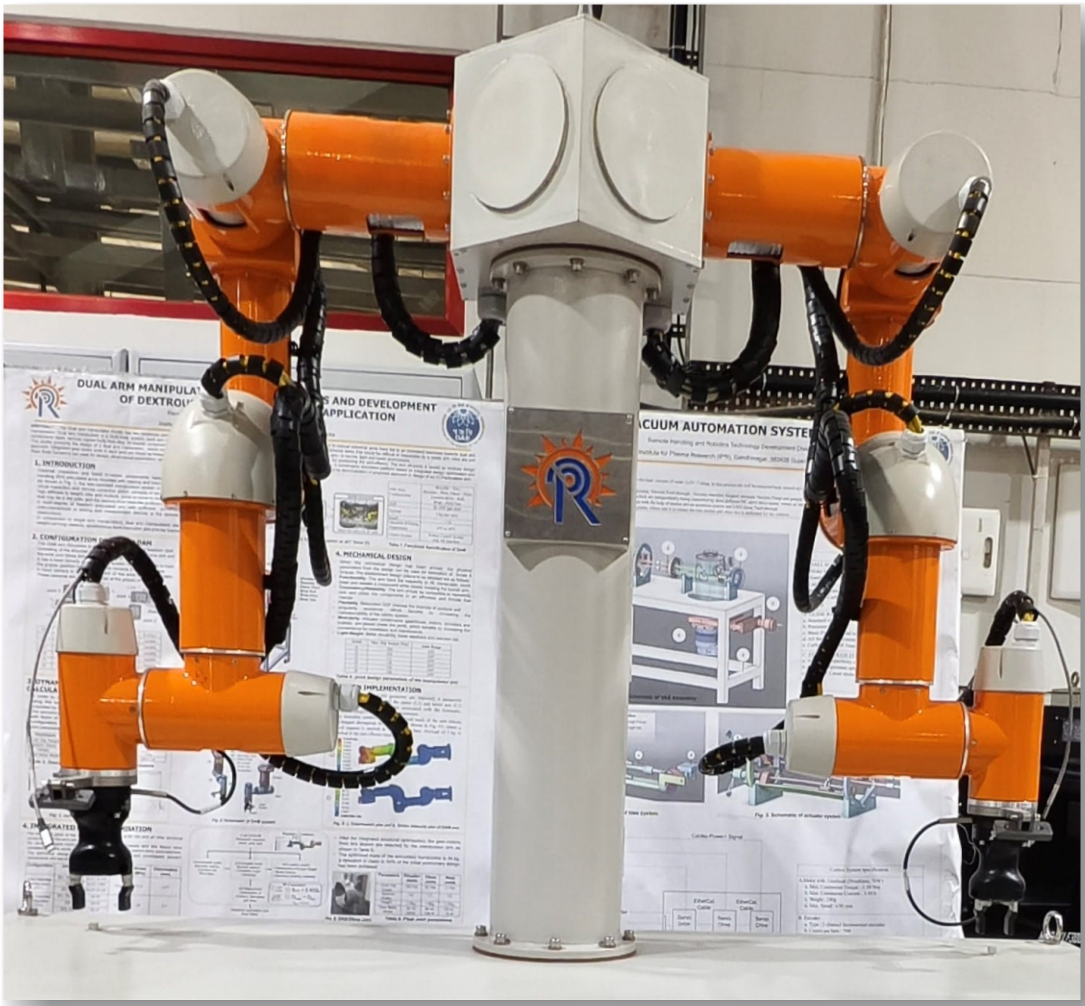
वार्षिक प्रतिवेदन
2024-2025

ANNUAL REPORT
2024-2025

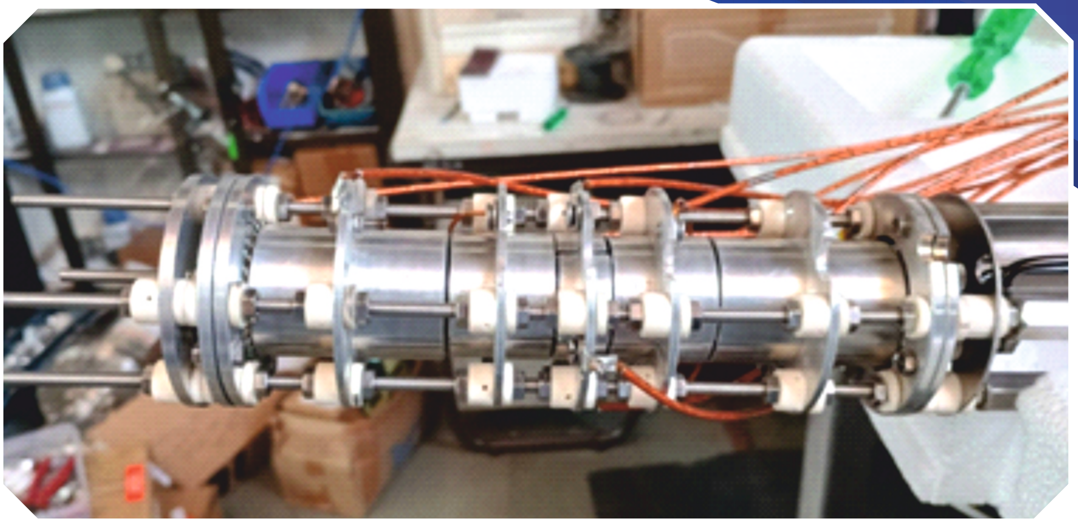


प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

Institute for Plasma Research

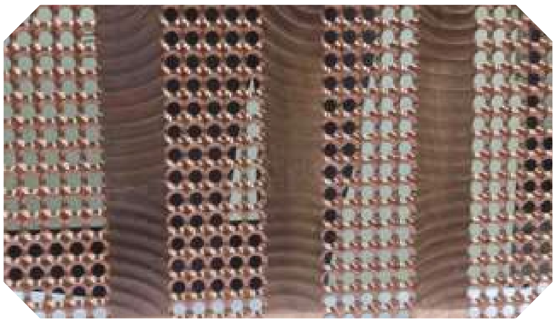
भाट, इंदिरा पुल के पास, गांधीनगर - 382 428, (गुजरात), भारत

Bhat, Near Indira Bridge, Gandhinagar 382 428, (Gujarat), India



पाँच संकेंद्रित बेलनाकार रिंग इलेक्ट्रोड, ग्रिड और फिलामेंट से निर्मित रेखीय बेलनाकार पेनिंग-माल्मबर्ग ट्रैप

Linear cylindrical Penning – Malmberg Trap made up of five concentric cylindrical ring electrodes, grids and filament



स्वदेश निर्मित इलेक्ट्रो - डिपोज़िटेड ईटर डीएनबी - प्रकार का ग्रिड प्लेट

Indigenously manufactured electro-deposited ITER DNB-type grid plate

स्वदेश विकसित ईसीआर प्लाज़्मा स्रोत

Indigenously developed ECR plasma source

एफसीआईपीटी परिसर में 5 टन प्रति दिन क्षमता वाला रौद्र™ संयंत्र

5 TPD RAUDRA™ Plant at FCIPT Campus

सीपीपी-आईपीआर में विकसित जड़त्वीय विद्युत-स्थैतिक परिरोधन संलयन (आईईसीएफ) आधारित न्यूट्रॉन स्रोत

Inertial Electrostatic Confinement Fusion (IECF) based neutron source developed at CPP-IPR

डुअल आर्म मैनिपुलेटर (डीएएम) : पात्र के अंदर रिमोट हैंडलिंग कार्यों के लिए विकसित किया गया दो भुजाओं वाला एक रोबोटिक मैनिपुलेटर

Dual Arm Manipulator (DAM) developed for in-vessel remote handling tasks

वार्षिक प्रतिवेदन

2024-2025

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान
Institute for **Plasma Research**

भाट, गांधीनगर / BHAT, GANDHINAGAR–382428

शासी परिषद

1) डॉ. ए. के. मोहान्ती	अध्यक्ष
2) श्री विवेक भसीन	सदस्य
3) डॉ. अमित रॉय	सदस्य
4) डॉ. सिराज हसन	सदस्य
5) डॉ. मंजीत सिंह	सदस्य
6) डॉ. वी. नारायणन	सदस्य
7) निदेशक, आईपीआर	सह-अध्यक्ष
8) संयुक्त सचिव, अनुसंधान एवं विकास	सदस्य
9) संयुक्त सचिव, वित्त	सदस्य
10) प्रमुख सचिव, उच्च एवं तकनीकी शिक्षा, गुजरात सरकार	सदस्य
11) डॉ. पी. चौधरी	सदस्य
12) मुख्य प्रशासनिक अधिकारी, आईपीआर	गैर-सदस्य (सचिव)

कार्यकारी सारांश

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), परमाणु ऊर्जा विभाग का एक सहायता प्राप्त संस्थान है, जो मुख्य रूप से प्लाज़्मा और संलयन (फ़्यूज़न) अनुसंधान के क्षेत्र में अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों पर केंद्रित है। इसका शोध क्षेत्र टोकामॅक के विकास और संचालन, संलयन प्रौद्योगिकी विकास, मूलभूत प्रायोगिक/सैद्धांतिक/संगणकीय प्लाज़्मा विज्ञान तथा प्लाज़्मा-आधारित अनुप्रयोगों तक विस्तृत है। देश के केवल दो टोकामॅक — अदित्य-अपग्रेड और एसएसटी-1 — वर्तमान में आईपीआर में स्थापित हैं। विश्वविद्यालयों/संस्थानों, पऊवि की अन्य इकाइयों और उद्योगों के साथ राष्ट्रीय सहयोग, तथा ईटर और लीगो जैसे मेगा-विज्ञान परियोजनाओं के साथ अंतर्राष्ट्रीय सहयोग, संस्थान की अनुसंधान गतिविधियों का अभिन्न हिस्सा हैं। उपरोक्त के अतिरिक्त, होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान की एक घटक इकाई के रूप में आईपीआर ने अपने पीएचडी कार्यक्रम को जारी रखा है, जिसका मुख्य उद्देश्य प्लाज़्मा भौतिकी और प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में अत्याधुनिक अनुसंधान आउटपुट तैयार करना है।

टोकामॅक अनुसंधान के क्षेत्र में, आदित्य-यू पर हाइड्रोजन (H_2) और ड्यूटेरियम (D_2) डिस्चार्ज के साथ कई प्रयोग किए गए हैं। लोअर हाइब्रिड करेंट ड्राइव (LHCD) के लिए पैसिव–एक्टिव मल्टी-जंक्शन एंटीना की स्थापना, आदित्य-यू की मौजूदा प्रणालियों में एक महत्वपूर्ण जोड़ है, जो हमें आदित्य-यू पर लंबी अवधि के प्लाज़्मा संचालन की संभावनाओं की खोज करने में सक्षम बनाता है। D_2 प्लाज़्मा में ऊर्जा परिरोधन समय अधिकतम 11 ms तक पहुँच गया है, जो H_2 की तुलना में लगभग 1.5 गुना अधिक है और नियो-अल्केटर और ईटर-89P L-मोड स्केलिंग के साथ अच्छा सामंजस्य दिखाता है। लंबवत स्थित नियंत्रण कॉयल्स को उन्नत कर कॉपर-आधारित पोलॉयडल फ़ील्ड कॉयल्स (डबल-पैनकेक वाइंडिंग) लगाया गया, जो 5 kA तक सपोर्ट करते हैं और ऊर्जा खपत को चार गुना तक कम करते हैं। क्षैतिज प्लाज़्मा नियंत्रण को कॉम्पैक्ट-RIO PID फ़ीडबैक सिस्टम के माध्यम से बेहतर बनाया गया, जिससे ~400 ms लंबे डिस्चार्ज और पैरामीटरों की सटीक ट्यूनिंग संभव हुई। आदित्य-यू पर प्रमुख प्रयोगों में शामिल हैं: अशुद्धि (Ne/Ar) सीडिंग, जिसने किनारे के टोरॉयडल घूर्णन में 5–15 km/s तक की वृद्धि दिखाई; 42 GHz पर इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेज़ोनेंस हीटिंग (ECRH), जिसने प्लाज़्मा प्रदर्शन में सुधार प्रदर्शित किया; रनअवे इलेक्ट्रॉन (RE) शमन, जिसमें स्थानीय लंबवत क्षेत्र के प्रक्षोभों का उपयोग कर 90% तक रनअवे इलेक्ट्रॉन डी-कॉन्फाइनमेंट प्राप्त किया गया, जिसे पार्टिकल-3D संख्यात्मक सिमुलेशनों से समर्थन मिला। उच्च-शक्ति एलएचसीडी और गोलाकार घटकों का 140 kW तक सफल परीक्षण किया गया है, और अग्रिम सुधार प्रगति पर हैं। एसएसटी-1 टोकामॅक में प्लाज़्मा–दीवार अंतःक्रिया, अशुद्धि संचय और प्लाज़्मा बर्न-थ्रू को नियंत्रित करने के लिए 35–65 MHz पर संचालित होने वाले आयन साइक्लोट्रॉन रेज़ोनेंस (ICR) प्रणाली का विकास कर उसे दीवार अनुकूलन प्रणालियों के साथ एकीकृत किया गया। इन प्रयोगों में न्यूट्रल ब्रेकडाउन प्राप्त किया गया और कम से कम 30 kW पावर पर ~50 सेकंड तक के छोटे और लंबे पल्सों में स्थिर प्लाज़्मा प्राप्त किया गया, जिसे स्पेक्ट्रोस्कोपी, फास्ट कैमरों और दाब मापनों द्वारा मॉनिटर किया गया। ईसीआर-आधारित प्लाज़्मा प्रयोगों को समर्थन देने के लिए 5 kV, 25 A का आईजीबीटी सीरीज़ स्विच विकसित किया गया, जिसने 1 kW, 2.45 MHz मैग्नेट्रॉन के प्रदर्शन को बेहतर बनाया, जिसे निरंतर और पल्स्ड मोड में −4.2 kV, 1 A DC बायस की आवश्यकता होती है। आईसीआरएच प्रणाली के लिए विकसित ट्रांसमिशन लाइन फेज़ शिफ्टर (TL-PS) ने 40–60 MHz की आवृत्ति सीमा में 50° से 110° तक परिवर्तनीय फेज़ शिफ्ट प्रदान किया, साथ ही वोल्टेज स्टैंडिंग वेव रेशियो को 1.2 से कम और रिटर्न लॉस को 25 dB से बेहतर बनाए रखा। क्रायोजेनिक संचालन के दौरान 4.5 K पर अत्यधिक ऊष्मा-भार दर्ज किया गया, जो डिज़ाइन किए गए मान से लगभग पाँच गुना अधिक था, जिससे PF और TF कॉइलों का शीतलन प्रभावित हुआ। इन पहलुओं पर अब ध्यान दिया जा रहा है तथा कई पुनर्निर्माण उपायों की योजना बनाई जा रही है। इसके अतिरिक्त, एक नया स्वदेशी स्थिर-अवस्था टोकामॅक एसएसटी-भारत का डिज़ाइन किया जा रहा है, जो वर्तमान प्रायोगिक उपकरणों और भविष्य के व्यावसायिक रिएक्टरों जैसे डेमो के बीच की खाई को पाटेगा। एसएसटी-भारत, आदित्य-यू और एसएसटी-1 द्वारा स्थापित तकनीकी आधार पर निर्मित होगा और ईटर में भारत की भागीदारी से प्राप्त ज्ञान को एकीकृत करेगा।

फ्यूज़न प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में स्वदेशी रूप से महत्वपूर्ण प्रगति की गई है। इनमें प्रमुख रूप से शामिल हैं: (a) उच्च-तापमान और निम्न-तापमान अतिचालक (HTS, LTS) चुम्बक विकास, जिसमें D-आकार के HTS मैग्नेट (1.1 m और 0.7 m आयाम) का निर्माण और परीक्षण, तथा उच्च-विद्युत धारा अनुप्रयोगों हेतु NbTi केबल-इन-कंड्युट कंडक्टर का निर्माण शामिल है (आईपीआर और बीएआरसी के परमाणु ईंधन प्रभाग द्वारा पूर्ण)। (b) हाई हीट फ्लक्स परीक्षण सुविधा में कॉपर और टंगस्टन मॉक-अप्स पर प्रयोग, जिसमें आईपीआर–एआरसीआई (हैदराबाद) के बीच हुए समझौत ज्ञापन के अंतर्गत टंगस्टन फाइबर टंगस्टन कंपोज़िट (W/Wf) सामग्री का विकास शामिल है। रिपोर्ट किए गए फ्रैक्चर टफनेस मान इस प्रकार हैं: शुद्ध टंगस्टन के लिए: 4.2 MPa√m और बिना कोटिंग वाले फाइबर के साथ W/Wf कॉम्पोज़िट के लिए: 5.9 MPa√m. एर्बियम ऑक्साइड-लेपित फाइबर वाले W/Wf कॉम्पोज़िट के लिए: 12.1 MPa√m (सर्वाधिक), साथ ही सफल थर्मल विश्लेषण। (c) फ्यूज़न ब्लैंकेट प्रौद्योगिकियाँ, जिनमें द्रव-धातु लूप्स (Sn-Li, Pb-16Li), लिथियम इंजेक्टर, कोल्ड ट्रैप, तथा एमएचडी प्रयोगों का इंजीनियरिंग विकास शामिल है। साथ ही ब्रीडर सामग्रियों के तापीय चालकता मापन और रासायनिक अनुकूलता अध्ययन भी किए गए। (d) बड़े आयतन वाली क्रायोजेनिक प्रणालियाँ, जिनमें हीलियम रेफ्रिजरेटर-सह-लिक्विफ़ायर, टर्बाइन सब-असेंबली (1 kW, 1.6 लाख RPM), और एचटीएस मैग्नेट कूलिंग लूप्स को सफलतापूर्वक चालू किया गया। इसके अतिरिक्त 65 K पर दाबित हीलियम परिसंचरण प्रणाली एचटीएस मैग्नेट और क्रायोपंप शीतलन के लिए निर्मित की जा रही है। (e) निरीक्षण और रखरखाव हेतु रोबोटिक सिस्टम—जिसमें द्वि-बाहु (dual-arm) मैनिपुलेटर, हाइपर-रिडंडेंट निरीक्षण प्रणाली, और वैक्यूम ऑटोमेशन—का विकास और परीक्षण किया गया है। (f) नेगेटिव आयन स्रोत (TWIN और ROBIN) ने निम्न-दबाव पर हाइड्रोजन प्लाज़्मा, उच्च-धारा न्यूट्रल बीमों का उत्पादन, तथा DACS के माध्यम से स्वचालित नियंत्रण प्रदर्शित किया। साथ ही ROBIN स्रोत का COMSOL आधारित प्लाज़्मा मॉडलिंग भी की गई। (g) न्यूट्रॉनिक्स अध्ययन में इलेक्ट्रॉनिक्स पर विकिरण परीक्षण, चिकित्सीय रेडियोआइसोटोप उत्पादन (Mo-99, Cu-64, Cu-67), अभिक्रिया क्रॉस-सेक्शन मापन, तथा अनुकूलित इमेजिंग मापदंडों के साथ न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी प्रणाली का विकास शामिल है।

मौलिक प्रायोगिक प्लाज़्मा भौतिकी के क्षेत्र में कई महत्वपूर्ण प्रयोगों की रिपोर्ट की गई है: (a) विशाल आयतन प्लाज़्मा उपकरण (LVPD) में लूप एंटीना का उपयोग करके ~50 kHz की विद्युतचुंबकीय तरंगों को उत्प्रेरित किया गया और 3-अक्ष मैग्नेट प्रोब के माध्यम से उनका पता लगाया गया। हेल्महोल्ट्ज़ कॉयल्स ने चुंबकीय-शून्य (~0 G), संरेखित (+20 G), तथा विपरीत-संरेखित (−20 G) कॉन्फ़िगरेशन संभव बनाए, जिनसे तरंग विचलन और ~150 kHz के उच्च-आवृत्ति मोड देखे गए। विशेष आकृति वाले सोलनॉइड की सहायता से पृथ्वी-समान चुंबकीय दर्पण क्षेत्र बनाए गए, जिनका डायग्नॉस्टिक्स और सिमुलेशन द्वारा परीक्षण किया गया। (b) नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मा उपकरण SMARTEX-C में चार्ज कलेक्टर डायग्नोस्टिक्स ने इलेक्ट्रॉन आवेश का संचयन 30 सेकंड तक दर्ज किया, तथा प्लाज़्मा तापमान 3–6 eV मापा गया। (c) प्रयुक्त प्लाज़्मा भौतिकी प्रयोग (APPEL) के तहत प्लाज़्मा–सामग्री अंतःक्रिया और टोकामॅक-संबंधी अध्ययन किए गए, जिनमें 0.4 T के चुंबकीय क्षेत्र और हीलियम प्लाज़्मा (घनत्व ~10^{17}–10^{18} m^{-3}) का निर्माण शामिल था। m = 0 स्पाइरल एंटीना की रेडियो फ्रिक्वेंसी प्री-आयनीकरण क्षमता को सत्यापित किया गया, साथ ही 20 kV कोएक्सियल प्लाज़्मा गन का उपयोग कॉम्पैक्ट टॉरॉयड इंजेक्शन और क्षणिक प्लाज़्मा प्रयोगों में किया गया। (d) विशाल क्षेत्र प्लाज़्मा स्रोत (LAPS) में संधारित्र रूप से युग्मित प्लाज़्मा के माध्यम से समान रूप से कोटिंग / एचिंग प्राप्त की गई। (e) ट्रिपल-ग्रिड इनर्शियल इलेक्ट्रोस्टैटिक कंफाइनमेंट (IECF) सिमुलेशनों में आयन संवहन में सुधार और आयन जीवनकाल में वृद्धि का पूर्वानुमान लगाया गया। (f) टंगस्टन पर हाइड्रोजन प्लाज़्मा (0.205–0.224 MJ/m^2) के प्रभाव से ब्लिस्टर, क्रैक तथा अवशिष्ट तनाव उत्पन्न हुए, जो ELMs (Edge Localized Modes) के शमन संबंधी अध्ययनों के लिए महत्त्वपूर्ण हैं। (g) Cs-लेपित टंगस्टन डस्ट का उपयोग करते हुए नेगेटिव हाइड्रोजन आयनों (~2.17 mA) का निष्कर्षण किया गया। (h) He^+ विकिरण या प्लाज़्मा इलेक्ट्रोलिसिस के माध्यम से γ-WO_3 नैनोटेन्ड्रिल्स(सूक्ष्म रेशेदार संरचनाएँ) तथा WO_3 नैनोकणों का उत्पादन किया गया, जिनमें उच्च पोरोसिटी और उत्कृष्ट फोटोकैटलिटिक सक्रियता देखी गई। (i) डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज में प्लाज़्मा–जल अंतःक्रिया ने अत्यंत कुशलता से NH_4^+ (~34 mM) का उत्पादन किया, जिसकी ऊर्जा लागत मात्र ~0.0054 MJ/mol रही। (j) इनवर्स मिरर प्लाज़्मा प्रयोग

उपकरण (IMPED) ने 2.2 m के समान प्लाज़्मा स्तंभ उत्पन्न किए, जिनमें ड्रिफ्ट, रेले-टेलर, और केल्विन-हेल्महोल्ट्ज़ अस्थिरताओं को उत्प्रेरित किया गया। ज़ोनल फ्लोज़ और स्ट्रीमर्स का भी अवलोकन किया गया। (k) SYMPLE में उच्च-शक्ति माइक्रोवेव प्रयोगों के दौरान ओवर-डेंस प्लाज़्मा में आंशिक अवशोषण को डेनीसोव-सिद्धांत के अनुरूप पाया गया।

'अंत्य' सुविधा का उपयोग करते हुए व्यापक सैद्धांतिक और कंप्यूटेशनल प्लाज़्मा भौतिकी अनुसंधान किया गया, जिसमें गैर-रेखीय प्लाज़्मा घटनाओं, टोकामॅक और संलयन रिएक्टर अध्ययनों, मौलिक प्लाज़्मा अनुसंधानों, लेज़र–प्लाज़्मा अंतःक्रियाओं तथा डस्टी/कॉम्प्लेक्स प्लाज़्मा पर कार्य शामिल था। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) और मशीन लर्निंग (ML) विधियों का उपयोग कर DeepCXR सॉफ़्टवेयर तथा डिजिटल ट्विन टोकामॅक के लिए प्लाज़्मा इक्विलिब्रियम सरोगेट मॉडल विकसित किया गया।

प्लाज़्मा आधारित प्रौद्योगिकियों और अनुप्रयोगों के क्षेत्र में, पऊवि परियोजनाओं के अंतर्गत वित्तपोषित अध्ययनों ने सतह-वर्धित रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी (SERS) का उपयोग करके खाद्य मिलावट करने वाले रंगों की अत्यधिक संवेदनशील पहचान प्रदर्शित की। नैनो-रिपल्ड सिलिकॉन और काँच के सब्सट्रेट, जिन पर सिल्वर नैनोपार्टिकल्स कोट किए गए थे, का उपयोग करते हुए क्रिस्टल वायलेट, रोडामाइन-B, एरिथ्रोसिन-B, मेटानिल येलो और सुदान डाई जैसे अणुओं को 10^{-7} मोल/लीटर तक की कम सांद्रता पर भी पहचाना गया। कोल्ड एटमॉस्फेरिक प्लाज़्मा द्वारा फफूंदनाशी कार्बेन्डाज़िम (CBZ) के विघटन को समझने के लिए रिएक्टिव मॉलिक्युलर डायनेमिक्स सिमुलेशन का उपयोग किया गया, जिसमें हाइड्रोजन एब्स्ट्रैक्शन, ऑक्सीकरण और डिकार्बोनाइलेशन जैसी प्रक्रियाएँ सामने आईं, जो CBZ की विषाक्तता को कम करती हैं। पॉलीप्रोपाइलीन फैब्रिक पर मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग के माध्यम से कॉपर और कॉपर ऑक्साइड कोटिंग जमा की गई, जिससे ग्राम-पॉज़िटिव बैक्टीरिया में 4-लॉग तक की कमी प्रदर्शित हुई। 'रौद्र' प्लाज़्मा पायरोलिसिस संयंत्र को बायोमेडिकल अपशिष्ट उपचार के लिए सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। इसमें प्राथमिक/द्वितीयक चैंबर और गैस-शोधन प्रणालियों के एकीकृत संचालन को शामिल किया गया। स्टार्टअप्स के साथ हुए समझौते अपशिष्ट-से-ऊर्जा अनुप्रयोगों तथा कृषि और डेयरी के लिए प्लाज़्मा-सक्रिय जल के वाणिज्यीकरण में सहायक हैं। गहरे अंतरिक्ष प्रणोदन के लिए एक उच्च-शक्ति हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर प्रणाली विकसित की गई, जिसने 1–5 kW RF पावर और 1200 G चुंबकीय क्षेत्र पर 5–230 mN का थ्रस्ट प्राप्त किया। पीएलसी और लैबव्यू आधारित SCADA का उपयोग करते हुए एकीकृत स्वचालन और नियंत्रण प्रणालियों ने इसके समन्वित संचालन को संभव बनाया। माइक्रोवेव अवशोषण के लिए प्लाज़्मा-आधारित पैनलों का परीक्षण किया गया, जिन्होंने आपतित शक्ति का 50–80% अवशोषण दिखाया और रडार सिग्नेचर में कमी की व्यवहार्यता को सत्यापित किया।

आईपीआर दो प्रमुख अंतर्राष्ट्रीय मेगा साइंस प्रोजेक्ट्स में भी सक्रिय रूप से भाग ले रहा है: ईटर और लीगो। ईटर-भारत जो फ्रांस में ईटर संगठन के साथ सहयोग में स्वदेशी एजेंसी है, ने ईटर के लिए कई इन-काइंड घटक उपलब्ध कराए हैं, जिनमें शामिल हैं: क्रायोस्टेट, टोरस क्रायो-पंप हाउसिंग, क्रायो-वितरण और क्रायोलाइंस प्रणाली, और इन-वॉल शील्डिंग ब्लॉक्स। कूलिंग वॉटर और क्रायोजेनिक सिस्टमों को कमीशन किया गया और हीट रिजेक्शन सिस्टम को पूरी तरह से कार्यशील बनाया गया। डायग्नोस्टिक न्यूट्रल बीम, आईसीआरएच और ईसीआरएच सिस्टमों की प्रोटोटाइप टेस्टिंग, पावर सप्लाई विकास और फैक्ट्री स्वीकृति परीक्षण किए गए। हाई-पावर RF स्रोत, एंप्लीफायर और पावर सप्लाई सिस्टम ने महत्वपूर्ण प्रदर्शन माइलस्टोन हासिल किए। इंटीग्रेटेड मॉडलिंग एवं एनालिसिस सूट (IMAS) को 'अंत्य' क्लस्टर फैसिलिटी पर संस्थापित और परीक्षण किया गया। INDUCT कोड को अनुकूलित और मान्य किया गया, और एक फ्री-बाउंडरी ग्रैड–शाफरनोव सॉल्वर विकसित किया गया। ईटर-भारत के डेटा सेंटर को हाइपर-कनवर्ज्ड इन्फ्रास्ट्रक्चर में अपग्रेड किया गया, जिसमें साइबर सुरक्षा भी बढ़ाई गई। क्षमता निर्माण में CATIA, SEE सिस्टम डिज़ाइन, और ENOVIA DESA सर्टिफिकेशन शामिल हैं। 12,000 से अधिक दस्तावेज़ों को आर्काइव किया गया, जो डाइवर्टर्स, ब्लैंकेट्स और रिमोट हैंडलिंग के लिए अनुसंधान एवं विकास और प्रोटोटाइपिंग का समर्थन करते हैं। LI-

विस्टा सुविधा लीगो लैब में स्थापित की गई, जिसमें वैक्यूम सिस्टम घटकों का सत्यापन किया गया। अल्ट्रा-हाई वैक्यूम ($<1 \times 10^{-9}$ mbar) प्राप्त किया गया। वेसल बेक-आउट प्रदर्शन का मूल्यांकन, गेट वाल्व ऑपरेशन परीक्षण और क्रायोपंप दक्षता का आकलन किया गया। इसने लीगो-भारत वैक्यूम इंफ्रास्ट्रक्चर के लिए महत्वपूर्ण डेटा प्रदान किया।

आईपीआर का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र प्रौद्योगिकी नवाचार और उसे भारतीय उद्योग को हस्तांतरण करना रहा है, जिसे इसके इनक्यूबेटर एआईसी प्लाज़्माटेक के माध्यम से आगे बढ़ाया गया है। एआईसी प्लाज़्माटेक, पऊवि के अधीन सेक्शन 8 कंपनी है और इसने प्लाज़्मा और संबंधित तकनीकों में स्टार्टअप्स का समर्थन किया है।अब तक आठ स्टार्टअप्स को इनक्यूबेट किया गया है और छह प्रौद्योगिकी हस्तांतरण समझौते भारतीय कंपनियों/स्टार्टअप्स के साथ निष्पादित किए गए हैं। एआईसी प्लाज़्माटेक ने एचबीएनआई इनोवेशन काउंसिल के सहयोग से कॉलोक्विया, व्याख्यान और प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किए, ताकि स्टार्टअप्स के प्रति जागरूकता और ज्ञान का प्रसार किया जा सके।

इसके अलावा, जनजागरूकता गतिविधियाँ स्कूलों, कॉलेजों और संस्थानों के व्यापक दायरे में जारी रहीं, जिसमें शिक्षकों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम भी शामिल थे।

निदेशक

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

वार्षिक प्रतिवेदन
अप्रैल 2024 से मार्च 2025

ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत के रूप में संलयन की संभावनाओं को ध्यान में रखते हुए, संस्थान ने वर्ष 1984 में चुंबकीय रूप से परिसीमित उच्च तापमान प्लाज़्मा के अध्ययन हेतु एक कार्यक्रम प्रारंभ किया और वर्ष 1989 में भारत का पहला टोकामॅक – "आदित्य" निर्मित किया। लगभग एक दशक बाद, सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट्स का उपयोग करते हुए एक स्थिर अवस्था टोकामॅक भी विकसित किया गया। आरंभ से ही, संस्थान न केवल संलयन प्लाज़्मा अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों में सक्रिय रहा है, बल्कि प्लाज़्मा भौतिकी से संबंधित मौलिक अनुसंधान तथा प्रौद्योगिकी विकास के क्षेत्रों में भी योगदान दे रहा है, जिससे अनेक औद्योगिक एवं सामाजिक चुनौतियों का समाधान संभव हो सका है। बड़े पैमाने पर कंप्यूटर-आधारित डिज़ाइन और विश्लेषण आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, संस्थान में एक हाई परफॉर्मेंस कम्प्यूटिंग (HPC) सुविधा स्थापित की गई है, जिसमें उच्च क्षमता वाला GPU क्लस्टर भी सम्मिलित है, जो 100 किलोवाट IT लोड को संभालने में सक्षम है। पिछले अनेक वर्षों में, संस्थान ने प्लाज़्मा विज्ञान, प्रौद्योगिकी और संलयन ऊर्जा के क्षेत्र में भारत के "आत्मनिर्भर-विकसित भारत" लक्ष्य की प्राप्ति हेतु बड़ी संख्या में कुशल जन शक्ति तैयार की हैं। संस्थान दो अंतर्राष्ट्रीय बड़ी विज्ञान परियोजनाओं — ईटर और लीगो — में भी सक्रिय रूप से संलग्न है, जिनके अंतर्गत उन्नत अत्याधुनिक उपकरण/घटकों का वस्तु रूप में योगदान दिया जा रहा हैं। इनमें से कई तकनीकी रूप से जटिल उपकरणों की आपूर्ति सफलतापूर्वक की जा चुकी है। संस्थान को प्लाज़्मा भौतिकी एवं संबद्ध प्रौद्योगिकियों में मौलिक एवं अनुप्रयुक्त अनुसंधान के क्षेत्र में अपने उत्कृष्ट योगदानों के लिए अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर मान्यता प्राप्त है।

अध्याय

A. वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्यक्रम का सारांश....................11

B. अंतर्राष्ट्रीय सहयोग 87

C. शैक्षणिक कार्यक्रम 98

D. प्रकाशन एवं प्रस्तुतियाँ 101

E. अन्य गतिविधियाँ 140

अध्याय-A

वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्यक्रमों का सारांश

A1. टोकामॅक अनुसंधान एवं विकास तथा प्रयोग 12

A2. संलयन संबंधी प्रौद्योगिकियाँ 30

A3. मूलभूत प्लाज़्मा भौतिकी...51

A4. प्लाज़्मा आधारित प्रौद्योगिकियाँ एवं अनुप्रयोग.........................60

A5. सैद्धांतिक मॉडलिंग एवं कम्प्यूटेशनल प्लाज़्मा भौतिकी.............65

A6. वैज्ञानिक, तकनीकी एवं सिविल सहयोग................................75

A7. एआईसी, पेटेंट एवं प्रौद्योगिकी हस्तांतरण 81

A1. टोकामॅक अनुसंधान एवं विकास तथा प्रायोगिक अध्ययन

आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक में लगभग 120 kA की प्लाज़्मा करंट तथा लगभग 1.28 T के टोरोइडल चुंबकीय क्षेत्र पर 300 मिलीसेकंड की अवधि तक के मानक डिस्चार्ज सफलतापूर्वक प्राप्त किए गए। आदित्य-अपग्रेड(ADITYA-U) में कई नए डायग्नोस्टिक प्रणालियाँ भी कमीशन की गई हैं, जिनमें सॉफ्ट एक्स-रे क्रिस्टल स्पेक्ट्रोमीटर, न्यूट्रल पार्टिकल एनालाइज़र आदि प्रमुख हैं। एसएसटी-1 टोकामॅक में क्रायो-एब्ज़ॉर्बर हेतु एक नया 80K फेज़ सेपरेटर स्थापित किया गया है। प्रमुख विकास कार्यों का विवरण निम्नलिखित खंडों में प्रस्तुत किया गया है —

