



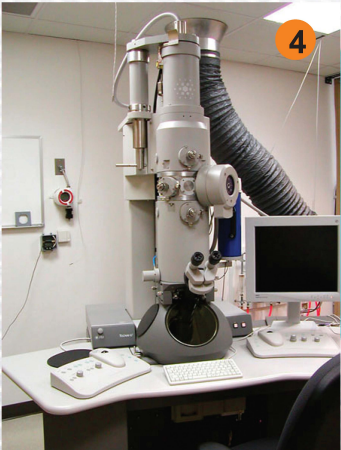
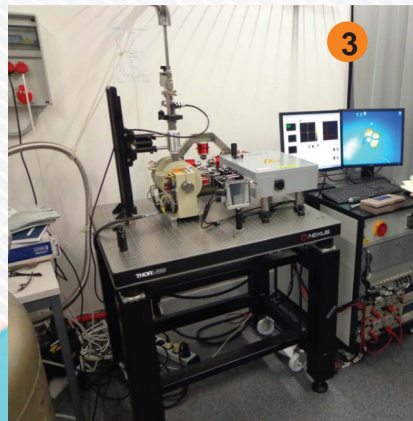
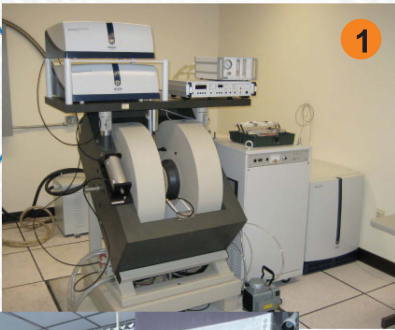
# समीक्षा

सी.एस.आई.आर. - राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला  
नई दिल्ली-110012

जुलाई 2015 - जून 2016 (संयुक्तांक)

खण्ड 36, अंक 2

खण्ड 37, अंक 1







राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली  
(वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्)  
**NATIONAL PHYSICAL LABORATORY**  
(Council of Scientific and Industrial Research)  
Dr. K.S. Krishnan Marg, New Delhi-110012  
www.nplindia.org



## गुणवत्ता नीति • Quality Policy

अन्तर्राष्ट्रीय मानकों के अनुसंधान बनाए रखें राष्ट्रीय मानक मानकों को सतह अनुसंधान और विकास द्वारा स्थापित करना, उनका रख रखाव करना और उनका उन्नयन करना।

To establish, maintain and upgrade the national standards of measurement compatible to international standards through continuous research and development.

आई एस/आई एस ओ/ आई ई सी 17025:2005 के अनुसार शीर्ष स्तर का अंशकन प्रदान करना एवं मानकों के प्रसार का कार्य करना जिससे गुणवत्ता प्रणाली का सफल और सक्षम से पालन करते हुए मापों की अनुभारणीयता को बनाए रखना।

To provide apex level calibration and dissemination of standards for maintaining the traceability of measurement following Quality System as per ISO/IEC 17025:2005 consciously and effectively.

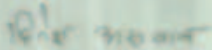
## उद्देश्य • Objectives

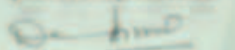
पूर्व निर्धारित अवधि में अंशकन और परीक्षण का कार्य पूरा करना जिससे ग्राहक भी पूर्णतया संतुष्ट हों।

To provide calibration and testing within the specified time, and to the satisfaction of the customers.

सभी अंशकन व परीक्षण से सम्बन्धित कार्यों को गुणवत्ता प्रणाली की नीतियों और कार्य विधियों के प्रलेखन और कार्यान्वयन में अवगत कराना।

To familiarize all personnel concerned in calibration and testing with quality system documentation and implementation of policies and procedures.

  
डा. दिनेश कुमार अशवाल  
निदेशक

  
Dr. Dinesh Kumar Aswal  
Director

### आवृत्त पृष्ठ के चित्रों का विवरण

- 1 ई पी आर स्पेक्ट्रोमीटर
- 2 परमाण्विक घड़ी फाउन्टेन
- 3 मैग्नेटो - ऑप्टिकल केर प्रभाव
- 4 उच्च विभेदन ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप

# समीक्षा

¼ h, l -vkbZvkj- & jk'Vtr Hkrd ç; ks' kkyk dh vnZok'kd fgUhh if=dk½  
t ykbZ 2015 & t w] 2016 ¼ a Ørk½

[k M&36] val&2

[k M&37] val&1

l j {kd%  
MWMh ds vl oky] funs'kd

l äknd e.My%

- 1- MWfot ; ukjk .k vks>h eq; oSkfud
- 2- MWl qkhy dckj] ofj"B ç/ku oSkfud
- 3- MWv: .k dckj mi k'; k ] ofj"B oSkfud
- 4- Jherh et h fgUhh vf/kdkjh
- 5- Jh t ; ukjk .k mi k'; k ] fgUhh vf/kdkjh , oal a kt d



l h, l -vkbZvkj- & jk'Vtr Hkrd ç; ks' kkyk

डॉ. के एस कृष्णन् मार्ग

नई दिल्ली – 110012

इस अंक में

## विषय सूची

	पृष्ठ सं.
1. निदेशक की लेखनी से	3
2. भारतीय पृष्ठभूमि के तहत बौद्धिक सम्पदा एवं राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला का योगदान — डा. डी पी भट्ट	4
3. एनपीएल में परिष्कृत चुंबकीय तरल एवं चुंबकीय पदार्थ अभिलक्षणन सुविधा — आर पी पंत एवं जी ए बशीद	12
4. उच्च विभेदन एक्स-रे परावर्तनमापी द्वारा तनुपरतों का अभिलक्षणन — कमलेश कुमार मौर्य	21
5. सीएसआईआर-एनपीएल में प्राथमिक आवृत्ति मानकों का विकास — आयशिक आचार्य, अरविंद कुमार सैनी, पूनम अरोड़ा, सूची यादव और आशीष अग्रवाल	32
6. सी एस आई आर - राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला हिन्दी पखवाड़ा रिपोर्ट, 2015	35
7. अन्य स्थायी स्तंभ	36

नोट: इस अंक में प्रकाशित आलेखों में अभिव्यक्त विचारों अथवा चित्रों के लिए केवल लेखक उत्तरदायी हैं ।







## निदेशक की लेखनी से

देश में प्राथमिक मानकों के विकास व अनुरक्षण का दायित्व, भारतीय संसद द्वारा राष्ट्रीय मापिकी संस्थान का दर्जा प्राप्त, राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला पर है।

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला राष्ट्र का समय रक्षक है। मानव सभ्यता के उत्तरोत्तर प्रगामी विकास में सटीक समय की महत्वपूर्ण भूमिका रही है। आम आदमी के दैनिक जीवन से लेकर धरती से अंतरिक्ष तक अत्यंत जटिल वैज्ञानिक अनुसंधानों में सटीक समयांकन की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। समय की इकाई सेकण्ड के सटीक मापन व समय के अनुरक्षण हेतु प्रयोगशाला में सीज़ियम फाउंटेन परमाणु घड़ी पर बहुत ही प्रभावी व रोचक विवरण प्रस्तुत है। यहां समय व आवृत्ति के प्राथमिक मानकों का विकास उत्तरोत्तर नवीन उपलब्धियों की ओर अग्रसर है।

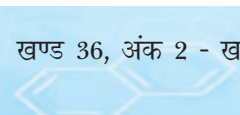
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला भारतीय बौद्धिक सम्पदा के संवर्द्धन में सकारात्मक और प्रभावी भूमिका का निर्वहन कर रहा है। इसी संदर्भ में कॉपीराइट और पेटेंट प्रक्रिया के महत्त्व को प्रभावी ढंग से समझाया गया है।

प्रयोगशाला में उपलब्ध महत्वपूर्ण सुविधाओं में से एक परिष्कृत चुंबकीय तरल एवं चुंबकीय पदार्थ अभिलक्षणन सुविधा पर विद्वतापूर्ण विस्तृत आलेख अत्याधुनिक अनुसंधान में उसकी महत्ता पर विहंगम दृष्टि डालता है। अभिलक्षणन सुविधाओं में महत्त्वपूर्ण एक अन्य शाखा उच्च विभेदन एक्स-रे परावर्तनमापी द्वारा तनुपरतों में अभिलक्षणन प्रक्रिया पर आलेख रोचक जानकारी प्रदान करता है।

इस अंक में प्रकाशित सभी आलेखों के लिए लेखकों को बधाई ।

अनेक शुभकामनाओं के साथ,

डॉ. दिनेश कुमार असवाल  
निदेशक  
सीएसआईआर - एनपीएल



# भारतीय पृष्ठभूमि के तहत बौद्धिक सम्पदा एवं राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला का योगदान

डा. डी पी भट्ट

मुख्य वैज्ञानिक-जी एवं प्रमुख, बौद्धिक सम्पदा प्रबंधन समूह  
swadeshivigyan@gmail.com

भारतीय सभ्यता दुनिया में सबसे पुरानी है, यह बात सभी लोग मानते हैं। इस सभ्यता ने दुनिया को धर्म की संकल्पना, धर्माधारित जीवन प्रणाली, अनेकानेक मूलगामी सत्यों का चिंतन, मानवीय विकास के भौतिक व आध्यात्मिक साधनों का विचार आदि विषयों के बारे में एकात्म चिंतन प्रदान किया है, यह बात भी सभी लोग जानते हैं। इस सभ्यता द्वारा प्रदत्त बौद्धिक संपदा के विभिन्न क्षेत्रों से भी हम भली-भांति परिचित हैं, यथा भाषा शास्त्र व व्याकरण, संस्कृत साहित्य, भारतीय संगीत व नृत्य, भारतीय कला कौशल व चित्रकला, भारतीय मंदिर व दुर्ग - प्राकार शास्त्र, आयुर्वेद व योग शास्त्र, खगोल व ज्योतिष शास्त्र, इत्यादि। किन्तु प्राचीन भारत में कृषि, जल-सिंचन, नौका-अग्निमान शास्त्र, यंत्र विज्ञान, विमान शास्त्र, शिल्प शास्त्र, स्थापत्य शास्त्र, धातु शास्त्र, आदि विभिन्न क्षेत्रों में भी हम काफी प्रगति पथ पर थे, यह बात बहुत सारे भारतीय व वर्तमान युवा पीढ़ी भी नहीं जानते। भारत में वैदिक काल से ही वैज्ञानिक अवधारणाएं मजबूत रही हैं, जिसमें WTO की आधुनिक वैयक्तिक अधिकारों के विपरीत प्रत्येक व्यक्ति को हमारे यहां महत्ता दी गयी है जहां व्यक्ति परमात्मा तक अंगामी भाव से जुड़ा है यानि समग्र चिंतन के तहत व्यक्ति-समाज-प्रकृति की सीढ़ी चढ़कर कर्तव्यभाव से ही परमात्मा तक पहुंच सकता है। इसीलिए प्रकृति का शोषण करना हमारी परम्परा कभी नहीं रही व हमने milking of the nature दर्शन को अपनाकर श्रम प्रधान प्रौद्योगिकियों को संबल दिया व सर्वे भवन्तु सुखिनः के अंतिम लक्ष्य को अपनी कार्य योजना में सदैव सन्निहित रखा। अतः यही

हमारा दूरगामी लक्ष्य होना चाहिए। गत 2-3 शताब्दियों से भारतीय व पाश्चात्य अन्वेषकों ने प्राचीन भारतीय शास्त्रों के गहरे अध्ययन के पश्चात् तथा पाली-प्राकृत-संस्कृत ग्रंथों के अध्ययन व अन्वेषण के बाद विज्ञान और तंत्र ज्ञान के क्षेत्र में भी प्राचीन भारतीयों के अग्रसर होने की पुष्टि की है। यथा:- गणित में अंक व शून्य की खोज, पायथागोरस सिद्धांत का भारतीय गणितज्ञ बोधायन द्वारा पूर्व में निष्पादन व अवकलन गणित की संकल्पना, कृषि में गेहूं, बाली, कपास का उत्पादन (वैदिक पूर्व); गोमय का खाद, हल व अन्य कृषि उपयोगी उपकरणों का निर्माण, वस्त्रोद्योग के लिए चरखादि उपकरणों का निर्माण (वेदकाल), भूगर्भ में पानी, खनिज, रत्नमणि, आदि का शोधन, जलशुद्धिकरण (वराहमिहिर), जल सिंचन शास्त्र (Irrigation), पानी से चलने वाले विभिन्न यंत्रादि, विविध धातु व उनकी मिश्र धातुओं से मूर्तिकला, तलवार-बंदूक-तोपों जैसे शास्त्रों का निर्माण, जंग निरोधी लोहे की निर्मिती (दिल्ली का लौह स्तंभ), नौका जहाज का निर्माण, विमानादि आकाश मार्ग, विभिन्न प्रकार के क्षेपणास्त्रों यथा आग्नेयास्त्र, पर्जन्यास्त्र, ब्रह्मास्त्र आदि का निर्माण, अणु-परमाणुवाद (श्रीमद्भागवत), क्रोमोसोम्स (गुणविधि-महाभारत), भ्रूण विज्ञान (ऐतरेय उपनिषद्), कृत्रिम अंग (ऋग्वेद - 1-116-15), प्रकाश की गति (ऋग्वेद - सायणभाष्य), गुरुत्वाकर्षण (प्रश्नोपनिषद्-शंकराचार्य), नाभिकीय ऊर्जा (मुंडकोपनिषद्), जस्त आदि धातुओं का शुद्धिकरण, आदि। अयस्क से आसवन }jkj जस्ता के निष्कर्षण की प्रविधि भारतीयों को 400 ई.पू. से ज्ञात थी जबकि यूरोपिय लोगों ने पहली बार







जस्ता आसवन की प्रविधि को विलियम कैम्पियन के पेटेंट से 1748 ई.सन में इजाद किया। कॉपर धातुकर्म में हमारी विशिष्ट पहचान का एक अनूठा उदाहरण बर्मिंघम संग्रहालय, यू.के. में तब प्रतिस्थापित भगवान बुद्ध की बृहत्मूर्ति है। त्रिभुज के क्षेत्रफल को निकालने का आधुनिक समीकरण हमारे मनीषी आर्यभट्ट को पूर्व विदित था जो तब की उक्ति 'आर्यभट्टा त्रिभुजस्य फलशरीरं समदल कोटी भुजाध संवर्ग' में वर्णित है। "भारतीय दर्शन, विज्ञान और संस्कृति के इतिहास का आरंभ प्राचीन सभ्यता काल में एक गुम्फित ढंग से हुआ और इसने वेद और उपनिषद को जन्म दिया, जो ज्ञान के वृक्ष थे - ऐसा ज्ञान जो आत्म-प्रकाशित यानि - स्वयंप्रभा हो। उपनिषद, वेदों का अंतिम लक्ष्य यानि वेदान्त है अर्थात् उपनिषद, वेदों का अंत है - व वेदांत दर्शन पर सबसे अधिक आधिकारिक कार्य होने के नाते विश्व के लिए प्रेरणा का महान स्रोत माना गया है जहां वर्तमान प्रोद्योगिकी काम करना बंद कर देती है वहाँ अत्याधुनिक प्रोद्योगिकी आरंभ होती है। हमें यह भी नहीं भूलना चाहिए कि महान भारतीय वैज्ञानिक, जगदीश चंद्र बोस ने भी उपनिषदों के अध्ययन से ही अपने आश्चर्यजनक नतीजों के लिए संकेत लिया था, उपनिषदों के प्रति इस प्रेम को उन्होंने स्वामी विवेकानंद के साथ साझा किया था और जैसा कि हम जानते हैं, यह वही व्यक्ति है जिसने अपने प्रदर्शनात्मक प्रयोगों के माध्यम से एक शताब्दी पूर्व पेरिस सम्मेलन में विश्व को दिखाया कि सजीव और निर्जीव के बीच कोई बुनियादी अंतर नहीं है।

आज की यह एक वास्तविकता है कि सूचना तकनीकी एवं इंटरनेट के जबरदस्त विकास ने विश्व को लगातार सिकोड़ कर रख दिया है यानि कि विश्व को एक वैश्विक गाँव के रूप में अब की परिस्थिति में देखा जा सकता है, इन सबकी वजह से व्यापार के बंधन भी काफी कम हो गए हैं। माउस को क्लिक कर हम किसी भी आवश्यक सूचना, जो विश्व पटल पर मौजूद है, को पा सकते हैं और इसके लिए सात समुंद्र पार जाने का खर्चा भी बचाया जा सकता है। इस तरह की आराम दायक स्थिति से व्यापार करने की जो सहूलियत हाल के कालखंड में प्राप्त हुई है, उसी से बाजार में वैश्वीकरण नामक शब्द इजाद हुआ। वैश्वीकरण व उदारीकरण यानि आर्थिक उदारीकरण के इस युग में विश्व व्यापार संगठन (सन् 1995 में) जब से अस्तित्व में आया है तभी से बौद्धिक संपदा पद्धति में विश्वव्यापी लहर आई है। किताबों में उपलब्ध जानकारी के मुताबिक बौद्धिक संपदा को परिभाषित करने की परिपाटी

इटली में प्रारंभ हुई थी और सबसे पहला पेटेंट सन् 1421 में फ्लोरेंस रिपब्लिक के फिलिपो ब्रुनेलेशी को ग्रांट हुआ था (नौका नहर में प्रयुक्त विशेष हॉएस्टिंग गियर हेतु)। बौद्धिक संपदा दूसरे तरह की भौतिक संपदाओं जैसे घर, मकान, जायदाद की तरह ही एक पूंजी है, जो मनुष्य के मस्तिष्क के बौद्धिक पटलों के अभ्यास की उपज से प्राप्त होती है। घर, मकान, जायदाद नामक भौतिक संपदा की तरह से बौद्धिक संपदा को भी खरीदा व बेचा जा सकता है, लाइसेंस कर सकते हैं, इसका आदान-प्रदान किया जा सकता है या इसे सम्मानपूर्वक भेंट के तौर पर भी दिया जा सकता है व इसे दहेज प्रथा के नासूरी कलंक के लिए उचित समाधान के रूप में धन की जगह कन्या को भेंट भी प्रदान कर सकते हैं। आधुनिक बौद्धिक संपदा पद्धति का मूल 15वीं शताब्दी के प्रारंभिक वर्षों में उद्घृत है जबकि भारतीय परिप्रेक्ष्य में बौद्धिक संपदा स्वयंमेव परिभाषित है क्योंकि हमारा प्राचीन साहित्य, ज्ञान का विशाल भंडार है (इसीलिए शायद इस देश को सोने की चिड़िया कहा जाता था)। लेकिन हमारे अधिकांश पुराने साहित्य संस्कृत भाषा में ही उपलब्ध हैं और आज के वैज्ञानिक संस्कृत में निपुण नहीं है। इसी प्रकार आज के संस्कृताचार्य आधुनिक विज्ञान से परिचित नहीं हैं और इस प्रकार की स्थिति से आज के वैज्ञानिकों को, जोकि प्राचीन भारतीय साहित्य की तरफ आकर्षित हुए हैं, काफी दिक्कत आ रही है। इस प्रकार का प्राचीन साहित्य देश-विदेश की कई पुरानी पुस्तकालयों में आज भी संग्रहित है यथा बड़ौदा, पूना, तंजाऊर, श्री जी बी जोशी शिल्प संसाधन प्रतिष्ठान पुस्तकालय, रामनगर-नागपुर एवं हिन्दू धर्म संस्कृत मंदिर पुस्तकालय, धंतौली में शिल्प शास्त्र व अन्य वैदिक ग्रंथों का बहुत अच्छा संग्रह उपलब्ध है। भारत के पारंपरिक ज्ञान का TKDL के रूप में सी एस आई आर द्वारा जो रूपांतरण हुआ है और जिसके तहत इस डिजिटल लाइब्रेरी को विश्व पटल पर WIPO }kj एक मॉडल के रूप में प्रयुक्त किया जा रहा है, इतना ही नहीं कोरिया, चीन व मलेशिया भी TKDL के इस मॉडल को अपने-अपने देशों में उन्नत कर रहे हैं। एन पी एल के परिप्रेक्ष्य में आयुर्वेद पौधे पर आधारित थैलेसिमिया ड्रग की बहुआयामी प्रविधि विश्व पटल पर पेटेंटस् के रूप में प्रतिस्थापित हुई है। पुनश्च देशों }kjअर्जित बौद्धिक संपदा के अवैधानिक प्रयोग को रोकने के लिए बहुत से नियमों के पुनः प्रारूप बनाए गए। बौद्धिक संपदा पद्धति का साम्राज्य केवल विज्ञान के उच्च R&D संस्थानों, तकनीकी क्षेत्रों तथा आर्थिक



रूप से संपन्न राष्ट्रों तक ही सीमित नहीं है बल्कि इसमें व्यापार पद्धति, कला, साहित्य, मनोरंजन आदि के क्षेत्रों का भी समावेश किया गया है जरूरत है कि इसे आम जनता के लिए भी लाभप्रद बनाया जाए। यदि आप ज्ञान की 1 यूनिट दूसरों से बांटते हो तो यह 2 यूनिट ज्ञान में तब्दील होती है (Force Multiplier) जबकि धन के रूप में ₹.1/- दूसरे को देने से या बांटने से धन की यूनिट 1 ही रहती है -- किसी ने भविष्य नहीं देखा है, लेकिन हम कम से कम इस दिशा में सोच सकते हैं और आगे समाज के लिए योजना बना सकते हैं

### बौद्धिक सम्पदा के 5 मुख्य प्रारूप हैं जैसे पेटेंट, कापीराइट, इंडस्ट्रियल डिजाइन, ट्रेडमार्क, भौगोलिक संसूचक (Geographical indicator)

पेटेंट - अपने अन्वेषण का पूर्ण रूप से खुलासा करने के बदले सरकार द्वारा पेटेंटी (पेटेंट का मालिक) को सीमित समय के लिए विशिष्ट अधिकार (कानूनी) करके एक कानूनी दस्तावेज दिलाना ही पेटेंट की परिभाषा है, सरल शब्दों में एक जानी मानी वस्तु known technology में trivial modification/improvement संशोधन करने से आपको पेटेंट मिल सकता है, इसीलिए कहा जाता है Innovation is evolution and not revolution.

