प्रचालन तक के सभी क्षेत्रों जैसे परियोजना प्रबंधन, बजट के इस्तेमाल या कार्यरत संयंत्रों की क्षमतागुणकों, में अंतर्राष्ट्रीय स्तर प्राप्त किए।