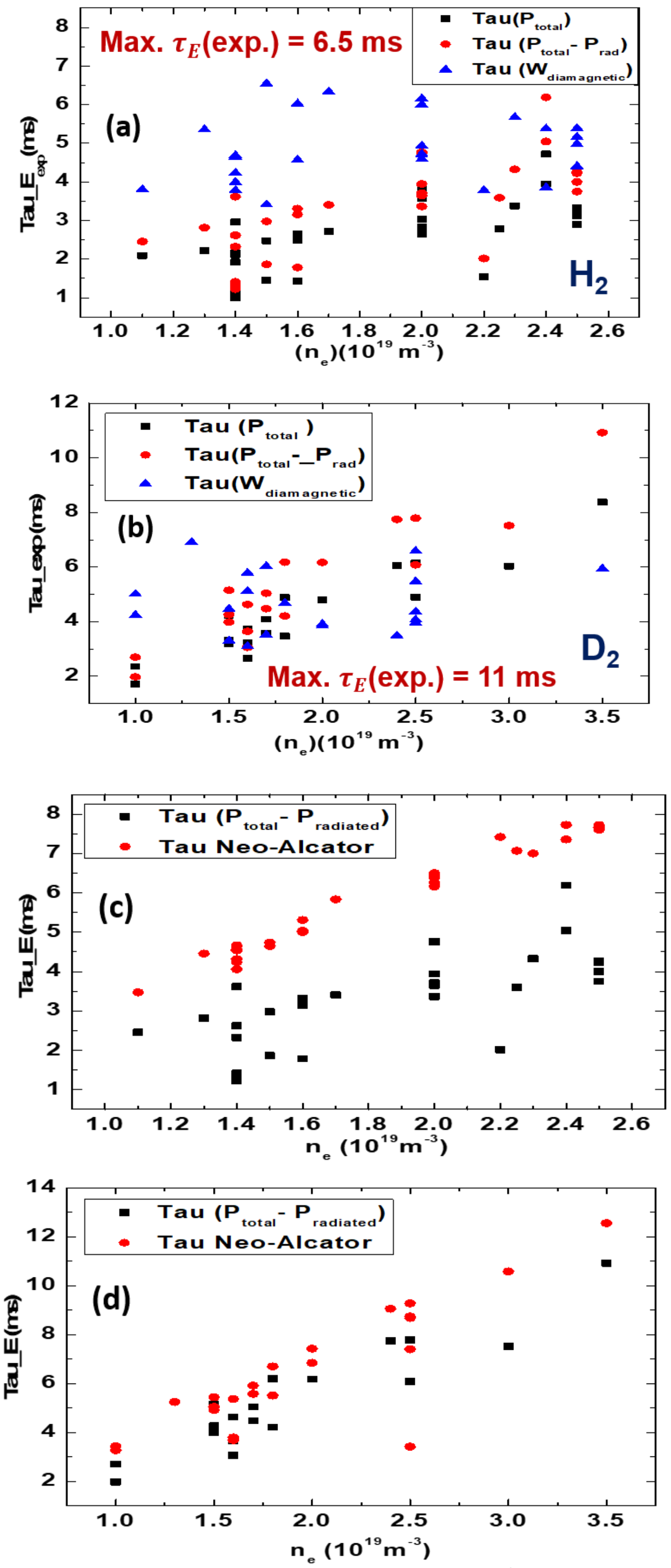
A1.1 आदित्य–अपग्रेड टोकामॅक 12
A1.2 स्थिर-अवस्था अतिचालक टोकामॅक (SST–1) 26
A1.3 एसएसटी–भारत 29

A1.1 आदित्य अपग्रेड टोकामॅक

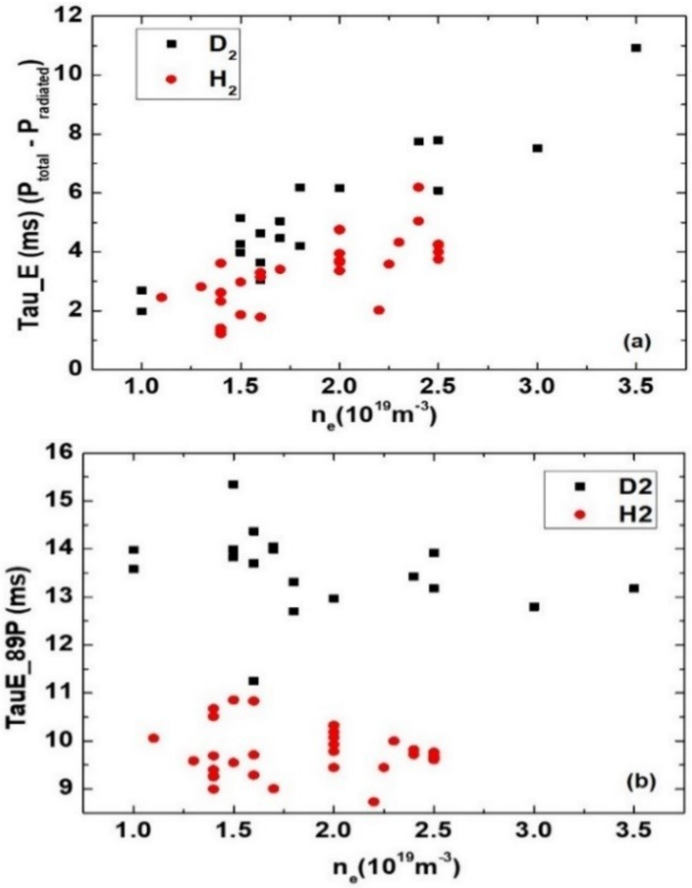
आदित्य-यू में लोअर हाइब्रिड करंट ड्राइव (*LHCD)* प्रणाली के लिए रेडियल पोर्ट नंबर 5 पर एक पैसिव-एक्टिव मल्टी-जंक्शन (*PAM)* एंटीना की स्थापना के बाद, हाइड्रोजन और ड्यूटेरियम ईंधन का उपयोग करते हुए प्लाज़्मा संचालन किया गया। कुल मिलाकर लगभग 756 डिस्चार्ज पूरे किए गए, जिससे आदित्य-यू में विभिन्न प्रयोगों के लिए कई प्रकार के पैरामीटर प्राप्त हुए। जनवरी 2025 के अंत में प्लाज़्मा संचालन को समाप्त किया गया, जिसके बाद मौजूदा वर्टिकल पोजिशन कंट्रोल कॉइल्स (*BCC)* को हटाकर नई पोलॉइडल फील्ड कॉइल्स स्थापित की गईं।

<u>आदित्य-यू डिस्चार्ज के लिए वैश्विक ऊर्जा संधारण समय (τ_E) का अध्ययन:</u> आदित्य-यू ने D_2 ईंधन वाले डिस्चार्ज में ऊर्जा संधारण समय (τ_E) के विश्लेषण में उल्लेखनीय प्रगति हासिल की है। इस प्रयोग का मुख्य उद्देश्य समरूप परिचालन मापदंडों वाले H_2 डिस्चार्ज की तुलना में समस्थानिक प्रभाव का उपयोग करके (τ_E) में सुधार करना है। संलयन प्राप्त करने की दिशा में उन्नत टोकामक उपकरणों के विकास के लिए घनत्व के साथ ऊर्जा संधारण समय (τ_E) का स्केलिंग एक महत्वपूर्ण कारक है। आदित्य-यू में H_2 और D_2 ईंधन-सहायित डिस्चार्ज के लिए τ_E और घनत्व के बीच संबंध का अध्ययन किया गया। विभिन्न परिचालन मापदंडों वाले टोकामक की सीमाओं की समझ प्राप्त करने के लिए, कई टोकामकों के प्लाज़्मा डिस्चार्ज के आधार पर *neo-ALCATOR* स्केलिंग नियम तैयार किया गया। यह नियम निम्न घनत्व ($n_e < 3\times10^{19}$ m^{-3}) पर केवल ओमिक हीटिंग द्वारा गरम किए गए प्लाज़्मा डिस्चार्ज पर लागू होता है। प्रयोगात्मक रूप से मापा गया τ_E और *neo-ALCATOR* स्केलिंग नियम द्वारा पूर्वानुमानित τ_E के बीच तुलना से आदित्य-यू के ओमिक डिस्चार्ज डेटा में संतोषजनक संबंध प्रदर्शित होता है। उच्च घनत्व ($n_e > 3\times10^{19}$ m^{-3}) स्थितियों के लिए, आवश्यक τ_E स्केलिंग *ITER-89P L*-मोड संधारण स्केलिंग नियम प्रदान करता है। चित्र 1(*a)* और 1 (*b)* आदित्य-यू में H_2 और D_2 डिस्चार्ज के लिए प्रयोगात्मक रूप से निर्धारित τ_E का घनत्व (n_e) के मुकाबले तुलना दर्शाते हैं। τ_E के मान घनत्व और तापमान के वास्तविक माप से प्राप्त किए गए हैं, जिसमें कुल ओमिक हीटिंग पावर (P_Ω) को शामिल किया गया है, जिसमें से बोलोमीटर द्वारा मापी गई विकिरण शक्ति घटा दी गई है, साथ ही संग्रहित ऊर्जा के डायमैग्नेटिक मापों को भी ध्यान में रखा गया है। इसके विपरीत, चित्र A.1.1c और A.1.1d आदित्य-यू में H_2 और D_2 डिस्चार्ज के लिए घनत्व (n_e) के आधार पर प्रयोगात्मक τ_E और *neo-Alcator* स्केलिंग द्वारा प्राप्त τ_E मानों की तुलना प्रस्तुत करते हैं।

चित्र A.1.1a में H_2 प्लाज़्मा में अधिकतम प्रयोगात्मक τ_E 6.5 मिलीसेकंड है, जबकि चित्र A.1.1b में D_2 प्लाज़्मा में अधिकतम प्रयोगात्मक τ_E 11 मिलीसेकंड है। चित्र A.1.1c में दिखाए अनुसार, H_2 प्लाज़्मा के लिए *neo-ALCATOR* स्केलिंग के माध्यम से अनुमानित τ_E का अधिकतम मान 7.6 मिलीसेकंड है, जबकि चित्र A.1.1d में D_2 प्लाज़्मा के लिए *neo-ALCATOR* स्केलिंग के माध्यम से अनुमानित τ_E 12.5 मिलीसेकंड है। चित्र A.1.1c में दिखाए गए H_2 -सहायित डिस्चार्ज के विश्लेषण से पता चलता है कि *neo-Alcator* स्केलिंग द्वारा प्राप्त τ_E मान प्रयोगात्मक τ_E मानों की तुलना में बेहतर हैं। जबकि चित्र A.1.1d में D_2 -सहायित डिस्चार्ज के लिए प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त τ_E मान *neo-Alcator* स्केलिंग द्वारा प्राप्त τ_E मानों के करीब हैं।



चित्र A.1.1: ओमिकली हीटेड आदित्य-यू डिस्चार्ज के लिए τ_E का अनुमान निम्नलिखित है: (a) *H_2 प्लाज़्मा के लिए τ_E* (*प्रयोगात्मक*) *बनाम घनत्व* (*H_2*)*, साथ ही P_{total}, (P_{total} - P_{rad}), और W_{dia} के साथ,* (b) *D_2 प्लाज़्मा के लिए समान विश्लेषण, और* (c) *H_2 डिस्चार्ज के लिए τ_E_expt.(P_{total} - P_{rad}) और neo-ALCATOR स्केलिंग बनाम घनत्व* (*n_e*) *की तुलना,* (d) *D_2 डिस्चार्ज के लिए समान तुलना*



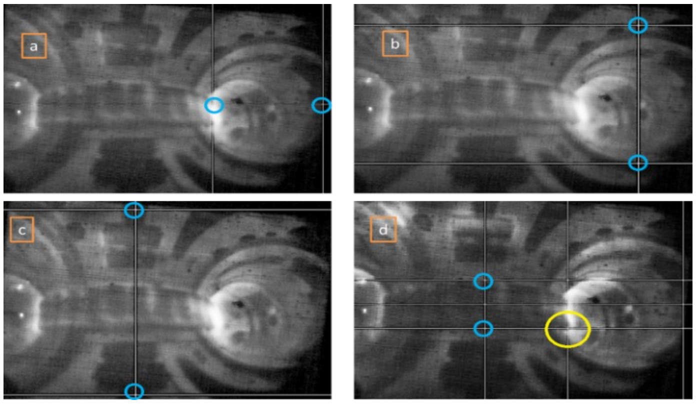
चित्र A.1.2: आदित्य-यू में H_2 और D_2 ओमिक डिस्चार्ज के लिए लाइन औसत घनत्व से संबंधित τ_E स्केलिंग: (a) *τ_E प्रयोगात्मक, और (b) ITER-89P L-मोड संधारण स्केलिंग नियम के अनुसार τ_E*

दिए गए आँकड़ों से स्पष्ट होता है कि एडीटिया-यू के D_2 डिस्चार्ज में अधिकतम ऊर्जा अवरोधन समय प्राप्त हुआ। जब प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त τ_E की तुलना H_2 और D_2 डिस्चार्ज के लिए नियो-अल्केटर स्केलिंग से की गई, तो एक मजबूत सहसंबंध देखा गया। विभिन्न स्केलिंग नियमों — $\tau_e$exp, $\tau_e$exp–tprad, τ_eWdia तथा ITER-89P L-मोड — के माध्यम से τ_E का अनुमान लगाने पर यह पाया गया कि D_2 प्लाज़्मा में ऊर्जा अवरोधन लगभग 1.5 गुना अधिक है, H_2 प्लाज़्मा की तुलना में।

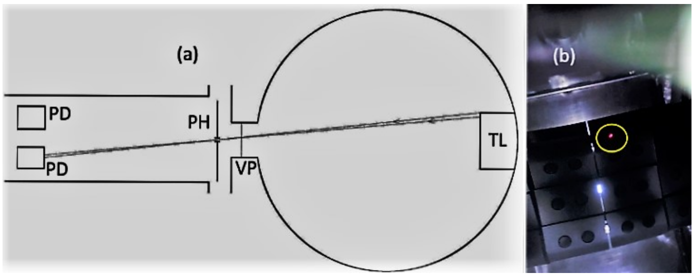
<u>त्वरित इमेजिंग का उपयोग करके प्लाज़्मा कॉलम की वास्तविक समय में ऊर्ध्वाधर स्थिति का अनुमान:</u>

टोकामॅक में संतुलन बनाए रखने के लिए प्लाज़्मा की गति का मूल्यांकन करना अत्यंत आवश्यक है। चुंबकीय संकेत वास्तविक समय में प्लाज़्मा सेंट्रॉइड का अनुमान लगाने के लिए आशाजनक साधन हैं, किंतु प्लाज़्मा के निर्माण और रैम्प-डाउन चरणों के दौरान प्लाज़्मा धारा द्वारा उत्पन्न क्षणिक घटनाएँ इन डायग्नोस्टिक विधियों को बाधित करती हैं। इसके अतिरिक्त, प्लाज़्मा के समीप स्थित चुंबकीय

डायग्नोस्टिक्स टोकामॅक के कठोर परिवेश में लंबे समय तक प्रभावी रूप से कार्य करने में कठिनाई का सामना करते हैं। इसलिये वास्तविक समय में प्लाज़्मा की स्थिति की पहचान के लिए इस ऑप्टिकल विधि को एक पूरक तकनीक के रूप में स्थापित करना लाभकारी है। आदित्य-यू में प्लाज़्मा डिस्चार्ज को 5000 *FPS* (फ्रेम प्रति सेकंड) की गति से एक हाई-स्पीड कैमरा द्वारा रिकॉर्ड किया जाता है, जो 504 *x* 504 पिक्सेल के फ्रेम कैप्चर करता है। कैमरा ट्रिगर मोड में संचालित होता है, और डेटा को संपूर्ण रिकॉर्डिंग डाउनलोड के लिए पोस्ट-प्रोसेस किया जाता है। यह कैमरा 400 *nm* से 700 *nm* तक की विकिरण तरंगदैर्ध्य के प्रति संवेदनशील है, जिससे यह प्लाज़्मा कॉलम, विशेष रूप से उसके बाहरी किनारे से निकलने वाले दृश्य विकिरण को वाइड-एंगल दृश्य में कैप्चर करता है।

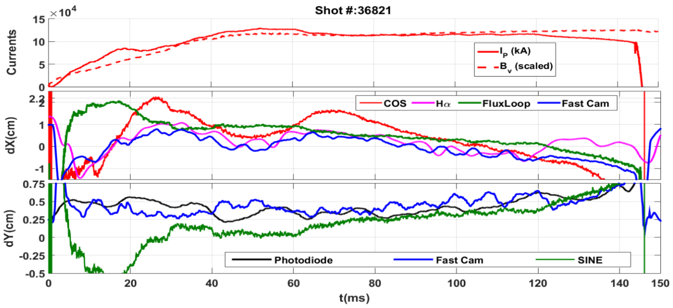


चित्र A.1.3: : रिकॉर्ड किए गए फ्रेम पर पिक्सेल स्थानों का चयन, जो एक-दूसरे को काटती लंबवत रेखाओं द्वारा दर्शाया गया है।



चित्र A.1.4: डिटेक्टर प्रणाली का योजनात्मक रेखा चित्र (a), पिन-होल को बैक-लाइट करके प्रकाश संकलन के लिए इच्छित स्थान का निर्धारण (b)

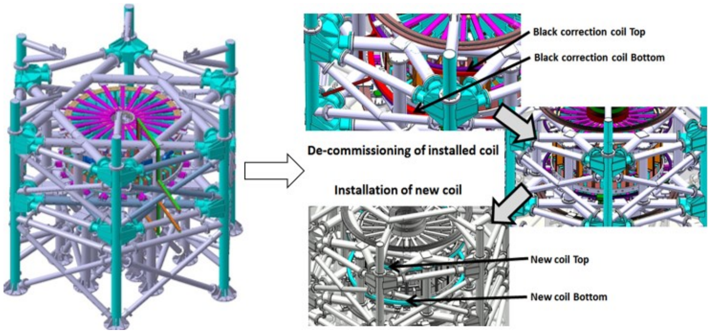
इन छवियों का विश्लेषण करके प्लाज़्मा की ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज गति को ट्रैक किया जाता है, तथा वैक्यूम वेसल में ऐसे विशिष्ट स्थानों की पहचान की जाती है जहाँ से पर्याप्त विकिरण प्राप्त हो, जिससे प्लाज़्मा की स्थिति को ट्रेस किया जा सके। चित्र A.1.3 में फास्ट कैमरा द्वारा प्राप्त प्लाज़्मा दृश्य दर्शाया गया है, जिसमें चार उप-चित्र पिक्सेल जोड़े और समय के साथ उनकी प्रबलता प्रोफाइल को प्रदर्शित करती हैं, ताकि प्लाज़्मा की गति का निर्धारण किया जा सके। सेट (*a*) और (*d*) क्रमशः क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर गति के अनुमान के लिए सर्वोत्तम पिक्सेल जोड़े हैं। इस सिद्धांत का उपयोग करते हुए, एक ऑप्टिकल प्रणाली को फोटो-डायोड (PD) आधारित रूप में डिज़ाइन, विकसित और टोकामॅक पर स्थापित किया गया है, ताकि इन क्षेत्रों से आने वाले दृश्य विकिरण को कैप्चर किया जा सके, जैसा कि चित्र A.1.3d में दर्शाया गया है। इस प्रणाली की योजनात्मक संरचना चित्र A.1.4. में प्रस्तुत की गई है। संकलित प्रकाश को उपयुक्त इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में भेजा जाता है, जहाँ संकेतों का बीजीय प्रोसेसिंग किया जाता है, और प्लाज़्मा की ऊर्ध्वाधर गति की स्थिति-संकेत डेटा अधिग्रहण प्रणाली (DAQ) में प्राप्त होती है। चित्र A.1.5 में आदित्य-यू के मानक डिस्चार्ज #36821 के लिए प्राप्त परिणाम प्रस्तुत किए गए हैं। दूसरा पैनल क्षैतिज स्थिति के अनुमान को संकलित करता है, जो कि कोसाइन कॉइल, फ्लक्स लूप्स, *H-α* मापनों, तथा फास्ट कैमरा (चित्र A.1.3a) से चयनित पिक्सेल तीव्रताओं के माध्यम से प्राप्त किए गए हैं। पहली तीन विधियाँ आदित्य-यू में अच्छी तरह स्थापित हैं और नियमित रूप से उपयोग में लाई जाती हैं। त्वरित कैमरे के सुसंगत माप पोस्ट-प्रोसेसिंग तकनीक को प्रमाणित करते हैं। चित्र A.1.5 के तीसरे पैनल में साइन कॉइल का उपयोग करके प्लाज़्मा के ऊर्ध्वाधर विस्थापन का विवरण दिया गया है, कैमरे (चित्र A.1.3d) से चुने गए पिक्सेल तीव्रता, और एक नए वास्तविक समय फोटोडायोड-आधारित ऑप्टिकल सिस्टम का उपयोग दर्शाया गया है। प्लाज़्मा फ्लैट-टॉप के दौरान प्राप्त परिणाम इस नई तकनीक की विश्वसनीयता की पुष्टि करते हैं। अंतिम अनुमान अधिकतम 7% अनिश्चितता दिखाते हैं और विभिन्न प्लाज़्मा डिस्चार्ज़ के दौरान प्रभावी साबित हुए हैं।



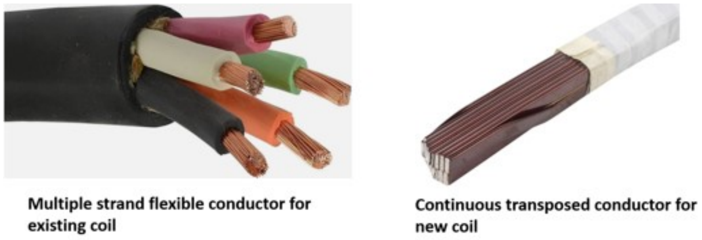
चित्र A.1.5: करंट्स, क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर स्थितियों के के टाईम ट्रेस ऊपर से नीचे पैनलों में दिखाए गए हैं।

__वर्तमान ऊर्ध्वाधर स्थिति नियंत्रण कॉइल्स (BCC) का नए पोलॉयडल फील्ड कॉइल्स के साथ उन्नयन:__ वर्तमान करेक्शन कॉइल सिस्टम का रूपांतरण आदित्य-यू टोकामॅक के परिचालन प्रदर्शन को बढ़ाने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। पुनः डिज़ाइन किए गए कॉइल सिस्टम में कई अनुकूलित पैरामीटर शामिल हैं, जिनमें कॉइल लेआउट की व्यवहार्यता, यांत्रिक हैंडलिंग, संरेखण सहिष्णुता, और उच्च-करंट कंडक्टरों का प्रदर्शन शामिल है। इन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, नई तांबे की बनी करेक्शन कॉइल्स विकसित और

स्थापित की गई हैं, जो कंटीन्यूअस ट्रांसपोज़्ड कंडक्टर (*CTC*) तकनीक का उपयोग करती हैं। ये कॉइल्स पहले के फ्लेक्सिबल कंडक्टर आधारित करेक्शन कॉइल्स (*BCC*) की तुलना में उच्च विद्युतचुंबकीय बलों को सहने के लिए डिज़ाइन की गई हैं। उन्नत डिजाइन में मौजूदा कॉइल्स को निष्क्रिय करना और एक संयुक्त-रहित, डबल-पैनकेक वाइंडिंग कॉन्फ़िगरेशन को लागू करना शामिल है, जैसा कि चित्र A.1.6 में दर्शाया गया है। प्रत्येक डबल पैनकेक दो वाइंडिंग की परतों से बना होता है, जो एक साथ स्टैक की जाती हैं और एक पूर्ण वाइंडिंग पैक बनाने के लिए विद्युत रूप से जुड़ी होती हैं। नई कॉइल्स को उच्च सटीकता के साथ बिना प्रमुख उपप्रणालियों को अलग किए वर्तमान आदित्य-यू संरचनात्मक ढांचे के भीतर एकीकृत किया गया। आदित्य-यू टोकामॅक में कुल चार कॉइल सेट सफलतापूर्वक स्थापित किए गए हैं, जिनमें से प्रत्येक सेट अधिकतम 5 *kA* करंट पर कार्य करने में सक्षम है।



चित्र A.1.6: मौजूदा ऊर्ध्वाधर स्थिति नियंत्रण कॉइल्स (BCC) को नए पोलॉयडल फील्ड कॉइल्स के साथ उन्नत करने का योजनात्मक चित्र

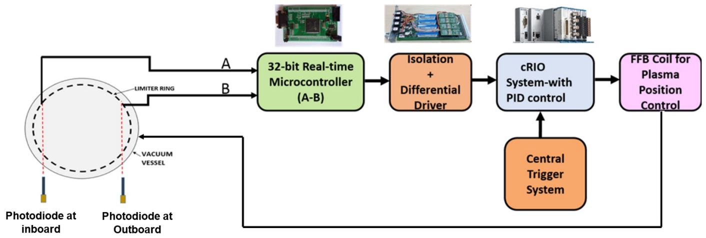


चित्र A.1.7: वर्तमान और नई पोलॉयडल फील्ड कॉइल्स की वाइंडिंग के लिए कंडक्टर विन्यास की तुलना।

कॉइल की स्थापना के लिए वातावरण में स्थान की सीमाओं और कॉइल क्यूरिंग के लिए तापीय आवश्यकताओं को लेकर काफी चुनौतियाँ हैं। इसके बावजूद, ये परिस्थितियाँ ऑर्गेनिक इंसुलेटिंग सामग्री के उपयोग और पारंपरिक कॉइल निर्माण विधियों के लिए उपयुक्त हैं। उच्च करंट संचालन के दौरान स्थिरता बनाए रखने के लिए, कॉइल डिजाइन में कई ट्रांसपोज़्ड स्ट्रैंड्स को समानांतर में व्यवस्थित किया गया है, जो गैर-ट्रांसपोज़्ड, एकरूप कंडक्टर डिजाइनों से जुड़ी विद्युतचुंबकीय अस्थिरताओं को कम करने में मदद करता है। डिज़ाइन प्रक्रिया के दौरान मूल्यांकन किए गए विभिन्न कंडक्टर विन्यासों को चित्र A.1.7 में दर्शाया गया है। इस डिजाइन रणनीति के प्रभावी क्रियान्वयन में वर्तमान औद्योगिक साझेदारों के तकनीकी ज्ञान और स्थापित क्षमताओं का महत्वपूर्ण योगदान रहा। चयनित कॉइल अवधारणा का एक महत्वपूर्ण लाभ इसकी उल्लेखनीय अनुकूलन क्षमता है, जो समान निर्माण और इंस्टॉलेशन अवसंरचना का उपयोग करते हुए विभिन्न कॉइल संरचनाओं के बीच सहज परिवर्तन को सक्षम बनाती है, और साथ ही पूरे कॉइल सिस्टम की अखंडता और प्रदर्शन को बनाए रखती है।

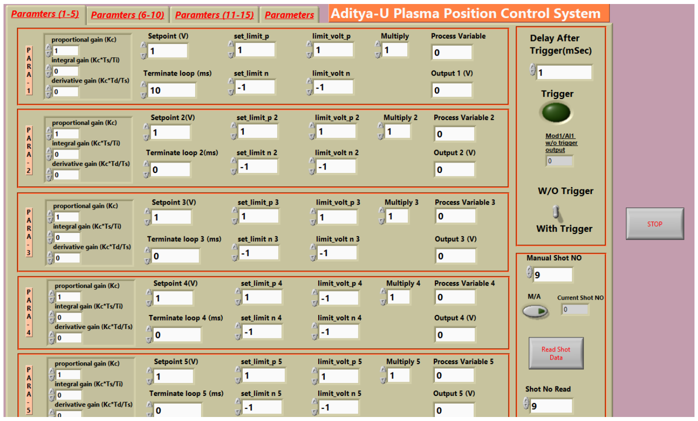
कॉइल में मजबूत चुंबकीय युग्मन प्रणाली की विद्युतचुंबकीय विशेषताओं को उल्लेखनीय रूप से प्रभावित करता है, विशेष रूप से उच्च करंट संचालन के दौरान। इसलिए, आदित्य-यू प्लाज़्मा डिस्चार्ज में उपयोग से पहले कॉइल असेंबली का उच्च वोल्टेज इंसुलेशन और उच्च करंट प्रदर्शन के लिए कठोर परीक्षण किया गया। चुंबकीय कॉइल को सफलतापूर्वक उच्च-करंट पावर सप्लाई से जोड़ा गया और इसने प्रयोगों के दौरान निर्दिष्ट विद्युत एवं तापीय लोड पर स्थिर प्रदर्शन बनाए रखा। विशेष रूप से, नई कॉइल कॉन्फ़िगरेशन ने पिछले सिस्टम की तुलना में कुल विद्युत खपत को चार गुना तक कम किया, जिससे समग्र दक्षता में वृद्धि हुई।

<u>उन्नत c-RIO आधारित रियल-टाइम सिस्टम का उपयोग करके क्षैतिज प्लाज़्मा स्थिति नियंत्रण में सुधार:</u> टोकामॉक में प्लाज़्मा की स्थिति को स्थिर करने और लंबे डिस्चार्ज प्राप्त करने के लिए रियल-टाइम तकनीकें अत्यंत महत्वपूर्ण होती हैं। आदित्य-यू में क्षैतिज प्लाज़्मा स्थिति को स्थिर करने और प्लाज़्मा मानकों में सुधार करने के लिए समतुल्य फील्ड का रियल-टाइम फीडबैक नियंत्रण उपयोग किया जाता है। यह अभिनव नियंत्रण प्रणाली, जिसे PXI चेसिस में NI-PXI-7831R कार्ड का उपयोग करके विकसित किया गया है, एक एकीकृत PID नियंत्रक से सुसज्जित है। PID नियंत्रक तेज़-फीडबैक कॉइल्स के लिए नियंत्रण संकेत उत्पन्न करता है, जिसके परिणामस्वरूप क्षैतिज प्लाज़्मा स्थिति का सफल नियंत्रण प्राप्त होता है।



चित्र A.1.8: आदित्य-यू में क्षैतिज प्लाज़्मा स्थिति नियंत्रण के लिए विभिन्न प्रणालियों का अंतर्संबंध

हालांकि, प्रारंभिक नियंत्रण प्रणाली में कुछ सीमाएँ थीं। इसलिए, बेहतर नियंत्रण और PID मानकों को समायोजित करने में अधिक लचीलापन प्राप्त करने के लिए इसे कॉम्पैक्ट-RIO (c-RIO) का उपयोग करके उन्नत किया गया। उन्नत प्रणाली में लगभग 400 ms तक की लंबी अवधि वाले डिस्चार्ज हो सकते हैं और सभी नियंत्रण अनुप्रयोगों को लागू करने के लिए नवीनतम पीढ़ी के Zynq-7020 FPGA युक्त NI 9147 c-RIO एम्बेडेड चेसिस का उपयोग करके डेटा पुनःप्राप्ति क्षमताओं में सुधार करती है। यह एक 4-स्लॉट रग्ड चेसिस है जिसमें किसी भी C-सीरीज IO मॉड्यूल को जोड़ा जा सकता है। PID नियंत्रक के मानक Zynq-7020 FPGA पर ग्राफिकल यूजर इंटरफेस के माध्यम से सेट किए जाते हैं। व्यावहारिक पैरामीटर मान निर्धारित करने और टाइम रिस्पॉन्स का मूल्यांकन करने के लिए आदित्य-यू में प्लाज़्मा स्थिति नियंत्रण के लिए फास्ट फीडबैक कॉइल की पावर सप्लाई का उपयोग करके परीक्षण किया गया। चित्र A.1.8 पोजीशन कंट्रोल में शामिल सिस्टम के इंटरकनेक्शन को दिखाता है।

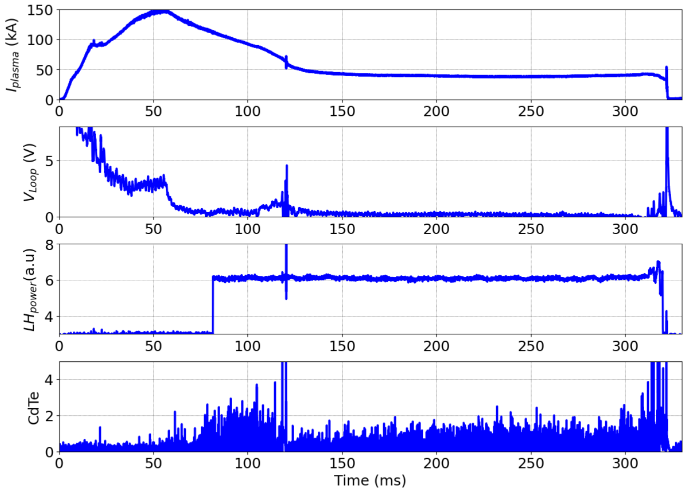


चित्र A.1.9: विभिन्न पैरामीटर सेटिंग्स के साथ उन्नत सिस्टम का फ्रंट पैनल दृश्य

उन्नत डिजाइन विभिन्न समय-विलंब और बहु-मानक सेटिंग्स को समायोजित करता है, जिसके परिणामस्वरूप एक नया LabVIEW-आधारित ग्राफिकल यूजर इंटरफेस (GUI) विकसित हुआ है। इस GUI के फ्रंट पैनल पर कुल 20 सेटिंग्स प्रदर्शित होती हैं, जिसमें प्रत्येक टैब के लिए पांच सेटिंग्स आवंटित हैं—P, I, D, सेटपॉइंट वोल्टेज, और लूप -टाइम, जैसा कि चित्र A.1.9. में दिखाया गया है। यह विधि मानकों की सटीक और सूक्ष्म ट्यूनिंग की अनुमति देती है, बिना फास्ट फीडबैक पावर सप्लाई को प्रभावित किए, जो अन्यथा अचानक परिवर्तन कर सकता है और प्लाज़्मा को बाधित कर सकता है।