### पेटेंट करवाने के मापदंड

पेटेंट करवाने के लिए आविष्कार को तीन बिंदुओं का पालन करना पड़ेगा।

- बौद्धिक सम्पदा क्षेत्र का आविष्कार नया व विशिष्ट novel होना चाहिए। आविष्कार को पेटेंट फाइल करने की तिथि से पूर्व दुनिया में कहीं भी किसी भी प्रकार से पब्लिक डोमेन में नहीं होना चाहिए। आविष्कार को पेटेंट नहीं किया जा सकता यदि यह पूर्व में प्रकाशित है, पूर्व में इसका विवरण किसी संगोष्ठी में किया गया हो या इसमें कोई अन्य पेटेंट पूर्व में grant किया गया हो, इत्यादि।
- आविष्कार में कम-से-कम एक Inventive step आवश्यक है। आविष्कार में Inventive steps हैं, ऐसा तभी माना जाएगा जब यह साबित होगा कि यह प्रविधि उसी विषय में skilled व्यक्ति के लिए non-obvious प्रतीत होगी।

- आविष्कार की उपयोग हेतु सामर्थ्यता ही नहीं बल्कि New IPR Policy के परिप्रेक्ष्य में इसकी Utility सुनिश्चित होनी चाहिए।

### पेटेंट कब नहीं हो सकता है ?

- ऐसे दावे जो पूर्णतया जाने माने प्राकृतिक नियमों के विरुद्ध हैं
- मात्र नया वैज्ञानिक सिद्धांत या एक मात्र नया विचार जो कार्यान्वित नहीं हो सकता है
- जानी पहचानी चीज के नए उपयोग की खोज
- नया जानवर या प्लांट वेराइटी
- सर्जरी द्वारा जीव शरीर (human or animal) के उपचार की विधि, इत्यादि

पेटेंट कोऑपरेशन ट्रीटी (PCT), यह एक अंतर्राष्ट्रीय प्रोटेक्शन सिस्टम है, जिसमें अलग - अलग देशों हेतु अलग - अलग आवेदन पत्र देने की दिक्कतों को देखते हुए, विश्व व्यापार संगठन (WTO) सदस्य देशों ने single window concept की शुरुआत की। WIPO जेनेवा के > 150 देश सदस्य हैं। भारत ने PCT सदस्यता 7 दिसम्बर, 1998 को ली। PCT प्रक्रिया में सदस्यों को 8-18 महीने का समय भी मिलता है जिस दौरान IPE report मिलती है व आपको designated countries को exclude करने का समय भी मिलता है व इस दौरान फाइल करने का खर्चा भी बचा सकते हैं। इसमें आविष्कार की ताकत (बिना कीमत खर्च करे) पता लगती है। इसमें व्यक्तिगत आविष्कारक को व उन्नत देश का फाइलिंग में 75 प्रतिशत छूट भी प्राप्त होती है इस प्रकार के अंतर्राष्ट्रीय प्रोटेक्शन सिस्टम में, भारत में PCT माध्यम से 2000 वर्ष में सर्वाधिक प्रोटेक्शन यानि 156 प्रतिशत हुआ। उसके बाद चीन द्वारा 141 प्रतिशत व कोरिया रिपब्लिक द्वारा 100 प्रतिशत रहा। PCT फाइलिंग के आधार पर भारत में सीएसआईआर ने प्रथम वर्ष 1999 में 11 पेटेंट किये और 2002 में यह आँकड़ा 167 तक पहुंचा। दूसरे औद्योगिक giants यानि Ranbaxy व Reddy's lab को क्रमशः नम्बर 2 व नम्बर 3 में छोड़कर PCT leader के रूप में उभर आया। आज की परिस्थिति में चीन सर्वाधिक PCT पेटेंट्स फाइल करता है।







## पेटेंट लाइसेंसिंग व प्रौद्योगिकी संबंधी तकनीकी जानकारी हस्तांतरण

पेटेंट लेने के बाद आप अपने शोध का प्रकाशन कर सकते हैं। पेटेंट का हमेशा लाइसेंस किया जा सकता है। पेटेंट के बिना भी तकनीकी जानकारी हस्तांतरण किया जा रहा है, लेकिन इसके खतरनाक परिणाम भी हो सकते हैं, यथा तकनीकी जानकारी हस्तांतरण से पूर्व संबंधित क्षेत्र में समग्र पेटेंट खोज न किया गया हो, तो अतिक्रमण की संभावना से नहीं बचा जा सकता है। पेटेंट के खर्च में actual R & D expenditure, man days, उपकरण, consumables, Govt. Application fees, Attorney fees, renewal fees, litigation fees, इत्यादि का समावेश ध्यान में रखकर शोध प्रोजेक्ट की कार्यप्रणाली निर्धारित होनी चाहिए।

पेटेंट्स को निम्न प्रकार से कार्यान्वित (exploit) कर सकते हैं :-

- लाइसेंसिंग
- संयुक्त पायलट प्लांट का निर्माण, उन्नयन हेतु उद्योगों से निवेश प्राप्त करना, टेक्नोलॉजी को आगे उन्नत करने हेतु प्रायोजित परियोजनाओं को आकर्षित करना।
- एकमुश्त राशि के तहत पेटेंट के पूर्ण अधिकारों की एकमुश्त बिक्री।
- लाइसेंसिंग प्रौद्योगिकी का पेटेंट लिया हो, तो इसका controller General of Patents से सेक्शन 68 के तहत पंजीकरण आवश्यक है।

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला (एन पी एल) वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद् के अंतर्गत स्थापित सबसे पहली प्रयोगशालाओं में से एक है। इसकी आधारशिला हमारे प्रथम प्रधानमंत्री स्व. श्री जवाहरलाल नेहरू ने 4 जनवरी, 1947 को रखी थी, प्रयोगशाला के मुख्य भवन का विधिवत् उद्घाटन 21 जनवरी, 1950 को तत्कालीन उप-प्रधानमंत्री लौह पुरुष स्व. सरदार बल्लभ भाई पटेल ने किया। राष्ट्र हित के लिए लगातार अनुसंधान द्वारा तौल एवं माप के राष्ट्रीय मानकों की स्थापना, रख-रखाव तथा सुधार करना और देश में शीर्ष स्तर पर अंशांकन सेवाएं प्रदान करना, एन पी एल का उत्तरदायित्व है। भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों पर आधारित अंतः विषय शोध एवं

विकास का बहुमुखी प्रगतिशील कार्य इस प्रयोगशाला के अन्य उद्देश्य रहे हैं, जिसके निष्पादन के स्तंभ डा. कृष्णन, डा. वर्मा तथा डा. मित्रा रहे हैं। इस महान प्रयोगशाला के ऐतिहासिक गौरव को वर्तमान में डा. डी के असवाल, निदेशक का उत्कृष्ट नेतृत्व आगे बढ़ा रहा है। एन पी एल ने विभिन्न तकनीकी क्षेत्रों यानि इलेक्ट्रॉनिकी, अभियांत्रिकी, रेडियो व वायुमण्डलीय विज्ञान, मृदु तथा बहुलक पदार्थ, कार्बन प्रौद्योगिकी, सिलिकन प्रौद्योगिकी, एकसरे विकिरणी चित्रण की प्रौद्योगिकी, फोर्स ट्रांसड्यूसर प्रौद्योगिकी, टेलीक्लॉक, थैलेसेमिया ड्रग, पेय जल में वायरस/विषाणु पकड़ने के लिए कंडक्टिंग पॉलीमर मैम्ब्रेन निर्माण की प्रौद्योगिकी, बायोसेंसर, स्वदेशी दीप्तिशील पदार्थों व उपकरणों की प्रौद्योगिकी, चरण बद्ध सारणी वायुमंडलीय प्रोफाइलिंग रडार, तनु परत एल्कोहल सेन्सर, हीट पैक, दाब मापन उपकरणों का मानकीकरण, अतिशुद्ध द्रव्य के निर्माण हेतु उच्च गुणवत्ता युक्त पारदर्शी क्वार्ट्ज आधारित यंत्र इत्यादि क्षेत्रों में पेटेंट प्राप्त किए हैं। एन पी एल ने 350 से अधिक पेटेंट भारत में व विदेश में करीब 250 पेटेंट फाइल किए हैं। इनमें भारत व विदेशों में क्रमशः 256 व 161 पेटेंट स्वीकृत हुए हैं। धन अर्जित करने के तहत, पदार्थ विज्ञान समूहों द्वारा निष्पादित शोध एवं विकास कार्य पूर्व में सबसे अधिक राजस्व प्राप्त करने हेतु उत्तरदायी रहा है जिसको हासिल करने में पेटेंट व कापीराइट का उत्पादन एवं उनका उद्योगों को हस्तांतरण हासिल है। कार्बन विज्ञान एवं तकनीकी समूह एन पी एल का ऐसा महत्त्वपूर्ण अंग है जो तकनीकी हस्तांतरण में सर्वोत्तम स्थान रखते आया है। यदि हम अग्नि मिसाइल में एन पी एल द्वारा विकसित कार्बन कम्पोजिट नोजल (Tip) की अथवा पोलियो के मरीजों हेतु विकसित कार्बन कम्पोजिट (Rings) की ज्यादा बात न भी करें तो पाएंगे कि कार्बन समूह द्वारा अनेकानेक उत्पाद पेटेंट के रूप में विकसित हुए हैं यथा ग्लासी कार्बन, उच्च घनत्व-उच्च सामर्थ्य समदैशिक (Isotropic) ग्रेफाइट, अंतर्भरण स्तर का तारकोल डामर, वायुयानों के अग्रभाग एवं ब्रेकपैड, ऊष्माशील्ड तथा उच्चतापी सांचों में प्रयुक्त होने वाले कार्बन-कार्बन कम्पोजिट, मेसोकार्बन माइक्रोबीडस् व ग्रीन कोक आधारित मोनोलिथिक ग्रेफाइट के उत्पादन की प्रविधि, पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट झिल्ली (पीईएम) ईंधन सेल के लिए स्वदेशी घटकों का विकास और प्रदर्शन इत्यादि। गत वर्षों में एन पी एल ने कुछेक चयनित पेटेंट एवं कापीराइट अन्वेषणों की प्रौद्योगिकी को उद्योगों को लाइसेंस किया है जिसमें प्रमुख हैं, पुनर्चक्रित अपशिष्ट प्लास्टिक बैग को



टाईल्स में बदलने के लिए प्रौद्योगिकी व इससे निर्मित एक प्रोटोटाइप शौचालय मॉड्यूल, टेलीकार्डियोलॉजी के लिए देखभाल डिवाइस केंद्र के रूप में पोर्टेबल ईसीजी मशीन, A high-volume PM2.5 impactor sampler, Long afterglow Phosphor, Improved process for the preparation of activated carbon fibre/cloth, gonorrhoea sensor, टेलीक्लॉक व मोबाइल टेलीफोन नेटवर्क के उपयोग से समुन्नत टेलीक्लॉक रिसेवर, पीने के पानी हेतु पॉलिमर मेम्ब्रेन बनाने की प्रविधि, थैलेसेमिया ड्रग, कोलेस्ट्रॉल के आकलन के लिए पॉलिमर आधारित एंजाइम इलेक्ट्रोड तैयार करने की प्रक्रिया, इनडेलिवल इक, पीजोइलैक्ट्रिक ट्रांसड्यूसर, फोर्स ट्रांसड्यूसर, पोर्टेबल आर्द्रता जनरेटर, टैम्प्रेचर बाथ सिस्टम, ग्लूकोज बायोसेंसर, दाब मापन उपकरणों के अंशांकन पर सॉफ्टवेयर का निर्माण, इत्यादि। रियूजेबल हीट पैक पेटेंट को 26 देशों यानि स्वीडन, चेचिया, स्विट्जरलैण्ड, अमेरिका, कोरिया, कनाडा, रोमानिया, रूस, आस्ट्रेलिया, न्यूजीलैण्ड, स्लोवाकिया, आस्ट्रिया, बेल्जियम, डेनमार्क, स्पेन, फिनलैण्ड, फ्रांस, हंगरी, आयरलैण्ड, चीन, इटली, जर्मनी, नीदरलैण्ड, लक्ज़मबर्ग, इंग्लैण्ड, पोलैण्ड में स्वीकृत कर लिया गया है। इसका उपयोग जोड़ों के दर्द में, स्त्रियों की समस्याओं में, स्पोर्ट्स खिलाड़ियों की चोट में, पिकनिक/यात्रा के दौरान पैकड फूड को गर्म करने हेतु, हाई एल्टिट्यूड्स में जवानों के लिए व अनेकानेक बहुआयामी उपयोगों में कर सकते हैं। गरम पानी वाले PVC पैक की Shelf life सीमित है व लीक होने का अंदेशा भी रहता है; electric heating में निरंतर इलेक्ट्रिक सप्लाइ आवश्यक है, व इन सबमें अधिक कीमत वाले Triggers प्रयुक्त होते हैं। इस हीट पैक में सॉफ्ट सील्ड प्लास्टिक (PVC/पौली प्रोपीलिन) बैग के अंदर अकार्बनिक पदार्थ का supercooled recrystallizable विलयन, एल्कोहल, केमिकल एडिटिव्स रहते हैं जिसमें ऊपर से एक Trigger को अंतःस्थापित करते हैं। इन हीट पैक की Shelf life 6 महीने से 1 वर्ष तक है व कीमत बाजार में उपलब्ध पैक से 1/5 कम है। उन्नत तंतुयुक्त सक्रिय कार्बन तैयार करने की प्रक्रिया को 2012 में पेटेंट कराया जा चुका है (भारतीय पेटेंट 254077) जिसे तंबाकू आधारित धूम्रपान उपकरणों में कारसीनोजेनिक वाष्प को फिल्टर करने हेतु उपयोग के लिए उद्योग को दे दिया गया है। एन पी एल द्वारा सेलुलोज आधारित वाटरप्रूफ क्लैथ बनाने के लिए एक water repellent केमिकल प्रविधि पर पेटेंट लिया गया व Equipment for remote sensing

of tripped animate subjects under rubble by microwaves नामक प्रविधि का भी आविष्कार किया गया जिसमें detection के अंतर्गत backscattered electromagnetic तरंगों की frequency को 1-2 GHz range में मापन करते हैं। प्राकृतिक आपदाओं की वजह से मलबे के नीचे दबे हुए life forms को ढूंढना इस यंत्र का मुख्य उपयोग है। इसी प्रकार एन पी एल ने phased array atmospheric profiling Radar का भारतीय पेटेंट लिया जो एक remote Sensing यंत्र है। इस यंत्र से हम पृथ्वी से 800 m की ऊंचाई तक वायु की गति को माप सकते हैं। यह रडार मौसम विज्ञान विभाग, पर्यावरणीय अध्ययन एवं वायुयान चालन के क्षेत्र में उपयोगी है, जिसे 10 लाख से कम कीमत पर बनाया जा सकता है। जैसा कि हम सभी जानते हैं, त्यौहार के दिनों में शराब पीकर गाड़ी चलाने के कारण प्रतिवर्ष हजारों दुर्घटनाएं होती हैं, इसलिए प्रत्येक देश में शराब पीकर गाड़ी चलाने वालों के खिलाफ कार्यवाही करने के लिए कुछ नियम बनाए जाते हैं। इन नियमों को लागू करने के लिए व्यक्ति ने शराब पी हुई है अथवा नहीं व कितनी मात्रा में पी हुई है, इसकी जानकारी के लिए आवश्यक उपकरण की आवश्यकता होती है। इस संबंध में ब्रेथ एनालाइजर एक कामयाब तरीका है। इसकी सहायता से आवश्यक छंटनी की जा सकती है व on the spot detection संभव है। एन पी एल ने एल्कोहल सेंसर का विकास इस विषय में कम लागत में ब्रेथ एल्कोहल की जाँच करने के काम आने वाले बिस्मथ मौलिब्डेट नामक पदार्थ की तनु परत बनाने का सरल तरीका उन्नत किया है। इस सेंसर से जाँच में बहुत ही कम समय (10s) लगता है व detectable limit भी 100 ppm है। इसका कैलिब्रेशन करना व आगे बाजार में लाईसेंस करना अग्रिम कार्य योजना में शामिल है। दूध में मिलावट समाज के लिए एक गंभीर समस्या है, जिसके लिए एनपीएल ने पेटेंट प्रौद्योगिकी (भारतीय पेटेंट आवेदन: 1582DEL2011) को विकसित किया है ताकि अकार्बनिक फॉस्फेट यानि ट्राइसोडियम फॉस्फेट, जो दूध में मिलावटी पदार्थ के रूप में इस्तेमाल किया जाता है, को दूध में फॉस्फोलिपिड्स के रूप में मौजूद प्राकृतिक फॉस्फेट से अलग किया जा सके। बल मापन के क्षेत्र में एक तरफ एन पी एल ने फोर्स ट्रांसड्यूसर नामक इंडियन पेटेंट को मैसर्स रागरां इंस्ट्रूमेंट्स को 11 मई, 2004 को स्थानांतरित किया तो दूसरी तरफ इस प्रौद्योगिकी को आगे अद्यतन करते हुए दाब के विस्तृत परास में संशोधित पेटेंट का विकास







किया है, जिसे कई देशों में स्वीकृति प्रदान की गयी है (यू एस पेटेंट सं. 6715358, 7354565, चीन पेटेंट सं. Z2828671.5, कनाडियन पेटेंट सं. 2480285, जापानीज पेटेंट सं. 4637485, आयरलैंड पेटेंट सं. 164145)।

भारतीय लोकतंत्र हेतु चुनावों के लिए उपयोगी अमिट स्याही (Indelible ink) के निर्माण की एन पी एल की प्रक्रिया का अतुलनीय योगदान 1960 से पूरे देश में निर्वाचन आयोग द्वारा साकार किया है, हालांकि पिछले कुछ वर्षों में भारतीय चुनाव आयोग ने विभिन्न अवसरों पर मतदाताओं की उंगली से विशिष्ट तरल पदार्थ अमिट स्याही को मिटाने के संबंध में शिकायतों की ओर ध्यान दिलाया है; इसके अलावा चुनाव आयोग कस्टमाइज्ड डिस्पेंसर के वैकल्पिक विकास की तलाश कर रहा है जिसका उपयोग अब तक विकसित दो तरल पदार्थों को एक ही चरण में लगाने के लिए किया जा सके। वर्तमान में चुनावों में उंगली पर निशान लगाने के लिए प्रयुक्त की जा रही अमिट स्याही का संदर्भ एन पी एल के विकसित भारतीय पेटेंट संख्या 157565 से लिया जा सकता है जो कि जल में सिल्वर नाइट्रेट, वायलेट डाई, पोटेसियम ब्रोमाइड और एल्कोहेल का पूर्वमिश्रित विलयन है। यह स्याही जब मतदाता की उंगली पर लगाई जाती है तो यह उसकी उंगली पर तुरंत डाई बैंगनी रंग का निशान छोड़ देती है जो एक घंटे में और उसके पश्चात पहले गहरे भूरे व फिर काले रंग में परिवर्तित हो जाता है। हाल ही में प्रयोगशाला में एक एकल घटक समुन्नत अमिट स्याही सूत्रीकरण विकसित किया गया जो सहज ही मतदाता की उंगली को चिह्नित करता है और त्वचा में प्रवेश करता है जिसे रासायनिक तथा यांत्रिक जोड़-तोड़ों (पेटेंट आवेदन सं. 0362DEL2011) से नहीं हटाया जा सकता। यह नवीन आविष्कार चुनाव के दौरान होने वाले जाली मतदान को रोकने के लिए मतदाता की उंगली को चिह्नित करने हेतु उपयोग के लिए तैयार अमिट स्याही के नवीन सूत्र की समस्या को हल करता है। अमिट स्याही तुरंत ही उंगली पर एक अर्ध - स्थायी, गहरा, स्पष्ट दिखाई देने वाला काला निशान छोड़ती है जिसे रासायनिक और यांत्रिक जोड़-तोड़ों द्वारा मिटाया नहीं जा सकता है तथा मतदान करने वाले व्यक्ति की उंगली पर न्यूनतम समय में त्वचा की गहराई तक, गहरे काले रंग का, स्पष्ट तौर पर दिखाई देने वाला निशान छोड़ती है उंगलियों पर हथेली की ओर लगाया गया निशान अत्यधिक विपरीत रंग का होता है और अधिक गहराई तक फैलता है क्योंकि प्रत्येक

व्यक्ति की हथेली की ओर की त्वचा अधिक गोरी, मोटी और छिद्रयुक्त होती है। उंगली के सक्रिय भाग पर लगाया गया निशान त्वचा पर दृढ़ पकड़ बना लेता है जिसके कारण इसे यांत्रिक तरीके से नहीं मिटाया जा सकता और यह कुछ दिनों में त्वचा के छूटने पर स्वाभाविक रूप से मिट जाता है। वर्तमान आविष्कार की नवीनता यह है कि इस विलयन की 100 nL प्रति वोट का उपयोग कर उंगली पर तुरंत एक अर्ध-स्थायी काले रंग का निशान बनाया जा सकता है, इस प्रकार यह बहुत ही कम लागत वाली प्रभावी और एकल चरण प्रक्रिया साबित हो सकती है। उंगली के पिछले भाग की तुलना में अग्र भाग पर लगाया गया निशान अधिक विपरीत रंग का होता है और अधिक गहराई तक प्रवेश करता है, इसे माचिस या foiler /फोलेर द्वारा साफ नहीं किया जा सकता और यह बहुत अधिक समय तक बना रह सकता है, यह इसकी एक अन्य विशिष्टता है। एनपीएल द्वारा एक अन्य पेटेंट आवेदन (0361DEL2011) मतदाता की उंगली को चिह्नित करने के लिए अमिट स्याही के तैयार नवीन सूत्रीकरण हेतु फ़ाइल किया गया है, जिसका उद्देश्य जाली मतदान को रोकना है और यह एक द्विचरणीय प्रक्रिया है, जो तत्क्षण चिह्नित करने की प्रक्रिया में अर्द्ध-स्थायी/अस्थायी, पारगम्य/अंतर्वेधी और अत्यधिक स्पष्ट अंकन जैसे गुणों का विकास करती है। इस आविष्कार में एक माइक्रो लीटर से भी कम विलयन का उपयोग किया गया है और यह किफ़ायती है।

### कापीराइट

बौद्धिक सम्पदा क्षेत्र के अन्तर्गत एन पी एल ने अनेक सॉफ्टवेयर का विकास व तदनन्तर भारत सरकार के पास पंजीकरण किया है जैसे Light Sources एवं Detectors के लिए कैलिब्रेशन रिपोर्ट्स का विकास, परावर्तन प्रोफाइल का विकास, लिक्विड मीडियम रिफ्रेक्टिव इंडेक्स के प्रयोग से स्लिप गेजिज का कैलिब्रेशन, मैग्नेटो-रेसिस्टेंस मापन तथा धारा-वोल्टता लक्षणों हेतु साफ्टवेयर, फ्रैक्टल इलेक्ट्राड का प्रतिबाधा निकालने हेतु Simulation program का विकास एवं दाबमापी यंत्रों के अंशांकन के लिए एक संकुल प्रक्रिया सामग्री। टेलीक्लॉक सेवाओं को लैंडलाइन व GPRS मोडेम से एक्सेस कर Visual Basic भाषा के प्रयोग से कम्प्यूटर समय को समायोजित करने हेतु साफ्टवेयर शोध हेतु गेज ब्लॉक इंटरफेरोमीटर साफ्टवेयर टूल, फेजडू ऐरे एकोस्टिक बिंड प्रोफाइलर हेतु साफ्टवेयर,



कुल भार परीक्षण नामक दबाव मानकों को लेकर दाब मापन संयंत्रों हेतु साफ्टवेयर, अनुवांशिक कलन आधारित लेजर इंटरफेरोमीटर के प्रयोग से फ्लिक स्टैंडर्ड अंशांकन, दाब मापन उपकरणों के अंशांकन हेतु एक सम्पूर्ण साफ्टवेयर पैकेज, मापन में अनिश्चितता हेतु साफ्टवेयर, अतिचालक पदार्थों की 12K-325K तापमान सीमा में प्रतिरोधकता मापन हेतु एक स्वचालित साफ्टवेयर, कम आवृत्तियों में थर्मल वोल्टेज व थर्मल करंट कन्वर्टरस् का AC/DC स्थानांतरण पर्क निरूपण करने हेतु एक स्वचालित साफ्टवेयर इनमें दाबमापी यंत्रों के अंशांकन हेतु MSDOS QBASIC भाषा में उन्नत संकुल प्रक्रिया सामग्री को मैसर्स रविका इंजीनियर्स, ओखला; मैसर्स थापर अभियांत्रिकी एवं तकनीकी संस्थान, पटियाला एवं मैसर्स बिरला टायर्स, बालासौर को हस्तांतरित कर दिया गया है। इस साफ्टवेयर के संभावित प्रयोगकर्ता इस प्रकार हैं - NABL द्वारा प्रत्यायनित प्रयोगशालाएं, दाब मापन में प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष रूप से जुड़ी हुई औद्योगिकी इकाइयाँ, दाब मापन से संबंधित कोई भी अनुसंधान एवं विकास संस्थान, प्रयोगशाला, विद्यालय एवं विश्वविद्यालय।