परिचालन पहलुओं और सुधारों के अलावा, आदित्य-यू ने बड़े पैमाने पर फ्यूजन-ग्रेड डिवाइसों से जुड़े महत्वपूर्ण चुनौतियों पर केंद्रित एक श्रृंखला नवाचारी प्रयोग शुरू किए हैं। इन प्रयोगों में लोअर हाइब्रिड (LH) वेव्स का उपयोग करके नॉन-इंडक्टिव करंट ड्राइव, प्रोटोटाइप ITER हार्ड एक्स-रे मॉनिटर (HXRM) डायग्नोस्टिक का सत्यापन और कैलिब्रेशन अध्ययन, इंडक्टिवली ड्रिवन पेलेट इंजेक्टर के माध्यम से ठोस बोरॉन पाउडर इंजेक्शन, और एज टोरॉयडल रोटेशन पर अशुद्धि सीडिंग का प्रभाव शामिल हैं। इन अग्रणी प्रयोगों के परिणाम अत्यंत आशाजनक हैं और भविष्य के टोकामैक्स के संचालन पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाल सकते हैं।

<u>आदित्य-यू में PAM लॉन्चर का उपयोग करके LH (लोअर हाइब्रिड) करंट ड्राइव प्रयोग:</u> लोअर हाइब्रिड करंट ड्राइव (LHCD) आधुनिक टोकामैक्स में एक महत्वपूर्ण उच्च-शक्ति हीटिंग एवं करंट ड्राइव (H&CD) प्रणाली है, जो लंबी पल्स और स्थिर अवस्था संचालन का समर्थन करती है और प्लाज़्मा प्रदर्शन एवं स्थिरता को बढ़ाती है। आदित्य-यू में पैसिव एक्टिव मल्टी-जंक्शन (PAM) एंटीना की स्थापना के बाद, आदित्य-यू में प्रारंभिक LHCD प्रयोग किया गया है। प्रयोग शुरू करने से पहले, LH तरंगों का प्लाज़्मा के साथ बेहतर युग्मन प्राप्त करने के लिए आदित्य-यू में प्लाज़्मा करंट की दिशा को उलटा कर दिया गया था। उल्टी प्लाज़्मा करंट (I_P) दिशा में मानक ओमिक डिस्चार्ज स्थापित किए गए हैं। LH पल्स लॉन्च चरण के दौरान ऋणात्मक लूप वोल्टेज (इंडक्टिव वोल्टेज) को रोकने के लिए, OTPS सर्किट्स में विशेष व्यवस्थाएं और संशोधन किए गए हैं ताकि 70 ms की अवधि के बाद शून्य लूप वोल्टेज प्राप्त किया जा सके।



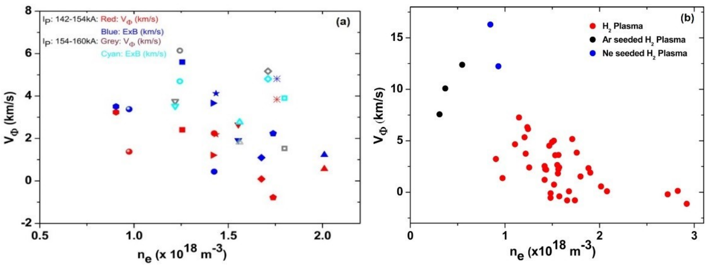
चित्र A.1.10: डिस्चार्ज #38781 के लिए (a) प्लाज़्मा करंट, (b) लूप वोल्टेज, (c) LH पावर (a.u), और (d) CdTe-HXR सिग्नल का टेम्पोरल इवोल्यूशन दिखाया गया है।

LHCD प्रयोग (शॉट #38781) के दौरान, लगभग 100 kW LH पावर 3.7 GHz पर डिस्चार्ज के लगभग 80 ms बाद लॉन्च किया गया, जिसकी पल्स अवधि लगभग 300 ms थी। इस शॉट के दौरान प्लाज़्मा करंट लगभग 320 ms तक बनाए रखा गया। इस शॉट में, लगभग 70 ms पर लूप वोल्टेज शून्य हो गया और प्लाज़्मा करंट पूरी तरह से LH तरंगों द्वारा बनाए रखा गया। 70 ms के बाद, लूप वोल्टेज को शून्य पर बनाए रखा गया, जो केवल पॉजिटिव कनवर्टर में ओमिक पावर

सप्लाई में करंट को नियंत्रित करके ($dI_{OH}(t)/dt \sim 0$) संभव हुआ। इस डिस्चार्ज में लगभग 40 kA का प्लाज़्मा करंट 320 ms तक बनाए रखा गया। यह आदित्य-यू टोकामॉक में LHCD की प्लाज़्मा करंट की अवधि बढ़ाने की क्षमता को दर्शाता है। चित्र 10 में हालिया आदित्य-यू LHCD डिस्चार्ज दिखाया गया है, जिसमें प्लाज़्मा करंट, LHCD पावर, लूप वोल्टेज और CdTe सिग्नल शामिल हैं।

आदित्य-यू पर यह प्रयोगात्मक परिणाम एक महत्वपूर्ण उपलब्धि है क्योंकि भारत में पहली बार, लगभग 40 kA का स्थिर प्लाज़्मा करंट पूरी तरह से लोअर हाइब्रिड तरंगों के माध्यम से, बिना किसी लूप वोल्टेज के, PAM लॉन्चर का उपयोग करके संचालित किया गया है।

इम्प्योरिटी सीडिंग का एज टोरोइडल घूर्णन पर प्रभाव:



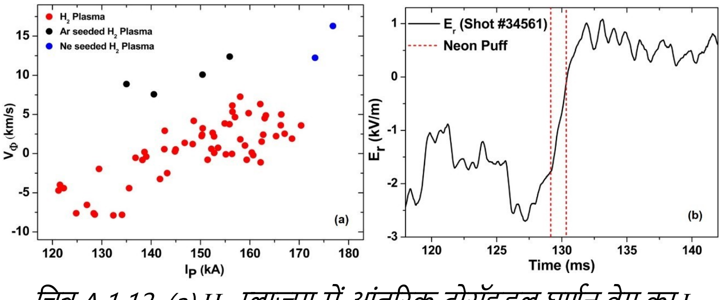
चित्र A.1.11.(a) एज घनत्व के फलन के रूप में ($E_r \times B_\theta$) प्रवाह वेग और किनारे के टोरॉइडल घूर्णन वेग में परिवर्तन। एक डिस्चार्ज में V_ϕ और $E_r \times B_\theta$ प्रवाह वेग के एकसाथ मापन को क्रमशः लाल और नीले रंग के समान प्रतीकों द्वारा प्रदर्शित किया गया है। करेंट सीमा IP=142 –154 kA के लिए क्रमशः लाल और नीले रंगों में तथा I_P=154–160 kA के लिए क्रमशः ग्रे और सियान रंगों में प्रदर्शित किया गया है। विभिन्न प्रतीक विभिन्न डिस्चार्जों से प्राप्त आंकड़ों का प्रतिनिधित्व करते हैं। (b) H_2 प्लाज़्मा में किनारे के घनत्व के साथ आंतरिक घूर्णन (intrinsic rotation) का परिवर्तन (लाल: बिना अशुद्धि सीडिंग, काला: आर्गन सीडेड, नीला: निऑन सीडेड)।

अंतर्निहित टोरोइडल घूर्णन V_ϕ का अध्ययन *आदित्य-यू* टोकामॅक के किनारी क्षेत्र में विशेष रूप से किया गया है, क्योंकि यह सर्वविदित है कि अंतर्निहित टोरोइडल घूर्णन सबसे पहले किनारी क्षेत्र में उत्पन्न होता है और उसके बाद कोर (मूल) की ओर प्रसारित होता है। आदित्य-यू में, E_r x B_θ बहाव वेग को किनारी क्षेत्र में अंतर्निहित टोरोइडल घूर्णन को प्रेरित करने वाला पाया गया है। इस खंड में चर्चा किए गए सभी परिणाम निम्नलिखित प्लाज़्मा मापदंडों पर आधारित हैं: $B_T = 1.28$ T (*R = 75 cm* पर), रिज़र्वायर दाब = 2.2 बार, केन्द्रीय कॉर्ड-भारित इलेक्ट्रॉन घनत्व: $n_e \sim 1\text{-}3 \times 10^{19}$ m^{-3} , केन्द्रीय इलेक्ट्रॉन तापमान: $T_e \sim$ *500—1000 eV*, किनारी इलेक्ट्रॉन घनत्व: $n_e \sim 0.5\text{—}3 \times 10^{18}$ m^{-3}, जबकि प्लाज़्मा करंट (I_p) लगभग *~120—170 kA* के बीच परिवर्तित होती है। किनारी क्षेत्र में, रेडियल विद्युत क्षेत्र (E_r) की उपस्थिति से E_r x B_θ प्रवाह उत्पन्न होता है। यह E_r, टोरॉइडल घूर्णन वेग V_ϕ से निम्नलिखित प्रकार से संबंधित है:

$$E_r = V_\phi B_\theta - V_\theta B_\phi + (\Delta P / n_e Z) \qquad (1)$$

जैसा कि चित्र A.1.11a में दिखाया गया है, विभिन्न एज घनत्व पर शुद्ध हाइड्रोजन प्लाज़्मा में $E_r \times B_\theta$ ड्रिफ्ट वेग (रेक लैंग्म्युर प्रोब का उपयोग करके) और किनारे के टोरॉइडल घूर्णन V_ϕ (स्पेक्ट्रोस्कोपिक मापन का उपयोग करके) यह पता चलता है कि $E_r \times B_\theta$ प्रवाह आदित्य-यू टोकामॅक के किनारे क्षेत्र में आंतरिक टोरॉइडल घूर्णन उत्पन्न करने के लिए जिम्मेदार हैं। यह दर्शाता है कि समीकरण 1 के दाहिनी ओर के दूसरे और तीसरे पदों का योगदान नगण्य है। V_ϕ में वृद्धि के साथ किनारे के घनत्व के बढ़ने पर इसकी डैम्पिंग का अनुभव किया गया है। इसके अलावा, जैसा कि चित्र A.1.11b में दिखाया गया है, हाइड्रोजन प्लाज़्मा में निऑन और आर्गन (मध्यम-Z अशुद्धि) सीडिंग के बाद किनारे का V_ϕ लगभग ~ 5-15 km/s तक बढ़ जाता है, जबकि किनारे का इलेक्ट्रॉन घनत्व घट जाता है, क्योंकि इलेक्ट्रॉन इन डाली गई अशुद्धियों को आयनीकृत करने में खत्म हो जाते हैं।

शुद्ध हाइड्रोजन डिस्चार्ज (बिना अशुद्धि सीडिंग) में, जिनका प्लाज़्मा करंट कम होता है ($I_P \sim$ 120—145 kA), किनारे का V_ϕ करंट की विपरीत दिशा में बना रहता है। यह काउंटर-करंट घूर्णन सह-करंट दिशा में बदल जाता है जब I_P 150 kA से अधिक हो जाता है। जैसा कि चित्र A.1.12a में दिखाया गया है, इन डिस्चार्जों में निऑन और आर्गन का इंजेक्शन किनारे के घूर्णन V_ϕ को सह-करंट दिशा में उसी प्लाज़्मा करंट के मान पर बढ़ा देता है। अशुद्धि सीडिंग किनारे के प्लाज़्मा को टोरॉइडल दिशा में बाहरी टॉर्क प्रदान करती प्रतीत होती है, जो किनारे के टोरॉइडल घूर्णन में इस वृद्धि के लिए जिम्मेदार है।



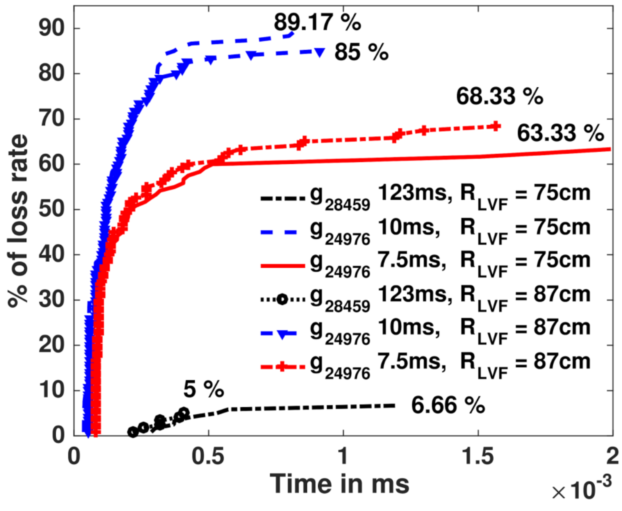
चित्र A.1.12. (a) H_2 प्लाज़्मा में आंतरिक टोरॉइडल घूर्णन वेग का I_p के साथ परिवर्तन (लाल: बिना अशुद्धि सीडिंग, काला: आर्गन सीडेड, नीला: निऑन सीडेड) (b) निऑन सीडिंग के बाद E_r ($\rho \sim 0.99$) में भारी परिवर्तन देखा गया

किनारे के V_ϕ में देखी गई वृद्धि के पीछे का भौतिक तंत्र चित्र A.1.12b में दिखाए गए अवलोकन से समझा जा सकता है। जैसा कि चित्र A.1.12b में दिखाया गया है, यह स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि किनारे के रेडियल इलेक्ट्रिक फ़ील्ड E_r में लगभग ~ *1-2 kV/m* की

महत्वपूर्ण वृद्धि हुई है, जो E_r/B_θ प्रवाह को सह-करंट दिशा में *10-20 km/s* तक बढ़ाने में सक्षम है (चूंकि *आदित्य-यू* के किनारे क्षेत्र में $B_\theta \sim 0.1\ T$ है)।

प्रयोगात्मक प्रगति के साथ-साथ, आदित्य-यू प्रयोगों का सिमुलेशन और मॉडलिंग भी समानांतर रूप से किया गया है, ताकि उसके पीछे की भौतिकी की समझ को गहरा किया जा सके, जो संलयन रिएक्टरों के प्रदर्शन से संबंधित पूर्वानुमानों की सटीकता सुधारने के लिए महत्वपूर्ण है। आदित्य-यू में स्थानीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र (LVF) विक्षोभ के माध्यम से रनअवे इलेक्ट्रॉन्स (RE) को कम करने के लिये किये जा रहे प्रयोगात्मक प्रयासों के तहत, ADITYA टोकामॅक डिस्चार्जों में डी-कॉन्फाइनमेंट से संबंधित सिमुलेशन अध्ययन किए गए हैं।

<u>LVF समर्थित REs के डी-कॉन्फाइनमेंट का संख्यात्मक मॉडलिंग:</u> रनअवे इलेक्ट्रॉन्स सापेक्षिक कण (> MeV) होते हैं, जो टूट- फूट या तीव्र हीटिंग के दौरान उत्पन्न होते हैं और छोटे टोकामैक्स से लेकर ITER जैसे उपकरणों में प्लाज़्मा फेसिंग घटकों के लिए खतरा पैदा करते हैं। सक्रिय चुंबकीय तकनीकें, विशेष रूप से रेज़ोनेंट मैग्नेटिक पर्टर्बेशन (RMPs) और स्थानीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र (LVF) पर्टर्बेशन, एक पूरक मार्ग प्रदान करती हैं; RMPs ने बड़े उपकरणों में मिश्रित सफलता दिखाई है, जबकि LVF प्रयोग अब तक केवल VERSATOR-I और ADITYA तक सीमित हैं।

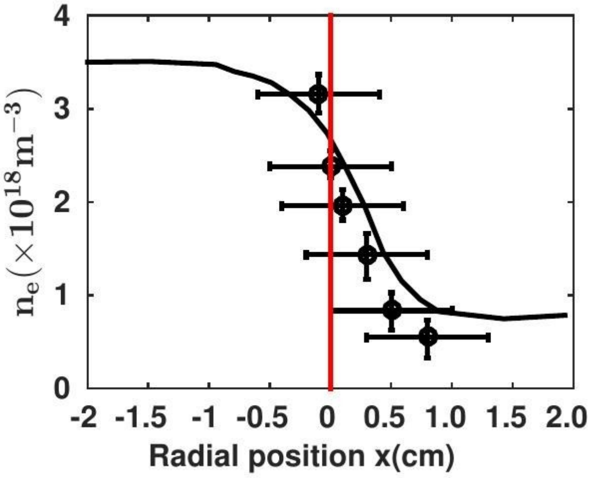


चित्र A.1.13: तीन अलग-अलग प्लाज़्मा समतुल्यता के लिए ऋणात्मक LVF विक्षोभ द्वारा 3 MeV REs के लॉस फ्रैक्शन का अध्ययन। दो अलग-अलग RLVF स्थितियों के साथ 4.3 kA करंट से LVF विक्षोभ उत्पन्न किया गया। अध्ययन किए गए शॉट्स: 7.5 ms शॉट 24976, 10 ms पर शॉट 24976 पर , और 123 ms पर शॉट 28459

ADITYA में, समानांतर हेल्महोल्ट्ज-जैसे कॉइलों की जोड़ी ने $R_0 = 0.75\ m$ पर 150–260 G का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न किया। ब्रेकडाउन के दौरान LVF लागू करने से हार्ड-एक्स-रे उत्सर्जन में लगभग *~90%* की महत्वपूर्ण कमी आती है, जबकि थर्मल प्लाज़्मा प्रभावित नहीं होता, जिससे प्रारंभिक चरण में RE निष्कासन सिद्ध होता है। इन परिणामों की व्याख्या के लिए, PARTICLE फ्रेमवर्क से विकसित एक सापेक्षिक पूर्ण ऑर्बिट-फॉलोइंग कोड बनाया गया, जिसे PARTICLE-3D (P3D) नाम दिया गया। P3D सिमुलेशन दर्शाते हैं कि LVF टोरॉइडल सममिति को तोड़ता है, गाइडिंग-सेंटर ड्रिफ्ट कक्षाओं को बदलता है, और LVF के क्षेत्र दिशा पर निर्भर करते हुए RE परिसीमन क्षेत्र को सिकोड़ या फैला सकता है। सकारात्मक LVF इनबोर्ड साइड पर परिसीमन क्षेत्र को विस्तृत करता है, जबकि नकारात्मक LVF इसे संकीर्ण कर देता है, जिससे सीधे किनारे पर उत्पन्न REs ($\Psi_N > 0.7$) बाहर निकल जाते हैं। आवश्यक LVF पर्टर्बेशन की ताकत REs की ऊर्जा के साथ बढ़ती है।

चित्र A.1.13 में प्रस्तुत अधिक सिमुलेशन परिणाम, *RE* लॉस फ्रैक्शन अध्ययन को दर्शाते हैं, जिसमें प्लाज़्मा संचालन के विभिन्न चरणों में REs का 90% तक डी-कॉन्फाइनमेंट देखा गया। ये परिणाम ADITYA टोकामॅक के प्रयोगात्मक अवलोकनों के साथ सुसंगत हैं। अध्ययन यह भी दर्शाता है कि प्लाज़्मा एज पर सुरक्षा कारक (q) प्रोफ़ाइल और RE डी-कॉन्फाइनमेंट की प्रभावशीलता के बीच एक मजबूत सहसंबंध मौजूद है। प्लाज़्मा किनारे से उत्पन्न REs ($\Psi_N > 0.7$) के LVF विक्षोभ के साथ अधिक आसानी से खोने की सम्भावना थी, जो q-प्रोफ़ाइल और विक्षोभ की दिशा पर निर्भर करता है। ये परिणाम LVF विक्षोभ को RE प्रबंधन के लिए एक लचीला, कम-विक्षेपण वाला उपकरण के रूप में स्थापित करते हैं। उचित स्केलिंग के साथ, यह तकनीक मौजूदा शमन प्रणालियों के साथ मिलकर ITER और DEMO जैसे बड़े उपकरणों के लिए उपयोगी साबित हो सकती है।

<u>आदित्य-यू टोकामॅक के एज और स्क्रेप-ऑफ-लेयर (SOL) प्लाज़्मा में संवहन के प्रभाव की जांच के लिए UEDGE कोड का कार्यान्वियन:</u>



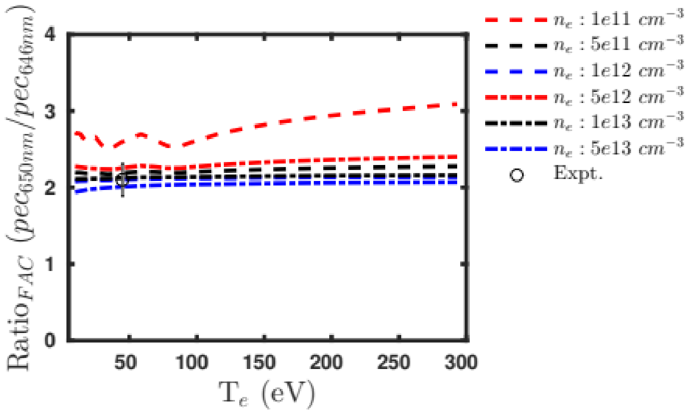
चित्र A.1.14: अंदरूनी संवहन वेग $v_{conv} = 1.5\ m/s$ और प्रसार गुणांक $0.2\ m^2/s$ के लिए इलेक्ट्रॉन घनत्व की सिमुलेटेड रेडियल प्रोफ़ाइल। खुले वृत्तों के साथ त्रुटि बार आदित्य-यू के सामान्य डिस्चार्ज के प्रयोगात्मक डेटा का प्रतिनिधित्व करते हैं।

आदित्य-यू के लिमिटर ज्यामिति का सांख्यिकीय मेश UEDGE कोड में इन-हाउस विकसित रूटीन के माध्यम से तैयार किया गया है। इसे

UEDGE कोड के साथ कपल किया गया और एज क्षेत्र में मापा गया इलेक्ट्रॉन घनत्व रेडियल प्रोफ़ाइल मॉडल किया गया। यह देखा गया कि एक स्थिर लम्बवत प्रसार गुणांक $D_{\perp} \sim 0.2\ m^{2}/s$ के साथ अंदरूनी संवहन वेग $v_{conv} \sim 1.5\ m/s$ की आवश्यकता होती है, ताकि आदित्य-यू के सामान्य डिस्चार्जों में मापी गई *ne* प्रोफ़ाइल के साथ मेल किया जा सके। $D_{\perp} \sim 0.2\ m^{2}/s$ का मान फ्लक्चुएशन-उत्पन्न प्रसारकता की तुलना में बहुत कम पाया गया है और यह अनुमानित निओक्लासिकल प्रसारकता और Bohm प्रसारकता के बीच स्थित है। चित्र A.1.14 में सिमुलेटेड रेडियल प्रोफ़ाइल (काली ठोस रेखा) के साथ -साथ रैक-लैंग्म्युर प्रोब से प्राप्त प्रयोगात्मक मापन भी दिखाए गए हैं।

<u>आदित्य-यू प्लाज़्मा में ऑक्सीजन आयन से उत्सर्जित लाइन अनुपात (line ratio) की स्पेक्ट्रोस्कोपिक मॉडलिंग के माध्यम से जांच:</u>

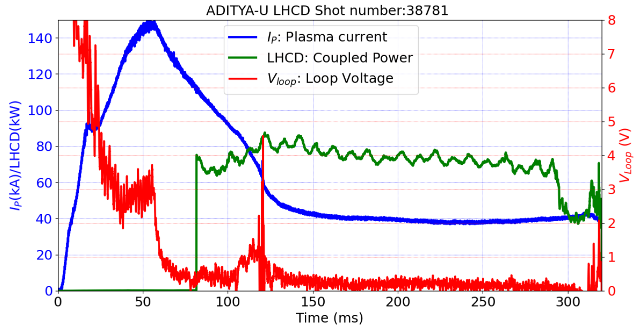
वर्तमान अध्ययन में, OV आयन की दो दृश्य स्पेक्ट्रल लाइनों (650.024 nm और 646.614 nm) के बीच तीव्रता अनुपात का अध्ययन किया गया है, जो $1s^2\ 2p\text{-}1s^2\ 3d$ संक्रमण के अनुरूप हैं। यह पाया गया कि 650.024 nm और 646.614 nm लाइनों का प्रयोगात्मक रूप से देखा गया लाइन अनुपात की व्याख्या पारंपरिक कोरोना मॉडल द्वारा नहीं की जा सकती। अंततः, FAC कोड के अंदर कॉलिज़नल-रेडिएटिव मॉडल का उपयोग किया गया ताकि प्रयोगात्मक रूप से देखा गया लाइन अनुपात (~2) का वर्णन किया जा सके। इसके अलावा, ADAS -208 से फ़ोटॉन-एमिसिविटी गुणांक (PEC) का मूल्यांकन करके इसे ADAS द्वारा भी पुष्टि की गई है। चित्र 15 में FAC कोड से सिमुलेटेड PEC अनुपात के साथ-साथ प्रयोगात्मक लाइन अनुपात दिखाया गया है। इसके अलावा, यह देखा गया कि लाइन अनुपात इलेक्ट्रॉन तापमान पर निर्भर नहीं करता है।



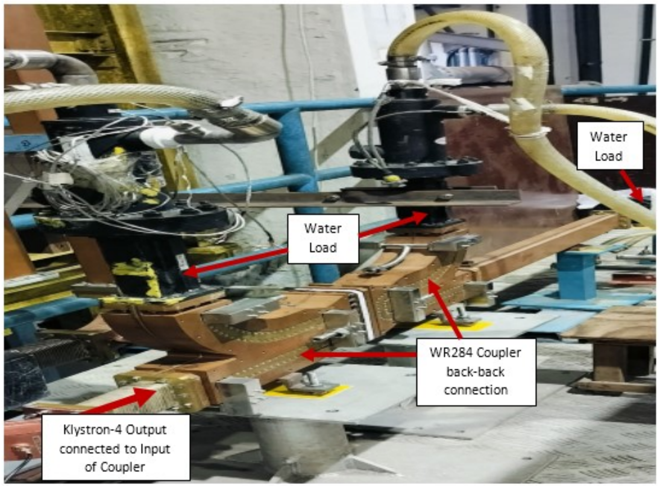
चित्र A.1.15: 650.024 nm और 646.614 nm लाइनों का सिमुलेटेड PEC अनुपात। काले वृत्त के साथ त्रुटि बार आदित्य-यू के सामान्य डिस्चार्ज के प्रयोगात्मक लाइन अनुपात का प्रतिनिधित्व करता है।

<u>लोअर हाइब्रिड करंट ड्राइव सिस्टम:</u> आदित्य-यू में PAM लॉन्चर के साथ प्रारंभिक LH प्रयोग दक्षिणावर्त दिशा में प्लाज़्मा धारा के साथ किए गए हैं और प्रयोगात्मक परिणाम उत्साहजनक रहे क्योंकि प्लाज़्मा धारा को ओमिक चरण से आगे बढ़ाया गया था। बाद के चरण में, उसी PAM लॉन्चर के साथ धारा चालन प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए OH प्रणाली (वामावर्त दिशा में प्लाज़्मा धारा) के विद्युत क्षेत्र को उलटते हुए LH प्रयोग किए गए। प्रारंभिक प्रयोगों ने उत्साहजनक परिणाम दिखाए हैं और इस दिशा में आगे के प्रयोग जारी हैं। निम्न संकर तरंगों (LHW) के अनुप्रयोग के साथ प्लाज़्मा धारा को 320 मिलीसेकंड तक बनाए रखा गया है। यह प्रयोग क्लाइस्ट्रॉन स्रोत के अंत में 300 मिलीसेकंड के लिए लगभग 100-120 किलोवाट की आरएफ बिजली उत्पादन के साथ किया गया था। एलएचसीडी के साथ हाल ही में आदित्य-यू शॉट नंबर 38781 को चित्र A.1.16 में दिखाया गया है, जो प्लाज़्मा करंट, लूप वोल्टेज और एलएचसीडी युग्मित शक्ति का परिणाम दिखाता है। आदित्य-यू में, लगभग 70-80 किलोवाट एलएचसीडी पावर को 3.7 गीगाहर्ट्ज पर लॉन्च किया गया था। जैसा कि चित्र A.1.16 में दिखाया गया है, एलएच पावर ~80 मिलीसेकंड पर लॉन्च किया गया था। इस शॉट में, लगभग 70 मिलीसेकंड पर, लूप वोल्टेज लगभग शून्य हो गया और प्लाज़्मा करंट पूरी तरह से एलएच तरंगों द्वारा बनाए रखा गया था। 70 मिलीसेकंड से आगे, केवल धनात्मक कनवर्टर में ओमिक विद्युत आपूर्ति ($dI_{OH}(t)/dt \sim 0$) में धारा को नियंत्रित करके लूप वोल्टेज को लगभग शून्य बनाए रखा गया। इस डिस्चार्ज में लगभग 40 kA का प्लाज़्मा धारा *320* मिलीसेकंड तक बनी रहती है।

प्रायोगिक गतिविधियों के साथ-साथ, एलएचसीडी की सहायक प्रणालियों का नियमित रखरखाव किया गया है । एलएचसीडी स्रोत, अर्थात् उच्च-शक्ति क्लाइस्ट्रॉन को उचित कार्य के लिए डमी लोड पर उच्च वोल्टेज और उच्च शक्ति आरएफ दोनों के लिए अनुकूलित किया गया। एक एनोड मॉड्यूलेटर नियंत्रण पैनल को विकसित किया गया है, उसका परीक्षण और एलएचसीडी एनोड मॉड्यूलेटर पावर सप्लाई (एएमपीएस) इकाई के साथ उसको एकीकृत किया गया है। एलएचसीडी प्रणाली के सुचारू और विश्वसनीय संचालन के लिए, एक उच्च वोल्टेज बिजली की आपूर्ति की आवश्यकता होती है। -70kV, 22A रेटेड परीक्षण बिजली आपूर्ति (TPS) के लिए रखरखाव कार्य किया गया है। बिजली की आपूर्ति को ठीक करने के बाद, ADITYA-U एलएचसीडी प्रायोगिक अभियान के लिए क्लाइस्ट्रॉन का संचालन किया गया। क्लाइस्ट्रॉन टैंक के तेल को छानते समय फिलामेंट करंट के लिए अंशांकन किया गया क्लाइस्ट्रॉन और एएमपीएस तेल टैंक की मरम्मत और रखरखाव के बाद, कम शक्ति उच्च वोल्टेज (एलपीएचवी) परीक्षक के साथ -65 केवी तक रेज़िस्टर बैंक, क्रोबार, एएमपीएस और व्यक्तिगत क्लाइस्ट्रॉन ट्यूब की उचित कार्यक्षमता की जांच करने के लिए स्टैंडअलोन कम शक्ति उच्च वोल्टेज परीक्षक के साथ परीक्षण किया गया।



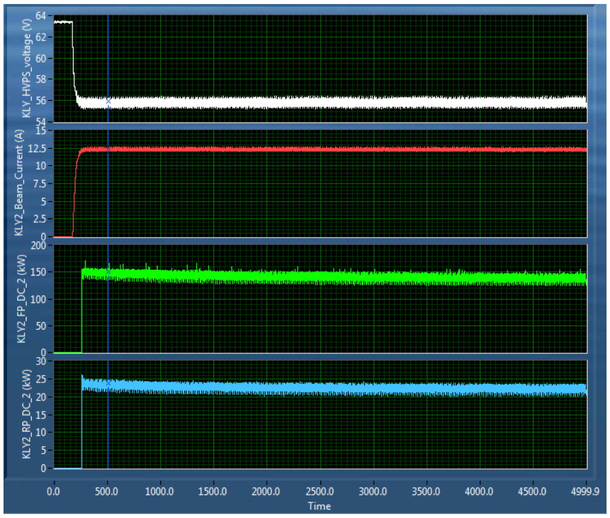
चित्र A.1.16: डिस्चार्ज संख्या-38781 के लिए (a) प्लाज़्मा धारा, (b) लूप वोल्टेज और (c) LHCD युग्मित शक्ति का कालिक विकास दर्शाया गया है। एक धनात्मक कनवर्टर शॉट में, जहाँ लूप वोल्टेज 70 ms तक उपलब्ध था, प्लाज़्मा धारा 320 ms तक विस्तारित होती है। LHCD पल्स के बिना ऐसे धनात्मक कनवर्टर शॉट की अधिकतम अवधि ~ 150 ms तक होती है।



चित्र A.1.17: सर्कुलेटर कंपोनेंट्स के लिए हाई पावर टेस्ट सेट अप। हाई-पावर टेस्ट के लिए WR284 कपलर एक-दूसरे के पीछे जुड़े हुए हैं।

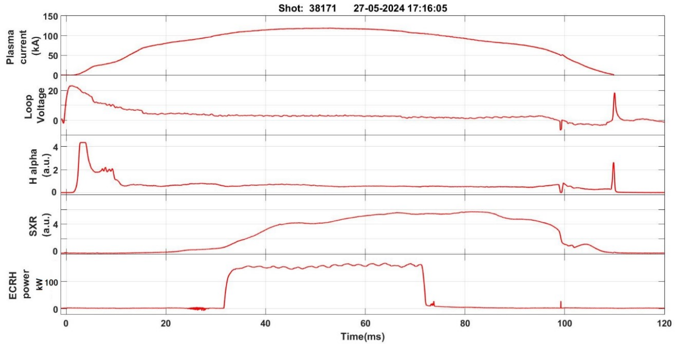
एक उच्च शक्ति 4-पोर्ट वाले सर्कुलेटर, 500 kW, 3.7 GHz, CW, का स्वदेश में ही डिज़ाइन और निर्माण किया जा रहा है। यह सर्कुलेटर 3-dB हाइब्रिड कपलर, फेराइट फेज़ शिफ्टर और मैजिक टी से बना है। कम शक्ति वाले आरएफ स्तर पर सर्कुलेटर का सफल परीक्षण पूरा हो चुका है। सर्कुलेटर के घटकों, WR284 कपलर को एक-दूसरे से जोड़ा गया और उच्च-शक्ति आरएफ के लिए उनका परीक्षण किया गया। इनपुट आरएफ पावर को कपलर के इनपुट पोर्ट में भेजा गया, जबकि असेंबली के शेष तीन (3) आउटपुट पोर्ट को वाटर लोड के साथ बंद कर दिया गया। उच्च-शक्ति परीक्षण सेटअप नीचे दिए गए चित्र-A.1.17 में दिखाया गया है।

परीक्षण के परिणाम चित्र A.1.3 में दर्शाए गए हैं। परीक्षण के दौरान, क्लाइस्ट्रॉन को लगभग 56 kV के बीम वोल्टेज और 12.3 A के बीम करंट पर संचालित किया गया। मापी गई अग्र शक्ति 140 kW थी और परावर्तित शक्ति 24 kW थी, जिसकी कुल अवधि 5 सेकंड थी। सर्कुलेटर की पूरी एसेंबली का परीक्षण 80 kW, 50 ms तक किया गया। शक्ति के स्तर (पॉवर लेवल)को बढ़ाने के लिए और सुधार किए जा रहे हैं।



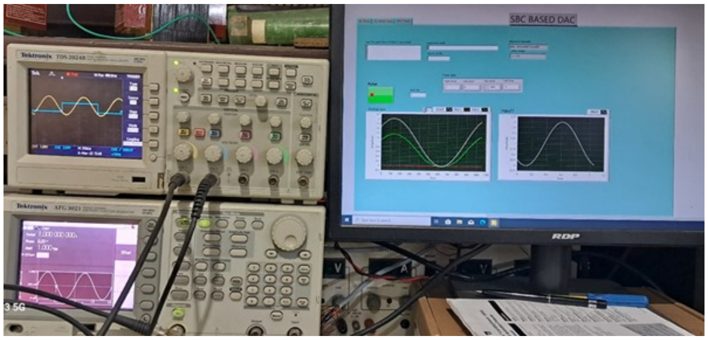
चित्र A.1.18: बीम वोल्टेज, बीम करंट, आउटपुट पावर (एफपी, आरपी) जैसे ऑपरेटिंग क्लाइस्ट्रॉन मापदंडों की अस्थायी प्रोफ़ाइल क्रमशः शीर्ष पैनल से नीचे पैनल तक दिखाई गई है।

<u>अदित्य-यू पर ईसीआरएच हीटींग प्रयोग:</u> इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेज़नन्स हीटींग (ईसीआरएच) को टोकामक अदित्य-यू पर संचालित किया गया है। 42 गीगाहर्ट्ज़ ईसीआरएच प्रणाली का उपयोग हीटिंग प्रयोगों को संचालित करने के लिए किया गया है। टोकामक का परिचालन टोरॉइडल चुंबकीय क्षेत्र 0.9 टेस्ला है और दूसरा हार्मोनिक ईसीआर परत *आउटबोर्ड साइड* पर स्थित है, इस प्रकार यह अदित्य-यू प्लाज़्मा का द्वितीय हार्मोनिक (X-2) ऑफ-एक्सिस ईसीआर हीटींग प्रयोग है। जैसा कि चित्र 1 में दर्शाया गया है, प्लाज़्मा करंट के फ्लैट-टॉप पर लगभग 150 kW ईसीआरएच शक्ति प्रविष्ट की गई। ईसीआरएच शक्ति के साथ *सॉफ़्ट एक्स-रे* सिग्नल की वृद्धि, अदित्य-यू प्लाज़्मा के हीटींग प्रभाव को दर्शाती है। यह प्रयोग संलयन अनुसंधान को आगे बढ़ाने में सहायक है क्योंकि इससे हीटींग दक्षता में सुधार होता है और अदित्य- यू मशीन पर प्लाज़्मा प्रदर्शन बेहतर होता है। ईसीआरएच प्रयोगों को आगे भी जारी रखा जाएगा और प्लाज़्मा हीटींग पर ध्रुवण (polarization) के प्रभाव का अध्ययन किया जाएगा, जिससे टोकामक में ईसीआरएच हेतु विस्तृत डेटाबेस तैयार किया जा सके।



चित्र A.1.19: अदित्य-यू शॉट ईसीआरएच शक्ति (kW) और अन्य मापदंड के साथ

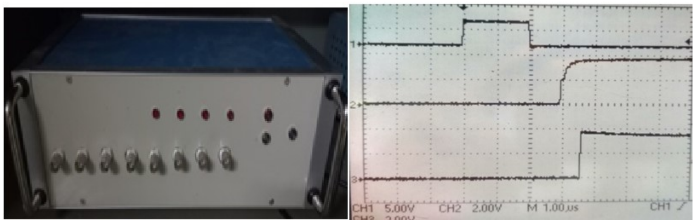
प्रोटोटाइप *एसबीसी आधारित डीएक्यू प्रणाली:* प्रोटोटाइप सिंगल -बोर्ड कंप्यूटर (एसबीसी) आधारित डेटा एक्विज़िशन (डीएक्यू) प्रणाली का विकास एक कम्पैक्ट और कम लागत वाला समाधान प्रदान करने के उद्देश्य से किया गया है। हार्डवेयर का चयन सामान्यतः प्रणाली की जटिलता और उसके नियंत्रण आवश्यकताओं पर निर्भर करता है। (चित्र A.1.20:)



चित्र A.1.20: एसबीसी आधारित डीएक्यू प्रणाली एवं उसका सत्यापन संयोजन

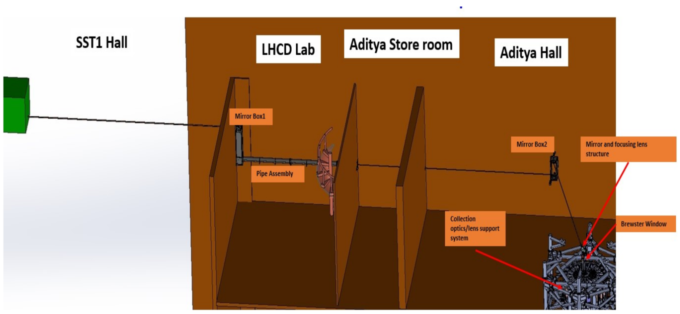
जायरोट्रॉन और उच्च-शक्ति माइक्रोवेव ट्यूब के लिए कॉम्पैक्ट इंटरलॉक सिस्टम का विकास: ईसीआरएच प्रणाली में एक उच्च -शक्ति माइक्रोवेव (जायरोट्रॉन) शामिल है, जो मेगावाट-स्तर के उच्च वोल्टेज डीसी (एचवीडीसी) पावर सप्लाई पर कार्य करता है। जायरोट्रॉन एक नाजुक उच्च-शक्ति माइक्रोवेव ट्यूब होते हैं जिन्हें समर्पित सुरक्षा प्रणाली की आवश्यकता होती है। एक कॉम्पैक्ट और किफायती इंटरलॉक सिस्टम (चित्र A.1.21) को डिज़ाइन और विकसित किया गया है, जो उच्च वोल्टेज और आरएफ पैरामीटर की तुलना कर स्वतंत्र रूप से कार्य कर सकता है और जायरोट्रॉन के सुरक्षित संचालन को सुनिश्चित करता है।प्रोटोटाइप इंटरलॉक सिस्टम सक्षम है चार एनालॉग संकेतों की निगरानी रखने में ताकि एचवी पैरामीटर सुरक्षित सीमा के भीतर रहें, आर्क डिटेक्शन के लिए तीन ऑप्टिकल चैनल और बाहरी डिजिटल संकेत। यह कॉम्पैक्ट इंटरलॉक सिस्टम क्रोबार प्रोटेक्शन सिस्टम या एचवीडीसी पावर सप्लाई के लिए ऑप्टिकली आइसोलेटेड ट्रिगर प्रदान करता है। यह 4 μs के भीतर गड़बड़ी का पता लगा सकता है और सुरक्षा ट्रिगर जारी कर सकता है, जिससे जायरोट्रॉन को आवश्यक 10 μs समय सीमा के भीतर सुरक्षित रूप से बंद किया जा सके।

प्रोटोटाइप DAC अनुप्रयोग के विकास का कार्य एक SBC का उपयोग करते हुए किया गया है, जिसमें डिजिटल एवं एनालॉग कंडिशनिंग इलेक्ट्रॉनिक्स को एक ही बोर्ड पैकेज में संयोजित किया गया है। यह लो-प्रोफाइल सिस्टम हार्डवेयर अंतर्निर्मित अधिग्रहण हार्डवेयर की सुविधा प्रदान करता है। SBC आधारित DAQ प्रणाली छोटे सिस्टमों की DAC आवश्यकताओं के लिए एक प्रभावी और बजट अनुकूल विकल्प सिद्ध होगी। विकसित प्रोटोटाइप SBC-DAQ प्रणाली में 28 डिजिटल और 16 एनालॉग चैनल शामिल हैं, तथा इसके प्रमाणीकरण सेटअप को चित्र A.1.20 में दर्शाया गया है।



चित्र A.1.21:कॉम्पैक्ट इंटरलॉक प्रणाली इकाई तथा सीआईएलके की प्रतिक्रिया समय विशेषताएँ (चैनल-1 इनपुट एवं चैनल-3 आउटपुट)।

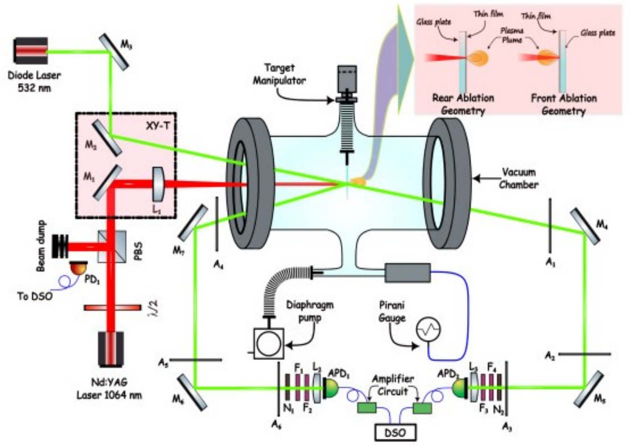
आदित्य-यू थॉमसन प्रणाली के लिए उच्च-शक्ति लेज़र ट्रांसपोर्ट लाइन: आदित्य-यू टोकामॅक के लिए एक मल्टी-पाइंट थॉमसन स्कैटरिंग (TS) डायग्नोस्टिक प्रणाली विकसित की जा रही है। यह प्रणाली एसएसटी-1 टीएस प्रणाली के समान लेज़र स्रोत का उपयोग करती है। इस उद्देश्य के लिए लगभग 65 मीटर लंबी लेज़र ट्रांसपोर्ट लाइन की संकल्पना की गई है।



चित्र A.1.22: लेज़र ट्रांसपोर्ट लाइन का योजनाबद्ध रूप।

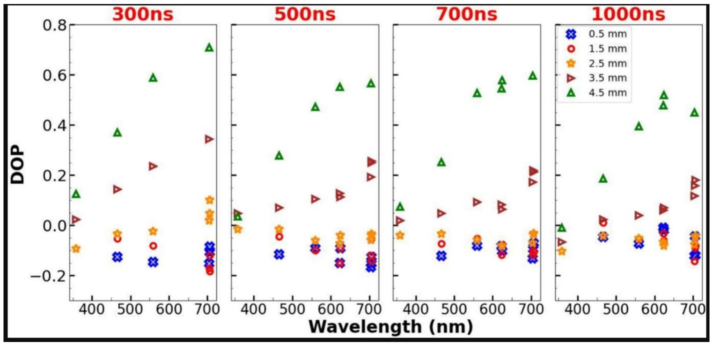
चित्र A.1.22 में आदित्य-यू में डायग्नोस्टिक्स हेतु लेज़र शक्ति को युग्मित (कपल) करने के लिए संकल्पित लेज़र ट्रांसपोर्ट लाइन दर्शाई गई है। लेज़र बीम के अपसारण को कम करने के लिए सभी लेज़र बीमों को 3 गुना विस्तारित किया गया है। इस विस्तारित बीमों के समूह को ट्रांसपोर्ट लाइन के माध्यम से निर्देशित किया जाता है। ट्रांसपोर्ट लाइन में बीम स्टियरिंग के लिए 6 इंच व्यास वाले कई उच्च-परिशुद्धता दर्पण, नियंत्रित संचालन के लिए सेफ़्टी शटर तथा बीम पथ के साथ सुरक्षात्मक आवरण शामिल हैं। चूँकि Nd:YAG लेज़र श्रेणी-IV लेज़र के रूप में संचालित होता है, इसलिए कड़े सुरक्षा प्रोटोकॉल का पालन अनिवार्य है। मानव गतिविधि वाले क्षेत्रों में अनिच्छित एक्सपोज़र एवं आसपास के उपकरणों या कर्मियों की गतिविधि में बाधा को रोकने के लिए बीम आवरण विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए हैं।

कोटिंग्स को लेज़र से पिघलाने के लिए पंप-प्रोब सेटअप का विकास:



चित्र A.1.23: ट्रांसमिटेन्स और रिफ्लेक्टेन्स मापने के लिए प्रायोगिक पंप-प्रोब सेटअप। M –मिरर, A – अपर्चर, L – लेंस, N – न्यूट्रल डेंसिटी फ़िल्टर, F – इंटरफ़ेरेंस फ़िल्टर, APD – एवलांच फ़ोटो-डायोड, PBS – पोलराइज़िंग बीम स्प्लिटर, PD – फ़ोटो-डायोड, λ/2 – हाफ-वेव प्लेट, XY-T – स्वचालित XY ट्रांसलेशन स्टेज, DSO – डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप।

एक नवीन पंप-प्रोब आधारित प्रायोगिक सेटअप विकसित किया गया है, जिसका उपयोग काँच सब्सट्रेट पर कोट की गई पतली परत के पिघलने, उसके बाद होने वाले वाष्पीकरण, प्लाज़्मा निर्माण तथा पुनः-अवक्षेपण की प्रक्रियाओं का अध्ययन करने हेतु किया जाता है। यह अध्ययन विभिन्न परिवेशीय परिस्थितियों और लेज़र फ़्लुएन्स पर किया गया है। परिवेशीय परिस्थितियाँ प्लाज़्मा प्लूम के विस्तार को सीमित करती हैं। यह प्रायोगिक सेटअप पिघलने, विस्तार और पुनः-अवक्षेपण की अवस्थाओं के दौरान होने वाली अनेक प्रक्रियाओं और उनकी सामयिक परिवर्तनशीलता की पहचान में सहायक है। परिवेशीय परिस्थितियाँ एब्लेशन के दौरान बनने वाले प्लाज़्मा प्लूम को प्रभावित करती हैं, जिसके कारण प्रोब लेज़र पल्सों के ट्रांसमिशन में परिवर्तन होता है। यह परिवर्तन प्लूम की गतिकी से संबंधित महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है। यह प्रयोग पतली-परत कोटिंग्स की लेज़र-आधारित एब्लेशन प्रक्रिया को समझने में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान कर सकता है, जिसका उपयोग बड़े प्रायोगिक उपकरणों — जैसे टोकामॅक — के व्यू-पोर्ट्स की *इन-सिटू* सफाई तथा अन्य प्रणालियों जैसे कोटिंग यूनिट्स, पल्स्ड लेज़र डेपोज़िशन, लेज़र-इंड्यूस्ड फ़ॉरवर्ड ट्रांसफ़र, लेज़र सतह संरचना आदि में किया जा सकता है। चित्र A.1.23 विकसित किए गए प्रायोगिक सेटअप का योजनाबद्ध चित्र दर्शाता है।

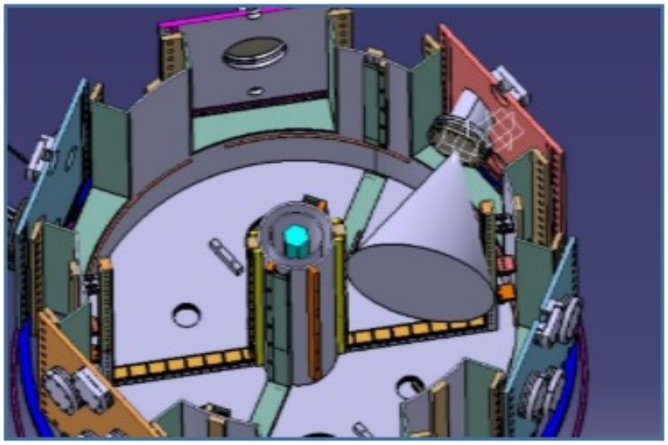


चित्र A.1.24: लेज़र एब्लेशन के बाद विभिन्न समयों पर उत्सर्जन तरंगदैर्ध्य के साथ DOP में परिवर्तन। विभिन्न बिंदु प्लाज़्मा के विभिन्न स्थानों का प्रतिनिधित्व करते हैं। अनुमानित DOP में अधिकतम त्रुटि लगभग 10% होने की उम्मीद है।

लेज़र से उत्पन्न प्लाज़्मा में एनिसोट्रोपी का अध्ययन और इसका LIBS विश्लेषण पर प्रभाव: वर्तमान अध्ययन में, हम ऑप्टिकल इमीशन स्पेक्ट्रोस्कॉपी (OES) के माध्यम से विभिन्न ध्रुवीकरण के प्रभाव को इलेक्ट्रॉन घनत्व और तापमान पर प्रदर्शित करते हैं। इलेक्ट्रॉन घनत्व उत्सर्जन के ध्रुवीकरण के बावजूद समान रहता है, क्योंकि लाइन चौड़ाई समान रहती है। दूसरी ओर, बोल्ट्ज़मान प्लॉट विधि से अनुमानित इलेक्ट्रॉन तापमान ध्रुवीकरण के अनुसार काफी भिन्नता दिखाता है, विशेषकर उन लाइनों की तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करता है जिनका उपयोग तापमान अनुमान के लिए किया गया है। दो लगातार चार्ज स्टेट्स के लाइन तीव्रता अनुपात से अनुमानित तापमान ध्रुवीकरण के साथ कम परिवर्तनशीलता दिखाता है। इस घटना का संभावित कारण यह प्रतीत होता है कि ट्रांज़िशन में शामिल ऊर्जा स्तरों का वितरण मैक्सवेल-बोल्ट्ज़मान वितरण से भिन्न है। यह विचलन बताता है कि इन ऊर्जा स्तरों की संख्या अपेक्षित थर्मल संतुलन वितरण का पालन नहीं करती। वर्तमान अध्ययन PRLIBS का तत्वात्मक विश्लेषण में उपयोग करने के लिए महत्वपूर्ण प्रभाव रखता है। चित्र A.1.24 में उच्च शक्ति वाले Nd:YAG लेज़र का उपयोग करके उत्पन्न प्लाज़्मा प्लूम के विभिन्न स्थानों से Al II उत्सर्जन लाइनों के ध्रुवीकरण की डिग्री (DOP) का तरंगदैर्ध्य पर निर्भरता दर्शाई गई है, विभिन्न समय विलंब पर। बड़े दूरी पर (3.5 mm और 4.5 mm), उत्सर्जन लाइनों का DOP नमूने के निकट स्थानों की तुलना में तरंगदैर्ध्य पर काफी निर्भरता दिखाता है।

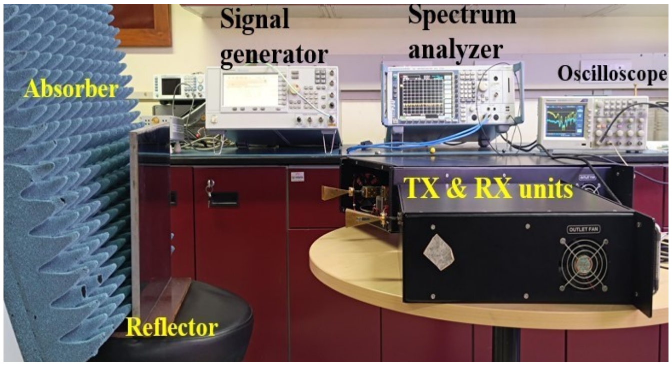
सॉफ्ट X-रे डायग्नोस्टिक्स के लिए लेंस रिड्यूसर का डिज़ाइन और निर्माण: कैमरा सेंसर पर कुल प्रकाश संग्रहण की दक्षता बढ़ाने के लिए लेंस रिड्यूसर की आवश्यकता होती है। इस कारण, एक लेंस असेंबली का डिज़ाइन तैयार किया गया और इसे ZEMAX सॉफ़्टवेयर में ऑप्टिमाइज़ किया गया। होल्डिंग असेंबली आईपीआर के रिमोट हैंडलिंग प्रभाग द्वारा 3D प्रिंटिंग के माध्यम से बनाई जा रही है।

एसएसएसटी टोकामॅक के लिए विज़िबल इमेजिंग डायग्नोस्टिक्स का विकास: डायग्नोस्टिक्स का अवधारणात्मक डिज़ाइन तैयार किया गया है। इसे मशीन के टैन्ज़ेंशियल पोर्ट पर स्थापित किया जाएगा। इसका योजनात्मक चित्र A.1.25 में दिखाया गया है। पोर्ट से एक ठोस कोण आंतरिक और बाहरी लिमिटर की ओर प्रक्षिप्त किया गया है। पोर्ट का दृश्य क्षेत्र 51 डिग्री है। इस डायग्नोस्टिक्स का उपयोग टोकामॅक प्लाज़्मा के पोलॉइडल क्रॉस-सेक्शन की छवियों को कैप्चर और रिकॉर्ड करने के लिए किया जाएगा।



चित्र A.1.25: टैन्ज़ेंशियल पोर्ट और उसका प्रक्षिप्त ठोस कोण

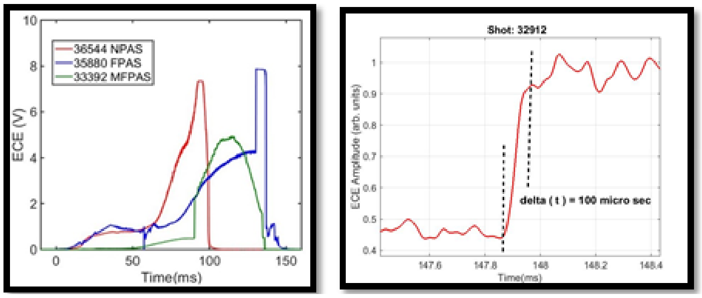
90 GHz W-बैंड ट्रांस-रिसीवर सब-सिस्टम: सिस्टम का वर्णनात्मक अध्ययन और परीक्षण पूर्ण हो चुका है और इसे प्रलेखित किया गया है। एक मिलीमीटर वेव (MMW) W-बैंड ट्रांससीवर सिस्टम विकसित किया गया है (चित्र A.1.26), जिसका उपयोग किसी लक्ष्य की दूरी से सापेक्ष विस्थापन या कंपन मापने के लिए किया जाता है।



चित्र A.1.26: विकसित W-बैंड ट्रांस-रिसीवर यूनिट के लिए इन-लैब वर्णनात्मक सेटअप।

यह सेटअप दो एकीकृत इकाइयों — एक ट्रांसमीटर (TX) और एक रिसीवर (RX) — से बना है। यह 90 GHz और 90.6 GHz की आवृत्तियों पर संचालित होता है, और TX तथा RX दोनों इकाइयाँ न्यूनतम आउटपुट पावर +15 dBm प्रदान करती हैं। ट्रांससीवर क्वाड्रेचर (I/Q) आउटपुट प्रदान करता है, जिससे सटीक फेज़ मापन संभव होता है। रिसीवर का लो-नॉइज़ फिगर लगभग 11 dB है, डायनेमिक रेंज 30 dB है, और कुल सिस्टम गेन 40 dB से अधिक है। यह सिस्टम वर्तमान में आदित्य-यू टोकामॅक पर प्लाज़्मा घनत्व डायग्नोस्टिक्स के लिए तैनात किया गया है।

आदित्य-यू टोकामॅक में पहली बार ECE रेडियोमीटर डायग्नोस्टिक का उपयोग करके पिच एंगल स्कैटरिंग (PAS) घटनाओं की जांच:

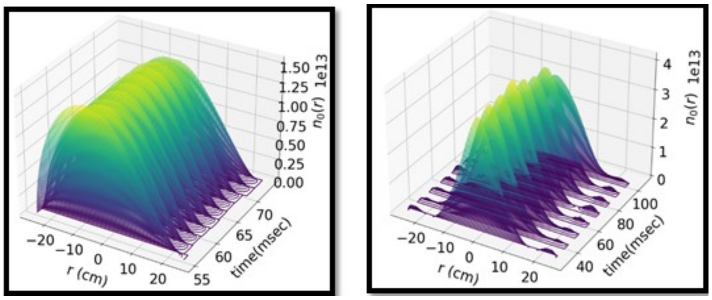


चित्र A.1.27: आदित्य-यू टोकामॅक में PAS के कारण ECE रेडियोमीटर सिग्नलों में कुछ माइक्रोसेकंड्स के भीतर देखा गया तेज़ छलांग।

आदित्य-अपग्रेड (आदित्य-यू) टोकामॅक में रनअवे इलेक्ट्रॉनों (REs) से इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन इमीशन (ECE) पर गतिज अस्थिरताओं के प्रभाव की जांच की गई। आदित्य-यू में पहली बार देखा गया कि लो डेंसिटी (n_e £ $1x10^{19}m^{-3}$) प्लाज़्मा डिस्चार्ज के दौरान कुछ μs के भीतर ECE रेडियोमीटर सिग्नल की आयाम में अचानक 20–40% वृद्धि होती है, साथ ही कुछ स्टेप-जैसी मापांकित (step-like) मॉडुलेशन भी देखी जाती हैं। यह घटना अपेक्षित रूप से वेव-पार्टिकल इंटरैक्शन के कारण होती है, जो डॉपलर शिफ्टेड साइक्लोट्रॉन फ्रीक्वेंसीज़ (या उनके हार्मोनिक्स) और LH वेव्स के बीच उत्पन्न होती है। ये LH वेव्स एनॉमलस डॉपलर रेज़ोनेंस (ADR) अस्थिरता के कारण उत्पन्न होती हैं, जो आदित्य-यू टोकामॅक में लो डेंसिटी डिस्चार्ज के दौरान होती है। प्रायोगिक निष्कर्षों को PREDICT कोड का उपयोग करके किए गए सिमुलेशंस द्वारा समर्थित किया गया (चित्र A.1.27)।

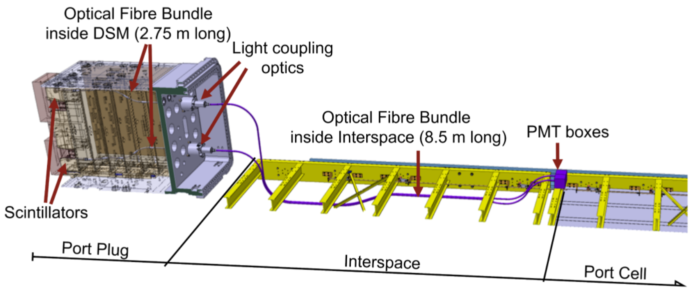
आदित्य प्लाज़्मा के लिए डेंसिटी प्रोफाइल का निर्माण: डेंसिटी प्रोफाइल को जनरेट करने के लिए मल्टीचैनल इंटरफेरोमीटर सिस्टम के डेटा से डेंसिटी प्रोफाइल कोड विकसित किया गया है। कुछ प्लाज़्मा शॉट्स के लिए प्रारंभिक डेंसिटी प्रोफाइल तैयार की गई है (चित्र A.1.28 देखें)। आदित्य-यू टोकामॅक में प्री-आयनाइजेशन के अभाव में ओमिक डिस्चार्ज के एवैलांच और बर्न-थ्रू चरण के दौरान आयनन के प्रतिशत का विश्लेषण किया गया। आयनन प्रतिशत पर त्रुटि क्षेत्रों के प्रभाव का मूल्यांकन प्री-फिल

प्रेशर, अप्लाइड लूप वोल्टेज और वर्टिकल मैग्नेटिक फील्ड को समायोजित करके किया गया। यह देखा गया कि आयनन प्रतिशत पर सबसे अधिक प्रभाव अप्लाइड वर्टिकल मैग्नेटिक फील्ड का पड़ता है, जो ब्रेकडाउन चरण के दौरान त्रुटि क्षेत्रों का प्रतिकार करता है।



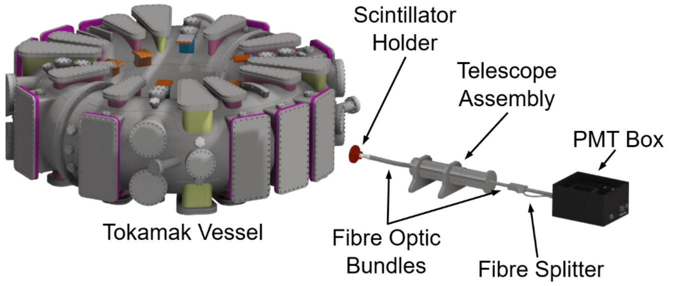
चित्र A.1.28: प्रायोगिक डेटा से डेंसिटी प्रोफाइल का निर्माण। प्लाज़्मा के स्टार्ट-अप चरण का विश्लेषण।

आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक पर प्रोटोटाइप ईटर हार्ड X-रे मॉनिटर (HXRM) के परीक्षण से प्राप्त प्रारंभिक परिणाम: रनअवे इलेक्ट्रॉनों (REs) का उच्च-प्लाज़्मा-करंट टोकामॅक्स जैसे ईटर में महत्वपूर्ण जोखिम होता है, क्योंकि इनका स्थानीय ऊर्जा निक्षेपण इन-वेसल घटकों को क्षति पहुँचा सकता है। ईटर हार्ड X-रे मॉनिटर (HXRM) विशेष रूप से इस उद्देश्य के लिए डिज़ाइन किया गया है कि यह अत्यधिक पर्यावरणीय परिस्थितियों में REs से ब्रेम्सस्ट्रालुंग उत्सर्जन का पता लगा सके, विशेषकर ईटर संचालन के नॉन-न्यूक्लियर चरण में। वर्तमान टोकामॅक्स में उपयोग किए जाने वाले पारंपरिक HXR डायग्नोस्टिक सिस्टमों के विपरीत, ईटर HXRM में एक अनूठा डिज़ाइन अपनाया गया है, जिसमें स्किंटिलेटर क्रिस्टल को फोटोमल्टीप्लायर ट्यूब (PMT) से अलग किया गया है, और स्किंटिलेशन फोटॉन्स को ऑप्टिकल घटकों के माध्यम से पोर्ट-सेल क्षेत्र में दूरस्थ रूप से स्थित फोटोमल्टीप्लायर ट्यूब (PMT) तक पहुँचाया जाता है (चित्र A.1.29 में दिखाया गया है)। यह व्यवस्था सिस्टम को पर्यावरणीय परिस्थितियों का सामना करने में सक्षम बनाती है, साथ ही RE ऊर्जा और करंट माप में उच्च संवेदनशीलता और व्यापक गतिशील रेंज सुनिश्चित करती है।

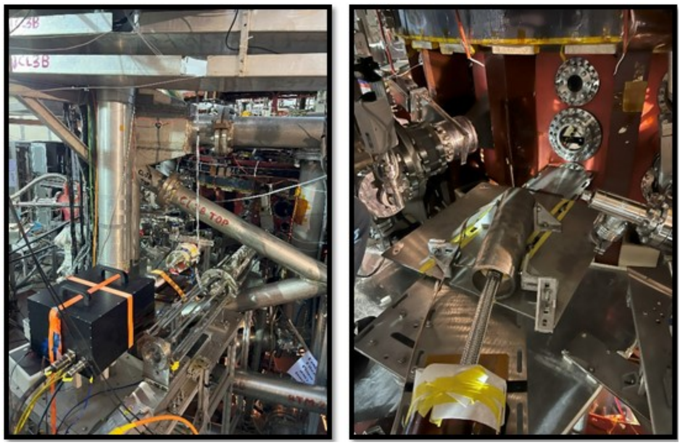


चित्र A.1.29: ईटर टोकामॅक के लिए डिज़ाइन किए गए HXR मॉनिटर का योजनात्मक लेआउट, जिसे इक्वेटोरियल पोर्ट प्लग #12 में स्थित किया जाना है।

ईटर-अंतर्राष्ट्रीय संगठन (फ्रांस) और ईटर-भारत, आईपीआर (भारत) के बीच कार्य समझौते के अंतर्गत, ईटर HXRM सिस्टम का पूर्ण प्रोटोटाइप पहली बार वास्तविक टोकामॅक वातावरण में सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। चित्र A.1.30 में आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक पर स्थापित प्रोटोटाइप ईटर HXRM डायग्नोस्टिक सिस्टम का योजनात्मक लेआउट दर्शाया गया है, और चित्र A.1.31 में इसके संबंधित फ़ोटोग्राफ़ दिखाई गई हैं। प्रायोगिक अभियान प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), भारत में आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक पर आयोजित किया गया। यह सहयोगी प्रयास ईटर HXRM सिस्टम की प्रयोगशाला से परे परिस्थितियों में सत्यापन के लिए एक महत्वपूर्ण मील का पत्थर साबित हुआ है।

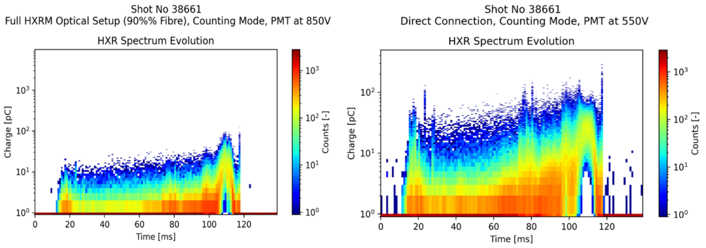


चित्र A.1.30: आदित्य-यू टोकामॅक का विज़ुअलाइजेशन, जिसमें ईटर HXRM प्रोटोटाइप घटक उसके इंस्टॉलेशन स्थान पर, टोकामॅक के ठीक बाहर, दिखाए गए हैं।



चित्र A.1.31: आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक पर स्थापित प्रोटोटाइप ईटर HXRM के फ़ोटोग्राफ़।

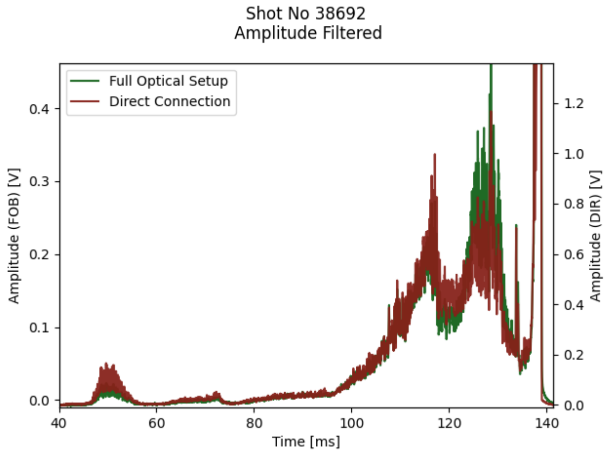
प्रारंभिक डिज़ाइन सत्यापन, जिसमें लो-काउंट-रेट रेडियोधर्मी स्रोत परीक्षण और आई एवं सी विकास शामिल थे, पोलैंड के लोड्ज़ यूनिवर्सिटी ऑफ़ टेक्नोलॉजी (TUL-DMCS) में की गई थीं। हालांकि, आदित्य-यू टोकामॅक ने वास्तविक प्लाज़्मा डिस्चार्ज परिस्थितियों में सिस्टम की कार्यक्षमता का परीक्षण करने के लिए अत्यंत उपयोगी मंच प्रदान किया, जिसमें उच्च-काउंट-रेट RE घटनाएँ शामिल हैं। इस प्रकार, यह ईटर के संचालन परिदृश्यों के मुख्य पहलुओं, विशेषकर स्टार्टअप चरण में जहाँ कम RE ऊर्जा और करंट स्तर अपेक्षित हैं, का सटीक अनुकरण करता है।



चित्र A.1.32: प्लाज़्मा डिस्चार्ज #38661 के दौरान HXRM सिस्टम द्वारा रजीस्टर्ड समय और ऊर्जा हल की गई गिनती दर। बाएँ प्लॉट में प्रोटोटाइप ईटर HXRM से प्राप्त परिणाम दिखाए गए हैं, जबकि दाएँ प्लॉट में पारंपरिक HXRM कॉन्फ़िगरेशन से प्राप्त परिणाम दर्शाए गए हैं।