### आम आदमी के परिप्रेक्ष्य में बौद्धिक संपदा

बहुत सरल भाषा में बौद्धिक संपदा को किसी व्यक्ति की आई क्यू स्तर पर ध्यान दिए बिना उसकी सृजनात्मक मानसिक योग्यता की अभिव्यक्ति के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। सामान्य रूप से व्यक्त करते हुए, हममें से प्रत्येक लगातार अभिनव विचार की सृष्टि करता रहता है। यद्यपि बहुत कम अथवा वास्तव में हमारा केवल एक नगण्य अंश इसको कभी कार्यान्वित करता है। इसका एक स्पष्ट उदाहरण है कि हमारी ग्रामीण जनता लोक गीतों का सृजन करती है और वे खेतों में इन धुनों को गुनगुनाते हैं और अपने कार्यों को हल्का करने के लिए अपनी स्वयं की तुकबंदियों का सृजन करते रहते हैं। यह क्या है? यह लोक साहित्य से संबंधित बौद्धिक संपदा है जिसे आधुनिक फिल्म उद्योगों द्वारा चुरा लिया गया है, जो गीतों की रचना करते हैं अथवा फिल्मी दृश्यों की स्थिति के अनुरूप तुकबंदियों को रूपांतरित करके उनका प्रयोग करते हैं। यह लोक साहित्य कला की साहित्यिक चोरी का मामला है, संगीत के इस मामले में साहित्यिक कला के सृजक को किसी भी प्रकार की क्षतिपूर्ति नहीं दी जाती है। दूसरा मामला एक ग्रामीण कारीगर का है जो एक मोची के लिए औजार का निर्माण करता है जिससे

वह या तो जूता बनाता है या उसकी मरम्मत करता है। कारीगर द्वारा विकसित वह डिजाइन एक बौद्धिक संपदा है जिसे वह व्यापक उत्पादन के लिए औजार का निर्माण करने के अधिकार को देकर पैसे के लिए सौदा कर सकता है। वास्तव में यह बौद्धिक संपदा का बहुविध विषय है यथा : औजार एक उत्पाद के रूप में, एक डिजाइन के रूप में और निर्माण की प्रक्रिया। इस प्रकार, वास्तव में एक उत्पाद में सन्निहित बहुविध बौद्धिक संपदा से कई गुणा आय अर्जित करने के लिए सौदा किया जा सकता है। वह उत्पाद की विलक्षणता सहित डिजाइन के विवरण को भी मुहैया करा सकते हैं इस प्रकार हम स्पष्ट रूप से देख सकते हैं कि बौद्धिक संपदा प्रक्रिया पर किसी भी प्रकार से उच्च मूल्यों वाले अनुसंधान एवं विकास कार्यों में संलग्न संस्थानों का अथवा आर्थिक रूप से संपन्न राष्ट्र जैसे अमरीका अथवा यूरोपीय राष्ट्रों का ही एकाधिकार नहीं है। उपर्युक्त बिन्दुओं में जिन बौद्धिक संपदाओं का विवरण दिया गया है, उन्हें बौद्धिक संपदा के घटकों के रूप में संक्षिप्त रूप से प्रस्तुत किया जा सकता है, यथा : 1. कापी राइट (तुकबंदी सहित लोक गीत); 2. पेटेंट : मोची के लिए औजार; 3. पेटेंट : औजार बनाने की प्रक्रिया; 4. डिजाइन : विशेषता सहित बाहरी दिखावट और 5. ट्रेड मार्क : कारीगर द्वारा औजार को दिया गया नाम। किसी मामले में यदि कारीगर निर्माण की प्रक्रिया का हिस्सा बनना नहीं चाहता लेकिन उत्पाद को केवल उपभोग के लिए बेचना चाहता है तब उसके पास शिल्प गोपनीयता का प्रावधान भी है। एक और प्रकार की बौद्धिक संपदा लोक गीतों में छिपी हुई है जिसका भौगोलिक संकेतार्थ है कि गीत व तुकबंदी की एक प्रदेश से उत्पत्ति हुई है जैसे भोजपुरी गीत। एक गीत जिसकी रचना केरल में भोजपुरी मलयालम तुकबंदी के साथ भोजपुरी लय में हुई हो, को केरल का लोक गीत नहीं कहा जा सकता। बौद्धिक संपदा के वास्तविक अभिप्रायः में, गायक जो भोजपुरी लोकगीत का प्रयोग करना चाहते हैं, को उस समुदाय से जिनके पास बौद्धिक संपदा का संरक्षण है, को एक कीमत अदा करके उनसे पूर्वानुमति लेनी चाहिए।

इस प्रकार संक्षेप में कह सकते हैं कि यह अत्यंत आवश्यक है कि स्वयं बौद्धिक संपदा अधिकार की जानकारी लें और किसी व्यक्ति अथवा संगठन द्वारा असंवैधानिक रूप से साहित्यिक चोरी रोकने के पर्याप्त उपाय करें जिसमें बौद्धिक संपदा से जुड़े प्रत्येक सहभागी यानि वैज्ञानिक, अध्यापक, उद्योगों व कानूनविद की समाज





के प्रति मुख्य भूमिका बनती है जिसे भारत सरकार की नई आई पी आर पालिसी 2016 में सार्थक रूप से परिलक्षित भी किया गया है। बौद्धिक संपदा का सृजन किसी के द्वारा, किसी व्यक्ति द्वारा अथवा व्यक्तियों के समूह द्वारा किया जा सकता है चाहे वह किसी सत्ता के साथ कार्यरत है अथवा नहीं। तथापि, उपर्युक्त बौद्धिक संपदा में से किसी की भी सुरक्षा के लिए सभी कार्यवाही देश के राज्य के साथ यथा, विचाराधीन, देश के अपने बौद्धिक संपदा कार्यालय से की जाए। कारीगर के उत्पाद का मामला लिया जा सकता है। पेटेंट आवेदन को भारत सरकार के पेटेंट कार्यालय में अथवा किसी अन्य देश के पेटेंट कार्यालय में फाइल करना होगा जहां कहीं भी वह व्यक्ति अपने कार्य की सुरक्षा चाहता है और वित्तीय लाभ के लिए अपनी बौद्धिक संपदा का भी उपयोग करना चाहता है। इस प्रकार किसी भी साहित्यिक अथवा कला के कार्य की कॉपीराइट के द्वारा रक्षा की जा सकती है और इसे कॉपीराइट में रजिस्टर किया जाएगा। भारत में यह कार्य मानव संसाधन मंत्रालय, भारत सरकार में किया जाता था जो अभी औद्योगिकी नीति एवं संवर्धन विभाग, भारत सरकार की निगरानी में है।

विश्व व्यापार संगठन के तत्वाधान में व्यापार से संबंधित बौद्धिक संपदा प्रणाली (TRIPS) की स्थापना व विश्वव्यापी नवीन बौद्धिक संपदा व्यवस्था की प्रवृत्ति सहित बौद्धिक संपदा के संरक्षण का चयन बौद्धिक संपदा के सृजक व अन्वेषक पर निर्भर करता है। व्यापार से संबंधित बौद्धिक संपदा प्रणाली यानि TRIPS की मुख्य व्यवस्थाएं हैं कि बौद्धिक संपदा शब्द सभी उपर्युक्त पक्षों पर लागू होगा और इस प्रकार की विषय वस्तुओं के अतिरिक्त जैसे संघटित क्षेत्र की विन्यास परिकल्पना (स्थान वर्णन) का संरक्षण। जबकि यह पक्ष न तो सामान्य व्यक्तियों और न ही उच्च शिक्षितों की सामान्य प्रयोज्यता के लिए है, तब भी निश्चित रूप से यह किसी योग्य इंजीनियर के लिए लाभप्रद है जो किसी संगठन के लिए कार्य न करते हुए एक ठेकेदार हो सकता है। TRIPS अनुबंध में विशेष रूप से विवरण दिया गया है कि बौद्धिक संपदा के प्रत्येक प्रकार को निर्धारित अवधि के लिए संरक्षण दिया जाना है जिसके दौरान संपत्ति के स्वामी को यह वैधानिक अधिकार है कि अपनी बौद्धिक संपदा के गैर-कानूनी उपयोग को रोके और भूमि के नियमानुसार कानूनी उपचार के माध्यम से उल्लंघनकर्ता

से हर्जाना भी वसूल करे। मुख्य रूप से साहित्य और लोक साहित्य के लिए लागू कॉपीराइट के मामले में संरक्षण की अवधि रचनाकर्ता की मृत्यु के वर्ष से 60 वर्षों के लिए या उससे भी अधिक है। इसका एक उदाहरण रवीन्द्रनाथ टैगोर की गीतांजलि है। उनकी उस उत्कृष्ट कृति से उन्हें नोबेल पुरस्कार मिला और उनकी मृत्यु की तिथि अर्थात् सन् 1940 से सन् 2000 तक 60 वर्ष के लिए कॉपीराइट संरक्षण भी प्राप्त हुआ। इस कॉपीराइट का स्वामित्व विश्व भारती विश्वविद्यालय के पास था। इस अवधि के दौरान कोई भी भारतीय अथवा विदेशी नागरिक विश्वविद्यालय के वैधानिक प्रावधानों के बिना किसी अन्य भाषा में न तो नकल कर सकता है न ही अनुवाद कर सकता है। केवल यही नहीं, अन्य कोई साहित्यिक कृति जो टीवी, रेडियो अथवा इंटरनेट पर प्रसारित करने योग्य हो, उसकी भी कानूनी प्रावधानों के बिना अनुमति नहीं दी जा सकती है। अतः यह अत्यंत आवश्यक है कि एक सामान्य व्यक्ति को अपनी सृजनात्मक प्रतिभा के कानूनी अधिकारों की स्पष्ट जानकारी होनी चाहिए जो कि जीवन के किसी भी क्षेत्र में केवल आधुनिक विज्ञान की उच्च प्रौद्योगिकी तक ही सीमित नहीं है।

माननीय प्रधानमंत्री के मेक इन इंडिया अभियान के आह्वान और उनके दूरदर्शी वक्तव्य-2017 कि “2030 तक भारत विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विश्व के शीर्ष 3 राष्ट्रों में से एक होगा”, को केवल तभी मूर्त रूप दिया जा सकता है, जब हम गांधीजी की सुविचारित अवधारणा के अनुरूप समाज के सभी वर्गों तथा इसके साथ-साथ उन उपेक्षित मूलभूत स्टैकहोल्डर जो केवल उपभोक्ता नहीं हैं, बल्कि जिन्हें सृजक के तौर पर औद्योगिक प्रयासों में आमजन द्वारा उत्पादन प्रक्रिया का हिस्सा बनाया जाना चाहिए, के साथ विशेष रूप से युवा मानस/शोधकर्ताओं के नवाचारों का संयोजन करेंगे तथा उपयुक्त प्रौद्योगिकी, टिकाऊ प्रौद्योगिकी और ग्रामीण औद्योगीकरण पर विचार करते समय औचित्य के मूल तत्वों के अनुकूल खुद को पुनः ढालते हैं। इस संदर्भ में यह भी उल्लेखनीय एवं महत्त्वपूर्ण है कि आईपी और न्यून प्रयुक्त प्रौद्योगिकियों के प्रभावी दोहन के लिए रणनीतिक रूप से एक प्रणाली तैयार करने के पश्चात् इनके उपयोग के लिए कुछ विशिष्ट “विदेशों में सुरक्षित पेटेंट” का लाभ उठाया जाए।





# एनपीएल में परिष्कृत चुंबकीय तरल एवं चुंबकीय पदार्थ अभिलक्षण सुविद्या

आर पी पंत एवं जी ए बशीद

इस समूह के शोधकार्यों का मुख्य केंद्र भारतीय निर्देशक द्रव्य (BND) एवं चुंबकीय तरल पदार्थ का निर्माण तथा उसका उपयोग विभिन्न प्रकार के उपकरणों जैसे ऊर्जा रूपांतरण यंत्र, पदार्थ अभिलक्षण संवेदको (तापमान, दाब, आदि) में करना है। यह समूह चुंबकीय तनु फिल्मों तथा नैनो कणों का अभिलक्षण भी करता है, ताकि उनका विज्ञानि व्यवहार तथा चुंबक-प्रकाशीय अध्ययन किया जा सके। इन गतिविधियों के अतिरिक्त औद्योगिक उन्नति के लिए पदार्थ अभिलक्षण व आउटरीच कार्यक्रम के तहत अन्य विश्वविद्यालयों तथा अनुसंधान संस्थानों हेतु XRD, EPR, SIMS, HRTEM Nano - MoKE-III तथा चुंबकीय सुघटयता (magneto-rheometer) द्वारा नमूना अभिलक्षण का कार्य भी किया जाता है।

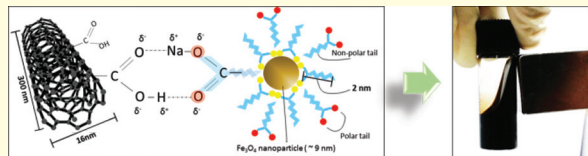
## अनुसंधान एवं विकास गतिविधियाँ

चुंबकीय तरल पदार्थ तथा MR तरल स्मार्ट चुंबकीय पदार्थ वह हैं जो दोनों, तरल तथा चुंबकीय गुणधर्मों, को एक ही सिस्टम में प्रदर्शित करता है। तरलता तथा चुंबकत्व का यह संयोग प्रकृति में सम्भव नहीं है, इसलिए चिकित्सा, सामरिक तथा ऊर्जा रूपांतरण क्षेत्र हेतु महत्वपूर्ण विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए एक आदर्श पदार्थ है। इन स्मार्ट पदार्थों

के कुछ उल्लेखनीय अनुप्रयोग इस प्रकार हैं : कैंसर का हाइपरथर्मिया उपचार, विद्युत उत्पादन, अवमन्दक तथा प्रधान अवशोष इलेक्ट्रॉनिक्स शीतलक तथा शीतलक प्रणाली चुंबकीय सेंसर आदि । हमारे द्वारा किए गए अनुसंधानों के कुछ परिणाम इस प्रकार हैं :-

## । बहुभिति कार्बन नैनोट्यूब (CNT) आधारित चुंबकीय तरल

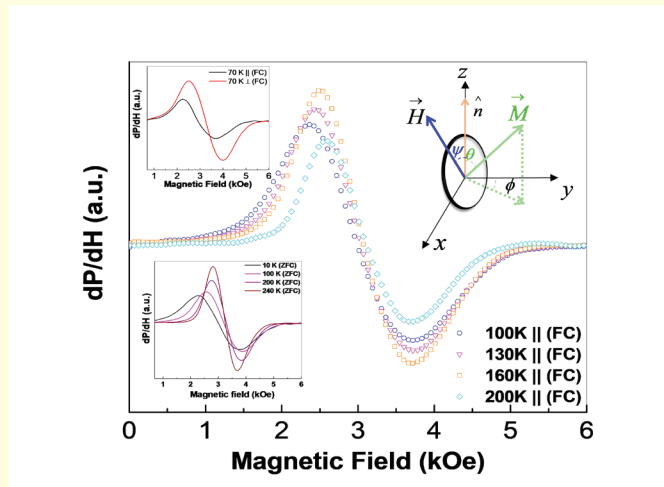
अत्यधिक स्थिर संकर बहुभिति कार्बन नैनोट्यूब (MWCNTs) आधारित चुंबकीय तरल पदार्थ का विकास द्विचरणीय प्रक्रिया द्वारा किया गया । जल में परिक्षेपित कर एक स्थिर MWCNTs परिक्षेपण प्राप्त किया गया। दूसरे चरण में, चुंबकीय तत्वों के रूप में  $Fe_3O_4$  नैनोकणों के साथ रासायनिक सह अवक्षेपण विधि द्वारा एक स्थिर जल आधारित चुंबकीय तरल तैयार किया गया ।  $Fe_3O_4$  - MWCNTs, चुंबकीय तरल के प्रकीर्णन को विभिन्न मात्रा अनुपातों में मिश्रित किया गया जैसे 1:1, 1:2, 1:3 आदि। संकट सम्मिश्रों को भली-भांति परिक्षेपित तरल अवस्था में प्राप्त करने हेतु चित्र 1(a) में MWCNT तथा चुंबकी तरल के क्रियाशील  $Fe_3O_4$  नैनो कणों के मध्य दुर्बल द्विधुवीय अंतःक्रिया को दर्शाया गया है।



चित्र (a)

चित्र (b)

चित्र 1:  $Fe_3O_4$  - MWCNTs संकर तरल में स्थित दुर्बल आयान - द्विधुवीय अंतःक्रिया का आरेखीय चित्रण



चित्र 2: विभिन्न अभिविन्यासों में FC-ZFC FMR स्पेक्ट्रा

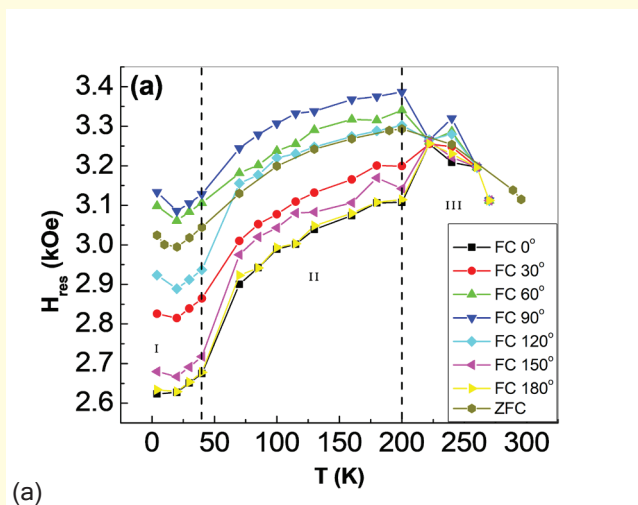
परिक्षेपण को कई महीनों तक स्थिर ही पाया गया। MWCNTs के अधिक भार के कारण MWCNTs तत्वों की मात्रा में वृद्धि के साथ  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  - MWCNTs तरल की स्थिरता में कमी आती जाती है जो समय के साथ धीरे-धीरे स्थिर हो जाता है। चित्र 1(a) में चुंबक के सामीप्य में  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  - MWCNTs चुंबकीय तरल प्रतिक्रिया को दर्शाया गया है।

## II $\text{Fe}_3\text{O}_4$ आधारित चुंबकीय तरल का निम्न तापीय व्यवहार

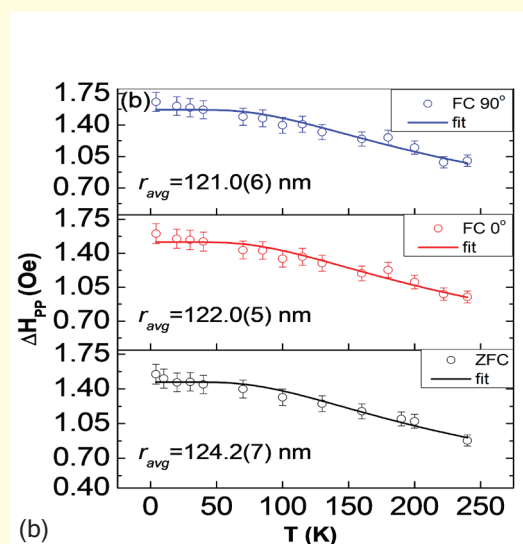
निम्न तापमान पर  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  आधारित चुंबकीय तरल के गुणधर्मों को समझने के लिए, शून्य क्षेत्र शीतलीत (ZFC)

तथा क्षेत्र-शीतलीत (FC) प्रक्रियाओं में लौह-चुंबकीय अनुनाद (FMR) मापन किए गए। चित्र 2 में FNP's के निर्धारित 3D निर्देशांक अक्ष पद्धति के साथ ZFC तथा FC प्रक्रियाओं के माध्यम से रिकार्ड किए गए चयनित FMR स्पेक्ट्रा को दर्शाया गया है।

हमारे सैम्पलस में, विषमदैशिकता क्षेत्र (HA) 4K पर 240 Oe पाया गया। अतः अनुप्रयुक्त क्षेत्र सभी आघूर्णों को अभिविन्यास संवितरण कार्यों को कम कर संतृप्त अवस्था तक पहुंचने की एक ही दिशा में सरेखित करता है। चित्र 3(a) तथा (b) में ZFC तथा FC मापनों हेतु 4K-298K के परास में तापमान के साथ अनुनाद क्षेत्र (Hres) तथा रेखा-विस्तार ( $\Delta\text{H}_{pp}$ ) में परिवर्तन को दर्शाया गया है।



(a)



(b)

चित्र 3: (a) ZFC तथा FC मापनों (4K-298K) हेतु Hres vs T (b) ZFC तथा FC (00 900) मापनों हेतु शीर्ष से शीर्ष रेखा-विस्तार ( $\Delta\text{H}_{pp}$ ) मान तथा पाया गया।



वहीं दूसरी ओर,  $\Delta H_{pp}$  द्वारा FC मापनों में कोणीय परिवर्तन नजर नहीं आया बल्कि ZFC तथा FC मापनों में तापमान के साथ नियमित कमी पायी गयी। MNPs से निर्मित सिस्टम में  $\Delta H_{pp}$  की तापमान पर निर्भरता को इस प्रकार वर्णित किया जा सकता है;

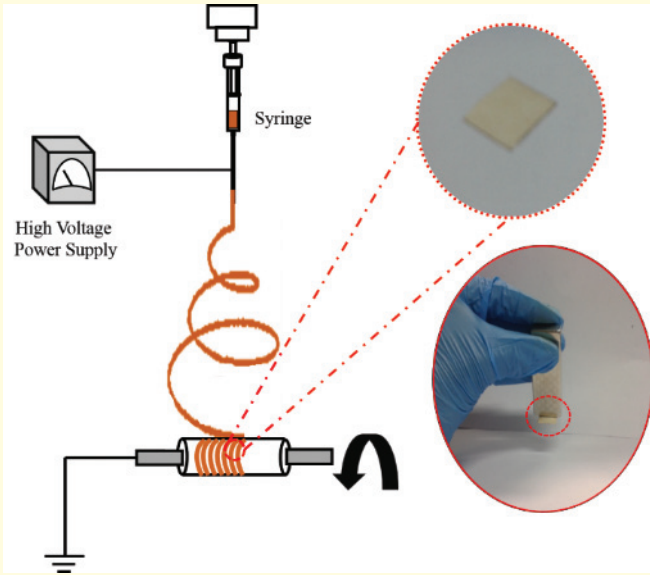
$$\Delta H_{pp} = \left( \frac{5g\beta ns}{r_d v^3 g} \right) \tan h \left( \frac{\Delta E}{KT} \right)$$

जहां  $g$  विभाजक गुणक है,  $\beta$  बोहर मैग्नेटॉन,  $n$ -प्रत्येक कण में चुंबकीय केन्द्रों की कुल संख्या है,  $S$ -प्रभावी प्रचरण है,  $r_{avg}$ -औसत अंतराकणीय दूरी है तथा  $\Delta E$  ऊर्जा रोधिक है जिसमें ऊर्जा द्विध्रुव-द्विध्रुव ऊर्जा ( $E_m$ ), तथा विषमैशिकता ऊर्जा ( $E_a$ ) हैं।

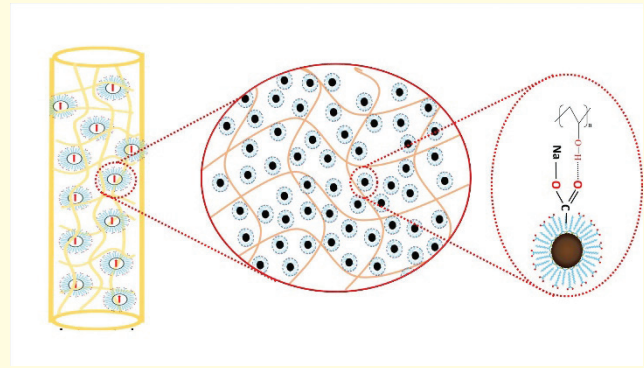
सैद्धांतिक fit आधारित eq.1 सहित तापाश्रय शिखर से शिखर रेखा-विस्तार मापन को चित्र 2(b) में प्रदर्शित किया है तथा इन fits से औसत अंतराकणीय दूरी ZFC, FC ( $0^\circ$ ) तथा FC ( $90^\circ$ ) हेतु क्रमशः 124.2(7)nm तथा 121.0(6)nm पायी गयी। अंतराकणीय दूरी में विविधता को क्रमशः तथा मापनों में अनप्रयुक्त क्षेत्र के चुंबकीय प्रभाव के रूप में समझा जा सकता है। चुंबकीय-तरल के FMR अध्ययन से निम्न तापमान में संभावित अनुप्रयोगों हेतु तापाश्रित चुंबकीय गुणधर्मों का पता चलता है।