सिस्टम ने कई प्लाज़्मा डिस्चार्ज के दौरान विश्वसनीय प्रदर्शन प्रदर्शित किया। काउंटिंग-मोड और करंट-मोड PMTs दोनों को मान्य किया गया, जिन्होंने पारंपरिक HXRM सिस्टम के साथ सुसंगत परिणाम दिखाए, जैसा कि क्रमशः चित्र A.1.32 और A.1.33 में प्रदर्शित है। विभिन्न प्लाज़्मा परिदृश्यों का परीक्षण किया गया ताकि प्लाज़्मा घनत्व, गैस पफिंग और MHD गतिविधियों का HXR सिग्नल व्यवहार पर प्रभाव अध्ययन किया जा सके। विभिन्न कॉन्फ़िगरेशन, जिसमें पारंपरिक डायरेक्ट-कपल्ड PMT सेटअप और प्रोटोटाइप ऑप्टिकल रिले कॉन्फ़िगरेशन शामिल हैं, को साथ-साथ मूल्यांकन किया गया। प्रोटोटाइप HXRM ने लगभग ~2 MHz की काउंटिंग क्षमता प्राप्त की और HXR का स्पेक्ट्रल एवं कालिक मापन प्रदान किया।

इस परियोजना का सफल क्रियान्वयन ईटर-संगठन, ईटर-भारत और आईपीआर की विभिन्न टीमों के बीच मजबूत सहयोग को दर्शाता है। आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक के लचीलापन ने डिस्चार्ज के बीच सिस्टम के त्वरित स्थापना और ट्यूनिंग की अनुमति दी, जिसने इस महत्वपूर्ण उपलब्धि को हासिल करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। इस प्रायोगिक अभियान से प्राप्त अंतर्दृष्टि और डेटा ईटर HXRM सिस्टम की योग्यता को ईटर टोकामॅक में भविष्य में तैनाती के लिए महत्वपूर्ण रूप से आगे बढ़ाते हैं। (अस्वीकृति: यहाँ व्यक्त विचार और राय अनिवार्य रूप से ईटर संगठन, फ्रांस के दृष्टिकोण को प्रतिबिंबित नहीं करते)।



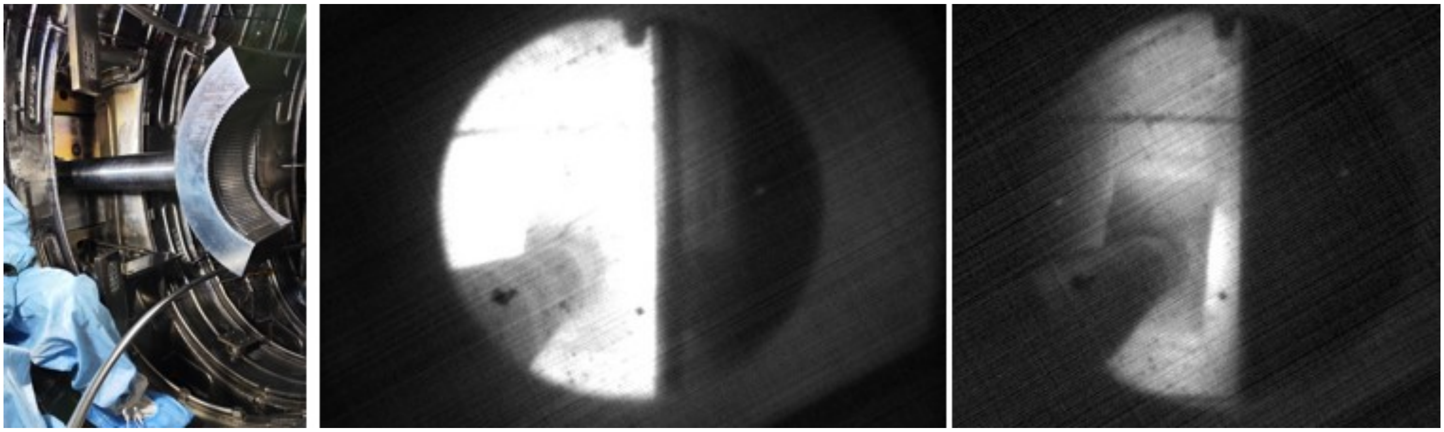
चित्र A.1.33: करंट-मोड में संचालित PMTs के आउटपुट सिग्नल दर्शाते हैं कि डायरेक्ट कनेक्शन (पारंपरिक HXRM) में काम करने वाले चैनल और पूर्ण ऑप्टिकल सेटअप (प्रोटोटाइप ITER-HXRM) वाले चैनल का तरंगाकार सुसंगत और तुलनीय है।

A1.2 स्थिर अवस्था सुपरकंडक्टिंग टोकामॅक (SST-1)

<u>एसएसटी-1 में आईसीआरएफ वॉल कंडीशनिंग प्रणाली का विकास:</u> एसएसटी-1 / आदित्य-यू टोकामॅक पर स्थापित आईसीआरएच प्रणाली को 35–65 MHz आवृत्ति सीमा के लिए बनाया गया है। इस प्रणाली में 150 मीटर से अधिक एल्यूमिनियम/कॉपर आधारित कठोर कोएक्सियल सीधी ट्रांसमिशन लाइन, मैचिंग नेटवर्क्स, एंटेना फीडर के पास प्री-मैचिंग स्टब, वैक्यूम ट्रांसमिशन लाइन (वीटीएल) प्रणाली, सेंटर-फेड सिंगल स्ट्रैप एंटेना प्रणाली तथा उच्च शक्ति आरएफ सोर्स चेन (चित्र A.1.22) शामिल हैं। यह प्रणाली एसएसटी-1 पर प्रयोगात्मक अध्ययन करने के लिए प्रयुक्त होती है।

नियंत्रित टोकामॅक संचालन का एक महत्वपूर्ण पहलू प्लाज़्मा-दीवार अंतःक्रिया का प्रबंधन है, जो प्लाज़्मा की स्थिरता, परिसीमान तथा कोर प्लाज़्मा में अशुद्धियों के संचय को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करता है। टोकामॅक और अन्य संलयन यंत्रों में वॉल कंडीशनिंग (डब्लूसी) और वॉल कोटिंग कणों के पुनर्चक्रण, प्लाज़्मा-दीवार परस्पर क्रिया, प्रथम दीवार से अशुद्धि संदूषण को नियंत्रित करने का एक प्रभावी साधन है और यह सिद्ध हो चुका है कि यह प्लाज़्मा बर्न-थ्रू तथा करंट रैम्प-अप फ़ेस को प्रभावित करता है जिससे पुनरुत्पादक डिस्चार्ज प्राप्त किया जाता है। मानक डब्लू सी और कोटिंग तकनीक ग्लो डिस्चार्ज कंडीशनिंग (जीडीसी) का उपयोग करती है, जो एसएसटी-1 जैसी अतिचालक (superconducting) मशीनों में प्रभावी नहीं होती। चुंबकीय क्षेत्र से स्वतंत्र आईसीआरएफ आधारित डब्लूसी को एसएसटी-1 के लिए एक नए एंटेना और फीडर सिस्टम के साथ विकसित कर मशीन में एकीकृत किया गया है। विभिन्न परिचालन मापदंडो जैसे कि फिल प्रेशर, आरएफ शक्ति , समयावधि आदि की समझने के लिए प्रारंभिक प्रयोग किए गए हैं। 30 kW से कम शक्ति पर शॉर्ट पल्स और लॉन्ग पल्स (50 सेकंड तक) परिस्थितियों में एंटेना के सामने न्यूट्रल ब्रेकडाउन और स्थायी प्लाज़्मा उत्पन्न किया गया है। प्लाज़्मा उत्पादन की निगरानी के लिए स्पेक्ट्रोस्कोपी, फास्ट विज़िबल कैमरा, प्रेशर मापन आदि विभिन्न डायग्नोस्टिक्स का उपयोग किया गया। इन आंकड़ों का उपयोग आरएफ पावर, पल्स और फिल प्रेशर

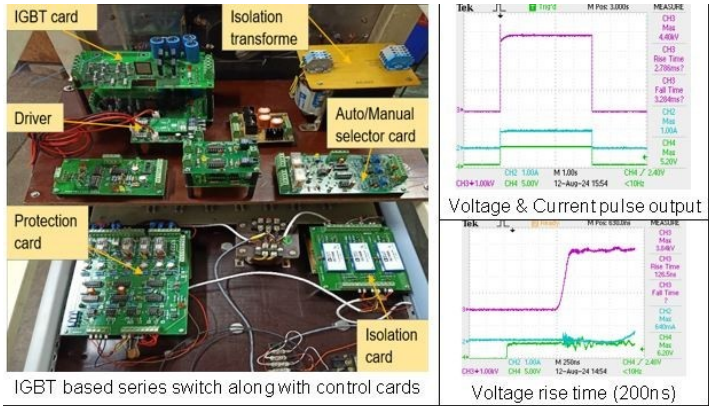
चित्र A.1.34: एसएसटी-1 में हाल ही में स्थापित एल्यूमिनियम ट्रांसमिशन लाइन और मैचिंग नेटवर्क।



चित्र A.1.35: एसएसटी-1 में स्थापित एंटेना का दृश्य तथा विज़िबल कैमरा द्वारा लिए गए प्लाज़्मा उत्पादन का स्नैपशॉट।

जैसे मापदंडो को अनुकूलित करने के लिए किया गया ताकि प्लाज़्मा उत्पादन की सर्वश्रेष्ठ स्थिति प्राप्त की जा सके [चित्र A.1.23]।

<u>पल्स्ड एचवीडीसी आउटपुट के लिए 5kV, 25A सीरीज़ आईजीबीटी स्विच का डिज़ाइनऔर विकास :</u> ईसीआर-आधारित प्लाज़्मा प्रयोगों के मदद के लिए 5kV, 25A ठोस-अवस्था आईजीबीटी सीरीज़ स्विच का स्वदेशी रूप से विकास किया गया है। यह स्विच 1kW, 2.45MHz मैग्नेट्रॉन के प्रदर्शन को बेहतर बनाता है, जिसे सतत और पल्स्ड मोड दोनों में –4.2kV, 1A डीसी बायस की आवश्यकता होती है, जिसमें पल्स की अवधि माइक्रोसेकंड से लेकर कई सेकंड तक हो सकती है। मौजूदा एचवीडीसी पावर सप्लाई में तेज़-उठान और समायोज्य-चौड़ाई वाले पल्स को उत्पन्न करने की क्षमता का अभाव था। एचवीडीसी आउटपुट पर आईजीबीटी-आधारित स्विच को एकीकृत करके ~5kV तक के पल्स्ड डीसी को माइक्रोसेकंड-स्तर के बढ़ते समय के साथ सफलतापूर्वक प्राप्त किया गया है, जिससे प्लाज़्मा भौतिकी प्रयोगों के लिए सटीक नियंत्रण संभव हो पाया है।

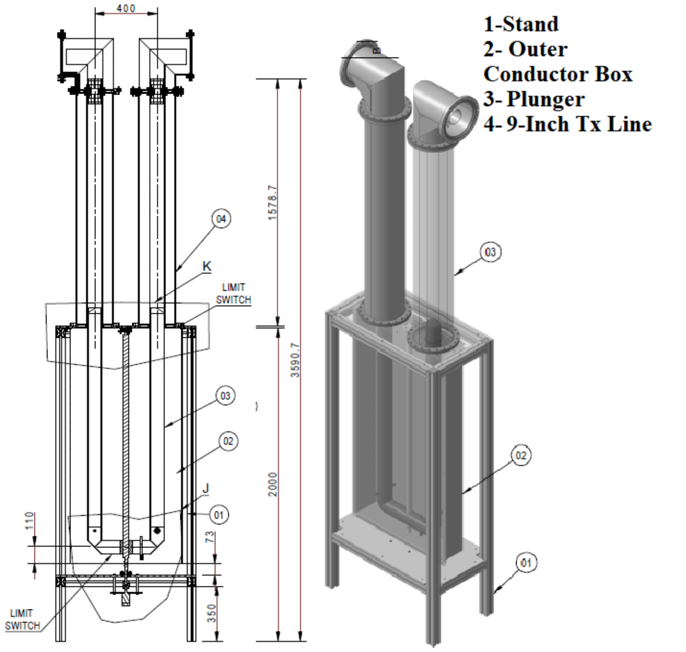


चित्र A.1.24: 5kV, 25A सॉलिड स्टेट स्विच का दृश्य एवं परीक्षण परिणाम की वेवफ़ॉर्म।

<u>टोकामॅक की आईसीआरएच प्रणाली के लिए ट्रांसमिशन लाइन फेज़ शिफ्टर (टीएल–पीएस) डिज़ाइन और विकास:</u> टोकामॅक की आईसीआरएच प्रणाली के लिए ट्रांसमिशन लाइन फेज़ शिफ्टर (टीएल–पीएस) का अभिकल्प और विकास सफलतापूर्वक पूरा कर लिया गया है। यह आईसीआरएच प्रणाली का एक महत्वपूर्ण घटक है, जो प्लाज़्मा लोड इम्पीडेंस को मैच करने के लिए आवश्यक परिवर्तनीय फेज़ शिफ्ट प्रदान करता है। यह सीधे इस बात को प्रभावित करता है कि प्लाज़्मा को कितनी दक्षता से पावर प्रदान की जाती है।

टीएल–पीएस मुख्य रूप से एक सपोर्ट असेंबली, एक मूवेबल प्लंजर और सटीक इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण प्रणाली से बना है, जैसा कि चित्र A.1.37 में दिखाया गया है। अनुसंधान में मुख्य चुनौतियाँ असंततियों (डिसकॉन्टिन्युटीज़) के कारण सामने आई है—विशेषकर कैविटी से कोएक्सियल ट्रांसमिशन लाइन के संक्रमण (ट्रांज़िशन), चलायमान जोड़ और आंतरिक सहायक ढांचे पर। इन असंततियों की क्षतिपूर्ति की गई और इन्हें अनुकूलित किया गया ताकि वांछित प्रदर्शन प्राप्त हो सके। विकसित टीएल–पीएस को आदित्य टोकामॅक के आईसीआरएच प्रणाली के साथ एकीकृत किया गया है और इसका कमीशनिंग कार्य वर्तमान में चल रहा है। एसएसटी-1 प्रणाली में इसके उपयोग की भी व्यवस्था की गई है, जो आदित्य में सफल कमीशनिंग के बाद लागू की जाएगी।

यह प्रणाली 1.5 मेगावाट तक की शक्ति को संभालने के लिए डिज़ाइन की गई है , यह 40–60 मेगाहर्ट्ज़ की आवृत्ति सीमा में 50° से 110° तक का फेज़ शिफ्ट प्रदान कर सकती है, वीएसडब्लूआर को 1.2 से कम बनाए रखती है, और 25 dB से बेहतर रिटर्न लॉस प्राप्त करती है। इसमें सटीक नियंत्रण के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स लगाए गए हैं, जो प्लंजर को पूर्ण 1500 मिमी लंबाई तक 1.0 मिमी के स्टेप रेज़ोल्यूशन के साथ चलाने में सक्षम बनाते हैं।



चित्र A.1.25: ट्रांसमिशन लाइन फेज़ शिफ्टर का असेम्बली आरेख

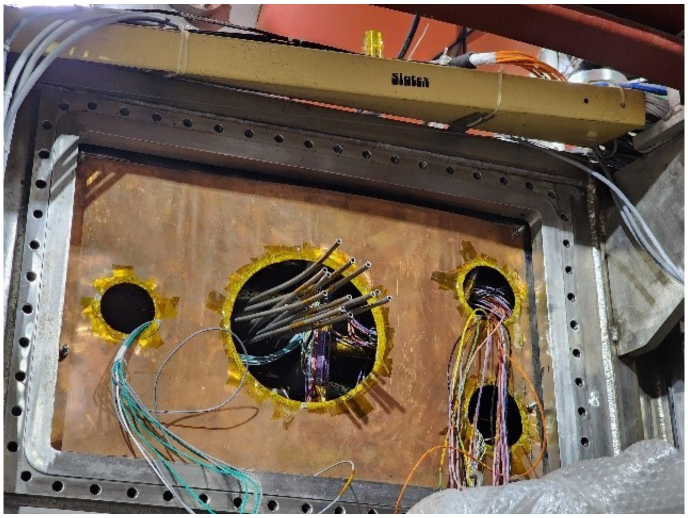
एसएसटी-1 क्रायोजेनिक्स: एसएसटी-1 क्रायोजेनिक्स प्रभाग, एसएसटी-1 (स्टेडी स्टेट सुपरकंडक्टिंग टोकामॅक) में विभिन्न क्रायोजेनिक प्रवाह और शीतलन आवश्यकताओं को सुचारु एवं कुशल तरीके से पूरा करता है।

सिस्टम सुधारों के लिए मूल्यांकन: एसएसटी-1 में प्लाज़्मा संचालन अभियानों को नियमित रूप से संचालित किया गया है, जिनमें प्लाज़्मा को नियंत्रित करने में धीरे–धीरे प्रगति हुई है ताकि बेहतर प्रायोगिक परिणाम प्राप्त किए जा सकें। इसके साथ ही, समय–समय पर अतिचालक (सुपरकंडक्टिंग) चुंबकों के शीतलन में सुधार के प्रयास भी किए गए। सभी पोलॉइडल फील्ड (PF) सुपरकंडक्टिंग कॉइलों में से केवल दो PF3 कॉइलों (ऊपरी और निचली) को ही शीतलन और करेंट चार्जिंग के लिए चुना गया था, क्योंकि उनमें तुलनात्मक रूप से कम प्रवाह प्रतिरोध और ऊष्मा भार था। हालाँकि, 2023 के अंतिम अभियान के दौरान PF3 कॉइलों को शीतलित करने और उनमें करेंट चार्ज करने के प्रयास सफल नहीं हो सके। बस-बार के कुछ स्थानों पर तापमान बहुत अधिक (लगभग 15 K) बना रहा, जो आवश्यक सुपरकंडक्टिंग अवस्था से काफी ऊपर था। इसके अतिरिक्त, टोरॉयडल फील्ड (TF) कॉइलों का शीतलन और करेंट चार्जिंग पहले के अभियानों की तुलना में और भी खराब पाया गया—विशेष रूप से PF3 करेंट लीड्स और बड़े वैक्यूम बैरियर्स के सम्मिलन के बाद। इन स्थितियों ने संकेत दिया कि प्रमुख चुनौतियों में से एक अत्यधिक

क्रायोजेनिक हीट लोड था। संचालन के दौरान PF4 कॉइल में हीलियम रिसाव भी पाया गया। इन सभी समस्याओं को ध्यान में रखते हुए यह निर्णय लिया गया कि प्रणाली में प्रमुख सुधार आवश्यक हैं। विभिन्न प्रस्तावों पर चर्चा की गई, और व्यवहार्यता, लागत तथा समय-सीमा का अध्ययन करने के लिए कार्यबल टीमों का गठन किया गया। एक प्रस्ताव में सभी PF कॉइलों को हटाकर उनकी जगह द्रव नाइट्रोजन द्वारा शीतलित तांबे की कॉइलें लगाने का सुझाव दिया गया था, जबकि TF सुपरकंडक्टिंग कॉइलों को लगभग 4.5 K तापमान पर हीलियम से शीतलित रखने की योजना थी। हालांकि, इस पद्धति के लिए पर्याप्त समय और बजट की आवश्यकता थी, और इस बात को लेकर भी चिंताएँ थीं कि क्या TF कॉइलों को अभी भी डिजाइन स्तर तक शीतलित और चार्ज किया जा सकेगा। फरवरी 2025 में एसएसटी-1 मूल्यांकन समिति (SSTAC) का गठन किया गया, जिसका उद्देश्य एसएसटी-1 में सुधारों की समीक्षा करना और सुझाव देना था। इस समिति ने क्रायोजेनिक और सुपरकंडक्टिंग प्रणालियों में महत्वपूर्ण उन्नयन की संभावनाओं की पहचान की, वह भी बिना क्रायोस्टैट के अंदर बड़े संशोधन किए। समिति ने मुख्य रूप से क्रायोस्टैट के बाहर स्थित प्रणालियों में सुधारों की सिफारिश की, जैसे—4.5 K रेफ्रिजरेशन सिस्टम पर ऊष्मा भार को कम करने के लिए उन्नत थर्मल शील्डिंग, बस-बार और चुंबक कॉइलों के बेहतर शीतलन हेतु बेहतर प्रवाह-पथ व्यवस्थाएँ, बस-बार के लिए बेहतर अनुकूलित वैक्यूम बैरियर, आईपीआर में उपलब्ध हीलियम प्लांटों (स्थानीय तथा आयातित NBI प्लांटों) का उपयोग करके 4.5 K कूलिंग क्षमता बढ़ाना, पारंपरिक करेंट लीड्स को उच्च-तापमान सुपरकंडक्टर (HTS) करेंट लीड्स से बदलना आदि। इन सुधारों में से कुछ का विवरण नीचे दिया गया है:

एसएसटी-1 के 4.5 K क्रायोजेनिक प्रणाली पर उच्च ऊष्मा-भार: एसएसटी-1 के संचालन डेटा के हालिया विश्लेषण से पता चलता है कि सिस्टम पर बाहरी ऊष्मा-भार, जिसे 4.5 K क्रायोप्लांट द्वारा हटाया जाना आवश्यक है, डिजाइन मान (4.5 K पर 400 W) की तुलना में लगभग 4–5 गुना अधिक है। इसके अलावा, करेंट लीड्स को शीतलित करने के लिए द्रवीकरण क्षमता की भी आवश्यकता होती है। जब सभी 10 जोड़ी करेंट लीड्स को पावर सप्लाई से जोड़ा जाता है, तो लगभग 7 g/s द्रव हीलियम (200 लीटर/घंटा, जो 4.5 K पर लगभग 700 W के बराबर है) की आवश्यकता होती है। हालिया अभियानों में PF3 और TF दोनों कॉइलों के करेंट लीड्स को 4.5 K तक शीतलित किया गया, लेकिन PF3 कॉइलों को उच्च बस-बार तापमान के कारण चार्ज नहीं किया जा सका। ऊष्मा-भार के अनुमान में विभिन्न अभियानों के बीच परिवर्तनशीलता भी देखी गई, जो क्रायोजेनिक तापमानों पर असामान्य नहीं है। विस्तृत समीक्षा में यह भी पाया गया कि कुछ तापमान-माप में बड़ी त्रुटियाँ थीं, जिसके कारण ऊष्मा-भार की गलत गणना हुई। चूंकि सभी PF और TF कॉइलों को एक साथ लगभग 4.5 K तक लाना कठिन है, इसलिए अभियानों के दौरान आमतौर पर PF कॉइलों को केवल लगभग 10 K तक ही शीतलित किया जाता है। इससे TF कॉइलों की ओर अधिक हीलियम प्रवाह भेजना संभव होता है, ताकि वे कम से कम सुपरकंडक्टिंग अवस्था तक पहुँच सकें। हालांकि, यह रणनीति अस्थिर और असमान तापमान पैदा करती है, जिसके परिणामस्वरूप प्रत्येक अभियान में ऊष्मा-भार में अंतर देखा जाता है।

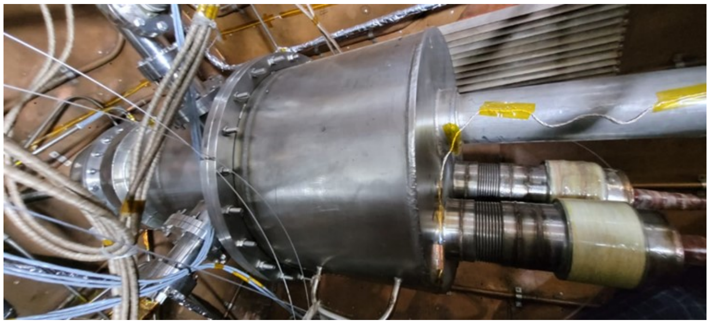
आगे के विश्लेषण में यह पाया गया कि सामान्य तापमान (~300 K) वाली सतहों से कोल्ड मास तक प्रत्यक्ष विकिरण ऊष्मा-भार के कई स्रोत मौजूद हैं। 300 K सतह से आने वाला विकिरण, द्रव नाइट्रोजन द्वारा शीतलित 80 K थर्मल शील्ड की तुलना में लगभग 200 गुना अधिक होता है (क्योंकि ऊष्मीय विकिरण तापमान के चौथे पावर के अनुपाती होता है)। प्रमुख योगदानकर्ताओं में शामिल हैं: क्रायोस्टैट के 14 मैनहोल पोर्ट (कुल 32 में से), हीलियम ट्रांसफ़र लाइनों के कुछ हिस्से, बस-डक्ट के भाग, करेंट फ़ीडर सिस्टम (CFS) और एकीकृत प्रवाह वितरण एवं नियंत्रण प्रणाली (IFDCS) के कुछ भाग, तथा क्रायोस्टैट सपोर्ट कॉलम। इसके अलावा, चुंबक पैरामीटर मापने के लिए उपयोग होने वाली ट्यूबें और केबलें क्रायोस्टैट में बिना उचित थर्मल इंटरसेप्ट के प्रवेश करती हैं, जिससे 4.5 K प्रणाली पर प्रवाह-सहायित विकिरण ऊष्मा-भार आता है। इन समस्याओं में से कुछ (जैसे बिना शील्ड वाले पोर्ट और ट्रांसफ़र लाइनें) क्रायोस्टैट के बाहर स्थित हैं (चित्र A.1.38) और इनमें सुधार किया जा सकता है। हालांकि, अन्य समस्याएँ (जैसे अधूरी थर्मल शील्डिंग, 80 K शील्ड और कोल्ड मास के बीच संपर्क, या क्रायोस्टैट के अंदर शील्ड कवरेज में गैप) पहुँच में कठिन हैं और संशोधित करना कठिन होता है। इन ऊष्मा-भारों को अधिक सटीक रूप से मापने के लिए विस्तृत प्रयोगों की आवश्यकता है।



चित्र A.1.38: थर्मल शील्डिंग के बिना क्रायोस्टैट पोर्ट

4.5 K ऊष्मा-भार को कम करने के संभावित उपाय और योजना: किसी भी सुधार की योजना बनाने से पहले, प्रत्येक घटक, उप-प्रणाली और संपूर्ण प्रणाली पर ऊष्मा-भार को अलग-अलग मापना अत्यंत आवश्यक है। इससे यह पहचानने में सहायता मिलती है कि कौन से क्षेत्र से सबसे अधिक समस्या होती हैं और कहाँ कमी करना अपेक्षाकृत आसान एवं अधिक प्रभावी हो सकता है। क्रायोजेनिक तापमानों पर ऊष्मा-भार मापना विशेष रूप से टोकामॅक जैसी जटिल मशीन में चुनौतीपूर्ण होता है। अनिश्चितताओं को कम करने के लिए तापमान और प्रवाह दर मापन में त्रुटियों को न्यूनतम रखना आवश्यक है। पिछले एसएसटी-1 अभियानों में कुछ तापमान सेंसरों में 0.5 K से अधिक की त्रुटियाँ देखी गई थीं, जबकि लक्ष्य ±0.2 K के भीतर त्रुटि बनाए रखना है। इन त्रुटियों के मुख्य कारण थे सेंसर का ठीक से न

लगना और मल्टीलेयर इंसुलेशन (MLI) का गलत प्रयोग था। जहाँ भी संभव हो, सेंसरों को बेहतर थर्मल एंकरिंग और उचित MLI रैपिंग के साथ पुनः स्थापित किया जा सकता है। कुछ मामलों में, संचालन के दौरान भी सुधार संभव है, जैसे दो-चरणीय प्रवाह (two-phase flow) का उपयोग करना, क्योंकि इसका तापमान स्थानीय दाब से सटीक रूप से निर्धारित किया जा सकता है। प्रवाह-मीटर्स को ज्ञात प्रवाह दरों पर क्रायोजेनिक तथा सामान्य तापमान—दोनों स्थितियों में कैलिब्रेट किया जाएगा ताकि उनकी सटीकता में सुधार हो सके। इन सभी चरणों से ऊष्मा-भार के स्रोतों की अधिक विश्वसनीय और मात्रात्मक समझ विकसित की जा सकेगी।



चित्र A.1.39: CFS चैम्बर जिसमें अंदर सामान्य तापमान वाले विकिरण घटक दिखाई देते हैं।

उच्च ऊष्मा-भार का एक प्रमुख कारण 300 K जैसी गर्म सतहों से आने वाला थर्मल विकिरण है। क्रायोस्टैट के 32 मैनहोल पोर्टों में से लगभग 14 में 80 K शीतलन उपलब्ध नहीं है, जिसके कारण वे अवांछित ऊष्मा के प्रमुख स्रोत बन जाते हैं। इन पोर्टों से क्रायोस्टैट में प्रवेश करने वाले उपकरणों को सक्रिय रूप से शीतलित थर्मल शील्ड ("बबल पैनल") और उचित थर्मल एंकरिंग प्रदान की जानी चाहिए, जिससे संवहन-सहायित विकिरण ऊष्मा-भार भी कम होगा। अन्य बिना शील्ड वाले क्षेत्रों में संपूर्ण 3S–2R हीलियम ट्रांसफर लाइन, 3S–3R ट्रांसफर लाइन के कुछ हिस्से, तथा सुपरकंडक्टिंग बस-बार ले जाने वाले बस-डक्ट के सेक्शन शामिल हैं। IFDCS में क्रायोजेनिक वाल्वों के आसपास मौजूद खुले स्थान सामान्य तापमान वाली सतहों से 4.5 K प्रणाली तक सीधे लाइन-ऑफ-साइट विकिरण की अनुमति देते हैं; इन्हें सील किया जा सकता है। CFS चैम्बर की थर्मल शील्ड के अंदर कई ऐसे घटक और सतहें मौजूद हैं (चित्र A.1.39) जिनका तापमान अधिक है और जो सीधे 4.5 K भागों को "देख" सकती हैं, जिससे अतिरिक्त ऊष्मा-भार बढ़ता है। चूँकि ये क्षेत्र सुलभ हैं, इसलिए संशोधन करके यह सुनिश्चित किया जा सकता है कि 4.5 K कोल्ड मास को 100 K से अधिक तापमान वाली कोई सतह दिखाई न दे। कुल मिलाकर, इन सुधारात्मक उपायों से 4.5 K प्रणाली पर 400–800 W तक का ऊष्मा-भार कम होने की उम्मीद है।

4.5 K शीतलन क्षमता बढ़ाने के संभावित तरीके: एसएसटी-1 का मौजूदा हीलियम रेफ्रिजरेशन और लिक्विफैक्शन (HRL) प्लांट मिश्रित मोड (जिसमें 4.5 K पर लगभग 650 W रेफ्रिजरेशन तथा 200 लीटर/घंटा द्रव हीलियम उत्पादन शामिल है) में संचालित होने पर 4.5 K पर लगभग 1.3 kW के बराबर शीतलन क्षमता प्रदान करता है। रेफ्रिजरेशन-ओनली मोड में चलाए जाने पर यह 4.5 K पर लगभग 1180 W उपलब्ध करा सकता है, जैसा कि 2001 के कमीशनिंग परीक्षणों से पुष्टि हुई थी। वर्तमान में प्लांट मुख्यतः रेफ्रिजरेशन मोड में संचालित किया जाता है। यदि प्लांट के विभिन्न घटकों के प्रोसेस पैरामीटर को सावधानीपूर्वक समायोजित किया जाए, तो डिज़ाइन मार्जिन का उपयोग करके शीतलन प्रदर्शन को बेहतर बनाना संभव हो सकता है। हालांकि, सुधार की वास्तविक सीमा केवल प्लांट संचालन के दौरान ही सुनिश्चित की जा सकती है। वैकल्पिक रूप से, आईपीआर में LCPC (लार्ज क्रायोजेनिक प्लांट एवं क्रायो सिस्टम) प्रभाग द्वारा विकसित स्वदेशी हीलियम प्लांट का उपयोग भी किया जा सकता है। इसकी वर्तमान परीक्षण की गई क्षमता 4.5 K पर 200 W है, लेकिन इसमें उन्नयन की क्षमता मौजूद है। बजट सीमाओं को ध्यान में रखते हुए, योजना यह है कि पहले इसकी क्षमता को लगभग 450 W तक बढ़ाया जाए, और उपलब्ध फंडिंग के अनुसार अंततः इसे लगभग 1 kW तक बढ़ाया जा सके।

A1.3 SST भारत

<u>SST-भारत का परिचय : भारत के संलयन कार्यक्रम का द्वार:</u> भारत की टिकाऊ एवं आत्मनिर्भर संलयन ऊर्जा की खोज अपने एक निर्णायक मोड़ पर पहुँच चुकी है, जहाँ SST-भारत रिएक्टर की परिकल्पना की गई है। पूर्णतः स्वदेशी स्थिर-अवस्था टोकामॅक प्लेटफॉर्म के रूप में SST-भारत, संलयन अनुसंधान को व्यावहारिक रिएक्टर प्रौद्योगिकियों में रूपांतरित करने की दिशा में एक महत्त्वपूर्ण कदम है। यह प्रणाली रणनीतिक रूप से इस प्रकार विकसित की गई है कि यह वर्तमान प्रायोगिक उपकरणों और भावी वाणिज्यिक रिएक्टरों जैसे DEMO तथा फ्यूज़न-फिशन हाइब्रिड रिएक्टर (FFHR) के बीच की कड़ी के रूप में कार्य करें। SST-भारत, आदित्य-U तथा SST-1 द्वारा स्थापित प्रौद्योगिकीय आधार पर निर्मित है तथा इसमें भारत की ITER परियोजना में भागीदारी से अर्जित ज्ञान को भी सम्मिलित किया गया है। SST-भारत का उद्देश्य उन्नत क्षमताओं के विकास को सपोर्ट करना है, जिसमें डिजिटल ट्विन सिम्युलेटर तथा एकीकृत प्रणाली प्रमाणीकरण जैसी तकनीकें सम्मिलित हैं। भारतीय परिस्थितियों में स्थिर-अवस्था परिचालन एवं रिएक्टर-प्रासंगिक परीक्षण को संभव बनाकर SST-भारत, संलयन प्रौद्योगिकियों के परिपक्वन और भारत के दीर्घकालिक संलयन रोडमैप को आगे बढ़ाने के लिए एक महत्त्वपूर्ण मंच सिद्ध होगा।