### III चुंबकीय लौह-तंतु (Ferrofibers)

अपने विशिष्ट चुंबक-प्रत्यास्थ तथा चुंबकीय-प्रतिरोधी गुणधर्मों तथा अनुप्रयोगों जैसे EMI परिरक्षण, चुंबकीय-फिल्टर, सेंसर, निम्न आवृत्ति चुंबकीय परिरक्षण तथा चुंबकीय प्रेरण के कारण नैनो-चुंबकीय-तंतु समकालीन अनुसंधान का व्यापक क्षेत्र बन गया है। यद्यपि, किसी अनुप्रयोग में प्रयुक्त किए जाने वाले तंतु उच्च चुंबकीयता तथा वरीय अभिविन्यास युक्त होने चाहिए। हमने वैद्युत प्रचरण तकनीक के द्वारा किसी अन्य बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के बिना ही अभिविन्यस्त लौह-तंतुओं का विकास किया है। इसके लिए, रासायनिक सह अवक्षेपण पद्धति द्वारा जल आधारित चुंबकीय तरल को संश्लेषित किया गया एवं विलयन में समान रूप से घोला गया। इस दौरान इसे 12 घंटे तक लगातार हिलाते रहे ताकि बुलबुले न बनें तथा अंतिम फेरोजेल में इच्छित श्यानता प्राप्त की जा सके। अभिविन्यस्त तंतुओं की चुंबकीय-तंतु शीट प्राप्त करने हेतु इस विलयन को 12 घंटे तक वैद्युत प्रचक्रित किया गया। चित्र-4 में PVA मैट्रिक्स में वैद्युत प्रचरण तथा चुंबकीय नैनोकणों का आरेखीय रूप में दर्शाया गया है।



चित्र (a)



चित्र (b)

चित्र 4: (a) नैनोतंतु बनाने हेतु वैद्युत प्रचरण सैट-अप का आरेख (b) PVA मैट्रिक्स में अभिविन्यस्त दोहरे Surfacted  $Fe_3O_4$  नैनोकण।



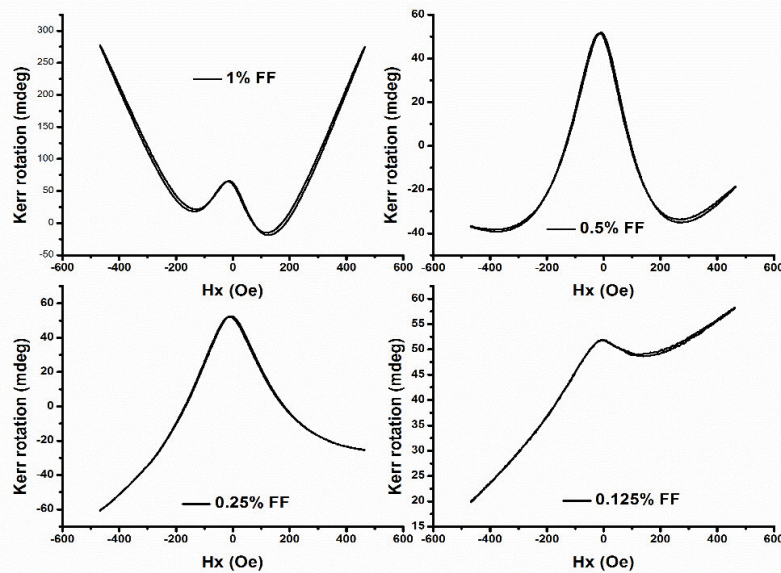


पूर्ववर्ती फेरोजेल में FFW सांद्रण की बढ़ोतरी के साथ चुंबकीय-तंतु के संरेखण का कारण कार्बोक्सिलिक समूह की संवृद्धि करता है जो फेरोजेल की चार्जिंग बढ़ाता है। संवृद्ध चार्ज परिणाम, तंतुओं के संरेखण को सुधारते हैं। FFW में दोहरा आर्द्रक तीन उद्देश्यों को पूर्ण करता है। (1) चुंबकीय तरल संश्लेषण के दौरान कण वृद्धि अवरोध (2) स्थिरता प्रदान करता है। (3) नैनोकणों एवं वाहक जल के मध्य योजक, वाहक जल एवं PVA के मध्य श्रृंखला के मध्य योजक का कार्य करता है। वहीं सोडियम ओलेट (Oleate), द्वितीय आर्द्रक के रूप में  $Fe_3O_4$  नैनोकणों के पृष्ठ पर PVA अवशोषण को बेहतर बनाता है तथा पृष्ठ पर ऋणात्मक आवेश प्रवृत्त करता है।

#### IV चुंबकीय तरल की चुंबक-प्रकाशीय जांच

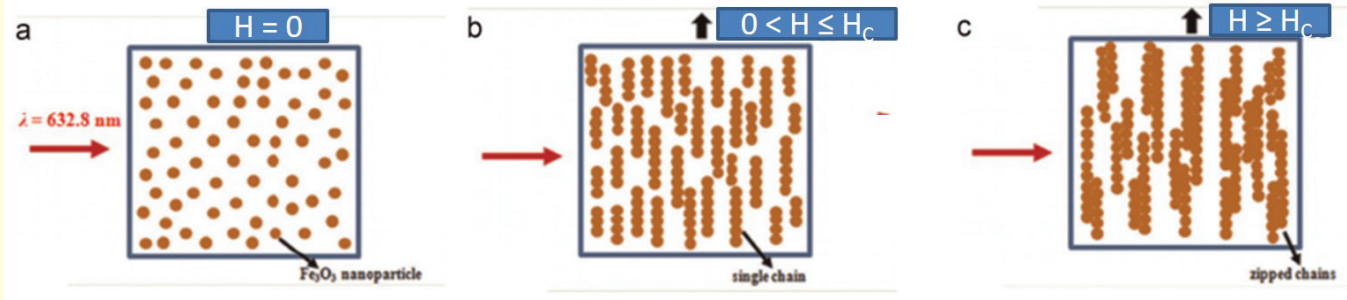
वैद्युत चुंबकीय (EM) तरंगों को विभिन्न कार्यों के उपयोग में लाने हेतु उन पर नियंत्रण स्थापित करने से अनेक उपकरणों तथा औजारों की खोज को प्रेरणा मिली है। चुंबकीय तरल की प्रकाश के साथ दृढ़ अन्वयोन्यक्रिया के कारण इसे EM तरंगों के परिचालन तथा उन्हें नियंत्रित करने हेतु महत्त्वपूर्ण पदार्थों में शामिल किया गया है। किन्तु चुंबक-प्रकाशीय उपकरण के विकास की

गति धीमी है इसका कारण चुंबकीय तरल के साथ प्रकाश की तालमेल-अंतरक्रिया को ठीक से न समझ पाना है। चुंबकीय क्षेत्र एवं उनकी गतिविधि के क्षेत्राधिकार पर चुंबकीय तरल तथा चुंबकीय तनु फिल्मों के चुंबक-प्रकाशीय प्रभाव के समझने हेतु कैर प्रभाव (Kerr effect) तथा फैराडे प्रभाव (Faraday effect) महत्त्वपूर्ण साधन है। Nano MOKE-III का उपयोग करके चुंबकीय तरल में होने वाले गतिक एवं संरचनात्मक परिवर्तनों को समझने का प्रयास करते हैं। जब एक ध्रुवित प्रकाश चुंबकीय सैपल पर पड़ती है तो incident बीम, का ध्रुवण तल सैपल की चुंबकीय प्रकृति के कारण कुछ कोण घूमता है। इसे कैर/फैराडे (Kerr/Faraday) प्रभाव कहा जाता है जो इस बात पर निर्भर करता है कि क्या परावर्तित/पारगत किरण का अध्ययन किया गया है? इस कोण का अध्ययन क्षेत्र, गतिविधि तथा संरचनात्मक परिवर्तनों (चुंबकीय तरल हेतु) के संबंध में पूर्ण जानकारी प्रदान करता है। चुंबकीय तरल में चुंबक-प्रकाशीय प्रभावों के अध्ययन हेतु Nano-MOKE-III में तदनुकूल निर्मित सैम्पल होल्डर का प्रयोग किया गया है तथा विभिन्न चुंबकीय तरल सांद्रणों के साथ कैर (Kerr) घूर्णन में परिवर्तन देखा गया। चित्र-5 में विभिन्न चुंबकीय तरल सांद्रणों के साथ कैर घूर्णन में परिवर्तन को दर्शाया गया है।



चित्र 5: विभिन्न चुंबकीय तरल सांद्रणों हेतु एसी चुंबकीय क्षेत्र में कैर घूर्णन में परिवर्तन





चित्र 6: श्रृंखला-संरचना निर्माण तथा परिवर्तित चुंबकीय क्षेत्र के साथ परिवर्तन

चुंबकीय श्रृंखला संरचना-निर्माण में परिवर्तन तथा तदनुसार स्थानीय चुंबकीकरण में परिवर्तन को ध्यान में रखते हुए इस व्यवहार को समझा जा सकता है। चुंबकीय-तरल के चुंबक-प्रकाशीय प्रतिक्रिया को तीन क्षेत्रों में बांटा जा सकता है। (i)  $H = 0$  जहां  $Fe_3O_4$  नैनो कण ब्राऊनीयन गति के अधीन है जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न दशाओं में सैंपल के भीतर स्थानीय रूप से अत्यधिक अल्प चुंबकीकरण होता है (चित्र 6(a)); (ii)  $0 < H < H_c$ , जहां बाह्य चुंबकीय क्षेत्र के उपयोग के कारण श्रृंखला-निर्माण आरंभ होता है, फलस्वरूप स्थानीय रूप से चुंबकीकरण मान में वृद्धि होती है। (चित्र 6(b)) इससे ध्रुवण तल के  $Fe_3O_4$  ऋणात्मक घूर्णन के रूप में सिग्नल में थोड़ी कमी आ जाती है।

(iii)  $H > H_c$ , जहां जिप श्रृंखला संरचना निर्मित होती है जिसके परिणामस्वरूप उच्च चुंबकीकरण मान प्राप्त होता है। (चित्र 6(a))। इन विशाल संरचनाओं में शुद्ध उच्च चुंबकीकरण मान के कारण अत्यधिक प्रवणता के साथ सिग्नल में रैखिक वृद्धि होती है। अतः, चुंबक-प्रकाशीय अध्ययन से श्रृंखला संरचना-निर्माण तथा तदनुसार सैंपल में चुंबकीकरण में गतिक परिवर्तन का दृढ़ प्रमाण प्राप्त होता है।

## V MR तरलों में श्रृंखला-निर्माण की भौतिक-सूक्ष्मदर्शिकी (rheomicroscopic) जाँच

MR तरल को Sigma-Aldrich से प्राप्त माइक्रोन साइज के ( $< 5\mu m$ )  $Fe_3O_4$  पाउडर के उपयोग से तैयार किया गया है। Retsch Co बाल मिल में, बाल अनुपात 1:10 के बराबर भार अनुपात रखते हुए केरोसिन तथा योजन की उपस्थिति में कणों का साइज कम करने के लिए इन्हें दो घंटे तक बॉल मिल किया गया।

इन कणों को oleic एसिड तथा केरोसिन डालकर एकरूप तथा पराध्वनिक किया गया। चित्र 7 में विभिन्न

विकृति आयाम तथा चुंबकीय क्षेत्र युक्त श्रृंखला समरूप संरचनाओं का चुंबकीय भौतिक-सूक्ष्मदर्शिकी छाया चित्र दर्शाया गया है।

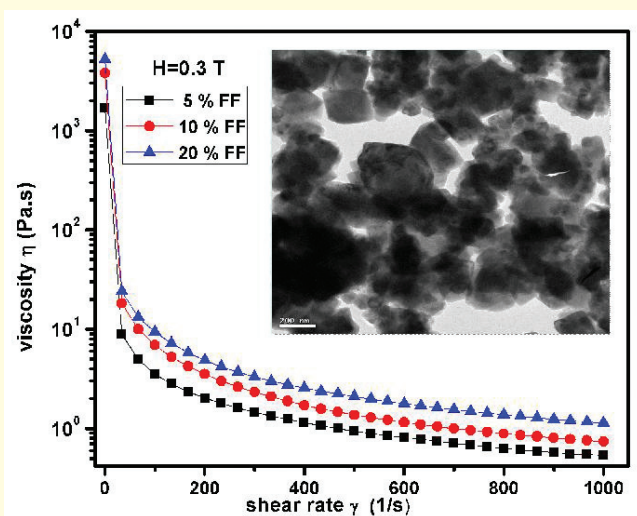
अपरूपण दरों में वृद्धि के साथ श्यानता में कमी आती है जो अपरूपण विरलन व्यवहार को दर्शाती है। यह देखा गया है कि निम्न अपरूपण विरलन व्यवहार को दर्शाती है और निम्न अपरूपण दर चुंबकीय रूप से प्रेरित संरचनाओं को तोड़ नहीं सकता हालांकि जैसे-जैसे अपरूपण दर बढ़ती है, ये संरचनाएँ टूटना शुरू हो जाती है तथा तरल सरलतापूर्वक प्रवाहित होता है। अतः अपरूपण दर में वृद्धि से MR तरल की श्यानता में तेजी से कमी आती है। प्रेरित चुंबकीकरण से गुच्छ (cluster) संरचनाएँ निर्मित होती है तथा श्रृंखला संरचनाओं में माइक्रो कैवीटी बन जाते हैं। चित्र-8 में MR तरल की भौतिक-सूक्ष्मदर्शिकी को दर्शाया गया है।

चित्र 9 MRFs श्यानता को चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन को चुंबकीय-श्यानकों के साथ दर्शाता है। चुंबकीय कणों में द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय अंतरक्रिया तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा में श्रृंखला रूपी संरचना के निर्माण के कारण चुंबकीय क्षेत्र तीव्रता में वृद्धि के साथ श्यानता में भी वृद्धि होती है। कण की द्विध्रुवीय चुंबकीय गतिविधि  $\mu = V\chi H$  के कारण होती है,  $V = \pi d^3/6$ , V-कण का आयतन, d-कण का व्यास है,  $\chi$ -कण की चुंबकीय सुग्राहिता तथा H-अनुप्रयुक्त चुंबकीय क्षेत्र है।

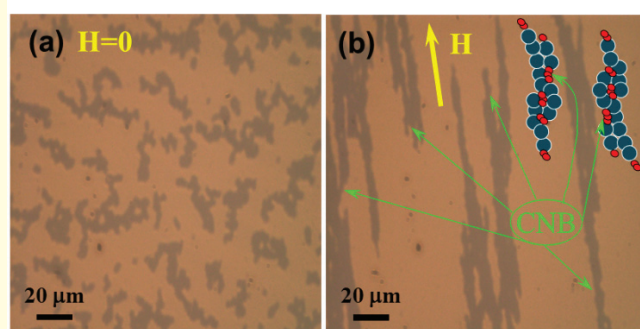
एक समय आधारित श्यानता मापन से सभी सैंपल में विश्रान्ति व्यवहार का पता चलता है तथा इसे चित्र 10 में दर्शाया गया है। इस चित्र में तीन क्षेत्र को इस प्रकार समझा जा सकता है (I) चुंबकीय क्षेत्र ऑफ, (II) चुंबकीय क्षेत्र ऑन तथा (III) चुंबकीय क्षेत्र ऑफ। क्षेत्र I तथा क्षेत्र II की सीमा पर संवृद्ध द्विध्रुवीय अंतरक्रिया के कारण श्यानता में वृद्धि होती है, इसका कारण चुंबकीय प्रेरित



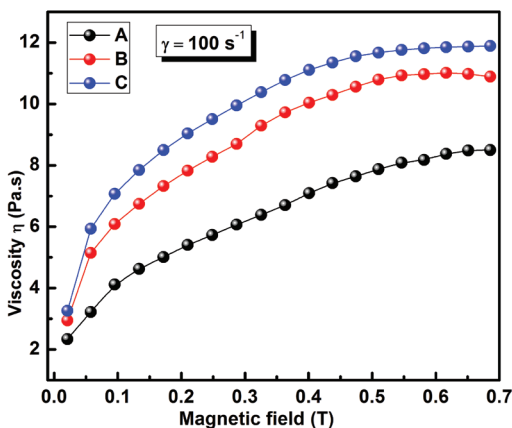
चित्र 7: बढ़ती अपरूपण दरों पर श्रृंखला-निर्माण तथा विरूपण को दर्शाता आरेख



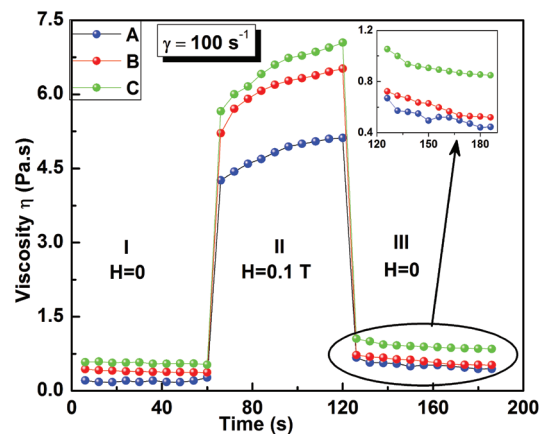
चित्र 7: अपरूपण दर सहित श्यानता में विभिन्नता



चित्र 8: FF तथा MR तरल का भौतिक-सूक्ष्मदर्शिकी चित्र



चित्र 9: चुंबकीय-श्यान प्रभाव



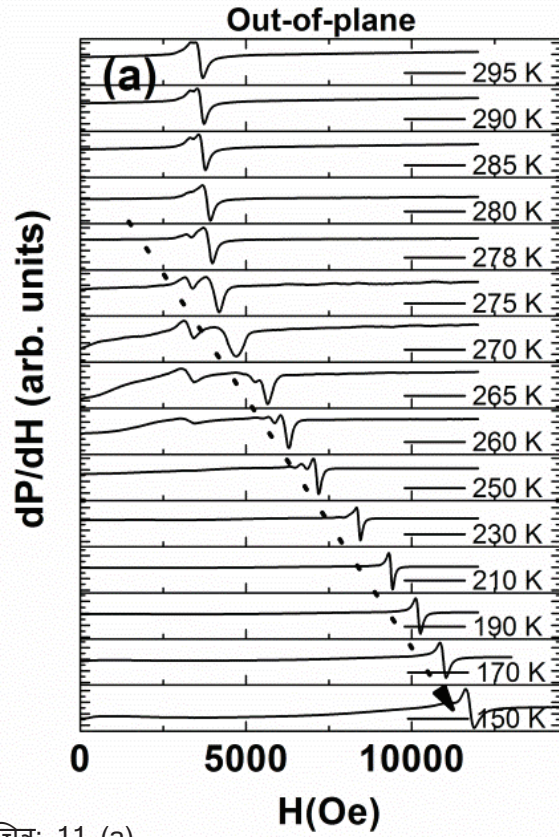
चित्र 10: सैंपल A, B तथा C की श्यानता प्रति अपरूपण दर 199s-1 पर समय, क्षेत्र I : चुंबकीय क्षेत्र H=0, क्षेत्र II : चुंबकीय क्षेत्र H=0.1 T, क्षेत्र III : चुंबकीय क्षेत्र H=0

श्रृंखला संरचना है। चुंबकीय क्षेत्र हटाने पर, श्यानता में कमी आती है तथा श्रृंखला रूपी संरचना नष्ट हो जाती है। यद्यपि, क्षेत्र III में श्यानता, क्षेत्र I की आरंभिक श्यानता की तुलना में अधिक है। इसका अभिप्राय: यह है कि निर्मित संरचना नष्ट नहीं हुआ है अथवा नवीन

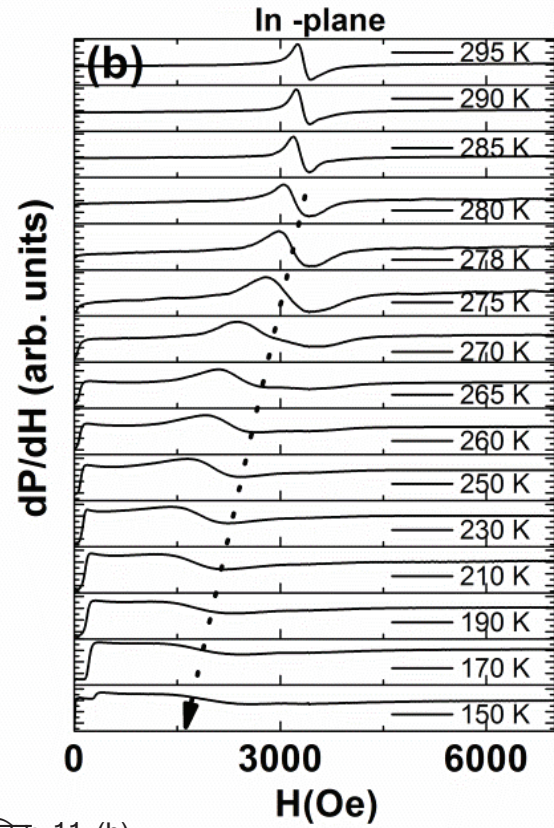
समुच्चयों को पुनः स्थापित हुए है। क्षेत्र III में समय के साथ श्यानता में कमी समसुच्य संरचनाओं के शनै-शनै विरूपण से संबंधित है (चित्र 10 का इनसेट) जो यह दर्शाता है कि चुंबकीय कण, अनुप्रयुक्त चुंबकीय क्षेत्र को कुछ हद तक स्मृति में बनाए रखते हैं।





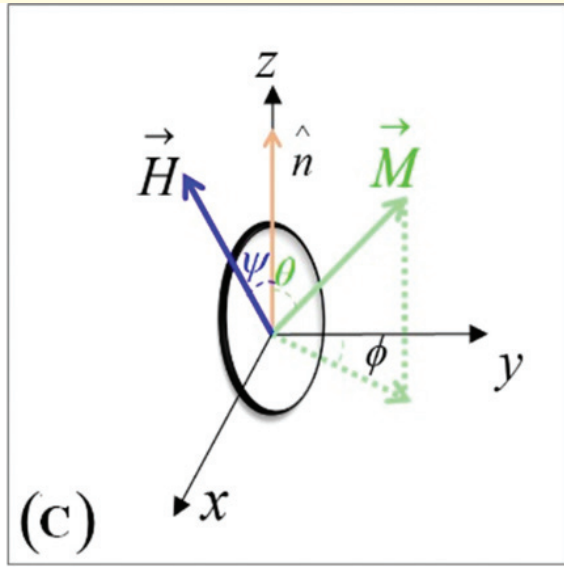


चित्र: 11 (a)



चित्र: 11 (b)

चित्र 11 फिल्म तल के (a) लंबवत तथा (b) समानांतर अनुप्रयुक्त क्षेत्र हेतु भिन्न-भिन्न तापमान पर LCMO 200 nm तनु फिल्म का FMR स्पेक्ट्रा तथा FMR मापन हेतु आरेखीय निर्देशांक पद्धति ।



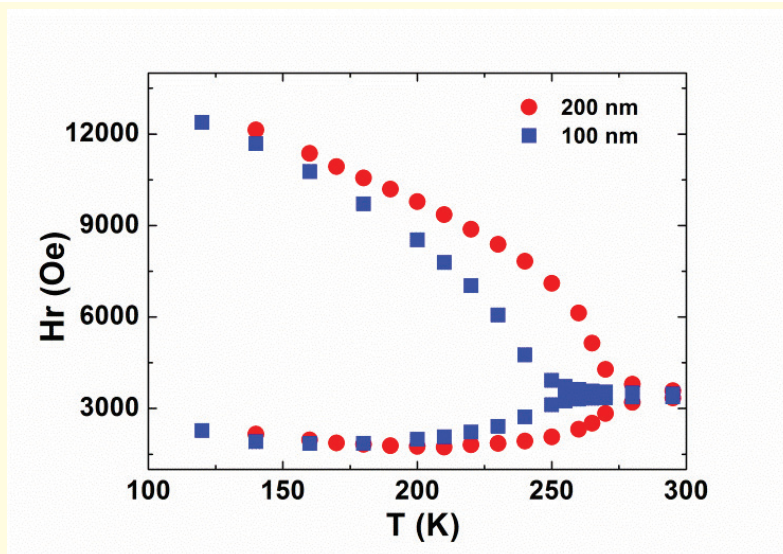
चित्र: 11 (c)

### VI $\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$ तनु फिल्मों की FMR जाँच

स्पंदित लेसर तकनीक द्वारा  $\text{SrTiO}_3$  सबस्ट्रेट पर विभिन्न मोटाई 5, 20, 100, 200 nm वाली अति उच्च तनु फिल्मों में निर्मित की गयी। इन तनु फिल्मों का FMR तकनीक के उपयोग से मोटाई आश्रित चुंबकीय गुणधर्मों का अध्ययन किया गया। चित्र 11(a) में सामान्य तापमान से 280 K अनुनाद स्पेक्ट्रा में क्षेत्र  $\sim 3400\text{G}$  पर लगभग स्थिर एक ही अनुनाद शिखर पाया गया। इसके पश्चात्, फिल्म क्यूरी तापमान  $\sim 275\text{K}$  वाले पैरा से फेरो में फेज रूपांतरण को दर्शाती है जो चुंबकीय डेटा के अनुरूप है।

इस रूपांतरण के नीचे शिखर विनाटन आरंभ हो जात है। 275 K के पश्चात् यह स्पष्ट देखा गया है कि एक शिखर को उच्चतर अनुनाद क्षेत्र दिशा की ओर सीमांत रित करने पर 100 nm मोटाई वाली फिल्म पर भी वही प्रक्रिया देखी गयी। 260-220 K तापमान पर 200 nm हेतु एक अतिरिक्त प्रचरण तरंग जैसा व्यवहार भी देख गया।





चित्र 12: अनुनाद क्षेत्र की तापमान निर्भरता LCMO फिल्म (200 nm और 100 nm) के लिए समानांतर एवं लंबवत विन्यासों में ।

यह व्यवहार दर्शाता है कि यह फिल्म मोटाई में एकरूपी है चित्र 11(बी) से स्पष्ट है कि तापमान कम करने पर अनुनाद क्षेत्र निम्न क्षेत्र दिशा की ओर स्थानांतरित हो जाता है। चित्र 12 में 100 तथा 200 nm मोटाई वाली फिल्मों हेतु अनुनाद क्षेत्र की विभिन्नता को दर्शाया गया है। चित्र से हमें ज्ञात होता है कि 255 तथा 270 K तापमान पर अनुनाद क्षेत्र भिन्न दिशाओं की ओर चला जाता है। जो क्रमशः 100 तथा 200 nm LCMO फिल्मों हेतु क्यूरी तापमान है। इसके अतिरिक्त, विषमदैशिकता व्यवहार जानने के लिए कोणीय भिन्नता का भी सहारा लिया गया है। (आरेखीय चित्र 11C)



चित्र 13 (a): ई पी आर स्पेक्ट्रोमीटर (BRUKER BIOSPIN)

### समूह में उपलब्ध मुख्य सुविधाएं

#### I : ई पी आर स्पेक्ट्रोमीटर:

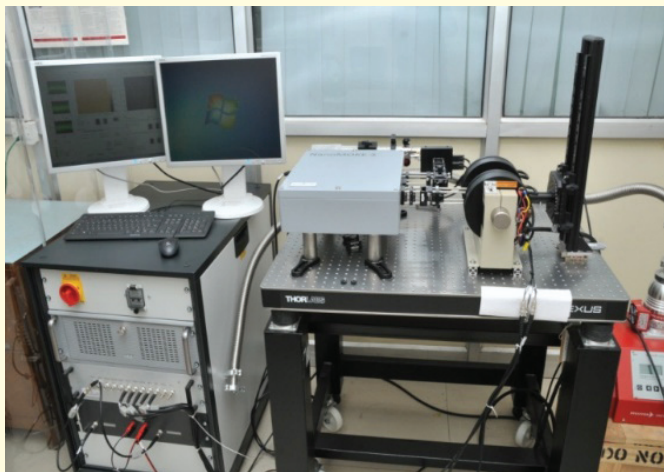
एनपीएल में, हमारे पास BRUKER BIOSPIN, मॉडल A300, एक्स और क्यू बैंड, EPR स्पेक्ट्रोमीटर (तापमान सीमा 4.2K - 300K) रोटेशन के साथ, पराबैंगनी विकिरण सेटअप सहित है। EPR, एक शक्तिशाली, बहुमुखी, गैर विनाशक, और गैर इण्टर्सिव विश्लेषणात्मक Zeeman विभाजक पर आधारित तकनीक है। एनपीएल में हम इसका प्रयोग नैनोचुंबकीय तरल, चुंबकीय पतली फिल्मों, नैनो संरचना पैटर्न /सामग्री और स्पिन कांच संक्रमण, चुंबकीय सामग्री, अवरुद्ध प्रभाव, स्पिन लहर घटना, विपरीत स्पिन हॉल प्रभाव के लिए चुंबकीय नैनोकणों के अभिलक्षणन में करते हैं।

#### II : चुंबकीय-प्रकाश केर प्रभाव (NanoMOKE III):

NanoMOKE III (डरहम मैग्नेटोऑप्टिक्स लिमिटेड, ब्रिटेन) पतली फिल्मों और नैनो संरचित सामग्री के रूप में कम आयामी चुंबकीय प्रणाली की सतह के चुंबकीकरण गुण की जांच के लिए एक उच्च परिष्कृत उपकरण और चुंबक ऑप्टिकल तकनीक है। NanoMOKE-III तीन मोड में संचालित किया जा सकता है: अनुदैर्घ्य, अनुप्रस्थ और ध्रुवीय। आदर्श मापन और सतह स्पिन की गतिशीलता



और डोमेन इमेजिंग के मानचित्रण के लिए यह अनुकूल तकनीक है। NanoMOKE-III केर प्रभाव पर आधारित है। सामान्य माप (अर्थात, हिस्टैरिसीस लूपों, डोमेन इमेजिंग आदि) के लिए इस तकनीक का उपयोग सीमित है, क्योंकि जांच के लिए सैंपल में परावर्ती सतह होना चाहिए।



चित्र 13 (b): नैनोमीक - III

### III : बहुउद्देशीय एक्स-रे विवर्तन (एम-एक्स आर डी):

कम कोणीय एक्स-रे विकिरण (SAXS) और एक्स-रे परावर्तन (XRR) एटेचमेंट के साथ बहुउद्देशीय एक्स-रे



चित्र 13 (c): एक्स-रे डीफ्रेक्टोमीटर

विवर्तनमापी (रिगाकू अल्टिमा - IV) द्वारा पाउडर, nanoparticle और पतली फिल्मों का संरचनात्मक अभिलक्षण किया जाता है। एक्स-रे विवर्तन अब क्रिस्टल संरचनाओं, चरण विश्लेषण, आकार वितरण (SAXS) के अध्ययन के लिए एक आम तकनीक है। एवं एक्स-रे विवर्तन ब्रैग के नियम ( $n\lambda = 2d \sin\theta$ ) पर आधारित है।  $2\theta$  कोण के आयामों के माध्यम से सैंपल स्कैनिंग करके, लैटिस के सभी संभव विवर्तन दिशाओं का निर्धारण किया जाता है।

### IV चुंबक रिओमीटर:

एनपीएल में, M/s Anton Parr make MCR 301 चुंबकीय रिओमीटर है जो रियोमाइक्रोस्कोपी डाइलेक्ट्रोस्कोपी एवं ट्राइबोलॉजी उपकरणों से सुसज्जित है। इसकी सूक्ष्मग्राहिता, निम्नतम आघूर्ण  $\sim 0.1 \mu\text{Nm}$ , तापमान  $\sim 253 - 573\text{K}$ , चुंबकीय क्षेत्र  $\sim 1$  टेस्ला, आवृत्ति  $\sim 10^{-4} - 100$  हर्ट्ज, अपरूपण  $10^{-6} - 3000/\text{min}$  है। यह बदलते अपरूपण के साथ तापमान, चुंबकीय क्षेत्र आदि में तरल और अर्द्ध ठोस के रिओलोजिकल, विस्कोइलास्टिक, ट्राइबोलोजिकल और डाइएलेक्ट्रिक गुणों के अध्ययन के लिए एक समानांतर प्लेट रिओमीटर है।



चित्र 13 (d): मैग्नेटो रियोमीटर







# उच्च विभेदन एक्स-रे परावर्तनमापी द्वारा तनुपरतों का अभिलक्षणन

कमलेश कुमार मौर्य

## प्रस्तावना

आधुनिक विज्ञान की प्रगति में एक्स-रे विश्लेषण तकनीक का बहुत बड़ा योगदान है। विज्ञान में प्रगति के चलते ही आज हमारे उपयोग में आने वाली सारी वस्तुएं जैसे कि मोबाइल, टीवी, कंप्यूटर आदि आकार में छोटे होते जा रहे हैं क्योंकि इन आधुनिक उपकरणों में तनु फिल्मों का उपयोग किया जा रहा है। जिनकी कड़ी शुद्धता और ज्यामितीय संरचना और मोटाई जैसे संरचनात्मक मानकों के मूल्यांकन का सही निर्धारण के आलावा, डीवाईस संरचनाओं में विभिन्न परतों के विशिष्ट संरचनात्मक मापदंडों का मूल्यांकन चाहे वह सबस्ट्रेट या इंटरफ़ेस में दोष के कारण हो या खुरदुरापन के कारण हो इन सब का फ़ैसला आसानी से किया जा सकता है। क्योंकि ये सब अंतराल ऊर्जा, डेन्सिटी आफ स्टेट, ऊर्जा वाहक गतिशीलता आदि उपकरणों के कार्य निष्पादन में प्रभाव डालते हैं। सूक्ष्मदर्शी तकनीक (जो कि पूरक जानकारी प्रदान करती है) की तुलना में एक्स-रे अभिलक्षणन तकनीक के कई महत्वपूर्ण फायदे हैं : जैसे कि (i) ये सैंपल के लिए अविनाशक होती है, (ii) मापन समस्त तनु फिल्म के वाल्यूम का औसत होता है, (iii) जाँच की गहराई विभिन्न हो सकती है, (iv) यह प्रयोग अति-उच्च निर्वात से लेकर गैसीय वायुमण्डल तक किसी भी प्रकार के वातावरण में किया जा सकता है।

किसी भी तनु फिल्म का निर्माण या गठन किसी सबस्ट्रेट के उपर दो आयामी होता है और प्रायः तनुफिल्मों की मोटाई काफी कम लगभग 1 माईक्रोन या उससे भी

कम होती है। किसी तनु फिल्म से उच्च-गुणवत्ता युक्त विवर्तन आंकड़ें प्राप्त करने के लिए पारंपरिक पाउडर विवर्तनमापी का उपयोग करना कठिन हो सकता है क्योंकि तनु फिल्म विवर्तन शीर्ष की तीव्रता सामान्यतः कमजोर होते हैं तथा सबस्ट्रेट से विवर्तन एवं प्रकीर्णन के कारण होने वाली पृष्ठभूमि तीव्रतायें बहुत तीव्र होती हैं ।

## एक्स-रे परावर्तकता (XRR)

यद्यपि, अधिकांश एक्स-रे विवर्तन परिघटनाएँ विवर्तन पर आधारित होती हैं किन्तु एक्स-रे परावर्तकता मापन विवर्तन परिघटनाओं को मूल्यांकित करने की तकनीक नहीं है। इस लेख में वर्णित एक्स-रे परावर्तकता मापन तकनीक का उपयोग मोटाई, घनत्व, एवं सतही अथवा अंतरापृष्ठीय स्थूलता/रूक्षता सहित तनु फिल्म पैरामीटर को सुनिश्चित करने के लिए पृष्ठसर्ती (ग्रेजिंग) आपतित एक्स-रे बीम से एक्स-रे परावर्तन तीव्रता वक्रों का विश्लेषण करने की विधि का वर्णन किया गया है। एक्स-रे परावर्तकता तकनीक की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं :-

1. इसका उपयोग एकल क्रिस्टलीय, बहुक्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय पदार्थों के अध्ययन हेतु किया जा सकता है।
2. इसका उपयोग अविनाशी ढंग से पृष्ठीय रूक्षता/स्थूलता तथा अंतरापृष्ठीय चौड़ाई के मूल्यांकन हेतु किया जा सकता है।
3. इसका उपयोग दृश्यमान प्रकाश में अपारदर्शी फिल्म के अध्ययन हेतु किया जा सकता है।



4. इसका उपयोग एक बहुपरतीय अथवा एकलपरतीय फिल्म की परतीय संरचना के निर्धारण हेतु किया जा सकता है।

5. इसका उपयोग विभिन्न मोटाई से लेकर 1000nm तक फिल्म की मोटाई के मापन हेतु किया जा सकता है।

XRR द्वारा समांगी तनु फिल्म के घनत्व मापन के लिए क्रांतिक कोण  $\theta_c$  का निर्धारण आवश्यक है। किसी पदार्थ हेतु एक्स-रे परावर्तन सूचकांक  $n$  इस प्रकार होता है:-

$$n = 1 - \delta - i\beta \quad (1)$$

यहां  $\delta$  असंगत विक्षेपण शुद्धि है, यह मान कर कि तरंगदैर्घ्य  $\lambda$  अवशोषण कोर से दूर स्थित है तथा  $\beta$  रैखिक अवशोषण गुणांक  $\mu$  से संबंधित है।  $\delta$  तथा  $\beta$  दोनों को बोर परमाण्विक त्रिज्या  $r_0$ , इलेक्ट्रान घनत्व  $n_e$ , तथा अन्योन्यक्रिया तरंग दैर्घ्य  $\lambda$  के रूप में इस प्रकार भी व्यक्त किया जा सकता है।

$$\delta = \frac{e^2 n_e}{2\epsilon_0 m (2\pi c)^2} \lambda^2 = \frac{r_0 \lambda^2}{2\pi} n_e \quad (2)$$

इलेक्ट्रान घनत्व को  $n_e = Z \cdot n_{Atom}$  के रूप में दर्शाया जा सकता है जहां  $Z$  प्रति परमाणु इलेक्ट्रान की संख्या को व्यक्त करता है।  $\delta$  की और अधिक परिशुद्ध अभिव्यक्ति हेतु सामान्यतः  $Z$  को जटिल परमाणु रूप गुणक  $f = f_0 + f' + if'' = Z + f' + if''$  द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। जहाँ पद  $f' + if''$  प्रकीर्णन तथा अवशोषण के कारण है जो एक्स-रे अवशोषण कोर को वर्णित करता है। जिसे इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।

$$\delta = \frac{r_0 \lambda^2}{2\pi} \cdot (Z + f') \cdot n_{Atom} \quad (3)$$

$$\text{तथा } \beta = \frac{r_0 \lambda^2}{2\pi} \cdot f'' \cdot n_{Atom} \quad (4)$$

$\delta$  तथा  $\beta$  के परिमाण छोटे एवं धनात्मक तथा क्रमशः  $10^{-6}$  तथा  $10^{-8}$  के क्रम में होते हैं। अतः परमाण्विक सांद्रता को इस प्रकार प्रकट किया गया है।

$$n_{Atom} = \frac{N_A}{A} \cdot \rho$$

स्पष्ट है कि किसी पदार्थ के घनत्व का निर्धारण  $\delta$  तथा  $\beta$  के मूल्यों द्वारा किया जा सकता है। यहाँ  $N_A$  से अभिप्रायः आवागाद्रो संख्या से तथा  $A$  से अभिप्रायः परमाण्विक भार से है। ज्ञात रसमीकरणमिति के यौगिक पदार्थों के घनत्व का निर्धारण इस सूत्र के थोड़े संशोधन के साथ  $\delta$  तथा  $\beta$  द्वारा किया जा सकता है।

गुणात्मक चर्चा हेतु अवशोषण मुक्त फिल्म अर्थात्  $\beta = 0$  पर विचार करना उपयुक्त होगा किन्तु यह ध्यान रहे कि XRR मापन के अनुकरण में  $\beta$  को अनदेखा नहीं किया जा सकता। हम  $n_{air} = 1$  तथा अन्य पदार्थ  $n_1 = 1 - \delta$  के मध्य एक अंतरापृष्ठ पर परावर्तन पर विचार करते हैं। एक क्रांतिक कोण से कम आपतित कोण  $\theta_c$ , ( $\theta < \theta_c$ ), का पूर्ण परावर्तन होता है। स्नैल नियम तथा लघु कोण सन्निकटन को प्रयोग करने पर, क्रांतिक कोण  $\theta_c$  को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है:

$$1 - \delta = \cos \theta_c$$

$$\approx 1 - \frac{\theta_c^2}{2}$$

$$\theta_c \approx \sqrt{2\delta}$$

$$= \sqrt{\frac{r_0 \lambda^2}{\pi} N_A \frac{(Z + f')}{A} \cdot \rho} \quad (5)$$

क्योंकि  $\delta$  हमेशा धनात्मक होता है, एक क्रांतिक कोण  $\theta_c$  के नीचे समस्त पदार्थों में पूर्ण बाह्य परावर्तन वायु/सैंपल अंतरापृष्ठ पर घटित होता है।

### आदर्शतः समतल पृष्ठ से परावर्तित तीव्रता

जब एक एक्स-रे बीम किसी समतल पदार्थ से टकराती है तो आने वाली तीव्रता का एक हिस्सा परावर्तित हो जाता है तथा एक हिस्सा पदार्थ से पारगत/प्रेषित हो जाता है। यदि परावर्तन पदार्थ का पृष्ठ समतल है तो परावर्तित तीव्रता प्रथम घटना की समान दिशा में सीमित हो जाएगी तथा उसे स्पेकुलर (Specular) कहा जाएगा। स्पेकुलर परावर्तकता को पारंपरिक तौर पर अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है।





$$R(\theta) = \frac{I(\theta)}{I_0} \quad (6)$$

जहां  $I(\theta)$ , कोण  $\theta$  पर परावर्तित तीव्रता है तथा  $I_0$ , आयातित बीम की तीव्रता है। एक्स-रे परावर्तकता की वैधता का क्षेत्र लघु आपतन कोण तक सीमित है जहां तक इलेक्ट्रॉन घनत्व की सततता (continuous) पर विचार करना संभव है।

अंतरापृष्ठ पर विद्युत क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र के सातत्य को लिखकर परावर्तित आयाम को प्राप्त किया जाता है। यह चिरप्रतिष्ठित फ्रेसनल संबंध का कारण बनता है जो (s) तथा (p) के ध्रुवीकरण हेतु आयाम में परावर्तन गुणांक प्रदान करते हैं। परावर्तकता जोकि इस गुणांक का माइयूलस स्केवेयर है, को एक्स-रे के मामले में निम्नलिखित रूप से सूचित किया जा सकता है :-

$$\Delta H_{pp^*} = \left( \frac{5g\beta ns}{r_a v^3 g} \right) \tanh \left( \frac{\Delta E}{KT} \right) \quad (7)$$

यह पद ध्रुवीकरण से स्वतंत्र है। चूंकि परावर्तकता केवल स्पेकुलर (Specular) परिस्थितियों में ही देखी जा सकती है (जिसमें आयातित कोण निर्गम कोण के बराबर

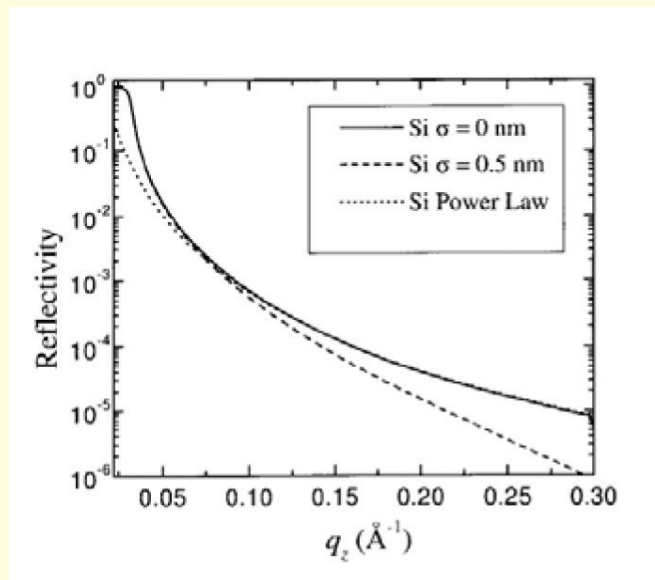
होता है), जो हमें तरंग संदिश (wave vector) ट्रांसफर  $\bar{q} = (0, 0, q_z = 4\pi \sin\theta / \lambda)$  को समावेश करने के पश्चात प्राप्त होता है।

$$R^{flat}(q_z) = \frac{\left| q_z - \sqrt{q_z^2 - q_c^2 - \frac{32i\pi^2\beta}{\lambda^2}} \right|^2}{\left| q_z + \sqrt{q_z^2 - q_c^2 - \frac{32i\pi^2\beta}{\lambda^2}} \right|^2} \quad (8)$$

चित्र 1: इस सूत्र तथा घात नियम सूत्र के उपयोग से अभिकली सिलिकन वेफर की परावर्तकता को दर्शाता है जोकि  $q_z > 3q_c$  की स्थिति में ही वैध है। यूनिटी से विचलन का कारण अल्प  $q_z$  पर पदार्थ में होने वाला अवशोषण है जोकि  $q = q_c = 4\pi\theta_c/\lambda$  के निकट एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

### परावर्तकता मापन में अवशोषण का महत्व

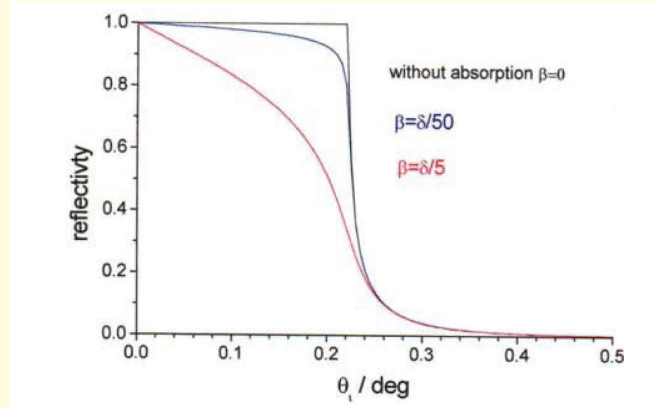
यह दर्शाता है कि क्रांतिक कोण का मापन सतह के निकटवर्ती क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन घनत्व को सीधे प्रदान करता है। इसका उपयोग रासायनिक घनत्व, सरंधता, अथवा रासायनिक संयोजन के मापन हेतु किया जा सकता है। क्रांतिक कोण फिल्म के औसत इलेक्ट्रॉन घनत्व  $n_e$  से संबंधित है जो कि सम्पूर्ण फिल्म से संबंधित होती है।



चित्र 1: सिलिकन वेफर में एक्स-रे परावर्तकता बिना पृष्ठीय रूक्षता के, रूक्षता ( $\sigma$ ) = 0.5 nm को घातांक नियम व्यवस्था में दर्शाया गया है। यह देखा जा सकता है कि उच्च तरंग संदिश ट्रांसफर पर रूक्षता एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है तथा यह कि निम्न तरंग संदिश ट्रांसफर पर घातांक नियम व्यवस्था, फ्रेनल परावर्तकता से भिन्न है। साभार, संदर्भ [7]