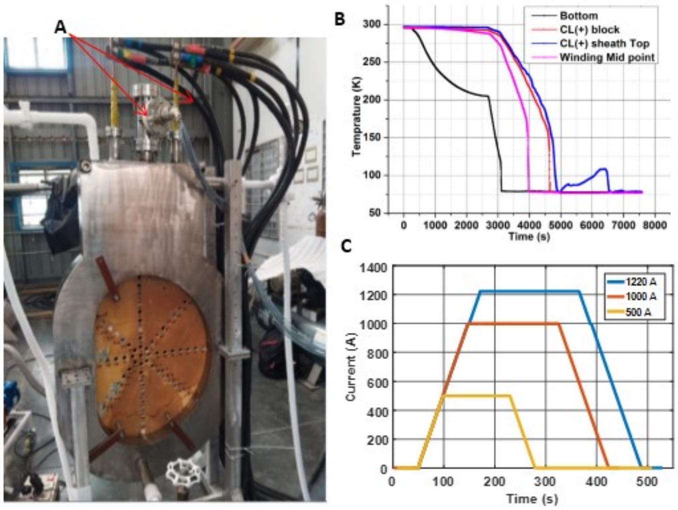
वर्तमान में, संस्थान SST-भारत से संबंधित डिज़ाइन गतिविधियों का नेतृत्व कर रहा है। SST-भारत को एक टोकामक संलयन उपकरण के रूप में योजनाबद्ध किया गया है, जिसका आकार ITER टोकामक के लगभग दो-तिहाई होगा और जिसका ऊर्जा प्राप्ति Q > 2 होगी। SST-भारत की सफलता संस्थान, बीएआरसी (BARC) और अन्य राष्ट्रीय अनुसंधान प्रयोगशालाओं के बीच मजबूत सहयोग पर निर्भर करती है, जहाँ प्रत्येक संस्थान परियोजना में अपनी पूरक विशेषज्ञताएँ लेकर आता है।

A2. संलयन एवं संबंधित प्रौद्योगिकियाँ

पिछले वर्ष की प्रगति को आगे बढ़ाते हुए, संलयन विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी से संबंधित कई नई प्रौद्योगिकियों का विकास किया गया है। विभिन्न क्षेत्रों के अंतर्गत विकसित इन नई प्रौद्योगिकियों का संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित उप-खंडों में प्रस्तुत किया गया है —

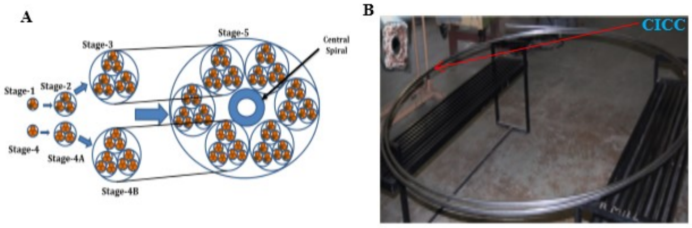
A2.1 चुंबक प्रौद्योगिकियाँ 30
A2.2 उच्च तापमान प्रौद्योगिकियाँ 31
A2.3 संलयन ब्लैंकेट प्रौद्योगिकियाँ 32
A2.4 विशाल आयतन क्रायोप्लांट प्रौद्योगिकियाँ 38
A2.5 रिमोट हैंडलिंग एवं रोबोटिक प्रौद्योगिकियाँ 39
A2.6 निगेटिव आयन न्यूट्रल बीम प्रौद्योगिकियाँ 41
A2.7 न्यूट्रॉन विकिरण गतिविधियाँ 43
A2.8 संलयन-संबंधी डायग्नोस्टिक्स 45

A2.1 चुंबक प्रौद्योगिकियाँ



चित्र- A.2.1: A) (ए) डी-आकार का मैग्नेट, (बी) शीतलन वक्र, तथा (सी) धारा तरंग-आकृतियाँ

उच्च तापीय अतिचालक) चुंबक प्रौद्योगिकी तथा द्रव नाइट्रोजन शीतक के उपयोग से उच्च चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करने हेतु परीक्षण सुविधा के विकास पर अनुसंधान एवं विकास (R&D) में उल्लेखनीय प्रगति प्राप्त हुई है। सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट्स डीपीआर के विभिन्न लक्ष्य जैसे कि 1.1 मीटर ऊँचाई तथा 0.7 मीटर आयाम वाले डी-आकार के एचटीएस मैग्नेट का अभिकल्पन, निर्माण एवं परीक्षण भी संपन्न किए गए। इन गतिविधियों का उद्देश्य वाइंडिंग, इन्सुलेशन, कासिंग तथा करंट लीड्स के साथ इंटरफेसिंग का आकलन करना था। इस चुंबक की अभिकल्पना प्लाज़्मा के टोरॉइडल चुंबकीय संलयन मॉडल पर आधारित है, जिसमें आठ D-आकृति वाले टोरॉइडल फील्ड (TF), एक केंद्रीय सोलेनॉयड (CS) तथा चार पोलॉइडल फील्ड (PF) चुंबकों का संयोजन है। D-आकृति वाले चुंबक की वाइंडिंग पैक दोहरी पैनकेक विन्यास में तैयार की गई है, जिसमें रेयर-अर्थ बैरियम कॉपर ऑक्साइड (REBCO) के 12 टर्न युक्त केबल को ड्राई FRP टेप से इन्सुलेट किया गया है। इस वाइंडिंग पैक का निर्माण संस्थान के भीतर ही किया गया, जिसमें LN2 आवरण के निचले भाग को मैनड्रल के रूप में प्रयोग कर सटीक D-आकृति प्राप्त की गई। इस मैग्नेट के वाइंडिंग पैक का निर्माण इन-हाउस किया गया, जिसमें सटीक डी-आकार की ज्यामिति प्राप्त करने हेतु LN_2 कासिंग के निचले खंड को मैंड्रल के रूप में उपयोग किया गया। केबल वाइंडिंग के पश्चात, वाइंडिंग पैक को LN_2 कासिंग के निचले खंड की वेल्डिंग द्वारा संलग्न किया गया तथा उसे 0.05 m^3 आयतन वाले डी-आकार के निर्वात कक्ष में आवृत किया गया। इसके पश्चात इस मैग्नेट को सफलतापूर्वक 77 K तक शीतलित किया गया तथा 10 A/s की करंट रैम्प दर के साथ 1.22 kA तक चार्ज किया गया, जिससे इसके सीधे, स्व-क्षेत्र (self -field) में 0.1 T का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हुआ। इस मैग्नेट के परीक्षण परिणाम चित्र A.2.1. में दर्शाए गए हैं।



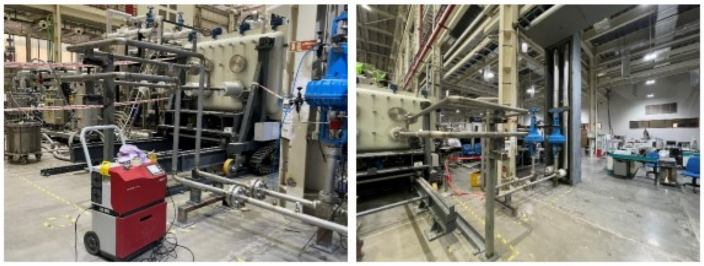
चित्र A.2.2: A) केबलिंग पैटर्न, B) क्रॉस-सेक्शनल दृश्य और 15 मीटर लंबी NbTi CICC।

निम्न-तापमान सुपरकंडक्टिंग (LTS) उच्च धारा कंडक्टरों के विकास के सतत प्रयासों के अंतर्गत, 0.81 मिमी व्यास वाले NbTi स्ट्रैंड्स की केबलिंग तथा 15 मीटर लंबी 10 kA NbTi केबल का जैकेटिंग कर, 15.2 मिमी × 15.2 मिमी आकार का एक *केबल-इन-कंड्युट कंडक्टर* (CICC) जिसमें केंद्रीय शीतलन चैनल सम्मिलित है, सफलतापूर्वक आई.पी.आर. तथा बी.ए.आर.सी. की एटॉमिक फ्यूल डिवीजन (AFD) द्वारा पूर्ण किया गया। NbTi CICC की केबलिंग पैटर्न, अनुप्रस्थ कट दृश्य तथा 15 मीटर लंबी CICC की लूप को चित्र

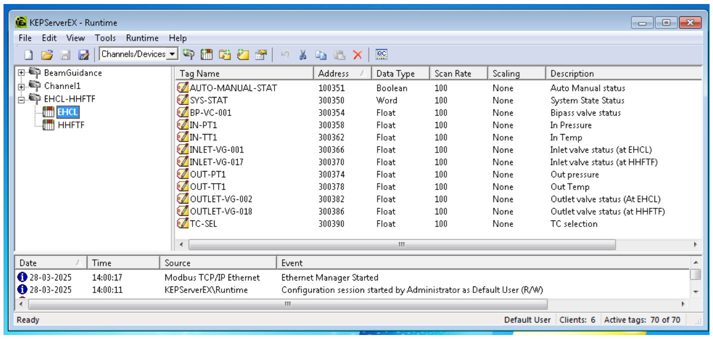
A.2.2A एवं A.2.2B में दर्शाया गया है।

A2.2 उच्च तापमान प्रौद्योगिकियाँ

उच्च तापमान फ्लक्स परीक्षण सुविधा (HHFTF) तथा प्रायोगिक हीलियम शीतलन लूप (EHCL) के मध्य पाइपिंग कनेक्शन का कार्य पूर्ण कर लिया गया है। सभी वेल्डेड जोड़ रेडियोग्राफी परीक्षण (Radiography Tests) में सफल पाए गए। पाइपलाइन का दबाव परीक्षा 110 बार पर किया गया ,जो सफल रहा। पाइप स्पूल्स का इन्सुलेशन कार्य पूर्ण कर लिया गया है तथा पाइपिंग संयोजन को कार्य भी पूरा कर लिया गया है। (चित्र A.2.3)



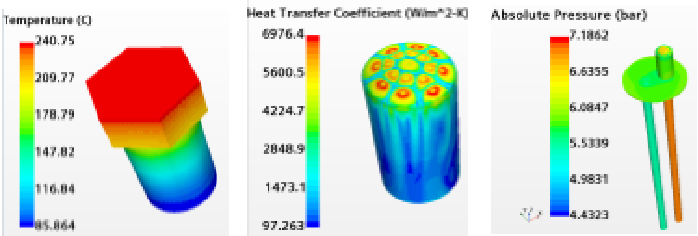
चित्र A.2.3: उच्च तापीय फ्लक्स परीक्षण सुविधा (HHFTF) और प्रायोगिक हीलियम शीतलन लूप (EHCL) के बीच पाइपिंग संयोजन कार्य पूर्ण कर लिया गया है। समग्र पाइपिंग संयोजनों का तापीय इन्सुलेशन (जो ऊपर प्रदर्शित नहीं है) भी पूर्ण किया जा चुका है।



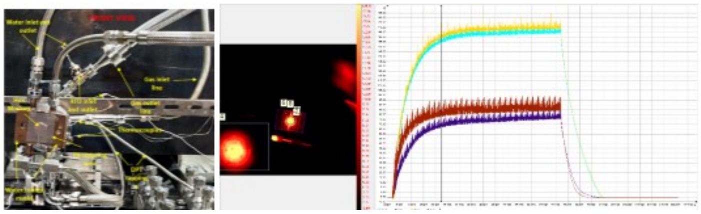
चित्र A.2.4: EHCL वेरिएबल के विन्यास के साथ KEP सर्वर OPC का स्नैपशॉट।

उच्च तापीय फ्लक्स परीक्षण सुविधा (HHFTF) एवं प्रायोगिक हीलियम शीतलन लूप (EHCL) के बीच डेटा अधिग्रहण हेतु संपर्क स्थापित करने के संदर्भ में इंटरफेस टोपोलॉजी तथा इन दोनों प्रणालियों के मध्य विनिमय किए जाने वाले विविध टैग्स (वेरिएबल) को अंतिम रूप दे दिया गया है। सभी टैग्स का ओपीसी (OPC) प्रोटोकॉल के माध्यम से पठन (read) एवं लेखन (write) दोनों प्रकार के संचालन के लिए सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। HHFTF और EHCL के बीच ओपीसी इंटरफेस संतोषजनक रूप से कार्य कर रहा है। हार्डवेयर तथा प्रमुख सुरक्षा इंटरलॉक्स को अंतिम रूप दे दिया गया है, और इनके लिए हार्डवायर्ड कनेक्टिविटी स्थापित की जाएगी। नीचे HHFTF एवं EHCL टैग्स हेतु कॉन्फ़िगर किए गए Kepware OPC सर्वर GUI (चित्र A.2.4) का स्क्रीनशॉट प्रदर्शित किया गया है:

कॉपर (टाइप-1) से बने फिंगर-टाइप टेस्ट मॉक-अप का उच्च तापीय फ्लक्स परीक्षण, उच्च तापीय फ्लक्स परीक्षण सुविधा (HHFTF) में किया गया है। परीक्षण के दौरान अवशोषित ऊष्मा फ्लक्स 1.18MW/m2 से .82MW/m2 की सीमा में था, जिसे 80 से 120 सेकंड की समयावधि के लिए लागू किया गया। हीट ट्रांसफर प्रयोगों के दौरान, परीक्षण मॉक-अप के भीतर 5 bar से 8 bar के दाब पर सामान्य तापमान वाले प्रेशराइज्ड नाइट्रोजन गैस को 40 से 55 ग्राम/सेकंड की प्रवाह दर से प्रवाहित किया गया। परीक्षण मॉक-अप के चारों ओर एक जल-शीतित कॉपर मास्क का उपयोग कैलोरीमेट्री के लिए किया गया, जिससे अवशोषित ऊष्मा फ्लक्स का अनुमान लगाया गया। निम्नलिखित आकृति में HHFTF पर ऊष्मा फ्लक्स परीक्षण हेतु लगाए गए परीक्षण मॉक-अप को दर्शाया गया है।

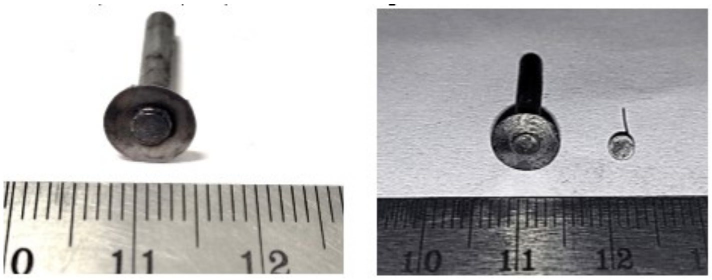


चित्र A.2.5: तापीय फ्लक्स परीक्षण हेतु उच्चफिंगर-टाइप कॉपर टेस्ट मॉक-अप को कॉपर मास्क के साथ HHFTF में संयोजित किया गया है। परीक्षण के दौरान मॉक-अप की सतह का सामान्य तापमान °170C से°330 C की सीमा में पाया गया।

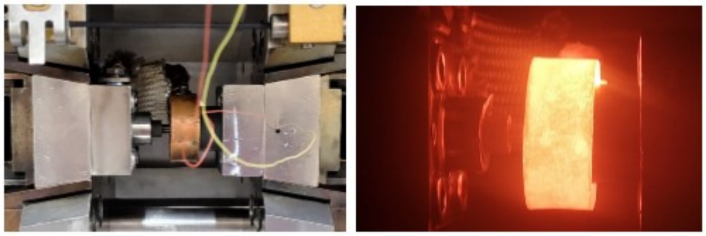


चित्र A.2.6: फिंगर टाइप परीक्षण मॉक-अप का ऊष्मा स्थानांतरण सिमुलेशन। प्रायोगिक मापदंडों का उपयोग CFD सिमुलेशन के लिए इनपुट मापदंडों के रूप में किया जाता है।

ताँबे से निर्मित फिंगर-टाइप टेस्ट मॉक-अप पर ऊष्मा हस्तांतरण संबंधी अध्ययन हेतु सिमुलेशन किए गए, जिनमें निम्नलिखित प्रायोगिक मापदंडों का उपयोग किया गया: (क) इनलेट गैस का तापमान: 24.2°C (ख) नाइट्रोजन का द्रव्यमान प्रवाह दर: 38 ग्राम/सेकंड (ग) इनलेट गैस का दाब: 7 बार (घ) अवशोषित ऊष्मा फ्लक्स: 1 मेगावॉट/वर्ग मीटर; सीएफ़डी विश्लेषण (CFD analysis) के लिए अनुभव करने योग्य (Realizable) k-ε मॉडल आधारित कपल्ड सॉल्वर का उपयोग किया गया। इस CFD सिमुलेशन से प्राप्त अधिकतम सतही तापमान 240°C का अनुमान लगाया गया, जो कि प्रायोगिक रूप से प्राप्त मान 250°C से थोड़ा कम पाया गया। (चित्र- A.2.6) **टंग्स्टन** नमूनों (8 मिमी व्यास × 0.5 मिमी मोटाई) पर शियर-पंच प्रयोग, 600° C से 700°C के तापमान सीमा में, नवनिर्मित टंग्स्टन-कार्बाइड फिक्स्चर तथा Gleeble 3800 प्रणाली का उपयोग करके किए गए। इन प्रयोगों के दौरान तापमान तथा ऊष्मन-दर स्थिर बनी रही। (चित्र A.2.7 & A.2.8). इन प्रयोगों के दौरान, तापमान और तापन दर स्थिर रहती है।



चित्र A.2.7: 600°C (बाएं) और 700°C (दाएं) पर कतरनी छिद्रित टंगस्टन नमूना।



चित्र A.2.8: ग्लीबल-3800 प्रणाली में 700°C पर टंगस्टन नमूने का शियर पंच परीक्षण किया गया।

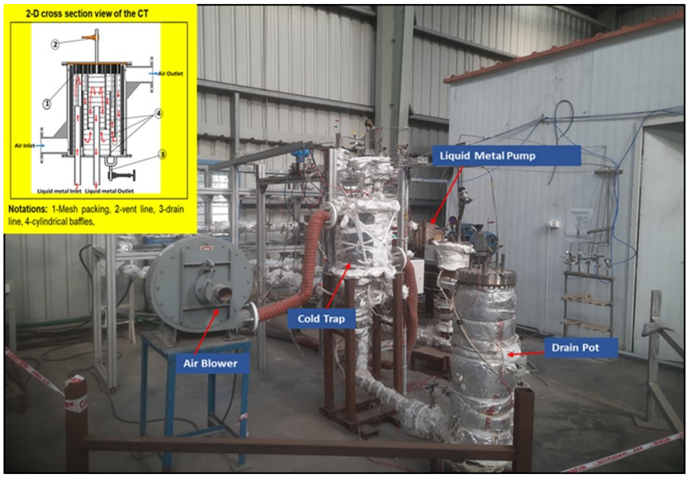
<u>टंगस्टन फाइबर टंग्स्टन कॉम्पोज़िट (W/Wf) सामग्री का विकास:</u> आई.पी.आर. एवं ए.आर.सी.आई. (हैदराबाद) के बीच हुए समझौता ज्ञापन (MoU) के द्वितीय चरण को पूर्ण किया गया। तन्य परीक्षण (tensile tests) का संचालन MIDHANI में बेलनाकार नमूनों का उपयोग कर किया गया। 500°C तापमान पर W/Wf नमूनों की परम तन्य शक्ति (UTS) 250 MPa से 300 MPa की सीमा में तथा % लम्बन 2.1% से 2.5% की सीमा में पाया गया। फ्रैक्चर टफनेस परीक्षण "Anstis" नामक इंडेंटेशन पद्धति से किए गए। फ्रैक्चर टफनेस का मान शुद्ध टंग्स्टन नमूनों के लिए 4.2MPa√m, बिना-कोटेड फाइबर वाले W/Wf कॉम्पोज़िट नमूनों के लिए 55.9MPa√m, तथा एर्बियम ऑक्साइड-कोटेड फाइबर वाले W/Wf कॉम्पोज़िट नमूनों के लिए 12.1MPa√m प्राप्त हुआ।

चित्र A.2.9: टिन-लिथियम लूप (बाएँ) का स्थिर-अवस्था तापीय विश्लेषण। PID आधारित तापमान नियंत्रक सक्रिय है और टिन-लिथियम लूप (दाएँ) के साथ एकीकरण के लिए तैयार है।

<u>टिन-लिथियम (Sn-Li) द्रव धातु मिश्रधातु उत्पादन सुविधा:</u> विक्रेता से प्राप्त ड्रोइंग के आधार पर *Sn-Li लूप* का अभियांत्रिक विश्लेषण (engineering analysis) किया गया। लूप के विभिन्न भागों की *स्थैतिक संरचनात्मक* एवं *ताप-संरचनात्मक (thermo-structural)* विश्लेषण पूर्ण किए गए। विक्रेता द्वारा प्रस्तुत निर्माण ड्रोइंग एवं निविदा विनिर्देश (tender specification) दस्तावेज़ों को निविदा प्रक्रिया समिति द्वारा अनुमोदित कर दिया गया है। वर्तमान में यह सुविधा विक्रेता की साइट पर निर्माणाधीन है।

A2.3 संलयन ब्लैंकेट प्रौद्योगिकियाँ

<u>Pb-16Li के शुद्धिकरण हेतु कोल्ड ट्रैप का विकास:</u> RAFMS और ऑस्टेनिटिक स्टील जैसे संरचनात्मक पदार्थ, Pb-16Li ब्रीडिंग ब्लैंकेट प्रणाली के संचालन के दौरान पिघले हुए Pb-16Li से संक्षारण के प्रति संवेदनशील होते हैं, विशेष रूप से उच्च तापमान वाले प्रणाली के क्षेत्रों में। ब्लैंकेट संचालन के दौरान पिघले हुए Pb-16Li के संचलन के कारण, उच्च तापमान वाले क्षेत्रों में उत्पन्न अशुद्धियाँ, निम्न तापमान पर अपनी कम घुलनशीलता के कारण, प्रणाली के ठंडे क्षेत्रों में अवक्षेपित हो जाती हैं। PbO और Li2O जैसी ऑक्साइड अशुद्धियाँ पिघले हुए Pb-16Li में मौजूद होती हैं जो प्रणाली संचालन के दौरान अवक्षेपित होती हैं। इन अशुद्धियों के ठंडे क्षेत्रों में संचय होने के परिणामस्वरूप उन भागों में रुकावट आ सकती है, जिससे ब्लैंकेट प्रणाली के प्रदर्शन और सुरक्षा पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

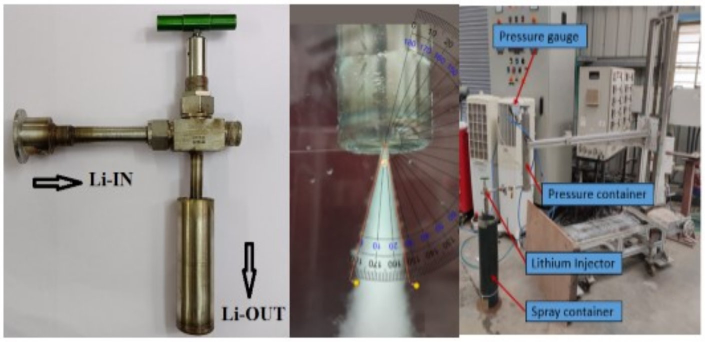


चित्र-A.2.10: IPR की Pb-16Li शुद्धिकरण लूप। CT के आंतरिक प्रवाह विन्यास का आरेख ऊपरी कोने में दिखाया गया है

इस समस्या के समाधान के लिए, "कोल्ड ट्रैप" (CT) नामक एक शुद्धिकरण घटक आवश्यक होता है, जो Pb-16Li प्रणाली से अशुद्धियों को हटाने का कार्य करता है। IPR में, Pb-16Li शुद्धिकरण लूप की बाईपास लाइन में वलयाकार ज्यामिति (चित्र-1 के ऊपरी बाएँ कोने में Pb-16Li प्रवाह पथ को दर्शाने वाले CT के आंतरिक भाग का 2-आयामी आरेख दिखाया गया है) वाले CT के नए संस्करण का परीक्षण किया गया है। वर्तमान CT डिज़ाइन में कई वलयाकार पथों के कारण अशुद्धियों के अवक्षेपण के लिए ठहराव समय बढ़ाता है, जिससे CT की प्रभावशीलता में वृद्धि होती है। पिघले हुए Pb-16Li से अशुद्धियों को निकालने और उन्हें कोल्ड ट्रैप के अंदर फँसाने के लिए शुद्धिकरण लूप को लगभग 5,000 घंटे तक लगातार संचालित किया

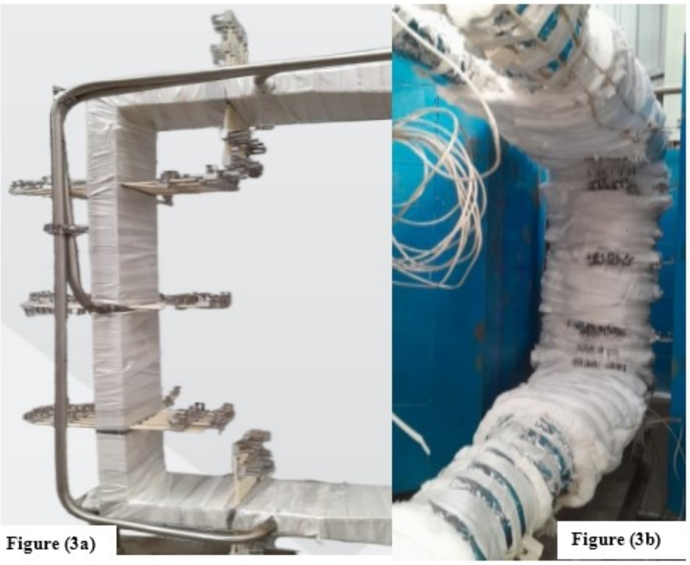
गया है। संचालन के दौरान, अशुद्धियों के अवक्षेपण को सुगम बनाने के लिए कोल्ड ट्रैप के भीतर लगभग 0.125 किग्रा/सेकंड का Pb-16Li प्रवाह दर और लगभग 270 ± 5°C का एक समान तापमान बनाए रखा गया है।

<u>लिथियम इंजेक्टर का डिज़ाइन, निर्माण और प्रदर्शन परीक्षण:</u> लेड लिथियम यूटेक्टिक मिश्रधातु (Pb-16Li) को विभिन्न द्रव धातु ब्रीडिंग ब्लैंकेट प्रणालियों में ट्रिटियम उत्पादक, न्यूट्रॉन गुणक और शीतलक के रूप में उपयुक्त माना गया है। Pb-16Li घटक उत्पादन के अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों के भाग के रूप में, Pb-Li लूपों के संचालन के लिए प्रक्रिया द्रव के रूप में Pb-16Li मिश्रधातु को ही विकसित करना अनिवार्य है। IPR ने पहले ही MHD स्टिरिंग तकनीक का उपयोग करके इस मिश्रधातु के उत्पादन का प्रदर्शन किया है। लिथियम इंजेक्टर, पिघले हुए सीसे में लिथियम को बिखरे स्प्रे पैटर्न के रूप में प्रविष्ट करने के लिए एक महत्वपूर्ण घटकों में से एक है। IPR में लिथियम इंजेक्टर का डिज़ाइन और निर्माण, स्वेगलोग निर्मित नीडल वाल्व का उपयोग करके किया गया है, और इसका प्रारंभिक परीक्षण पेट्रोलियम ईथर का उपयोग करके किया गया है ताकि इंजेक्शन प्रक्रिया के दौरान द्रव के बिखराव वाले स्प्रे पैटर्न को प्रदर्शित किया जा सके। लिथियम इंजेक्टर का उच्च तापमान (~400°C) परीक्षण भी सफलतापूर्वक किया जा चुका है।



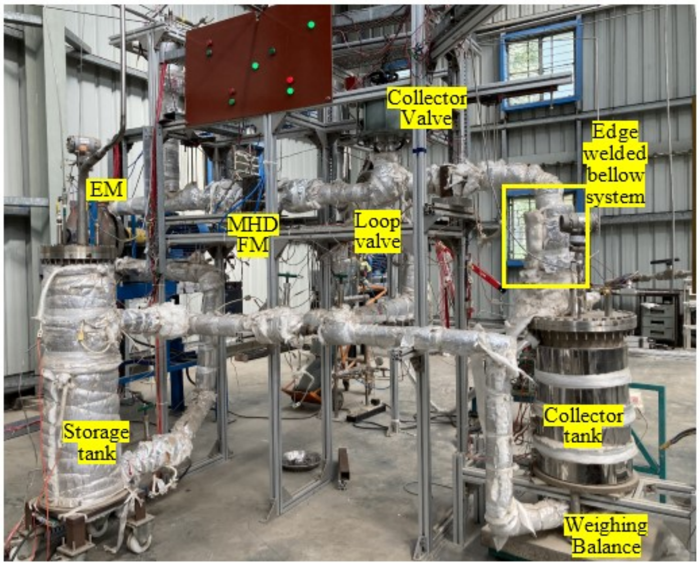
चित्र A.2.11 (ए) निर्मित और संयोजित लिथियम इंजेक्टर (बी) लिथियम इंजेक्टर के स्प्रे परीक्षण के लिए परीक्षण सेटअप (सी) बिखराव वाले स्प्रे पैटर्न को प्रदर्शित करने के लिए लिथियम इंजेक्टर का परीक्षण

<u>IPR की LLMHD सुविधा पर MHD के प्रायोगिक अध्ययन:</u> इंटीग्रेटेड लिक्विड लेड लिथियम MHD (LLMHD) प्रायोगिक सुविधा को IPR में विकसित किया गया है और यह संचालन में है, ताकि तरल ब्रीडर संलयन ब्लैंकेट्स से संबंधित विभिन्न प्रवाह विन्यासों में Pb-Li के सम तापीय एवं ताप-तरल MHD प्रायोगिक अध्ययन किए जा सकें । हाल ही में, एक सम तापीय MHD प्रयोग को आयताकार U-बेंड परीक्षण मॉक-अप (चित्र A.2.12) के साथ, अधिकतम 1.0 टेस्ला तक के एक समान अनुप्रस्थ चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति में किया गया है। इस दौरान Pb-Li का परिचालन तापमान 320°C रखा गया तथा द्रव्यमान प्रवाह दर 5 से 7 किलोग्राम प्रति सेकंड के बीच रख गया है। परीक्षण मॉक-अप में कुल 145 संभावित पिन (145 नंबर) और तीन प्रेशर पोर्ट शामिल हैं, जिनका उपयोग अनुप्रेरित दीवार विद्युत विभव और तरल धातु दबाव के मापन के लिए किया गया हैं। Pb-Li का तापमान मापने के लिए, मॉक-अप की बाहरी सतह पर कई थर्मोकपल स्पॉट वेल्ड किए गए हैं। प्रयोग से प्राप्त डेटा का विश्लेषण वर्तमान में प्रगति पर है।

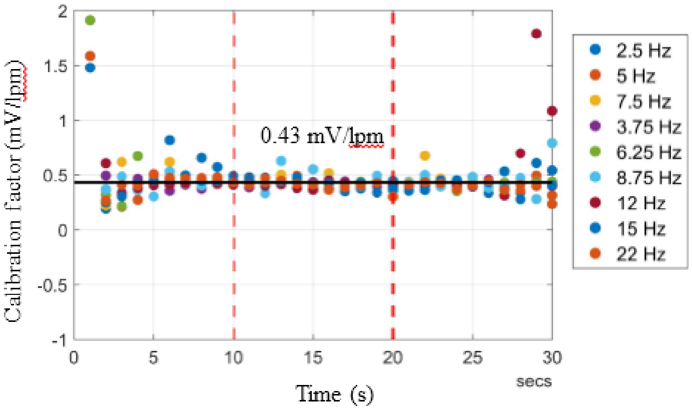


चित्र A.2.12: (ए) आयताकार परीक्षण मॉक-अप की तस्वीर (बी) इलेक्ट्रोमैग्नेट के पोल गैप के अंदर LLMHD लूप के साथ एकीकृत मॉक-अप

<u>पहले सिद्धांत का उपयोग करके उच्च तापमान MHD फ्लोमीटर का अंशांकन:</u> IPR ने उच्च तापमान तरल धातु अनुप्रयोगों (> 300° C) के लिए स्थायी चुंबक आधारित MHD फ्लोमीटर विकसित किया है, जिसमें स्थायी चुंबकों की अनुकूलित व्यवस्था का उपयोग किया गया है [भारतीय पेटेंट संख्या: 455892, (2023)]। आमतौर पर, उच्च तापमान फ्लोमीटर का अंशांकन विश्लेषणात्मक समीकरण, संख्यात्मक सिमुलेशन, या कम तापमान (< 100°C) वाले सादृश्य द्रवों का उपयोग करके किया जाता है। फ्लोमीटर के अंशांकन करने का सबसे सटीक तरीका पहले सिद्धांत का उपयोग करना है, अर्थात् फ्लोमीटर के माध्यम से प्रति इकाई समय में प्रवाहित द्रव का भार मापन करना और साथ ही फ्लोमीटर सिग्नल को रिकॉर्ड करना। इन दोनों मापों के बीच का सहसंबंध फ्लोमीटर के अंशांकन फैक्टर प्रदान करता है। इस सिद्धांत के आधार पर, उच्च तापमान द्रव धातु लूप सेटअप तैयार किया गया है जिसमें भंडारण टैंक, संग्राहक टैंक, प्रवाहमापी, प्रवर्तक-नियंत्रित वाल्व, तौल संतुलन आदि शामिल हैं (चित्र-4 देखें)। एक नवीन पृथक्करण प्रणाली भी डिज़ाइन की गई है, जिसमें एक किनारे पर वेल्डेड बेलो का उपयोग किया गया है जो संग्राहक टैंक और शेष सेटअप के बीच प्रतिक्रिया बलों को अलग करता है। इससे संग्राहक टैंक में एकत्रित Pb-Li का सटीक भार



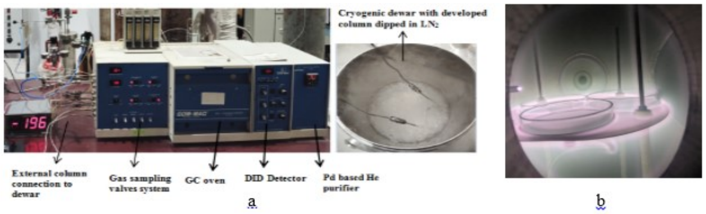
चित्र- A.2.13: कार्यशील द्रव के रूप में Pb-Li का उपयोग करते हुए MHD फ्लोमीटर के उच्च तापमान अंशांकन के लिए प्रायोगिक सेट



चित्र- A.2.14: संग्राहक टैंक में 30 में सेकंड एकत्रित में PbLi भार के लिए अंशांकन कारक का अनुमान

मापन संभव हुआ और MHD फ्लोमीटर का अंशांकन सफलतापूर्वक किया जा सका। संचालन के दौरान, पिघले हुए Pb-Li (300°C पर) को एक विद्युतचुंबकीय पंप (EMP) का उपयोग करके फ्लोमीटर के माध्यम से भंडारण टैंक से संग्राहक टैंक में स्थानांतरित किया जाता है। इस बीच, प्रति इकाई समय में एकत्रित Pb-Li का भार संग्राहक टैंक के नीचे रखे एक तौल संतुलन द्वारा मापा जाता है और पहले बताए अनुसार अंशांकन किया जाता है। चित्र A.2.14, 30 सेकंड के लिए संग्राहक टैंक में Pb-Li के संग्रहण के माध्यम से विभिन्न पंपिंग गति के लिए विकसित फ्लोमीटर के अनुमानित अंशांकन कारक को दर्शाता है।