चित्र 2: अवशोषण के विभिन्न मूल्यों और तरंगदैध्य ( $\lambda$ )=0.154nm पर दोषहीन Si-निर्वात अंतरापृष्ठ का परावर्तकता वक्र (साभार, संदर्भ इंटरनेट)।

एक सरल तर्क के लिये एक्स-रे बेअर सबस्ट्रेट के क्रांतिक कोण से न्यून कोण पर परावर्तित होती है।

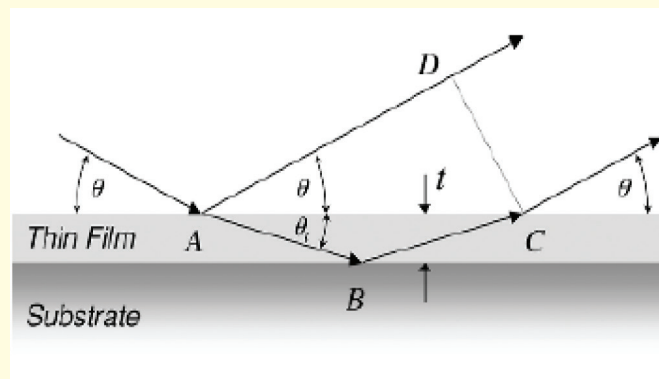
### एकल परत की परावर्तकता

क्रांतिक कोण, सबस्ट्रेट तथा तनु फिल्म के इलेक्ट्रान घनत्व पर निर्भर करता है : इलेक्ट्रानिक प्रकीर्णों (scatterers) की संख्या जितनी अधिक होगी  $\theta_c$  का मान भी उतना ही अधिक होगा (समीकरण (5) देखें)। परावर्तकता ग्राफ में सर्वाधिक ध्यान देने योग्य विशेषता तीव्रता दोलन की घटना है, जिसे 1931 में प्रकाशित करने वाले वैज्ञानिक एच. किसिग के नाम से किसिग (Kiessig) फ्रिंज दोलन या किसिग फ्रिंज कहा जाता है [4]।

तीव्रता दोलन के उद्भव को तनु फिल्म प्रकाशिकी हेतु विकसित समान सूत्र जो कि फिल्म प्रकाशिकी हेतु विकसित किया गया है के द्वारा समझा जा सकता है। जैसे कि अधिकतम तीव्रताएँ देखने को तभी मिलती है जब परावर्तित एवं अपवर्तित बीम के मध्य फेज अंतर  $\Delta$  तरंगदैध्य ( $\lambda$ ) का गुणज होता है

चित्र 3 में एक आरेखीय बीम अनुरेख को दर्शाया गया है जो किसिग के मूल प्रकाशन की आवृत्ति से तुलनीय है। उन्होंने तर्क दिया कि दोनो बीम के मध्य फेज अंतर  $\Delta$  के बीच संबंध को निम्नलिखित समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

$$\Delta = (AB + BC)n - AD \quad (9)$$



चित्र 3 : परावर्तित एवं अपवर्तित बीम के फेज अंतर  $\Delta$  प्राप्त करने हेतु आरेखीय प्रस्तुतीकरण। साभार, संदर्भ [3]





जो कि दोनो बीम के पाथ अंतर को दर्शाता है और जहां n परत का अपवर्तनांक है। उपर्युक्त चित्र के सूक्ष्म अवलोकन से पता चलता है कि कला-विस्थापन फिल्म की मोटाई तथा क्रांतिक कोण के जरिए संबन्धित है।

$$\Delta = 2t \sin \theta_i \text{ or } \Delta \approx 2t \theta_i = 2t \sqrt{\theta_c^2 - \theta^2} \quad (10)$$

रोचक तथ्य यह है कि फिल्म की मोटाई t को अंतरातल (interplanar) अंतराल d के स्थान पर रखने पर इस फेज अंतर संबंध तथा ब्रैग समीकरण में साम्यता देखने को मिलती है। जब भी फेज अंतर तरंगदैर्घ्य का गुणज,  $\Delta = m \lambda$  होता है तो एक शीर्ष देखने को मिलता है। प्रत्येक दोलन की शीर्ष तथा स्क्वेर् बनाने वाली संख्या के साथ इंडेक्स m को जोड़कर यह मूल्यांकन आगे बढ़ाया जाता है।

$$\theta_m^2 = \theta_c^2 + \left( \frac{\lambda}{2t} \right)^2 m^2 \quad (11)$$

आधुनिक XRR मूल्यांकन प्रोग्राम में, परावर्तकता वक्र में मोटाई t को फिटिंग पैरामीटर में फिट कर स्वतः निर्धारण किया जाता है। समीकरण (11) से स्पष्ट है

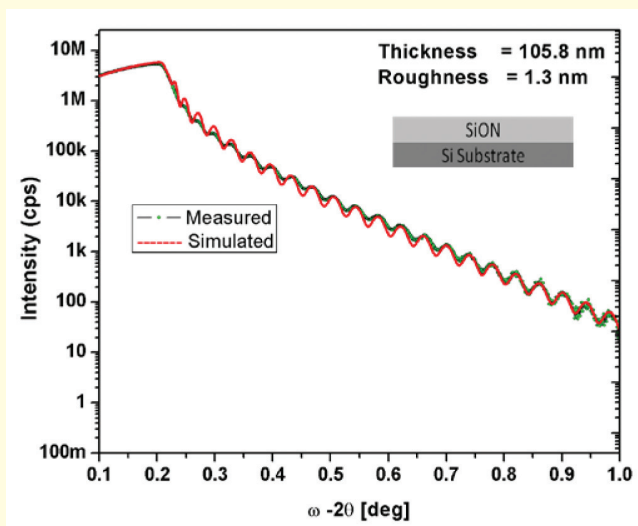
कि दो निकटवर्ती फ्रिंजो के बीच की दूरी के लिए  $2\theta_{m+1}$  तथा  $2\theta_m$  जोकि  $\theta_c$  से अधिक है को इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।

$$2\theta_{m+1} - 2\theta_m \approx \frac{\lambda}{t} \quad (12)$$

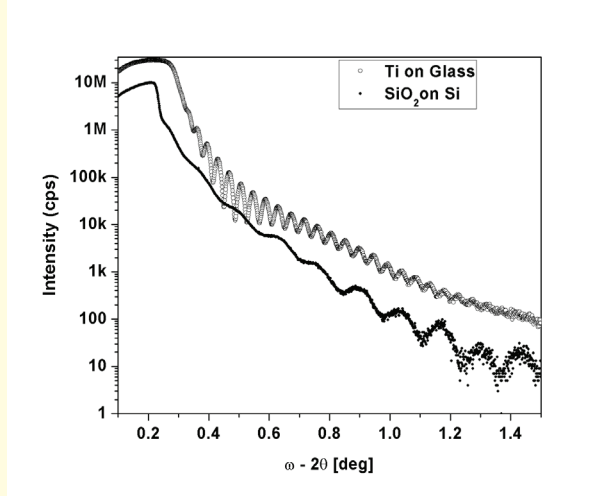
और इस प्रकार  $1/t$  के समानुपाती होता है। अतः परत की मोटाई बढ़ाए जाने पर उच्चिष्ठ (मैक्सिमा) और अधिक निकट स्थापित हो जाएंगे।

Si सबस्ट्रेट पर  $\sim 100\text{nm}$  SiON मोटी परत से आरंभ होने वाली व्यतिकरण फ्रिंज का एक उदाहरण चित्र-4 में दर्शाया गया है। दर्शाया गया श्रेष्ठतम आसंजन हमें  $2.7\text{g/cm}^3$  घनत्व तथा सबस्ट्रेट एवं ऊपरी पृष्ठ पर क्रमशः  $0.5\text{nm}$  एवं  $1.3\text{nm}$  की रूक्षता सहित  $105.8\text{nm}$  मोटी परत के निर्धारण में सहायता करता है।

ऊँचा-नीचा अंतरापृष्ठ हेतु, फ्रिंज आयाम, सबस्ट्रेट एवं परत के मध्य इलेक्ट्रॉन घनत्व के अंतर पर निर्भर करता है। अतः जैसा कि चित्र-5 में स्पष्ट किया है कि Si पर  $\text{SiO}_2$  की मोटाई का निर्धारण करना सरल नहीं है क्योंकि उदाहरणार्थ ग्लास पर Ti की तुलना में फ्रिंज आयाम लघु है।



चित्र 4: Si सबस्ट्रेट पर SiON की तनु फिल्म की स्पेकुलर परावर्तकता प्रोफाइल का चित्रण। श्रेष्ठतम आसंजन द्वारा प्राप्त पैरामीटर इस प्रकार है : SiON की मोटाई  $105.8\text{nm}$ ; रूक्षता,  $1.3\text{nm}$  | XRR वक्र को PANalytical X'pert PRO MRD सिस्टम द्वारा रिकार्ड किया गया तथा अनुकरण के लिए PANalytical सॉफ्टवेयर 'PANalytical X'pert reflectivity का उपयोग किया गया।



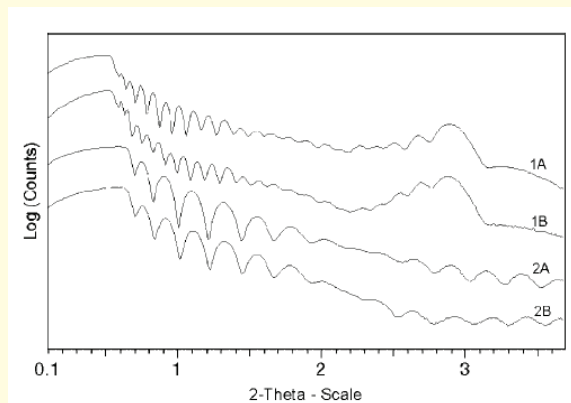
चित्र 5: Si पर SiO<sub>2</sub> तथा Si पर Ti की एक (अनुकारी) तुलना । प्रत्येक स्थिति में परत 20nm मोटी है और अंतरापृष्ठ की चौड़ाई शून्य है। XRR वक्र को PANalytical X'pert PRO MRD सिस्टम द्वारा रिकार्ड किया गया है। जहां  $\lambda=0.154$  nm है ।

वायु/फिल्म/सबस्ट्रेट त्रिपक्षित परिदृश्य परिणाम का फ्रिंज जिन्हें किसेग फ्रिंज कहा जाता है, जोकि वायु/फिल्म अंतरापृष्ठ तथा फिल्म/सबस्ट्रेट अंतरापृष्ठ पर परावर्तित एक्स-रे बीम के रचनात्मक एवं विध्वंसक व्यतिकरण से उच्चिष्ठ (मैक्सिमा) की स्थिति संशोधित व्रैग संबंध से प्राप्त होती है।

$$m_i \lambda = 2t \left( \sin^2 \theta_i - \sin^2 \theta_c \right)^{1/2} \quad (13)$$

जहां  $m_i$  से अभिप्राय:  $i$ -th maxima,  $\lambda$  इंसिडेंट एक्स-रे की तरंगदैर्घ्य ( $\text{CuK}\alpha=0.15418\text{nm}$ ),  $\theta_i$  व्रैग परावर्तन की कोणीय स्थिति तथा  $\theta_c$  क्रांतिक कोण की कोणीय स्थिति विवर्तन क्रम से है।

उदाहरण के लिए Ni-Si की बहुपरतीय संरचना पर विचार करते हैं जिसमें दो सैंपल Ni-Si के 24 पुनरावृत्तीय यूनिट के 2 नमूने हैं । पहले नमूने में Ni तथा Si परतों हेतु निक्षेपण समय क्रमशः 14.1 तथा 63.7 Sec था तथा दूसरे सैट में Si हेतु निक्षेपण समय को घटाकर कर 24.7 Sec कर दिया गया जबकि Ni हेतु समय को 14.1 sec पर ही स्थिर रखा गया है। नमूनों का निक्षेपित दशा में ही विश्लेषण किया गया । नमूनों की XRR प्रोफाइल में परत-निर्माण के प्रमाण देखने को मिले जैसा कि संयुक्त मॉडुलेशन से उत्पन्न एकल व्रैग परावर्तन द्वारा देखा गया (नीचे दिया गया चित्र-6 देखें)



चित्र 6 : Si तथा GaAs सबस्ट्रेट पर Ni-Si फिल्मों का एक्स-रे परावर्तकता वक्र । GaAs पर 1A तथा 2A एवं Si सबस्ट्रेट पर 1B तथा 2B नमूनों को प्रदर्शित किया गया है। साभार, संदर्भ [8]







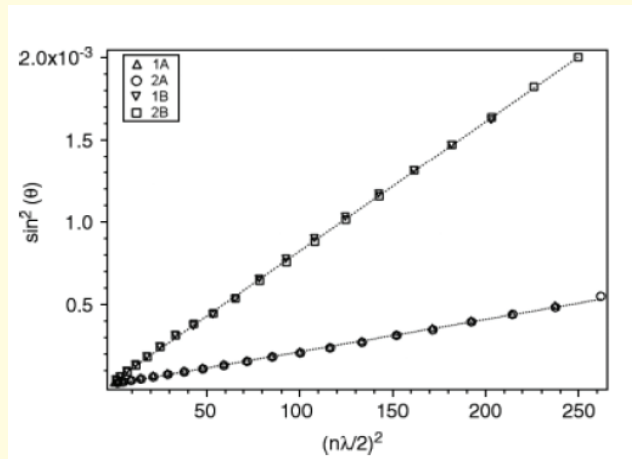
समीकरण (13) को पुनः व्यवस्थित कर फिल्म की शुद्ध मोटाई को ज्ञात किया जाता है तथा दोलन के शीर्ष का Sine के वर्ग  $\theta_i$  के समक्ष तरंगदैर्घ्य के वर्ग  $\lambda$  को  $m_i$  वर्ग का दो गुना रखकर और प्रवणता/ढलान से मोटाई  $t$  को निकालकर निरपेक्ष फिल्म मोटाई निर्धारित की जा सकती है। जिसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा समझा जा सकता है :-

$$\sin^2 \theta_i = \left( \frac{\lambda}{2} \right)^2 \frac{m^2}{t^2} + \sin^2 \theta_c \quad (14)$$

अतः किसेग फ्रिंज द्वारा सम्पूर्ण फिल्म के मोटाई के क्रांतिक कोण का निर्धारण, एवं पूर्ण फिल्म की मोटाई का निर्धारण उत्तपन्न दोलन के द्वारा किया जा सकता है। उपर्युक्त संबंध द्वारा निर्धारित नमूनों के क्रांतिक कोणों को नीचे सारणी 1 में दिया गया है:-

पूर्ण फिल्म के क्रांतिक कोण  $\theta_c$  तथा घनत्व  $\rho$  के मध्य संबंध को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है :

$$\rho = k \left( \frac{\sum_i x_i A_i}{\sum_i x_i Z_i} \right) \left( \frac{\theta_c}{\lambda} \right)^2 \quad (15)$$



चित्र 7 : चित्र 6 से लिया गया दोलन उच्चिष्ठ बनाम Ni-Si नमूने क्रम का प्रदर्शन/ साभार, संदर्भ [8]

सारणी - 1 एक्स-रे परावर्तकता द्वारा निर्धारित मोटाई तथा क्रांतिक कोण पैरामीटर

Sample ID	Substrate	Thickness (nm)	Critical angle ( $^\circ \theta$ )
1A	GaAs(100)	$76 \pm 3$	$0.282 \pm 0.003^\circ$
1B	Si(100)	$76 \pm 2$	$0.276 \pm 0.002^\circ$
2A	GaAs(100)	$34.9 \pm 0.6$	$0.333 \pm 0.002^\circ$
2B	Si(100)	$35.5 \pm 0.9$	$0.331 \pm 0.002^\circ$

जहां  $\lambda$ , इंसिडेंट विकिरण की तरंगदैर्घ्य है,  $Z_i$  व  $A_i$  प्रति परमाणु व घटक  $i$  के परमाण्विक भार में इलेक्ट्रॉन की संख्या है और  $x_i$  फिल्म में घटक  $i$  का मोल अंश है।  $k$  स्थिरांक है और  $\pi/r_0 \cdot N_A$  के बराबर है एवं  $r_0$  से अभिप्रायः बोर अथवा चिरसम्मत इलेक्ट्रॉन त्रिज्या से है तथा  $N_A$  से अभिप्राय आवोगाद्रो संख्या से है। समीकरण

(15) से संकेत मिलता है कि फिल्म संरचना -x- की जानकारी के लिए फिल्म के घनत्व का ज्ञान फिल्म की मोटाई के निर्धारण हेतु आवश्यक है चूंकि घनत्व तथा संयोजन दोनों आपस में जुड़े हुए हैं। अतः किसी एक के ज्ञान के बिना दूसरे का निर्धारण नहीं किया जा सकता है।



### बहुपरतीय तथा अतिजालक हेतु परावर्तकता

एक बहुपरतीय सिस्टम के XRR मापन में, इंसिडेंट बीम की तीव्रता अंतरापृष्ठों पर अलग-अलग परतों में परावर्तन एवं अवशोषण द्वारा कम हो जाता है। पैरट ने इस समस्या का समाधान 1954 में धात्विक परतों के पृष्ठीय आक्सीकरण प्रभावों की जाँच के दौरान किया है [6]। वास्तव में XRR तकनीक की पृष्ठीय सुग्राहिता, आक्साइड परत के कुछेक नैनोमीटर की सीमा में मोटाई का निर्धारण करने में सहायक है क्योंकि ये विशेष तकनीकी रूप से संबद्ध पृष्ठों पर घटित होती है।

एक बहुपरतीय सिस्टम का आरेख चित्र-6 में चित्रित किया गया है। परतों को शीर्ष से तल के क्रम में संख्यांकित किया गया है। मैट्रिक्स तकनीक के दृष्टिकोण से बहुपरतीय सिस्टम की परावर्तकता को कथित परावर्तन गुणांक  $r_{j,j+1}$  के आधार पर वर्णित किया गया है।

$$r_{j,j+1} = \frac{k_{z,j} - k_{z,j+1}}{k_{z,j} + k_{z,j+1}} \quad (16)$$

जो दो निकट के वेव वेक्टर में  $z$  तरंग संदिश घटकों  $k_{z,j}$  और  $k_{z,j+1}$  को रखता है तथा  $j,j+1$  अंतरापृष्ठ पर आगामी तथा निर्गम बीम के परावर्तन के लिए उत्तरदायी है।

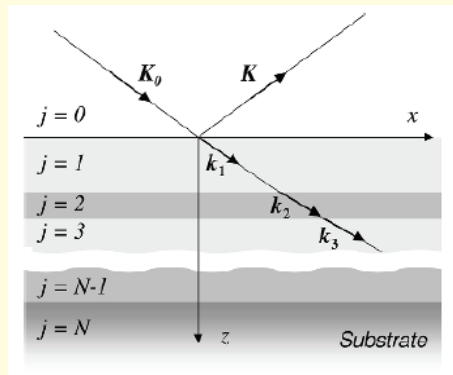
एक-परतीय सिस्टम हेतु प्रक्रिया का उपयोग करने पर परावर्तित बीम की तीव्रता हेतु निष्पीड़न पर समाप्त हो जाती है।

$$\frac{I_\theta}{I_0} = \frac{r_{0,1}^2 + r_{1,2}^2 + 2r_{0,1}r_{1,2} \cos 2k_{z,1}t}{1 + r_{0,1}^2 r_{1,2}^2 + 2r_{0,1}r_{1,2} \cos 2k_{z,1}t} \quad (17)$$

जो समीकरण (16) के अनुसार वायु-फिल्म अंतरापृष्ठ (0,1) तथा फिल्म-सबस्ट्रेट अंतरापृष्ठ (1,2) के परावर्तन गुणांक पर निर्भर है। यह अनुपात कोटिज्या नियम जो परत की मोटाई  $t$  पर निर्भर है, के माध्यम से चित्र-3 में दृष्टिगत दोलन परिघटना हेतु भी उत्तरदायी है। परावर्तकता में कोटिज्या नियम का अस्तित्व स्पष्ट संकेत करता है कि परावर्तकता  $2k_{z,1}h = q_{z,1}h = 2p\pi$  के रूप में परिभाषित रेसिप्रोकल स्पेस में आवर्ती दोलन को प्रस्तुत नहीं करती है।

अंतरापृष्ठ 1 व 2 पर परावर्तित तरंगों के बीच संपोषी व्यतिकरण के परिणामस्वरूप दोलन होते हैं तथा उनकी अवधि से फिल्म की मोटाई प्राप्त होती है।

एक बहुपरतीय फिल्म में सभी अंतरापृष्ठों पर एक्स-रे परावर्तन होता है। एक बहुपरतीय फिल्म की एक्स-रे परावर्तकता,  $\theta$  के रूप में सैद्धांतिक गणना की पुनरावृत्ति समीकरण (18) द्वारा की जा सकती है। समीकरण में  $n$  परतों के साथ फिल्म के शीर्ष पर निर्वात अथवा गैस फेज को  $j=1^{st}$  परत माना जाता है। बहुपरतीय फिल्म में प्रत्येक परत को इस क्रम में  $j=2$  से आरंभ कर संख्यांकित किया जाता है तथा सबस्ट्रेट को  $j=n+1$  परत के रूप में लिया गया। जब  $j^{th}$  तथा  $(j+1)^{th}$  परतों के मध्यम अंतरापृष्ठ पर परावर्तन गुणांक को  $R_{j,j+1}$  के रूप में परिभाषित किया जाता है, तो  $R_{j,j+1}$  के मूल्य की गणना निम्नलिखित पुनरावृत्ति सूत्र द्वारा की जा सकती है:



चित्र 8: बहुपरतीय सिस्टम की XRR में सम्मिलित तरंग सदिशों हेतु संकेतन। साभार, संदर्भ [3]





$$R_{j,j+1} = \frac{R_{j+1,j+2} + F_{j,j+1}}{R_{j+1,j+2} \times F_{j,j+1} + 1} a_j^4 \quad (18)$$

जहां

$$F_{j,j+1} = \frac{g_j - g_{j+1}}{g_j + g_{j+1}} \exp\left(\frac{-8\pi^2 g_j g_{j+1} \sigma_{j+1}^2}{\lambda^2}\right) \quad (19)$$

$$a_j = \exp(-i\pi g_j d_j / \lambda) \quad \text{and} \quad (20)$$

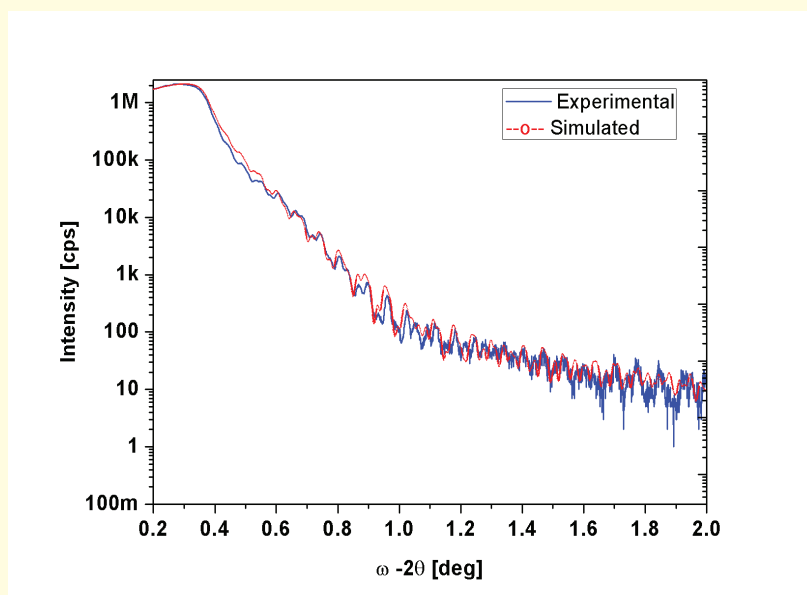
$$g_j = \sqrt{n_j^2 - \cos^2 \theta} \quad (21)$$

यद्यपि, एक अतिजालक की स्थिति में, पुनरावृत्ति समीकरण (18) को समीकरण (19) से (21) के साथ मिलाकर ( $R_{j,j+1}$  के मूल्यों की गणना के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है) सर्वप्रथम सबस्ट्रेट के शीर्ष अंतरापृष्ठ से आरंभ कर तथा उसके बाद क्रम में अगले ऊपरी अंतरापृष्ठ से प्रस्थित परत तक किया जा सकता है। अंततः एक्स-रे परावर्तकता  $I/I_0 = R_{1,2}$  की गणना की जाती है। यहां  $I_0$  से अभिप्रायः इंसिडेंट बीम तीव्रता तथा  $I$  से अभिप्रायः निरपेक्ष परावर्तित बीम तीव्रता से है। प्रत्यय 0 नमूने के ऊपर वायु ( $\sim$  निर्वात) परत को दर्शाता है, एक

सिस्टम के विभिन्न अंतरापृष्ठों से परावर्तित होने वाली तरंगों के व्यतिकरण के कारण परावर्तकता में तीव्रता दोलन देखे जा सकते हैं। इन कथित किसेग-फ्रिंज के  $Q_z$  में आवर्तता को  $2\pi/t$  के माध्यम से फिल्म की मोटाई  $d$  से जोड़ा जा सकता है। यह उल्लेखनीय है कि पदार्थ पर्याप्त मोटा हो ताकि पदार्थ के तल से कोई परावर्तकता न हो।

चित्र-9 NIST के मानक संदर्भ द्रव्य (SRM) के प्रयोगात्मक तथा अनुकारी परिणामों को दर्शाता है जोकि एक पॉलिशड सिलिकन (100) सबसस्ट्रेट पर नौ प्रत्यावर्ती धात्मिक तनु फिल्म परतों से बना है; इनमें से पाँच शुद्ध क्रोमिउम तथा चार शुद्ध निकिल की जो कुल Cr तथा Ni द्वा की मोटाई, एकल तत्व परत-दर-परत एकरूपता Ni तथा Cr द्वा-परत एकरूपता (आवर्तितत) तथा एकल परत मोटाई हेतु प्रमाणित है। प्रत्येक परत की अलग-अलग मोटाई Cr हेतु  $\sim 57\text{nm}$  तथा Ni हेतु  $\sim 56\text{nm}$  है। यद्यपि अनुकरण Ni तथा Cr की परत मोटाई क्रमशः  $\sim 76\text{nm}$  तथा  $\sim 56\text{nm}$  दर्शाता है।

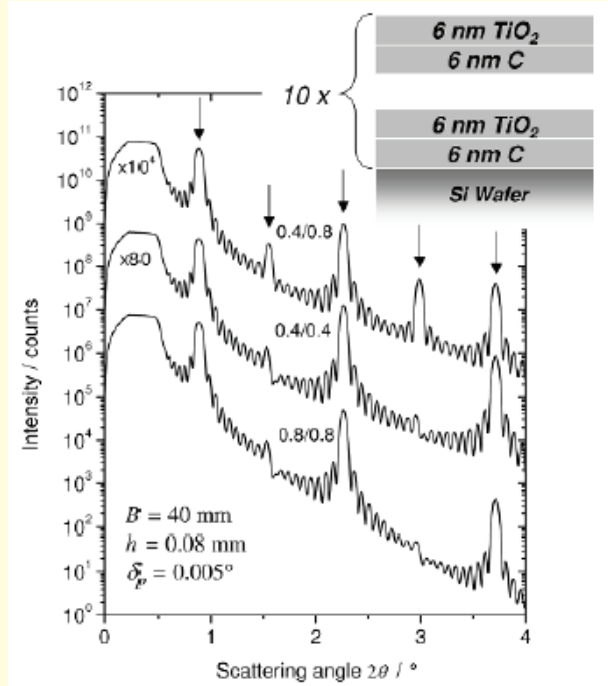
XRR, आवर्तित बहुपरतों की आंतरिक संरचना जिसे अतिजालक भी कहा जाता है (बहुपरत की एक विशिष्ट स्थिति में) को स्पष्ट कर सकती है। परतीय संरचनाओं में टाइप A तथा B परतों की N युग्मों का स्टैक आवश्यक रूप से होता है, जहां  $t_A$  तथा  $t_B$  की प्रत्येक



चित्र 9: NIST से प्राप्त मानक संदर्भ द्रव्य के प्रयोगात्मक तथा अनुकारी XRR पैटर्न। XRR वक्र को PANalytical X'pert PRO MRD सिस्टम द्वारा रिकार्ड किया गया तथा अनुकरण करने के लिए PANalytical Software "PANalytical X'pert reflectivity" का उपयोग किया गया।







चित्र 10: Si वेफर पर (TiO<sub>2</sub>/C) अतिजालक के XRR का अनुकरण। प्रत्येक पैटर्न पर दी गयी संख्याएँ क्रमशः TiO<sub>2</sub> तथा C परतों की प्राप्त रूक्षता (nm में) है। सबस्ट्रेट रूक्षता को 0.4nm पर स्थिर रखा गया। अतिजालक शीर्षों को तीर के द्वारा संकेतित किया गया है। साभार, संदर्भ [3]

परत की मोटाई, अतिजालक आवर्तक  $t_{per}$  का योग है।

$$t_{per} = t_A + t_B \quad (22)$$

ये अतिजालक प्रकाश-उत्सर्जी उपकरण में कथित ब्रैग मिर्रोर्स के रूप में अथवा एकस-रे मिरर के रूप में अनुप्रयोग हेतु संविरचित की जाती है। इन बहुपरतीय रचनाओं के XRR वक्र का अभिलक्षणन जिन्हें एकस-रे मिरर सिस्टम के द्वारा किया गया है को उदाहरण हेतु चित्र 10 में स्पष्ट रूप से प्रदर्शित किया गया है। साथ ही, Si सबस्ट्रेट पर 10×(6nm TiO<sub>2</sub>/6nm C) अतिजालक के रिफ्लैक्टोग्राम्स भी दर्शाए गए हैं।

अतिजालक शीर्ष घटना जोकि एक व्यतिकरण मैक्सिमा का कारण है जिसकी वजह से समीकरण (11) को एकल परत सिस्टम के लिए संशोधित किया जा सकता है। जबकि अतिजालक की दशा में मोटाई को अतिजालक अवधि में स्थानापन्न कर यह प्राप्त होता है।

$$\theta_m^2 = \langle \theta_c \rangle^2 + m^2 \left( \frac{\lambda}{2t_{per}} \right)^2 \quad (23)$$

यहाँ  $\langle \theta_c \rangle$  कल अतिजालक का औसत क्रांतिक कोण।

सामान्यतः A एवं B परत हेतु तथा पृष्ठीय रूक्षता  $\sigma_{AB}$  एवं  $\sigma_{BA}$  के अलग-अलग मोटाई मूल्य का निर्धारण मैट्रिक्स नियम के अनुसार किया जाता है। चित्र-10 में भिन्न-भिन्न पृष्ठीय रूक्षताओं युक्त विभिन्न अनुकरणों को दर्शाया गया है।

वृहद अतिजालक फ्रिंज के मध्य अंतर समीकरण (23) से ज्ञात होता है, जबकि लघु में फ्रिंज को परत सिस्टम की कुल मोटाई अर्थात्  $1/(Nt_{per})$  के साथ मापा जाता है। आदर्शतः दो समीपस्थ अतिजालक शीर्षों के मध्य N-2 लघु फ्रिंज होते हैं। चित्र से ज्ञात होता है कि  $\sigma_{AB}$  एवं  $\sigma_{BA}$  के कुछ संयोजनों के लिए प्रति सेकंड अधिकतम क्रमशः कम हो सकता है। यह प्रभाव  $t_A=t_B$  युक्त अतिजालकों में देखा जा सकता है तथा इसका कारण AB एवं BA अंतरापृष्ठ पर परावर्तित एकस-रे बीम का विनाशात्मक व्यतिकरण है।

### निष्कर्ष

\* एकस-रे परावर्तनमिति एक अविनाशी पद्धति है एवं इसे बहुपरतीय फिल्म की परत संरचना, मोटाई, घनत्व तथा पृष्ठीय अथवा अंतरापृष्ठीय रूक्षता के विश्लेषण हेतु वृहद स्तर पर प्रयुक्त किया जाता है।



- \* इसका उपयोग एकल-क्रिस्टलीय, बहुक्रिस्टलीय अथवा अक्रिस्टलीय पदार्थों के अध्ययन हेतु किया जा सकता है।
- \* इसका उपयोग दृश्यमान प्रकाश में एक अपारदर्शी फिल्म के अध्ययन हेतु किया जा सकता है।
- \* इसका उपयोग कुछेक से 10000 nm तक फिल्म की मोटाई मापने के लिए भी किया जा सकता है।

### अभिस्वीकृति

लेखक सीएसआईआर-एनपीएल के भूतपूर्व एवं वर्तमान निदेशकों का उनके निरन्तर समर्थन तथा एनपीएल में उच्च-विभेदन एक्स-रे विवर्तन सुविधाओं के उन्नयन हेतु प्रोत्साहन देने के लिए आभारी है। लेखक XRR मापनों हेतु उत्कृष्ट नमूने उपलब्ध करवाने हेतु सेवानिवृत्ति वैज्ञानिक डा. अभिताभ बासु का आभार व्यक्त करता है। लेखक श्री जय नारायण उपाध्याय, हिंदी अधिकारी सीएसआईआर-एनपीएल का हिंदी में अनुवाद एवं इस लेखन को प्रोत्साहित करने के लिए आभार व्यक्त करता है।

### संदर्भ :

- (1) मरा, डब्ल्यू सी इजनबर्गर, पी, तथा को ए आई "एक्स-रे कुल बाह्य परावर्तन-बैंग विवर्तन : GaAs-Al अंतरापृष्ठ का संरचनात्मक अध्ययन, अनुप्रयुक्त भौतिकी जर्नल 50(1979)6927-6933
- (2) डोर्नर, एम एफ तथा ब्रेनन, एस "एक्स-रे गहराई प्रोफाइलिंग द्वारा तनु एल्युमीनियम फिल्म में विकृत विवर्तन" अनुप्रयुक्त भौतिकी जर्नल 63 (1988) 126-131
- (3) एक्स-रे प्रकीर्णन द्वारा तनु फिल्म विश्लेषण में मारियो बर्कहोल्ज, VILEY-VCH Verlag GmbH एवं Co. KgaA, Weinheim, 2006
- (4) डेविड के ब्राउन तथा ब्रायन के टैनर, अर्धचालक निर्माण में एक्स-रे मापिकी, टेलर एवं फ्रेंसिस ग्रुप, LLC, 2006
- (5) एल जी पैरत, एक्स-रे के पूर्व परावर्तन द्वारा ठोसों का पृष्ठीय अध्ययन, भौतिक Rev. 95(1954)359/
- (6) ए. गिबाद तथा एस. हाजरा, एक्स-रे परावर्तकता तथा विसरीत प्रकीर्णन, वर्तमान विज्ञान 78(2000) 1467-1477
- (7) ट्रेन एम, फुंग, जैकब एम. जानसेन, डेविड सी. जान्सन, जॉन जे. डोनोवन तथा ब्रायन जी. मैकबर्नेट, एक्स-रे स्पेक्ट्रम, 37(2008) 608-614.



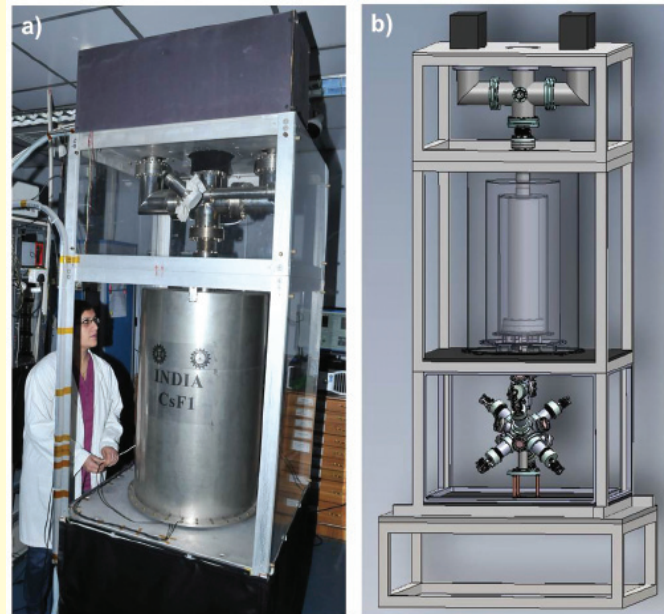
# सीएसआईआर-एनपीएल में प्राथमिक आवृत्ति मानकों का विकास

आयशिक आचार्य, अरविंद कुमार सैनी, पूनम अरोड़ा, सूची यादव और आशीष अग्रवाल

सीज़ियम फाउंटेन एक सेकंड की एसआई परिभाषा (सीज़ियम (सीएस) परमाणुओं में माइक्रोवेव संक्रमण के आधार पर) को बहुत सटीकता से व्यक्त करता है और इसलिए यह एक प्राथमिक मानक के रूप में संचालित है। सीज़ियम फाउंटेन में, सीज़ियम परमाणुओं को कुछ  $\mu\text{K}$  तक ठंडा करके इनको एक माइक्रोवेव कैविटी के बीच से गुरुत्वाकर्षण बल के विपरीत ऊपर की ओर भेजते हैं। सीएस परमाणु एक बार ऊपर जाते समय और दूसरी बार ऊपर से नीचे आते समय माइक्रोवेव से प्रभावित होते हैं। परमाणुओं के संक्रमण की संभावना माइक्रोवेव की आवृत्ति के ऊपर निर्भर करती है। माइक्रोवेव के प्रभाव के बाद परमाणुओं की स्थिति डिटेक्शन चैम्बर की सहायता से पता लगाते हैं। विश्वभर में, केवल 15 ऐसे फाउंटेन हैं जो कि अमेरिका, ब्रिटेन, फ्रांस, जर्मनी, इटली और जापान के राष्ट्रीय मेट्रोलोजी संस्थानों (NMIs) में परिचालित हैं। भारत, रूस और चीन खुद के प्राथमिक आवृत्ति मानकों को विकसित करके इस समूह में शामिल हो गए हैं। अंतरराष्ट्रीय परमाणु समय मापन (TAI), समय की एक भारित औसत को पूरे विश्व में परमाणु घड़ियों द्वारा सुरक्षित रखता है। परिचालित फाउंटेन आवृत्ति मानकों की बढ़ती संख्या ने TAI की सटीकता को अभूतपूर्व स्तर पर रखने में, जोकि  $10^{-15}$  से कम समय के अंतराल के आंशिक अनिश्चितता के साथ करने के लिए योगदान दिया है। भारत के पहले सीएस फाउंटेन को आवृत्ति मानक (NPLI-CsF1), के रूप में चित्र -1 a में दिखाया गया है जो अब पूरी तरह से काम कर रहा है सात आवृत्ति मूल्यांकनों को BIPM की मासिक पत्रिका सर्कुलर T 323 (नवंबर 2014) में पहली बार दिखाया गया।

विभाग, एक दूसरे सीएस फाउंटेन (चित्र - 1 b) को विकसित कर रहा है जो कि विशेष डिजाइन और सुविधाओं

से युक्त है तथा सावधानीपूर्वक व्यवस्थित त्रुटियों को जांचने के क्रम में, हमारे आवृत्ति मानक का कुछ भागों की सटीकता को  $10^{-16}$  तक बढ़ाने में सक्षम है।



चित्र-1: (a) प्रथम सीएस फाउंटेन का भौतिकी पैकेज; b) द्वितीय सीएस फाउंटेन के भौतिकी पैकेज का लेआउट।

## 1.1.1 प्रथम सीज़ियम फाउंटेन: NPLI CsF1

प्रथम सीज़ियम फाउंटेन NPLI (राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, भारत) में संचालित है और इसका लगातार मूल्यांकन किया जा रहा है। प्रत्येक मूल्यांकन (स्थायी 10-20 दिन) में, प्रमुख व्यवस्थित पारियों की गणना ब्लैकबॉडी विकिरण (BBR), 2<sup>nd</sup> आर्डर जीमैन, गुरुत्वाकर्षण क्षमता और कोलिजन शिफ्ट द्वारा की गयी और उसे सही किया गया। एक मूल्यांकन के दौरान, फाउंटेन आवृत्ति की तुलना हाइड्रोजन मेसर (एच मेसर) से की जाती है जो





सार्वभौमिक समन्वित समय (यू.टी.सी.) के लिए योगदान दे रहा है और इसलिए फाउंटेन यू.टी.सी. के संबंध में मूल्यांकन करता है। फाउंटेन और एच-मेसर के बीच अंतर आवृत्ति के एलन विचलन से पता चलता है कि फाउंटेन आवृत्ति औसतन कम से कम एक दिन में  $10^{15}$  बार के कुछ भागों में स्थिर है।

जर्मनी, रूस और चीन के फाउंटेनो के साथ NPLI-CsF1 की एक अंतरराष्ट्रीय अंतर-तुलना अभियान (21 से अधिक दिन) को सफलतापूर्वक मई, 2013 में आयोजित किया गया। अंतिम नतीजे बताते हैं कि फाउंटेनो के बीच सभी विभिन्न आवृत्ति में 1-सिग्मा अनिश्चितता के भीतर सहमति  $10^{-15}$  स्तर तक है। सफल अंतरराष्ट्रीय अंतर-तुलना करने के बाद, फाउंटेन का समय-समय पर TAI के संबंध में मूल्यांकन किया जाता है।

हाल ही में, NPLI-CsF1 ने सात आवृत्तियों का मूल्यांकन कर BIPM को सूचित किया। परिणामों की समीक्षा करने के बाद BIPM ने इन सात मूल्यांकनों के परिणामों को मासिक पत्रिका सर्कुलर T-323 की रिपोर्ट (दिसम्बर 2014) में दिखाया। यह पहली बार है जब NPLI-CsF1 को सर्कुलर T-323 की सूची में प्राथमिक आवृत्ति मानकों के समूह में दिखाया है (चित्र-2)।

पूर्वग्रहों का एक और अधिक सटीक आकलन, विशेष रूप से कोल्ड कोलिजन शिफ्ट के क्रम में कुल अनिश्चितता बजट को कम करने में महत्वपूर्ण है। यह भी महत्वपूर्ण है कि फाउंटेन का लगातार मूल्यांकन किया जाये और नियमित रूप से TAI के लिए योगदान

करें। फाउंटेन लेसरों का पिछले दस वर्षों से कार्य करने के कारण, आसानी से खराब हो सकते हैं। इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण उतने ही पुराने हैं और इसलिए उनकी समय-समय पर मरम्मत की जरूरत होती है। बड़ी रुकावट के बिना फाउंटेन का परिचालन भी एक बड़ी चुनौती है।

### 1.1.2 द्वितीय सीज़ियम फाउंटेन

यह विभाग विशेष डिजाइन और गुण से युक्त एक द्वितीय सीएस फाउंटेन बना रहा है, जिससे बेहतर यथार्थता और स्थिरता प्राप्त हो सकेगी। कैविटी डिजाइन को इस प्रकार बनाया गया है, जो डिस्ट्रिब्यूटेड कैविटी शिफ्ट को कम कर सके और लेज़र क्लिंकिंग एंड लॉन्चिंग को इस प्रकार चुना गया है, जिससे लाइट शिफ्ट कम हो सके। इसके अलावा एस / एन अनुपात बढ़ाने के लिए ऑप्टिकल पम्पिंग का प्रयोग किया गया है, जिससे बेहतर स्थिरता और सटीकता प्राप्त हो सके। इन सुधारों के साथ यह उम्मीद है कि द्वितीय फाउंटेन NPLI-CsF1 की तुलना में ज्यादा सटीक होगी। फाउंटेन के लिए योजना और महत्वपूर्ण घटकों के डिजाइन का अधिकांश कार्य पूरा हो गया है। इलेक्ट्रॉनिक्स उप-प्रणाली देश में ही विकसित की गई है। फाउंटेन को NPLI के मेट्रोलाजी भवन में असेंबल किया जा रहा है। पिछले एक साल में प्रयोगशाला में ऑप्टिक्स को स्थापित कर इन्हें प्रयोग करने योग्य बनाया गया है। प्रकाशिकी तालिका को स्थापित किया गया है और एक एल्यूमीनियम की संरचना को तालिका पर बनाया गया है, जो बाहरी धूल के कणों से प्रकाशिकी की रक्षा सके। भौतिकी पैकेज

CIRCULAR T 323

ISSN 1143-1393

2014 DECEMBER 09, 09h UTC

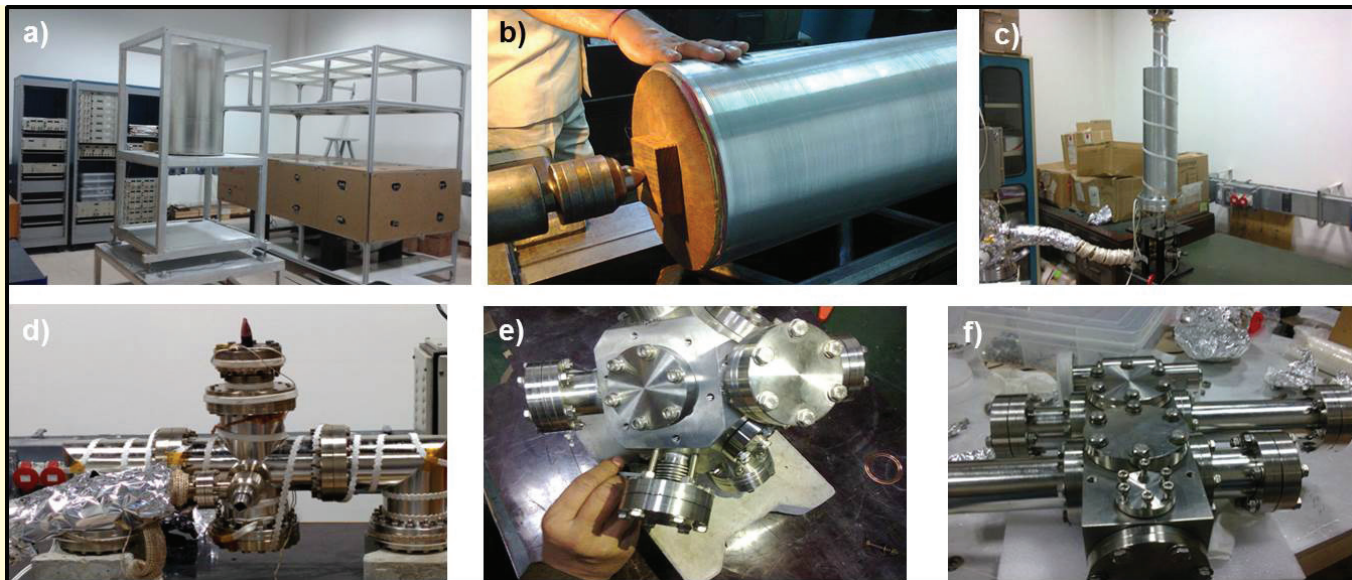
BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE DE LA CONVENTION DU METRE

PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 FAX. +33 1 45 34 20 21 tai@bipm.org