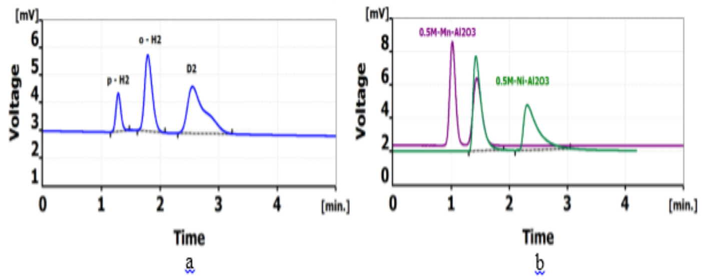
<u>हीलियम गैस में हाइड्रोजन समस्थानिकों के तीव्र पृथक्करण के लिए गैस क्रोमैटोग्राफिक कॉलम का विकास:</u> इस अध्ययन में, हम 77.4 K पर हीलियम गैस में हाइड्रोजन समस्थानिकों के सूक्ष्म स्तरों के तीव्र विश्लेषण के लिए पृथक्करण दक्षता और अवधारण समय में सुधार लाने पर ध्यान केंद्रित करते हुए गैस क्रोमैटोग्राफिक (GC) कॉलम के विकास और परीक्षण को प्रस्तुत करते हैं। GC स्थैतिक अवस्था के प्रदर्शन पर दो विभिन्न सक्रियण तकनीकों - थर्मल सक्रियण और प्लाज़्मा सक्रियण के प्रभाव का आकलन करने के उसे नियोजित किया गया। GC कॉलम को 1/8″ इंच स्टेनलेस स्टील इनलेट/आउटलेट संयोजन के साथ क्रायोजेनिक स्टेनलेस स्टील दिवार में बाह्य रूप से लगाया गया था। एक वाणिज्यिक जीसी प्रणाली (मॉडल: गोमैक जी GC सीरीज 580 DID) को इस अनुप्रयोग के लिए अनुकूलित किया गया था (चित्र 6ए) और क्लैरिटी लाइट सॉफ्टवेयर का उपयोग करके डेटा अधिग्रहण किया गया था। क्रायोजेनिक पृथक्करण से पहले, गैस के नमूने, वाहक और डिस्चार्ज गैसों को 623 केल्विन पर Pd-आधारित शोधकों का उपयोग करके शुद्ध किया गया था। कॉलम की स्थैतिक अवस्था को न्यूट्रल ग्रेड सक्रिय एल्यूमिना (80-120 मेष) का उपयोग करके तैयार किया गया था, इसके बाद थर्मल या आर्गन प्लाज्मा सक्रियण (13.56 MHz, 50 W, 15 मिनट, 100 Pa Ar) किया गया था। प्लाज़्मा रिएक्टर बेलनाकार SS-316 RF-संचालित कक्ष था, जिसमें नमूनों को पावर्ड इलेक्ट्रोड पर रखने के लिए एक कांच की पेट्री डिश का उपयोग किया गया (चित्र 6b)। सक्रियण के बाद, एल्यूमिना को $MnCl_2$ और $NiCl_2$ लवणों से भिगोकर संक्रमण धातु संशोधन किया गया। GC परीक्षण हीलियम में H2 और D2 (प्रत्येक 1000 पीपीएम) के सममोलर मिश्रण का उपयोग करके किया गया था, जिसमें 2 mL इंजेक्शन परिमाण और परिवर्ती वाहक प्रवाह दरों (60-120 एमएल/मिनट) थी।



चित्र A.2.15: (ए) DID के साथ GC प्रणाली की प्रायोगिक स्थापना। हाइड्रोजन समस्थानिक विश्लेषण के लिए कॉलम बाहरी रूप से द्रव नाइट्रोजन से भरे एक डिवार से जुड़ा हुआ है; (बी) एल्यूमिना नमूनों का एआर प्लाज्मा उपचार

जब नमूने की अंतःक्षेपण मात्रा 2 मिलीलीटर होती है, तो प्लाज्मा-सक्रिय (पीए) Al2O3 पर स्पिन आइसोमर पृथक्करण के लिए 75 मिलीलीटर/मिनट पर 2.73 का अधिकतम पीक रेज़ोल्यूशन देखा गया (चित्र A.2.16a) जबकि 77.4 K पर NiCl2 संसेचित तापीय रूप से सक्रिय (TA) Al2O3 पर 60 मिलीलीटर/मिनट पर 2.97 का रेज़ोल्यूशन प्राप्त किया गया। MnCl2 संशोधित कॉलमों में शिखर समरूपता संरक्षित की गई, जबकि NiCl2-उपचारित नमूनों में हल्की टेलिंग देखी गई, जिसका श्रेय Ni साइटों के साथ D_2 अणु की मजबूत अंतःक्रिया को दिया जा सकता है (चित्र A.2.17b)। प्रणाली ने कम द्रव्यमान सहसंबंधों से अनुमानित अवधारण समय परिवर्तन के आधार पर, HD, DT, HT और T2 सहित स्पिन आइसोमरों और आइसोटोपोलॉग्स को हल करने की क्षमता का भी प्रदर्शन किया है ।

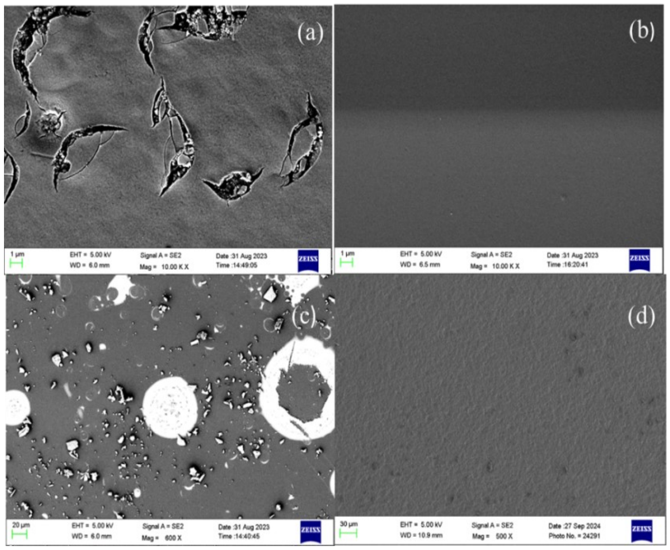
डिटेक्टर प्रतिक्रिया 10–1000 ppm की सीमा में रेखीय (linear) रही, और कुल पृथक्करण 7 मिनट से कम समय में प्राप्त किया गया। कुल मिलाकर, संक्रमण धातु-संसेचित एल्यूमिना कॉलमों ने बेहतर प्रदर्शन और स्थिरता का प्रदर्शन किया, जिससे संलयन ईंधन चक्र और हाइड्रोजन ऊर्जा प्रणालियों में वास्तविक समय हाइड्रोजन आइसोटोप निगरानी के लिए स्पेक्ट्रोस्कोपिक, RGA या माइक्रो- GC विधियों के लिए एक व्यवहार्य, कम लागत वाला विकल्प उपलब्ध हुआ।



चित्र A.2.16: (ए) PA Al_2O_3 पर He गैस में 1000 ppm H2 -1000 ppm D2 का मिश्रण; (बी) 77.4 K पर Ni और Mn संसेचित TA Al_2O_3 की तुलना

TPB कोटिंग के लिए आयातित के विकल्प के रूप में Er धातु के कार्बनिक घोल का स्वदेशी विकास: उच्च तापमान स्थिरता, उच्च पारगमन न्यूनीकरण कारक और उच्च प्रतिरोधकता जैसे अनुकूल गुणों की वजह से Er_2O_3 हाइड्रोजन आइसोटोप पारगमन अवरोध कोटिंग के रूप में अग्रणी सामग्रियों में से एक है। DIP कोटिंग तकनीक अपनी सरलता, बड़े पैमाने पर लागू करने योग्य और लागत-प्रभावशीलता के कारण इसे परतित करने के लिए आकर्षक विकल्प है। हमारे पिछले अध्ययनों में इसने व्यावसायिक रूप से उपलब्ध धातु-कार्बनिक अपघटन घोल के साथ अच्छे परिणाम दिखाए हैं। विशेष रूप से, Er_2O_3 के लिए, उच्च लागत और वाणिज्यिक घोल की आयात, इस कार्यविधि को आगे बढ़ाने में सीमारुप है। इसलिए, एक किफायती Er_2O_3 DIP कोटिंग घोल के विकास के लिए, एथिलीन ग्लाइकॉल मिथाइल ईथर (2 मेथॉक्सीएथेनॉल) में एक अग्रदूत के रूप में घुले Er $(NO_3)_3{\cdot}5H_2O$ के घोल को अलग-अलग सांद्रता में विभिन्न श्यानता समायोजकों के साथ मिलाकर प्रयोग किए जाते हैं। यह अध्ययन एथेनॉलमाइन, पॉली(एथिलीन ग्लाइकॉल) बिस(एमाइन) (PEGBA) और डाइएथेनॉलमाइन जैसे श्यानता समायोजकों की उपयुक्तता और उनकी सांद्रता का विलयन एवं कोटिंग के गुणों पर जाँच करता है। संलयित सिलिका पर निक्षेपित कोटिंग के क्रिस्टलीय प्रावस्थाओं, सतह और अनुप्रस्थ काट की आकृति विज्ञान और तात्विक संरचना के आधार पर, श्यानता समायोजक के रूप में 3% पॉली(एथिलीन ग्लाइकॉल) बिस(एमाइन) का प्रयोग व्यावसायिक विलयन की तुलना में बेहतर और तुलनीय परिणाम देता है (चित्र A.2.17)। यह अध्ययन किफायती DIP-कोटिंग Er_2O_3 विलयन संश्लेषण को स्वदेशी बनाने की दिशा में एक कदम है, जिससे DIP-कोटिंग प्रक्रिया को उन्नत बनाने का मार्ग प्रशस्त होगा।

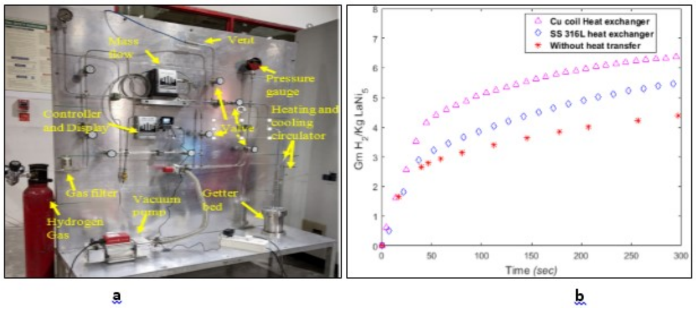
ठोस अवस्था हाइड्रोजन समस्थानिक भंडारण के लिए गेट्टर बेड का विकास और परीक्षण: आईपीआर में लैंटानम निकल ($LaNi_5$) आधारित ठोस अवस्था हाइड्रोजन भंडारण गेट्टर बेड प्रणाली का विकास और परीक्षण किया गया है (चित्र A.2.18a)। हाइड्रोजन समस्थानिक के अवशोषण और निस्तार दर को नियंत्रित करने तथा इष्टतम प्रदर्शन और सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए ट्रिटियम निष्कर्षण प्रणाली के महत्वपूर्ण घटक के रूप में गेट्टर बेड कार्य करता है। गेट्टर बेड का परिचालन परीक्षण इसकी हाइड्रोजन भंडारण क्षमताओं का मूल्यांकन करने के लिए किया गया है। गेट्टर बेड की भंडारण क्षमता पर ऊष्मा स्थानांतरण के प्रभाव का आकलन करने के लिए प्रयोग किए गए। गेट्टर बेड के भीतर की ऊष्मा स्थानांतरण के लिए SS 316L और तांबे से बने हेलिकल कॉइल हीट एक्सचेंजर का उपयोग किया गया था। चित्र A.2.18b, ऊष्मा स्थानांतरण के साथ और उसके बिना, गेट्टर पदार्थ के प्रति किलोग्राम हाइड्रोजन अवशोषण के परिणाम प्रदर्शित करता है। प्रभावी ऊष्मा स्थानांतरण व्यवस्था के साथ, गेट्टर पदार्थ के प्रति किलोग्राम लगभग 6.5 ग्राम हाइड्रोजन भंडारण प्राप्त किया गया है।



चित्र A.2.17: Er2O3 कोटिंग की SEM छवियां (ए) 10K आवर्धन पर 0.1% PEGBA घोल, (बी) 10K आवर्धन पर आयातित घोल, (सी) 0.1% PEGBA घोल और (डी) 3% PEGBA घोल, कम आवर्धन पर।

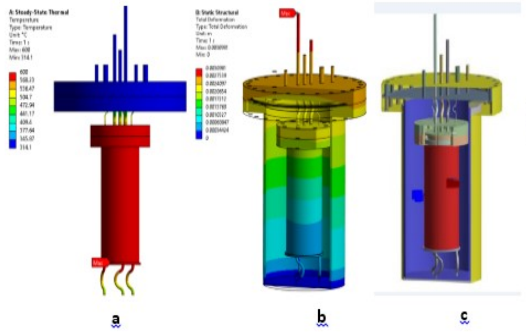
आईपीआर न्यूट्रॉन जनरेटर के हाइड्रोजन समस्थानिक भंडारण प्रणाली के लिए एन्युलर गेट्टर बेड वेसल का डिजाइन: La-Ni गेट्टर बेड से प्राप्त अनुभव के आधार पर, गेट्टर सामग्री के रूप में ZrCo को नियोजित करने वाले एन्युलर गेट्टर बेड वेसल को आईपीआर न्यूट्रॉन जनरेटर के हाइड्रोजन समस्थानिक संचालन व्यवस्था के लिए डिजाइन और अनुकूलित किया गया है। ZrCo गेट्टर बेड डिजाइन में सैद्धांतिक अवशोषण क्षमता के आधार पर 20 ग्राम हाइड्रोजन समस्थानिकों को संग्रहीत करने के लिए आवश्यक ZrCo की मात्रा का अनुमान लगाया गया, जिससे प्राथमिक और द्वितीयक वेसल दोनों के आकार निर्धारण

में मार्गदर्शन मिला। 650 डिग्री सेल्सियस और 30 बार गैस दबाव की परिचालन स्थितियों के तहत यांत्रिक अखंडता को सुनिश्चित करने के लिए तापीय और यांत्रिक विश्लेषण किए गए थे। आंतरिक आधार संरचना और ट्यूबिंग को भी तदनुसार अनुकूलित किया गया, जिससे डिज़ाइन को अंतिम रूप दिया गया। अंतिम डिज़ाइन इन्हीं मापदंडों के आधार पर तैयार किया गया। चित्र A.2.19 तापीय और यांत्रिक विश्लेषण के अंतिम परिणाम, आधार सहित प्राथमिक वेसल का आंतरिक दृश्य और संपूर्ण वेसल का सममितीय दृश्य दर्शाता है।



चित्र A.2.18. (a) हाइड्रोजन आइसोटोप स्टोरेज के लिए गेट्टर बेड सिस्टम की एक तस्वीर (b) हीट ट्रांसफर के साथ और बिना हीट ट्रांसफर के LaNi5 के लिए हाइड्रोजन एब्जॉर्प्शन इवोल्यूशन।

<u>*न्यूट्रॉन जनरेटर के हाइड्रोजन समस्थानिक भंडारण तंत्र हेतु वलयाकार गेटर बेड पात्र का डिज़ाइन:*</u> La-Ni गेटर बेड के साथ प्राप्त परिचालन अनुभव के आधार पर, संस्थान के न्यूट्रॉन जनरेटर में प्रयुक्त हाइड्रोजन समस्थानिक प्रबंधन प्रणाली के लिए ZrCo को गेटर पदार्थ के रूप में उपयोग करते हुए एक वलयाकार (annular) गेटर बेड पात्र का अभिकल्पन एवं अनुकूलन किया गया है। ZrCo गेटर बेड के डिजाइन में 20 ग्राम हाइड्रोजन समस्थानिकों के भंडारण के लिए आवश्यक ZrCo की मात्रा का आकलन सम्मिलित था, जिसके लिए ZrCo की सैद्धांतिक अवशोषण क्षमता को आधार बनाया गया। इस विश्लेषण ने प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों पात्रों के उपयुक्त आयाम निर्धारण में मार्गदर्शन प्रदान किया।



चित्र A.2.19: (ए) तापीय विश्लेषण परिणाम (बी)संरचनात्मक विश्लेषण परिणाम (सी)आधार और ट्यूब व्यवस्था के साथ प्राथमिक और द्वितीयक वेसल का आंतरिक दृश्य (डी)संपूर्ण वेसल का सममितीय दृश्य

संचालन स्थितियों—650 °C तापमान और 30 बार गैस दाब—के अंतर्गत यांत्रिक अखंडता सुनिश्चित करने हेतु तापीय एवं यांत्रिक विश्लेषण किए गए। इन परिस्थितियों को ध्यान में रखते हुए आंतरिक सहायक संरचना तथा ट्यूबिंग का भी अनुकूलन किया गया, जिसके परिणामस्वरूप अभिकल्पन को अंतिम रूप दिया गया। इन सभी मापदंडों के आधार पर अंतिम डिजाइन निर्धारित किया गया।

<u>*प्रायोगिक हीलियम कूलिंग लूप का उच्च ऊष्मा फ्लक्स परीक्षण सुविधा के साथ इंटरफेसिंग:*</u> आईपीआर में उच्च दबाव (10 एमपीए) और उच्च तापमान (450 डिग्री सेल्सियस)वाला प्रायोगिक हीलियम कूलिंग लूप (ईएचसीएल)संचालन में है। प्रणाली को लगातार 300 डिग्री सेल्सियस, 80 बार की आम स्थितियों में संचालित किया जाता है।

चित्र A.2.20: ए) ईएचसीएल प्रणाली का फोटोग्राफ बी) 300°C, 80 बार की स्थितियों पर ईएचसीएल के गर्म परीक्षण के परिणाम

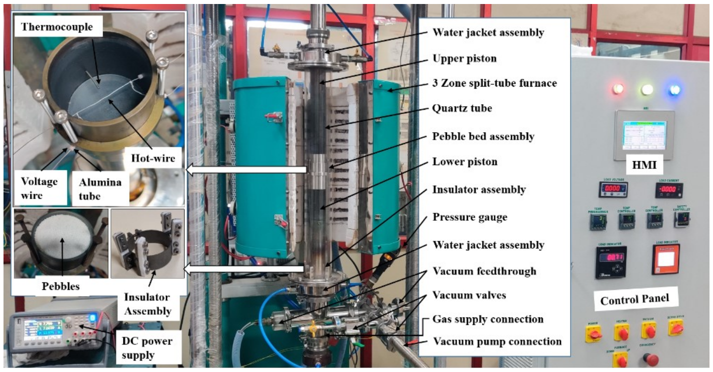
चित्र A.2.20a विकसित ईएचसीएल प्रणाली की वास्तविक तस्वीर दिखाता है। चित्र 10 (बी)ईएचसीएल के 300 डिग्री सेल्सियस, 80 बार की स्थितियों के ऊष्मा परीक्षण से प्राप्त परिणाम दिखाता है। ईएचसीएल का एक महत्वपूर्ण उद्देश्य उच्च ऊष्मा फ्लक्स परीक्षण सुविधा (HHFTF)की मौजूदा इलेक्ट्रॉन गन प्रणाली का उपयोग करके हीलियम कूल्ड ब्लैंकेट और डायवर्टर मॉकअप का परीक्षण करना है। इसे सुगम बनाने के लिए, EHCL और HHFTF प्रणाली को जोड़ने के लिए लगभग 120 मीटर लंबी आपस में जोडने वाली प्रणाली स्थापित की गई है।

चित्र A.2.21: आपस में जोडने वाली पाइपिंग प्रणाली की वास्तविक साइट तस्वीरें ए) HHFTF पर समाप्ति बी) EHCL से पाइपों का उद्गम

पाइपिंग प्रणाली EHCL पाइपों से उच्च दबाव(8 MPa) पर गर्म हीलियम (300-400°C) को HHFTF प्रणाली के D-आकार के चैंबर तक ले जाएगी, जहाँ इलेक्ट्रॉन गन से परीक्षण मॉकअप पर ऊष्मा की बौछार होगी। परीक्षण मॉकअप के ये प्रयोग ऊष्मा हस्तांतरण अध्ययनों पर डेटाबेस एकत्र करने में सक्षम होंगे और प्रासंगिक

असामान्य/आकस्मिक परिस्थितियों की समझ भी विकसित करेंगे ताकि संलयन रिएक्टर से आने वाली ऊष्मा के वास्तविक ऊष्मा निष्कर्षण का अनुकरण किया जा सके। चित्र A.2.21a HHFTF प्रणाली से आपस में जोडने वाली पाइपिंग प्रणाली के समापन को दर्शाता है और चित्र A.2.21b EHCL की ओर से आपस में जोडने वाली पाइपिंग प्रणाली को दर्शाता है।

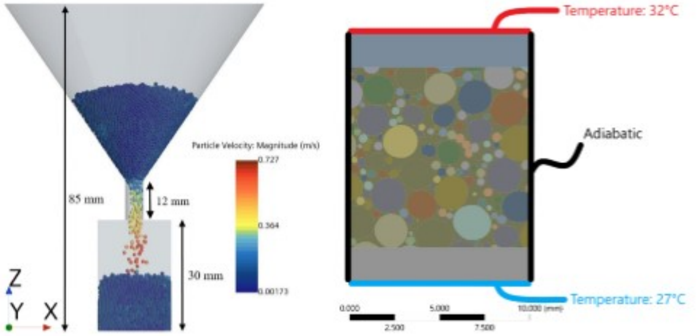
पेबल बेड्स की प्रभावी तापीय चालकता का मापन: गोलाकार और दीर्घवृत्ताकार आकार के पेबल्स में पैकिंग और ऊष्मा स्थानांतरण का अध्ययन करने के लिए सिमुलेशन: गोलाकार और दीर्घवृत्ताकार आकार के लिथियम टाइटेनेट पेबल्स के विभिन्न आकार बदलाव की पैकिंग विशेषताओं का अध्ययन असतत तत्व विधि का उपयोग करके किया गया है और उनकी प्रभावी तापीय चालकता को परिमित तत्व सिमुलेशन का उपयोग करके प्राप्त कीया गया। पेबल्स फ़नल के शीर्ष पर उत्पन्न होते हैं और उन्हें गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में तीन विभिन्न स्थितियों में (चित्र A.2.22) गिरने दिया जाता है: (i) 0 हर्ट्ज, (ii) एक्स-दिशा में 20 हर्ट्ज कंपन, (iii) जेड-दिशा (गुरुत्वाकर्षण की दिशा) में 20 हर्ट्ज कंपन। पेबल्स को तब तक बैठने दिया गया जब तक कि बेड की कुल गतिज ऊर्जा 10^{-10} जूल से नीचे नहीं पहुंच गई । असतत तत्व विधि (चित्र 14) द्वारा उत्पन्न पेबल बेड्स के लिए स्थिर-अवस्था तापीय सिमुलेशन नियोजित किए गए और परिणामों का समान प्रकार के पेबल बेड्स पर किए गए प्रयोगों के साथ मानकीकरण किया गया।



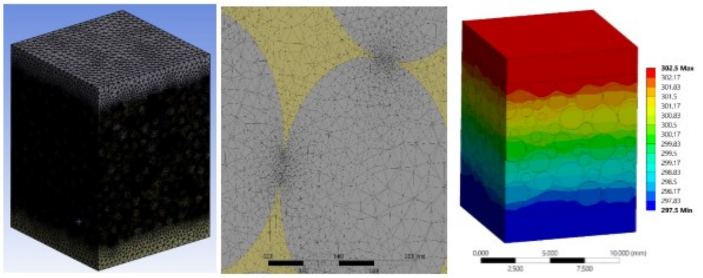
चित्र A.2.22 :पेबल बेड्स की प्रभावी तापीय चालकता माप के लिए प्रायोगिक सेटअप

गोलाकार और दीर्घवृत्ताकार आकार के पेबल्स में पैकिंग और ऊष्मा स्थानांतरण का अध्ययन करने के लिए सिमुलेशन:

गोलाकार और दीर्घवृत्ताकार आकार के लिथियम टाइटेनेट पेबल्स के विभिन्न आकार बदलाव की पैकिंग विशेषताओं का अध्ययन असतत तत्व विधि का उपयोग करके किया गया है और उनकी प्रभावी तापीय चालकता को परिमित तत्व सिमुलेशन का उपयोग करके प्राप्त कीया गया। पेबल्स फ़नल के शीर्ष पर उत्पन्न होते हैं और उन्हें गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में तीन विभिन्न स्थितियों में (चित्र 13) गिरने दिया जाता है: (i) 0 हर्ट्ज, (ii) एक्स-दिशा में 20 हर्ट्ज कंपन, (iii) जेड-दिशा (गुरुत्वाकर्षण की दिशा) में 20 हर्ट्ज कंपन।



चित्र A.2.23: पेबल बेड्स के तापीय सिमुलेशन के लिए डीईएम सिमुलेशन और सीमा स्थिति



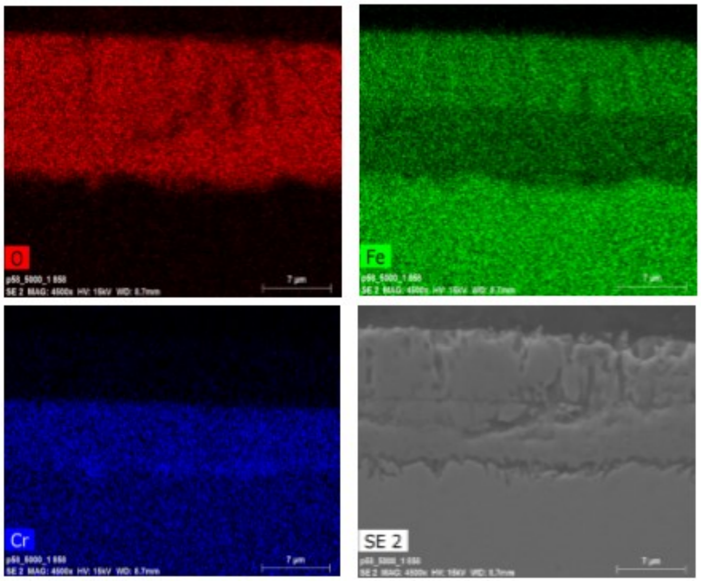
चित्र A.2.24 दीर्घवृत्ताकार आकार के पेबल बेड्स का जालीदार मॉडल और तापमान रूपरेखा

पेबल्स को तब तक बैठने दिया गया जब तक कि बेड की कुल गतिज ऊर्जा 10^{-10} जूल से नीचे नहीं पहुंच गई । असतत तत्व विधि (चित्र A.2.24) द्वारा उत्पन्न पेबल बेड्स के लिए स्थिर-अवस्था तापीय सिमुलेशन नियोजित किए गए और परिणामों का समान प्रकार के पेबल बेड्स पर किए गए प्रयोगों के साथ मानकीकरण किया गया।

Li_2TiO_3 और IN-RAFM स्टील के बीच रासायनिक अनुकूलता के प्रयोग: फ्यूजन ब्लैंकेट में दो प्रमुख सामग्रियां शामिल हैं: ट्रिटियम ब्रीडिंग सामग्री के रूप में लिथियम टाइटेनेट (Li_2TiO_3) और संरचनात्मक सामग्री के रूप में इंडियन रिड्यूस्ड एक्टिवेशन फेरिटिक मार्टेंसिटिक (IN RAFM) स्टील। ब्लैंकेट संचालन के दौरान, Li_2TiO_3 पेबल्स सीधे IN RAFM स्टील के सीधे संपर्क में रहते हैं और ऊंचे तापमान पर, लिथियम टाइटेनेट और स्टील के तत्वों के बीच परस्पर क्रिया से विभिन्न अभिक्रियात्मक उत्पादों का निर्माण हो सकता है। समय के साथ, इन अंतःक्रियाओं के परिणामस्वरूप जटिल ऑक्साइड परतों का विकास हो सकता है। इन ऑक्साइड परतों की प्रकृति, संरचना, और वृद्धि गतिज्ञान (growth kinetics) को समझना जीवन चक्र मूल्यांकन (life-cycle assessment) और विश्वसनीय ब्लैंकेट डिजाइन के लिए अत्यंत आवश्यक है। Li_2TiO_3 और IN RAFM स्टील के बीच रासायनिक अनुकूलता की जांच के लिए एक प्रायोगिक सेटअप (चित्र A.2.25) विकसित किया गया है। उच्च तापमान पर पारस्परिक क्रिया के अध्ययन 550°C पर नियंत्रित हीलियम (0.1% हाइड्रोजन युक्त हीलियम) के वातावरण में किए जाते हैं।

चित्र A.2.25: फ्यूजन ब्लैंकेट डिवीजन, आईपीआर में स्थापित रासायनिक संगतता प्रयोगात्मक सेटअप

50 घंटे तक उजागर नमूनों पर, प्रारंभिक अवलोकन और सूक्ष्म संरचनात्मक विश्लेषण किए गए हैं (चित्र A.2.26), जिसमें SEM और EDX शामिल हैं।



चित्र A.2.26: प्रयोग के 50 घंटे बाद ऑक्साइड परत की SEM-EDS छवि

<u>*IN-RAFM/SS316LN स्टील के असमान वेल्डिंग का विकास:*</u> IN -RAFM और SS316LN सामग्रियों के बीच उच्च-गुणवत्ता वाला वेल्ड प्राप्त करने के लिए, घरेलू टंगस्टन इनर्ट गैस (TIG) वेल्डिंग विधि का उपयोग करके असमान वेल्डिंग का विकास किया गया। वेल्डिंग प्रक्रिया में वेल्डेबिलिटी और यांत्रिक प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए विभिन्न इंटरलेयर बटरिंग सामग्रियों और फिलर वायर, जैसे S316L और INCONEL-82, द्वारा एक असमान वेल्ड कूपन का निर्माण शामिल था (चित्र A.2.27)। बटरिंग परतों के साथ और बिना बटरिंग परतों के, और उसके बाद के पोस्ट-वेल्ड हीट ट्रीटमेंट (PWHT) के प्रभाव का अध्ययन किया गया।

चित्र A.2.27: INCONEL-82 फिलर तार का उपयोग करके IN-RAFMS – SS 316LN के असमान वेल्ड जोड़

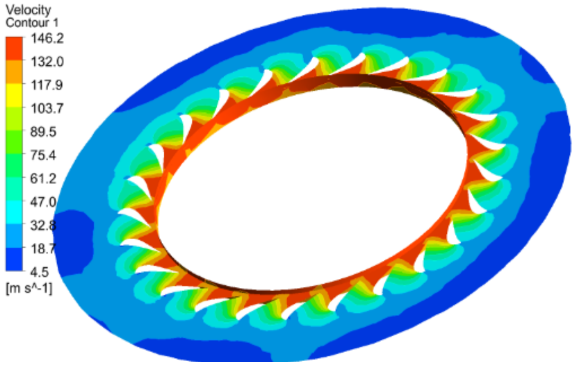
A2.4 लार्ज वॉल्यूम क्रायोप्लांट प्रौद्योगिकियां

<u>*आईपीआर हीलियम रेफ्रिजरेटर-सह-लिक्विफायर (एचआरएल) संयंत्र की पुनर्स्थापना गतिविधि:*</u> आईपीआर में विकसित एचआरएल संयंत्र को विघटित कर दिया गया है और उसके घटकों को आईपीआर स्थित नई अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला में नए आवंटित स्थान पर स्थानांतरित कर दिया गया है। नई प्रयोगशाला में उपलब्ध स्थान के अनुसार समग्र प्रणाली और उप-प्रणाली के लेआउट में संशोधन किया गया है। पुनर्स्थापना और कमीशनिंग के लिए कई नई वस्तुएँ खरीदी गई हैं। पाइप लेआउट कार्य, कंप्रेसर कक्ष में प्लेटफ़ॉर्म का निर्माण, तेल निष्कासन प्रणाली आदि का कार्य प्रगति पर है।

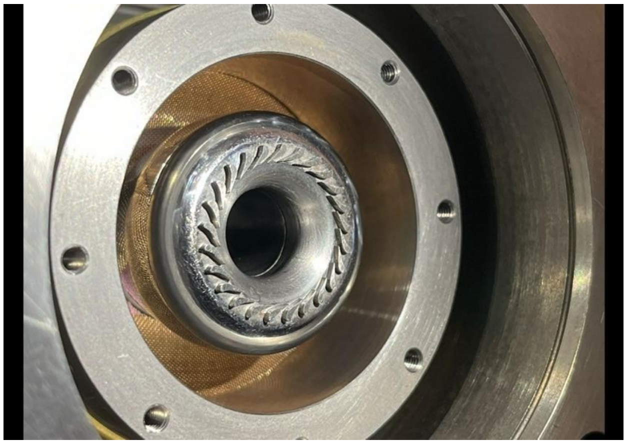
<u>*एसएसटी-1 में संभावित उपयोग के लिए एचआरएल संयंत्र के प्रदर्शन और विश्वसनीयता में सुधार:*</u> मार्च-2023 में स्वदेशी एचआरएल संयंत्र का परीक्षण संचालन और घटक, उप-प्रणाली, प्रणाली और संयंत्र जैसे विभिन्न स्तरों पर विभिन्न पिछले परीक्षण संयंत्र के प्रदर्शन में सुधार के उद्देश्य से किए गए हैं। कंप्रेसर प्रणाली में, कंप्रेसर प्रणाली के दीर्घकालिक संचालन (कुछ सप्ताह) के लिए तेल सामग्री < 2 पीपीबी (भाग प्रति बिलियन) रखने के लिए द्वितीयक तेल निष्कासन प्रणाली में सुधार की योजना बनाई गई है। संयंत्र चक्र में अधिक संख्या में कमरे के तापमान और कम तापमान नियंत्रण वाल्व प्रवाह दर और दबाव के नियंत्रण में सुधार कर सकते हैं, और इससे संयंत्र की उच्च दक्षता हो सकती है। संयंत्र चक्र के महत्वपूर्ण (strategic) बिंदुओं पर ऑनलाइन और निरंतर अशुद्धियों के मापन हेतु गैस क्रोमैटोग्राफ के लिए बेहतर परिचालन सॉफ्टवेयर संयंत्र की विश्वसनीयता में सुधार लाएगा। संयंत्र की दक्षता बढ़ाने के लिए कोल्ड बॉक्स में अधिक संख्या में हीट एक्सचेंजर्स और उच्च फिन घनत्व (780 फिन/मीटर) शामिल किए

जा सकते हैं। इनमें से कुछ खरीदे जा चुके हैं और कुछ पर काम चल रहा है।

संयंत्र को पूर्णतः स्वदेशी बनाने हेतु विकास गतिविधियाँ: आईपीआर में विकसित एचआरएल संयंत्र में लगभग 90% स्वदेशी सामग्री है। टर्बाइन और क्रायोजेनिक वाल्व को छोड़कर, अन्य सभी महत्वपूर्ण वस्तुएँ स्वदेशी रूप से बनाई गई हैं और इनकी विश्वसनीयता और दक्षता में और सुधार किया जा रहा है। आईपीआर में टर्बाइन, क्रायोजेनिक वाल्व और 80 K से कम तापमान सेंसर का भी विकास किया जा रहा है। हाल ही में, हीलियम टरबाइन के लिए ±20 माइक्रो की सहनशीलता के साथ, निम्न तापमान उप-संयोजन (LTS) का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है, जिसमें जटिल ताप रिसाव न्यूनीकरण तंत्र वाले नोज़ल लगे हैं। इसकी नाममात्र घूर्णन गति 1.6 लाख RPM (प्रति मिनट घूर्णन) है, इस टरबाइन की शीतलन शक्ति ~1 kW है, और नाममात्र परिचालन तापमान सीमा 15 से 10 K है। चित्र-1 सीएफडी विश्लेषण के अनुसार नोज़ल के चारों ओर वेग क्षेत्र परिवर्तन को दर्शाता है और चित्र-2 सी वी रमन ग्लोबल यूनिवर्सिटी, भुवनेश्वर के एआईसी द्वारा निर्मित नोज़ल को दर्शाता है।