Standard	Period of Estimation	d	uA	uB	u1/Lab	u1/Tai	u	uSrep	Ref(uS)	Ref(uB)	uB(Ref)	Note
PTB-CS1	56959 56989	-12.28	6.00	8.00	0.00	0.10	10.00	PFS/NA		T148	8.	(1)
PTB-CS2	56959 56989	-5.07	3.00	12.00	0.00	0.10	12.37	PFS/NA		T148	12.	(1)
IT-CsF2	56954 56964	0.78	1.30	0.17	0.32	0.62	1.49	PFS/NA		T315	0.19	(2)
IT-CsF2	56964 56979	-0.24	1.00	0.17	0.22	0.49	1.15	PFS/NA		T315	0.19	(3)
NPLI-CsF1	56419 56439	-0.27	0.53	2.60	0.13	0.28	2.67	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56514 56529	3.54	0.47	3.01	0.15	0.37	3.07	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56589 56599	0.97	0.90	2.65	0.20	0.53	2.85	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56604 56614	1.35	0.61	2.71	0.19	0.53	2.83	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56644 56654	-0.85	0.74	2.74	0.18	0.53	2.89	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56659 56669	1.02	0.75	2.36	0.18	0.53	2.54	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
NPLI-CsF1	56679 56689	-0.27	0.93	2.36	0.19	0.53	2.60	PFS/NA		[1]	2.5	(4)
SYRTE-F02	56959 56989	1.04	0.20	0.27	0.10	0.23	0.42	PFS/NA		T301	0.23	(5)
SYRTE-F0Rb	56959 56974	1.17	0.20	0.29	0.11	0.43	0.57	1.3	[2]	T301	0.35	(5)
SYRTE-F0Rb	56979 56989	0.97	0.30	0.29	0.11	0.70	0.82	1.3	[2]	T301	0.35	(5)
SU-CsF02	56959 56989	0.53	0.23	0.25	0.11	0.33	0.48	PFS/NA		T315	0.50	(6)

चित्र 2: (A):NPLI-CsF1 पर आयोजित सात आवृत्ति मूल्यांकन के परिणामों को सर्कुलर T-323 में दिखाया गया है।



चित्र 3: a) एक भौतिकी पैकेज, प्रकाशिकी मेज और इलेक्ट्रॉनिक्स रैक की असेंबली b) सी-क्षेत्र परिनालिका की वाइंडिंग c) पंप और उड़ान ट्यूब की बेकिंग d) शीर्ष वैक्यूम उपअसेंबली की पम्पिंग और बेकिंग e) शीतलन कक्ष की असेंबली f) डिटेक्शन चैम्बर की असेंबली ।

के लिए एल्युमिनियम फ्रेम भी बनाया गया है। आयताकार हेल्महोल्ट्ज कॉयल बनाया गया है और भौतिकी पैकेज के फ्रेम पर रखा गया है। लेजर शीतलन कक्ष के केंद्र में चुंबकीय क्षेत्र का मानचित्रण हेल्महोल्ट्ज कॉयल की स्थापना के बाद किया गया है। सीज़ियम स्रोत तापमान नियंत्रक की असेंबली की गयी और परीक्षण किया गया है।

सी-क्षेत्र परिनालिका को तांबे के तार से लपेटकर उनमें दो कंपनसेशन कॉयल को परिनालिका के किनारों पर वाइंड किया गया है । इलेक्ट्रॉनिक्स उप प्रणालियों का परीक्षण करके इन्हे रैक में माउंट किया गया है। भौतिकी पैकेज के छोटे भागों को अलग-अलग जोड़कर वैक्यूम टेस्ट और बेक किया गया है । ऑप्टिकल व्यूपोर्ट को जोड़कर उनका परीक्षण किया गया है। चित्र-3 दूसरी फाउंटैन के विकास के लिए चल रही विभिन्न गतिविधियों को दर्शाता है।

### 1.1.3 निष्कर्ष

वर्तमान में प्राथमिक आवृत्ति मानकों का विकास सीएसआईआर-एनपीएल के समय और आवृत्ति विभाग में अनुसंधान और विकास का मुख्य लक्ष्य है। एनपीएल में विकसित सीएस फाउंटैन आवृत्ति मानक पूरी तरह से काम कर रहा है और इसका लगातार मूल्यांकन किया जा रहा है। मूल्यांकनों के परिणाम संतोषजनक और तर्कयुक्त हैं और दिखाते हैं कि फाउंटैन की आवृत्ति TAI की तुलना में  $2 \times 10^{-15}$  तक सटीक है। NPLI-CsF1 का परिणाम पहले से ही BIPM को सूचित कर दिया गया है। द्वितीय सीएस फाउंटैन बेहतर स्थिरता और सटीकता के उद्देश्य से विकसित किया जा रहा है।



# सी एस आई आर - राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला हिन्दी पखवाड़ा रिपोर्ट, 2015



राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार की हिन्दी पखवाड़ा सम्बन्धी व्यवस्थाओं को ध्यान में रखते हुए प्रयोगशाला में दिनांक 01 सितम्बर, 2015 से 15 सितम्बर, 2015 तक हिन्दी पखवाड़ा मनाया गया। प्रयोगशाला में स्टाफ सदस्यों को हिन्दी में अधिक से अधिक कार्य करने के लिए प्रोत्साहित एवं प्रेरित करने के उद्देश्य से हिन्दी पखवाड़ा मनाए जाने से पूर्व एवं पखवाड़ा के दौरान विभिन्न प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। प्रत्येक वर्ष की भाँति इस वर्ष भी जो प्रतियोगिताएँ आयोजित की गयी वे इस प्रकार से हैं :-

व्याख्यान देने के लिए डा. दिनेश कुमार गुप्ता, एसोसिएट प्रोफेसर, (हिन्दी) व उपनिदेशक, स्कूल ऑफ ओपन लर्निंग दिल्ली विश्वविद्यालय, नई दिल्ली को आमंत्रित किया गया था। डॉ. गुप्ता ने हिन्दी दिवस के अवसर पर प्रयोगशाला के सभागार में उपस्थित स्टाफ सदस्यों को दैनिक सरकारी कामकाज में हिन्दी का प्रयोग करने के लिए प्रेरित एवं प्रोत्साहित करते हुए "हिन्दी उपयोग की व्यावहारिकता" विषय पर अत्यन्त सारगर्भित एवं विवेचनात्मक व्याख्यान प्रस्तुत किया। डॉ. ए. एम. बिरादर, मुख्य वैज्ञानिक ने कार्यक्रम का शुभारंभ किया। इस अवसर पर उन्होंने प्रयोगशाला के स्टाफ सदस्यों को हिन्दी में अधिक से

क्रम सं.	प्रतियोगिताएं	दिनांक
1.	निबन्ध प्रतियोगिता	07 अगस्त, 2015
2.	शब्दावली एवं अनुवाद प्रतियोगिता	11 अगस्त, 2015
3.	हिन्दी टिप्पण एवं आलेखन प्रतियोगिता (डेस्क प्रतियोगिता)	13 अगस्त, 2015
4.	सामान्य विज्ञान क्विज़ प्रतियोगिता	20 अगस्त, 2015
5.	वर्ष के दौरान हिन्दी में किया गया अधिकतम कार्य एवं हिन्दी डिक्शन	27 अगस्त, 2015
6.	काव्य पाठ प्रतियोगिता	07 सितम्बर, 2015

इन सभी प्रतियोगिताओं में प्रयोगशाला के स्टाफ सदस्यों ने अत्यधिक रुचि प्रदर्शित करते हुए उत्साहपूर्वक भाग लिया। प्रयोगशाला के सभागार में दिनांक 14.09.2015 को मुख्य समारोह आयोजित किया गया। इस अवसर पर

अधिक कार्य करने के लिए प्रेरित करते हुए अपना संदेश दिया। समारोह के अंत में हिन्दी पखवाड़ा मनाए जाने के दौरान आयोजित की गयी प्रतियोगिताओं में भाग लेने वाले कुल 44 विजेता प्रतिभागियों को पुरस्कार प्रदान किए गए।





## नियुक्तियाँ (जुलाई, 2015 से दिसम्बर, 2015)

1. डा. डी के असवाल, निदेशक ने 15.12.2015 को कार्यभार ग्रहण किया।

## पदोन्नतियाँ (जुलाई, 2015 से दिसम्बर, 2015)

1. श्री अभिषेक शर्मा, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
2. श्री सतीश, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
3. श्रीमती गिरिजा मूना, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
4. श्रीमती संध्या मालीकर पटेल, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
5. श्री मानस कुमार दलाई, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
6. डा. (श्रीमती) सरोज कुमार, कनिष्ठ वैज्ञानिक से वैज्ञानिक
7. श्रीमती अंजली शर्मा, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
8. डा. विनय गुप्ता, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
9. श्री रूपेश एम दास, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
10. श्रीमती वंदना, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
11. डा. (श्रीमती) अंजना डोगरा, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
12. डा. सुरेन्द्र पाल सिंह, वैज्ञानिक से वरिष्ठ वैज्ञानिक
13. डा. नाहर सिंह, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
14. डा. प्रभा जौहरी, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
15. डा. (श्रीमती) रितु श्रीवास्तव, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
16. डा. गोविन्द, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
17. डा. आशीष अग्रवाल, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
18. श्रीमती संतोष गोलिया, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
19. श्री शिव कुमार जायसवाल, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
20. श्री सी श्रीकुमार, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
21. डा. (श्रीमती) मोनिका जे कुलश्रेष्ठ, वरिष्ठ वैज्ञानिक से प्रधान वैज्ञानिक
22. श्री एन के वाधवा, प्रधान वैज्ञानिक से वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक
23. डा. क्षेमेन्द्र शर्मा, प्रधान वैज्ञानिक से वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक
24. डा. (श्रीमती) रीना शर्मा, प्रधान वैज्ञानिक से वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

## स्थानांतरण (जुलाई, 2015 से दिसम्बर, 2015)

1. श्रीमती संगीता बैनर्जी, प्रशासन नियंत्रक का एन पी एल, नई दिल्ली से सी एस आई आर कॉम्प्लेक्स, नई दिल्ली में समान पद पर स्थानांतरण, दिनांक 23.10.2015
2. श्री पी. एम. थियोडोर, अनुभाग अधिकारी (सामान्य) का एन पी एल, नई दिल्ली से सीएसआईआर कॉम्प्लेक्स, नई दिल्ली में समान पद पर स्थानांतरण, दिनांक 20.07.2015
3. श्री जितेन्द्र कुमार, तकनीकी सहायक ने एन ए एल, बेंगलोर से एन पी एल, नई दिल्ली में दिनांक 16.10.2015 को समान पद पर कार्यभार ग्रहण किया।





## सेवानिवृत्तियाँ (जुलाई, 2015 से दिसम्बर, 2015)

1. श्री मुरारी लाल शर्मा, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	31.07.2015
2. श्री राजीव सिंघद, प्रधान तकनीकी अधिकारी	31.07.2015
3. श्रीमती कमला देवी, कार्य सहायक एसीपी.2	31.07.2015
4. श्री मित्तर सिंह, प्रयोगशाला सहायक	31.07.2015
5. श्रीयुत् श्रीपाल सिंह, वरिष्ठ तकनीशियन	31.07.2015
6. श्री सुरेन्द्र कुमार, रिकार्ड कीपर (एसीपी.3)	31.08.2015
7. सुश्री परमजीत कौर, निजी सचिव	31.08.2015
8. श्रीयुत् श्रीपाल, प्रयोगशाला सहायक	30.09.2015
9. श्री जयभगवान, प्रयोगशाला सहायक	31.10.2015
10. श्री देविन्द्र कुमार, वरिष्ठ तकनीशियन (2)	31.10.2015
11. श्री जगदीश चन्द सनवाल, वरिष्ठ तकनीशियन (2)	31.10.2015
12. डा. ए एम बिरादर, मुख्य वैज्ञानिक	31.10.2015
13. डा. के के सैनी, मुख्य वैज्ञानिक	31.12.2015
14. डा. पी. बैनर्जी, मुख्य वैज्ञानिक	31.12.2015

## नियुक्तियाँ (जनवरी, 2016 से 30 जून, 2016)

शून्य

## पदोन्नतियाँ (जनवरी, 2016 से 30 जून, 2016)

- डा. आर पी पंत, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक से मुख्य वैज्ञानिक
- श्री सी एम एस रौथान, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक से मुख्य वैज्ञानिक
- श्री डी पी भट्ट, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक से मुख्य वैज्ञानिक
- श्री ए के घोघर, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी से प्रधान तकनीकी अधिकारी
- श्री ए के सूरी, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी से प्रधान तकनीकी अधिकारी
- श्री चन्द्र कांत, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी से प्रधान तकनीकी अधिकारी
- श्री दीपक बंसल, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी से प्रधान तकनीकी अधिकारी
- श्री शंभुनाथ, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी से प्रधान तकनीकी अधिकारी





9. श्री जयपाल सिंह, तकनीकी अधिकारी -2 से वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी -3
10. श्री आर के सेठ, तकनीकी अधिकारी -2 से वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी -3
11. श्री अमर सिंह, तकनीकी अधिकारी -1 से वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी -2
12. श्री अभिषेक कुमार यादव, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
13. श्री राजीव जैन, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
14. श्री प्रदीप कुमार गुप्ता, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
15. श्री राधेश्याम, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
16. श्री देवेश कुमार शुक्ला, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
17. श्री प्रवीण, तकनीकी सहायक से तकनीकी अधिकारी
18. श्री दया राम मीणा, वरिष्ठ तकनीशियन -1 से वरिष्ठ तकनीशियन -2
19. श्री पुष्कर जोशी, वरिष्ठ तकनीशियन -1 से वरिष्ठ तकनीशियन -2
20. श्री राम रूप मीणा, वरिष्ठ तकनीशियन -1 से वरिष्ठ तकनीशियन -2
21. श्री रवीन्द्र कुमार, वरिष्ठ तकनीशियन -1 से वरिष्ठ तकनीशियन -2
22. श्रीमती संजु त्यागी, तकनीशियन -2 से वरिष्ठ तकनीशियन -1
23. श्री जागेश्वर महतो, सहायक (वित्त एवं लेखा) ग्रेड -1 से अनुभाग अधिकारी (वित्त एवं लेखा) के पद पर पदोन्नति
24. श्रीमती सविता पटनी, वरिष्ठ आशुलिपिक से निजी सचिव के पद पर पदोन्नति

## स्थानांतरण

(जनवरी, 2016 से 30 जून, 2016)

1. श्री योगेन्द्र कुमार का निस्टेड्स, नई दिल्ली से एन.पी.एल., नई दिल्ली में निजी सचिव के पद पर पदोन्नति होने पर स्थानांतरण, कार्यग्रहण दिनांक 10.02.2016
2. धर्म सिंह, अनुभाग अधिकारी (सा.) का सीएसआईआर-निस्टेड्स से सीएसआईआर-एनपीएल में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यग्रहण दिनांक 01.04.2016
3. श्री ए. के. हांडा, अनुभाग अधिकारी (सा.) का सीएसआईआर-एनपीएल से सीएसआईआर-निस्टेड्स में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यग्रहण दिनांक 31.03.2016
4. श्री एस के यादव, अनुभाग अधिकारी (सा.) का सीएसआईआर-एनपीएल से सीएसआईआर मुख्यालय में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यमुक्ति मुक्ति दिनांक 22.03.2016
5. श्री महेन्द्र सिंह, अनुभाग अधिकारी (सा.) का सीएसआईआर-सीईईआरआई से सीएसआईआर-एनपीएल में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यग्रहण दिनांक 22.04.2016
6. श्री एस एन गुलिया, वित्त एवं लेखा अधिकारी का सीएसआईआर-एनपीएल से सीएसआईआर-निस्केयर में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यमुक्ति तिथि 03.06.2016
7. श्री मनीष कुमार शर्मा, वित्त एवं लेखा अधिकारी का सीएसआईआर मुख्यालय से सीएसआईआर-एनपीएल में समान पद पर स्थानांतरण, कार्यग्रहण दिनांक 09.06.2016







## सेवानिवृत्तियाँ (जनवरी, 2016 से जून, 2016)

1. श्री आर एस टॉक, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी -3	31.01.2016
2. श्री जंगली प्रसाद, प्रयोगशाला सहायक	31.01.2016
3. डा. के पी चौधरी, मुख्य वैज्ञानिक	31.01.2016
4. श्री हरीश कुमार, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	31.01.2016
5. श्री अमर सिंह, निजी सचिव	29.02.2016
6. श्रीमती संतोष अरोड़ा, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	29.02.2016
7. श्री सतवीर सिंह, प्रयोगशाला सहायक	29.02.2016
8. श्री विजय कुमार कौशिक, प्रशासन नियंत्रक	31.03.2016
9. श्रीमती शशि बाला भटनागर, सहायक ग्रेड.1 (भण्डार एवं क्रय)	31.03.2016
10. श्री ओम प्रकाश नायका, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	31.03.2016
11. डा. ओ एस पंवार, मुख्य वैज्ञानिक	31.03.2016
12. श्री सुरेश कुमार पालीवाल, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	31.03.2016
13. श्री राज कुमार, प्रयोगशाला सहायक	31.03.2016
14. श्रीमती शांति देवी, प्रयोगशाला सहायक	31.03.2016
15. श्रीमती देवकी देवी, कार्य सहायक	31.03.2016
16. श्रीमती सविता पटनी, निजी सचिव	30.04.2016
17. श्री राम करण यादव, कार्य सहायक	30.04.2016
18. डा. एम वी एस एन प्रसाद, मुख्य वैज्ञानिक	30.04.2016
19. श्री गुरवीर सिंह, प्रधान तकनीकी अधिकारी	30.04.2016
20. श्री योगेश शर्मा, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	30.04.2016
21. श्री कूड़े सिंह, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	31.05.2016
22. डा. यशपाल सिंह, मुख्य वैज्ञानिक	31.05.2016
23. डा. सुरेश चन्द्र, मुख्य वैज्ञानिक	31.05.2016
24. श्री सुभाष चन्द्र, प्रयोगशाला सहायक	31.05.2016
25. श्री एस के कौशिक, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	30.06.2016
26. श्री मंजीत सिंह, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	30.06.2016
27. श्री शंकर सहाय, कार्य सहायक	30.06.2016
28. डा. पी के सिंह, मुख्य वैज्ञानिक	30.06.2016
29. श्री अब्दुल वाहिद, वरिष्ठ तकनीशियन - 2	30.06.2016
30. श्री गुलाब चन्द प्रसाद, प्रयोगशाला सहायक	30.06.2016



## मानव संसाधन विकास समूह (जुलाई-दिसंबर, 2015 के दौरान मुख्य गतिविधियाँ)

- 1. शोध छात्रों का नियोजन, पी एच डी हेतु पंजीकरण तथा अन्य सहायता:-**  
इस अवधि में 22 शोध छात्रों (जे आर एफ/एस आर एफ) को एन पी एल ज्वाइन करने के लिए प्रेरित किया गया, फलस्वरूप 31.12.2015 तक एन पी एल में पी. एच. डी. हेतु शोध छात्रों (जे आर एफ/एस आर एफ) की कुल संख्या 141 हो गयी है।
- 2. एन पी एल में विद्यार्थियों के लिए प्रशिक्षण का आयोजन:-**  
इस अवधि में कुल 13 विद्यार्थियों को उनकी शैक्षणिक डिग्री से संबंधित विषयों में प्रयोगशाला के वरिष्ठ वैज्ञानिकों के मार्गदर्शन में प्रशिक्षण प्रदान किया गया। जनवरी, 2016 में 80 छात्र प्रशिक्षण हेतु एन पी एल ज्वाइन करेंगे।
- 3. सम्मेलनों/ समान आयोजनों में भाग लेने हेतु एन पी एल स्टाफ सदस्यों की प्रतिनियुक्ति:-**  
इस अवधि में देश के विभिन्न हिस्सों में आयोजित सम्मेलनों/ समान आयोजनों तथा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाग लेने के लिए एन पी एल के 148 वैज्ञानिकों, अन्य स्टाफ सदस्यों तथा शोध छात्रों को नामित किया गया।
- 4. प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन:-**  
द्रव्यमान, आयतन, घनत्व तथा लंबाई मापन सहित ब्लड प्रेशर व नैदानिक थर्मामीटर पर विधिक मापिकी अधिकारियों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम, 05-09 अक्टूबर, 2015.  
इस गतिविधि से 36.52 लाख रुपए ई सी एफ की प्राप्ति हुई।
- 5. ए सी एस आई आर तथा एम टेक से संबंधित गतिविधियां:-**  
प्रवेश - प्रक्रिया, पाठ्यक्रम, परीक्षा तथा मूल्यांकन आदि गतिविधियों का संचालन समन्वयक (को-आर्डिनेटर) के परामर्श से एच आर डी समूह द्वारा किया गया। इस अवधि में 22 शोध छात्रों ने पी. एच. डी. पाठ्यक्रम हेतु एन पी एल ज्वाइन किया।

## मानव संसाधन विकास समूह (जनवरी जून, 2016 के दौरान मुख्य गतिविधियाँ)

- 1. शोध छात्रों का नियोजन, पी.एच.डी हेतु पंजीकरण तथा अन्य सहायता**  
इस अवधि में 21 शोध छात्रों (जेआरएफ/एसआरएफ ने पी.एच.डी हेतु एनपीएल ज्वाइन किया, परिणामस्वरूप 30.06.2016 को एनपीएल में पी.एच.डी हेतु शोध छात्रों की कुल संख्या 126 हो गयी।
- 2. एन पी एल में विद्यार्थियों के लिए प्रशिक्षण का आयोजन :-**  
इस अवधि में कुल 128 विद्यार्थियों को उनकी शैक्षणिक डिग्री से संबंधित विषयों में प्रयोगशाला के वरिष्ठ वैज्ञानिकों के मार्गदर्शन में प्रशिक्षण प्रदान किया गया।
- 3. सम्मेलनों/समान आयोजनों में भाग लेने हेतु एनपीएल स्टाफ सदस्यों की प्रतिनियुक्ति :-**  
इस अवधि में देश के विभिन्न हिस्सों में आयोजित सम्मेलनों/समान आयोजनों तथा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाग लेने हेतु एनपीएल के 97 वैज्ञानिकों, स्टाफ सदस्यों तथा शोध छात्रों को नामित किया गया।
- 4. ए सी एस आई आर संबंधित गतिविधियाँ :-**  
उन्नत पदार्थ भौतिकी एवं अभियांत्रिकी हेतु आई एम पी कार्यक्रम के साथ-साथ एसीएसआईआर हेतु प्रवेश-प्रक्रिया, पाठ्यक्रम, परीक्षा तथा मूल्यांकन आदि गतिविधियों का संचालन समन्वयक (को-आर्डिनेटर) के परामर्श से एचआरडी समूह द्वारा किया गया।



भारतीय संविधान की आठवीं अनुसूची में शामिल भाषाएं

1. असमिया	12. पंजाबी
2. उड़िया	13. बांग्ला
3. उर्दू	14. बोड़ो
4. कन्नड़	15. मणिपुरी
5. कश्मीरी	16. मराठी
6. कोंकणी	17. मलयालम
7. गुजराती	18. मैथिली
8. डोगरी	19. संथाली
9. तमिल	20. संस्कृत
10. तेलुगू	21. सिंधी
11. नेपाली	22. हिंदी

राजभाषा अधिनियम 1963 की धारा (3)3 के अंतर्गत अनिवार्य रूप से द्विभाषी जारी किए जाने वाले कागज़ात

सामान्य आदेश	करार
संकल्प	अनुज्ञप्तियां
परिपत्र	निविदा प्रारूप
नियम	अनुज्ञा पत्र
प्रशासनिक या अन्य प्रतिवेदन	निविदा सूचनाएं
प्रेस विज्ञप्तियां	अधिसूचनाएं
संविदाएं	संसद के समक्ष रखे जाने वाले प्रतिवेदन तथा कागज़ पत्र





राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY

सी.एस.आई.आर. - राष्ट्रीय विज्ञान संचार एवं सूचना स्रोत संस्थान, डॉ. के. एस. कृष्णन् मार्ग, नई दिल्ली द्वारा अभिकल्पित एवं मुद्रित