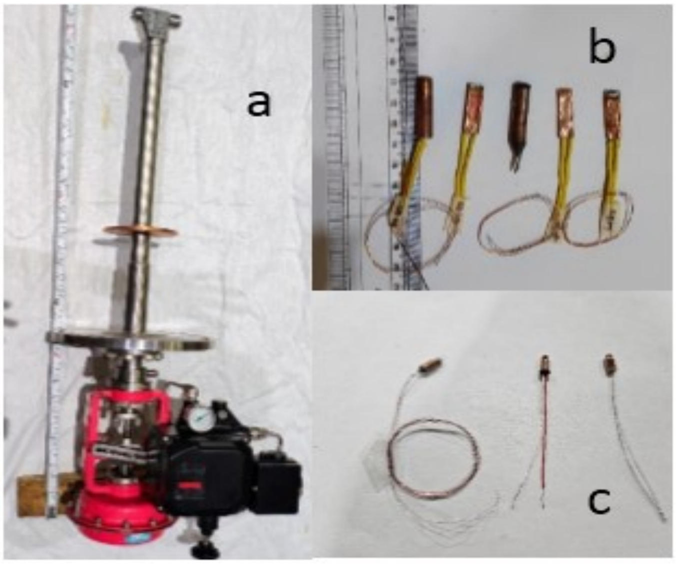


चित्र-A.2.28 हीलियम टरबाइन के नोज़ल के चारों ओर वेग क्षेत्र



चित्र A.2.29 हीलियम टरबाइन का निर्मित एलटीएस

क्रायोजेनिक वाल्व का विकास भारत के उद्योग और अनुसंधान एवं विकास संगठनों द्वारा किया जा रहा है। 4.5 K के लिए, कम ताप रिसाव और बेलो-सीलिंग के साथ हीलियम रिसाव की जकड़न आवश्यक है। इन दिशाओं में सुधार एक भारतीय वाल्व आपूर्तिकर्ता के माध्यम से किए गए हैं। चित्र A.2.30a, तापीय अवरोधन और कम अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले निर्मित लंबे स्टेम वाल्व को दर्शाता है जो ताप रिसाव को कम करता है। जैसा कि चित्र-A.2.30b में दिखाया गया है, हाल ही में IPR में सिलिकॉन डायोड और सेर्नॉक्स दोनों प्रकार के तापमान सेंसर विकसित किए गए हैं। तापमान सेंसर का अंशांकन 2.8 K तक और सटीकता ±10 mK तक की जा सकती है और चित्र-A.2.30c में इसको दिखाया गया है।



चित्र A.2.30: a) स्वदेशी निर्मित क्रायोजेनिक लंबे स्टेम वाले नियंत्रण वाल्व b) स्वदेशी सिलिकॉन डायोड तापमान सेंसर और c) स्वदेशी ज़िरकोनियम नाइट्राइड (सेरनॉक्स) तापमान सेंसर

65 K दाबयुक्त हीलियम परिसंचरण प्रणाली का विकास: 80 K दाबयुक्त हीलियम परिसंचरण प्रणाली के सफल विकास के आधार पर, IPR में एक नई 65 K दाबयुक्त हीलियम परिसंचरण प्रणाली विकसित की जा रही है। इस प्रणाली में, नाइट्रोजन के क्वथनांक और क्वथनांक को कम करने के लिए, एक निर्वात पंप के साथ LN2 पूर्वशीतलन ऊष्मा विनिमायक का उपयोग किया जाएगा। इसकी योजना ~10 ग्राम/सेकंड की कम हीलियम प्रवाह दर और ~14 बार के प्रचालन दाब के लिए बनाई गई है। यह शीतलन अवधारणा HTS (उच्च तापमान अतिचालक) चुंबक शीतलन और क्रायोसॉर्प्शन पंप शीतलन के लिए उपयोगी हो सकती है। इस प्रणाली के लिए घटक लेआउट का डिज़ाइन और विश्लेषण पूरा हो चुका है।

A2.5 रिमोट हैंडलिंग एवं रोबोटिक प्रौद्योगिकियाँ

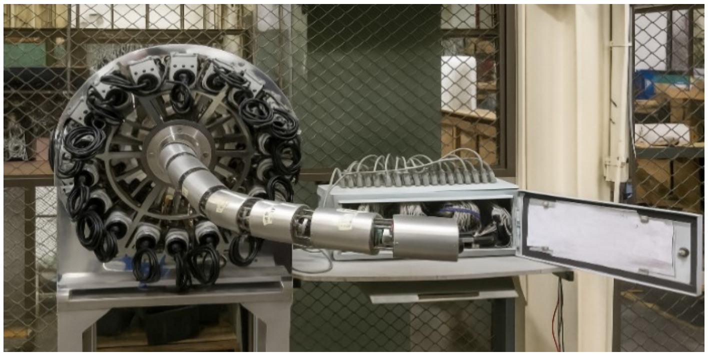
ड्युअल आर्म मैनिपुलेटर (DAM): एक 12-DOF DAM प्रणाली का विकास किया गया है तथा इसे सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया

गया है, जैसा कि आकृति A.2.31 में दर्शाया गया है। यह प्रणाली घटकों को उठाने, स्थानांतरित करने, घुमाने तथा मामूली असेंबली या डिसअसेंबली जैसे कार्यों को प्रभावी रूप से करने में सक्षम है। डीएएम (DAM) की प्रत्येक भुजा में छह स्वतंत्रता डिग्रियाँ (Degrees of Freedom) हैं तथा यह लगभग 5 किलोग्राम भार-वहन क्षमता और लगभग 1 मीटर तक की पहुँच रखती है। डीएएम ऐक्चुएटर प्रणाली में मॉड्यूलर घूर्णन जोड़ (modular rotary joints) सम्मिलित हैं, जिनमें एकीकृत ब्रशलेस डायरेक्ट करंट (BLDC) मोटर, गियरबॉक्स, इन्क्रिमेंटल एवं एब्सोल्यूट एनकोडर, होल्डिंग ब्रेक तथा मोटर ड्राइव शामिल हैं। प्रणाली में "हेड" एवं "हैंड" कैमरे भी एकीकृत किए गए हैं। डीएएम प्रणाली का प्रदर्शन, एकीकृत प्रणाली की कार्यक्षमता हेतु, टूल सेंटर पॉइंट (TCP) संरेखण को 5 मिमी घन (cube) के भीतर प्राप्त करके किया गया। साथ ही, 50 किलोग्राम भार-वहन क्षमता वाला एक केंद्रीय विंच विकसित किया गया है। विंच प्रणाली का डीएएम के साथ एकीकरण वर्तमान में नियोजित है।

चित्र A. 2.31: द्वि-भुजा संचालक

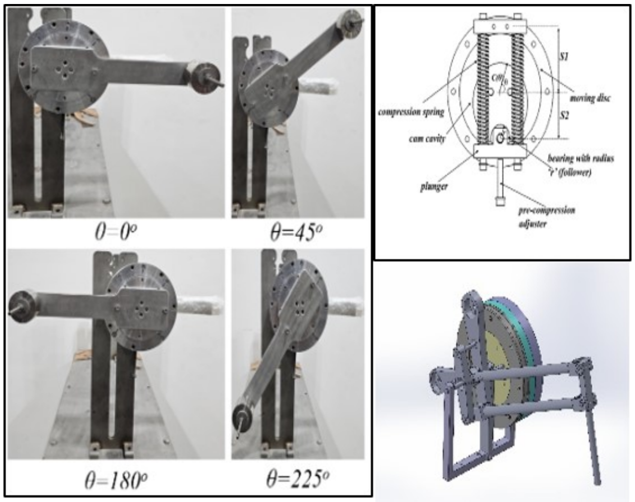
<u>हैप्टिक फोर्स फीडबैक आर्म:</u> गतिशील रिमोट हैंडलिंग (RH) कार्यों को सुरक्षित रूप से निष्पादित करने हेतु सामान्यतः 'मैन-इन-लूप' संरचना अपनाई जाती है। इस उद्देश्य के लिए 6 DOF युक्त एक हैप्टिक मास्टर आर्म का विकास किया गया है, बल प्रत्युत्तर (force feedback) सहित 6-डीओएफ़ हैप्टिक मास्टर आर्म का विकास किया गया है तथा इसे सफलतापूर्वक परीक्षणित किया गया है। वर्चुअल रियलिटी एकीकरण के साथ टेली-मैनिपुलेशन प्रयोगों की योजना बनाई जा रही है।

<u>हाइपर-रिडंडेंट निरीक्षण प्रणाली (Hy-RIS):</u> HyRIS एक टेंडन संचालित (tendon-driven) लांग-रीच आर्म है, जिसमें हाथी की सूंड जैसी लचक एवं कौशलता (dexterity) है। इसे संकीर्ण स्थानों तथा चुनौतीपूर्ण परिस्थितियों (challenging environments) में कार्य करने हेतु विकसित किया गया है। रेखीय स्थानांतरण (linear translation) के साथ 18-अक्षीय HyRIS प्रणाली विकसित की गई है, जिसका निरूपण चित्र A.2.32 में किया गया है। इस प्रणाली के लिए 18 अभिक्रमकों (actuators) की समकालिक गति हेतु नियंत्रण प्रणाली का एकीकरण एवं परीक्षण (integration and testing) पूर्ण कर लिया गया है। प्रारंभिक परीक्षणों में समन्वित गति सफलतापूर्वक प्राप्त की गई है। वर्तमान में यह प्रणाली विभिन्न गति परिदृश्यों के लिए प्रोग्रामित एवं परीक्षणाधीन है।



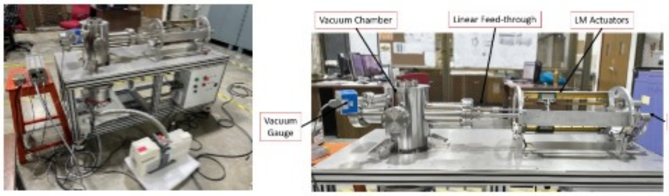
चित्र A.2.32 : HyRIS प्रणाली

<u>प्रोटोटाइप ग्रेविटी क्षतिपूर्ति (GC) प्रणाली:</u> एक ग्रेविटी क्षतिपूर्ति रोबोटिक जोड़ का विकास किया गया है, जिसे आकृति A.1.34. में प्रदर्शित किया गया है। गुरुत्वाकर्षण क्षतिपूर्ति को प्रणाली में एकीकृत करने से रोबोटिक आर्म अपने स्थान को बनाए रख सकता है अथवा अत्यधिक सटीक गति क्रियाएं कम बल प्रयोग के साथ निष्पादित कर सकता है, जिससे एक्टुएटर पर तनाव कम होता है। हैप्टिक अनुप्रयोगों में, ग्रेविटी क्षतिपूर्ति बेहतर सटीकता तथा बल प्रत्यावेदन (force rendering) प्रदान करने में सहायक होती है, विशेषतः मास्टर-स्लेव टेली-मैनिपुलेशन प्रणालियों में।



चित्र A.2.33: गुरुत्वाकर्षण-संतुलित जोड़

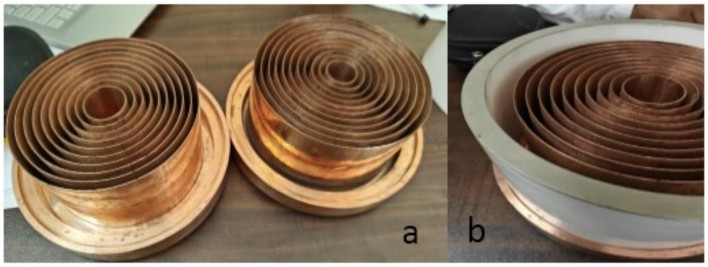
<u>*वैक्यूम ऑटोमेशन प्रणाली:*</u> टेंडन संचालित वैक्यूम ऑटोमेशन प्रणाली को वैक्यूम पात्र के अंदर सैंपल टाइल के घूर्णन (sample tile rotation) हेतु विकसित किया गया है (जैसा कि चित्र A.2.33 में दर्शाया गया है) और (1e-7 mbar दाब पर) वैक्यूम स्थितियों में सफलतापूर्वक परीक्षणित की गई है। इस प्रक्रिया में टाइल को लगभग 200 मि.मी. तक पीछे खींचा जाता है तथा इसके बाद उसे 180 डिग्री घुमाया जाता है, जिससे टाइल का स्पष्ट दृश्य नैदानिक/ विश्लेषणात्मक उद्देश्यों के लिए प्राप्त किया जा सके। इस प्रणाली के प्रमुख अवयवों में अभिक्रमण प्रणाली, वैक्यूम फीड-थ्रू, वैक्यूम चैम्बर, सपोर्ट स्ट्रक्चर, वैक्यूम पंप एवं गेज शामिल हैं। अभिक्रमण प्रणाली में तीन रेखीय अभिक्रमक (linear actuators) सम्मिलित हैं, जिन्हें स्वतंत्र रूप से तीन डी.सी. सर्वो मोटरों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। प्रत्येक रेखीय अभिक्रमक में बॉल स्क्रू एवं नट, रेखीय गमन LM रेल एवं ब्लॉक तथा अंत पेरिफेरल्स (end peripherals) सम्मिलित हैं। वर्तमान में इस प्रणाली का वर्चुअल रियलिटी, VR एकीकरण कार्य प्रगति पर है।



चित्र A.2.34: वैक्यूम स्वचालन प्रणाली

A2.6 निगेटिव आयन न्यूट्रल बीम प्रौद्योगिकियाँ

<u>निगेटिव आयन बीम प्रायोगिक सेटअप:</u> दो निगेटिव आयन स्रोत संचालन में हैं: (1) ट्विन, और (2) रॉबिन। ट्विन स्रोत में 180 kW, 1 MHz RF जनरेटर द्वारा संचालित दो RF ड्राइवर हैं। 75 kW RF पावर का कपलिंग प्राप्त किया गया है ताकि 0.9 Pa प्रेशर पर हाइड्रोजन प्लाज़्मा उत्पन्न किया जा सके, जिसका पावर फैक्टर 0.8 से अधिक है। चित्र A.2.35 में ट्विन स्रोत का सेटअप, प्लाज़्मा गठन, तथा सामान्य डिस्चार्ज वेवफ़ॉर्म की विशेषताएँ दर्शाई गई हैं। हाइड्रोजन प्लाज़्मा का घनत्व लगभग 10^{17} m^{-3} के स्तर तक प्राप्त किया गया है। ट्विन स्रोत को 0.3 Pa के निम्न प्रेशर पर भी सफलतापूर्वक ऑपरेट किया गया है। संचालन के दौरान, इम्पीडेंस मैचिंग सर्किट में वेरिएबल कैपेसिटर्स का सटीक ट्यूनिंग आवश्यक होता है ताकि प्लाज़्मा के साथ RF पावर का कपलिंग अधिकतम किया जा सके। इम्पीडेंस मैचिंग को रिमोटली एडजस्ट करने के लिए ट्विन DACS का उपयोग करते हुए कई स्टेपर मोटर्स को कंट्रोल करने हेतु ग्राफ़िकल यूज़र इंटरफ़ेस (GUI) आधारित कंट्रोल प्रोग्राम विकसित किया गया है। 75 kW से अधिक पावर पर कॉइल ब्रेकडाउन देखा गया, जिसके कारण RF कॉइल्स के पार वोल्टेज मापने की आवश्यकता महसूस हुई। रोगोव्स्की कॉइल और हाई-वोल्टेज प्रोब्स का उपयोग करके किए गए मापों से यह पुष्टि हुई कि वोल्टेज वैल्यू लगभग 19 से 21 kV (पीक-टू-पीक) के बीच हैं, जो कॉइल ब्रेकडाउन के लिए ज़िम्मेदार हैं।



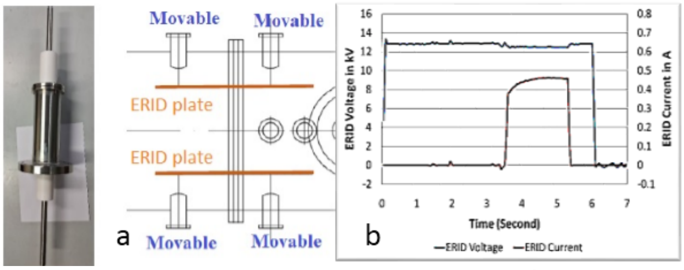
चित्र A.2.36. (a) ERID हाई-वोल्टेज फीडथ्रू का फ़ोटोग्राफ़ और ERID सेटअप का योजनाबद्ध रूप। (b) रॉबिन के न्यूट्रल बीम प्रयोगों के दौरान -13 kV, 2A DC पावर सप्लाई का वोल्टेज और करेंट प्रोफ़ाइल।

रॉबिन सेटअप को नए इलैक्ट्रोस्टैटिक रेसिड्यूअल आयन डंप (ERID) हाई-वोल्टेज फीडथ्रूज़ (>20 kV) और नई HV पावर सप्लाई (13 kV, 2A) के साथ अपग्रेड किया गया है ताकि उच्च ऊर्जा (>35 keV) न्यूट्रल बीम ऑपरेशन्स को संभव बनाया जा सके। न्यूट्रल बीम सिस्टम के समग्र प्रदर्शन और विश्वसनीयता को बढ़ाने के लिए, HV पावर सप्लाई को रॉबिन DACS के साथ इंटीग्रेट किया गया है, जिससे ऑटोमेटेड, रिमोट और सुरक्षित संचालन संभव हो सके। वर्तमान में ERID हाई-वोल्टेज फीडथ्रूज़ (कुल 4 इकाइयाँ) को डिजाइन, निर्माण, असेम्बल, परीक्षण और रॉबिन में लागू किया गया है। चित्र A.2.36 में एक HV फीडथ्रू का फ़ोटोग्राफ़, ERID प्लेट्स के साथ उसका इंटीग्रेशन स्कीम, और इंटीग्रेटेड HV पावर सप्लाई का एक सामान्य वेवफ़ॉर्म दर्शाया गया है। नए डिजाइन से रॉबिन में ERID

चित्र A.2.35: (a) TWIN सोर्स टेस्ट बेड (b) TWIN सोर्स प्लाज़्मा; (c) टिपिकल हाई RF पावर कपलिंग प्लाज़्मा शॉट्स।

प्लेट्स के बीच गैप को (इन सीटू) बदला जा सकता है। न्यूट्रल बीम प्रयोगों को स्रोत में बिना किसी नये सीज़ियम इंजेक्शन और न्यूट्रलाइज़र में बिना अतिरिक्त गैस इंजेक्शन के पुनः प्रारंभ किया गया। इन प्रयोगों के दौरान रॉबिन में लगभग 450 mA (>25 keV पर) न्यूट्रल समकक्ष करेंट प्राप्त हुआ, जो 690 mA त्वरित निगेटिव हाइड्रोजन करेंट से उत्पन्न हुआ, जिससे 65% न्यूट्रलाइज़ेशन दक्षता प्राप्त हुई।

<u>स्वदेशी निर्माण और तकनीकी विकास:</u>

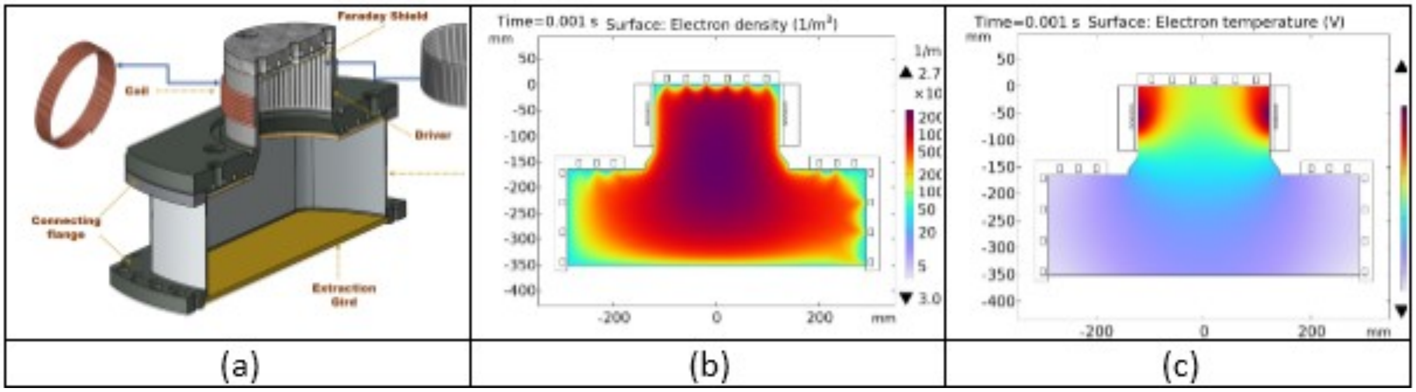


चित्र A.2.37(a): मशीन किए गए कॉपर के हिस्सों में कैपेसिटर के शीर्ष और निचले इलेक्ट्रोड्स के लिए वृत्ताकार फिन्स हैं, (b): आंशिक रूप से Cu-सिरेमिक ब्रेज़्ड असेम्बली।

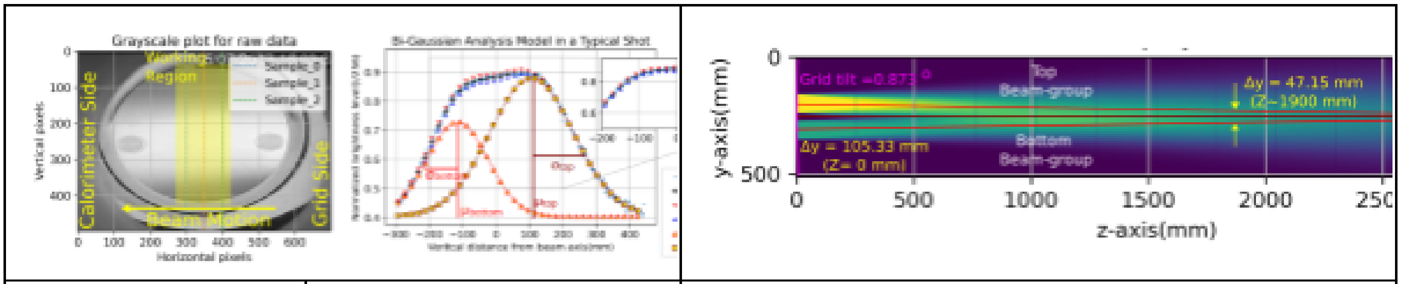
इलेक्ट्रो-डिपोज़िटेड ईटर DNB-प्रकार ग्रिड को आरआरकैट में सफलतापूर्वक निर्मित किया गया है, जो आईपीआर और आरआरकैट के बीच सहयोगात्मक समझौते के तहत किया गया। यह अपने प्रकार का पहला स्वदेशी विकास है, जिसका उद्देश्य विदेशी आपूर्तिकर्ताओं पर निर्भरता को कम करना है। यह कदम समग्र प्रक्रिया ज्ञान हासिल करने और भविष्य में ईटर और घरेलू फ्यूजन अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक घटकों की तैयारी सुनिश्चित करने की दिशा में भी महत्वपूर्ण है। NFTDC, हैदराबाद में ओपन कूलिंग चैनल्स की प्रारंभिक मशीनिंग की गई। इसके बाद रासायनिक सफाई, वैक्सिंग और इलेक्ट्रोलाइट बाथ की तैयारी की गई। इलेक्ट्रो-डिपोज़िशन, 3 मिमी मोटाई तक, आरआरकैट में किया गया। अंतिम अपेर्चर मशीनिंग NFTDC में पूरी की गई।

उच्च वोल्टेज RF अनुप्रयोगों के लिए फिक्स्ड वैक्यूम कैपेसिटर्स के एक अन्य स्वदेशी आयात-प्रतिस्थापन विकास में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। सिरेमिक को कॉपर के हिस्सों से जोड़ने के लिए कॉपर-सिल्वर ब्रेज़िंग मिश्रधातु का उपयोग करके वैक्यूम ब्रेज़िंग की प्रक्रिया पर अध्ययन किया जा रहा है (चित्र A.2.37)।

चित्र: A.2.38: (a) 180 kW, 1 MHz RF जनरेटर तथा 50 Ω RF डमी लोड का उपयोग करते हुए RF ट्रांसफ़ॉर्मर का प्रायोगिक परीक्षण विन्यास। (b) ट्रांसफ़ॉर्मर के 150 kW पर परीक्षण के दौरान वोल्टेज और करंट के वेवफ़ॉर्म। ट्रांसफ़ॉर्मर इनपुट वोल्टेज (गुलाबी: स्कोप पर 1V = वास्तविक 1V), आउटपुट वोल्टेज पीला: स्कोप पर 1V = वास्तविक 1V) तथा आउटपुट करंट (नीला: स्कोप पर 1A = वास्तविक 0.5A)। (c) IPR के UHVPS सुविधा में ट्रांसफ़ॉर्मर के प्राइमरी तथा सेकेंडरी के बीच 150 kV पर हाई-वोल्टेज पृथक्करण (आइसोलेशन) परीक्षण।



चित्र: A.2.39: COMSOL डेटा दर्शाता है—(a) मॉडलिंग हेतु उपयोग किए गए ROBIN आयन स्रोत का 3D क्रॉस-सेक्शनल दृश्य, (b) प्लाज़्मा घनत्व प्रोफ़ाइल, तथा (c) 0.3 Pa दाब और 50 kW RF शक्ति पर प्लाज़्मा तापमान प्रोफ़ाइल।



(a)	(b)	(c)

ट्विन स्रोत के ग्रिड सिस्टम और उसका सपोर्टिंग HV इंसुलेटेड ग्रिड होल्डर बॉक्स और फ्लेंज निगेटिव आयन बीम ऑपरेशन चरण के लिए निर्मित होकर प्राप्त कर लिया गया है। निर्माण प्रक्रिया ने ISO 2768 mK मानकों के अनुसार आवश्यक आयामी सहिष्णुता को पूरा किया। फ्लैटनस और पैरालिज़्म को भी निर्दिष्ट सीमा 500 माइक्रोन के भीतर बनाए रखा गया। उच्च-वैक्यूम अनुप्रयोग के कारण सतह की खुरदरापन को सावधानीपूर्वक नियंत्रित किया गया, और अंतिम रफनेस (Ra मान) 0.6 माइक्रोन प्राप्त किया गया।

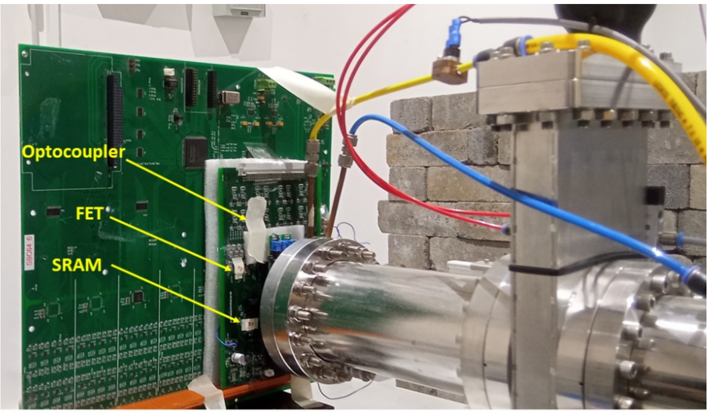
150 kW, 1 MHz, और 150 kV DC आइसोलेशन रेटिंग वाला उच्च-पावर RF इम्पीडेंस ट्रांसफॉर्मर सफलतापूर्वक विकसित किया गया है, जिसे उच्च-पावर ट्विन स्रोत प्रयोग के दौरान उपयोग किया जाएगा। यह DPR के प्रस्ताव और "DAE 100-दिन लक्ष्य" का एक हिस्सा था। ट्रांसफॉर्मर को टोरोइडल फेराइट कोर, RF-संगत केबल्स और सपोर्ट्स का उपयोग करके विकसित किया गया है (चित्र A.2.38)।

सिमुलेशन/मॉडलिंग गतिविधियाँ: COMSOL मल्टीफिजिक्स सॉफ़्टवेयर का उपयोग करके फाइनाइट-एलिमेंट बेस्ड सिमुलेशन शुरू किया गया है, ताकि रॉबिन आयन स्रोत प्लाज़्मा चेंबर में विभिन्न प्रेशर, RF पावर और मैग्नेटिक फ़ील्ड कॉन्फ़िगरेशन के तहत प्लाज़्मा डायनेमिक्स का अध्ययन किया जा सके (चित्र A.2.39)।

रॉबिन स्रोत से निकलने वाले आयन बीम को प्रायोगिक रूप से विश्लेषित किया गया। इसके लिए CCD कैमरा का उपयोग किया गया, जो बीम अक्ष की अनुप्रस्थ दिशा में ग्रिड असेम्बली के ग्राउंडेड ग्रिड से 1900 mm डाउनस्ट्रीम स्थित स्थान पर स्थापित किया गया था। CCD के पिक्सेल ऐरे के माध्यम से पूरे बीम की वर्टिकल इंटेंसिटी प्रोफ़ाइल प्राप्त की गई। बीम को मात्रात्मक रूप से विश्लेषित करने और विभिन्न संचालन पैरामीटर्स के तहत इसके डायनेमिक्स को समझने के लिए न्यूमेरिकल मॉडलिंग तकनीक का प्रयोग किया गया। प्रयोगात्मक डेटा यह दर्शाता है कि बीम में ऊपरी और निचली ग्रिड सेक्शन से निकलने वाले दो वर्टिकली मर्ज हो रहे बीम समूहों का सुपरपोज़िशन होता है (चित्र A.2.40)।

A2.7 न्यूट्रॉन विकिरण गतिविधियाँ

इलेक्ट्रॉनिक घटकों का न्यूट्रॉन विकिरण : परमाणु रिएक्टरों, कण त्वरक और बाह्य अंतरिक्ष अनुसंधान जैसे कठोर वातावरणों में, इलेक्ट्रॉनिक घटक उच्च-तीव्रता वाले आयनकारी विकिरण और संभवतः तीव्र न्यूट्रॉन के संपर्क में आते हैं। इन विद्युत प्रणालियों का परीक्षण इस प्रकार के जोखिम तथा समय के साथ पदार्थ (मटेरियल) के क्षरण के प्रति उनकी प्रतिरोधकता की जांच के लिए किया जाना चाहिए। उच्च ऊर्जा वाले न्यूट्रॉन पदार्थ (मटेरियल) में परमाणु विस्थापन का कारण बन सकते हैं, जिसके परिणामस्वरूप पदार्थ में त्रुटि उत्पन्न हो सकती हैं, जिससे चालकता (कंडक्टिविटी) में बदलाव हो सकता है और उपकरण खराब हो सकता है। ऐसे प्रयोग इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों जैसे ऑप्टोकपलर्स, फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर, स्टैटिक रैंडम एक्सेस मेमोरी, एनालॉग टू डिजिटल कन्वर्टर्स और इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलीफायरों के लिए किए जाते हैं।

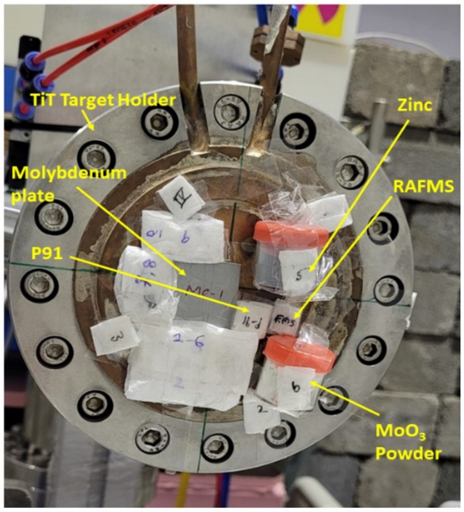


चित्र A.2.42: इलेक्ट्रॉनिक्स घटकों के परीक्षण के लिए प्रायोगिक सेटअप

इन प्रयोगों (चित्र A.2.41) में, विकिरण के संपर्क में आने से पहले प्रणाली की कार्यक्षमता का परीक्षण किया गया। यह प्रयोग तीव्र न्यूट्रॉन प्रवाह के आवधिक संपर्क (पीरियोडिक एक्सपोज़र) में किया गया और संचयी क्षति दर्ज की गई। विकिरण के प्रत्येक चरण के बाद प्रदर्शन मूल्यांकन से पता चला कि ऑप्टोकपलर 5.31×10^{11} n/cm^2 पर आंशिक रूप से क्षतिग्रस्त है और 1.77×10^{12} n/cm^2 पर पूरी तरह से क्षतिग्रस्त है।

चिकित्सा रेडियोआइसोटोप उत्पादन: चिकित्सा आइसोटोप की मांग दिन-प्रतिदिन बढ़ रही है और वैज्ञानिक समुदाय इनके उत्पादन और उपयोग के लिए नवीन तरीकों की खोज में लगा हुआ है। उच्च न्यूट्रॉन अवशोषण सीमा वाले परमाणु प्रतिक्रिया चैनलों का पता लगाने के लिए आई.पी.आर. (IPR) 14 MeV न्यूट्रॉन जनरेटर सुविधा का उपयोग

किया जा सकता है, जो थर्मल परमाणु रिएक्टरों में संभव नहीं है। वर्तमान में Mo-99, Cu-64 और Cu-67 के लिए नैदानिक (डायग्नोस्टिक) और थेरानोस्टिक चिकित्सा रेडियोआइसोटोप उत्पादन



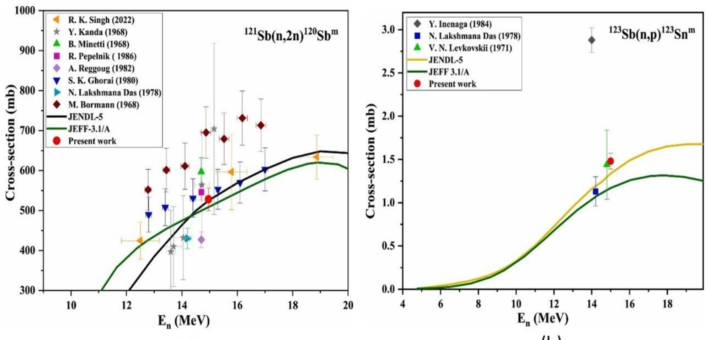
चित्र A.2.42: मेडिकल आइसोटोप्स हेतु इलेक्ट्रॉनिक घटकों के नमूनों के परीक्षण के लिए उपयोग किए गए प्रायोगिक सेटअप का निरूपण।

प्रयोग सफलतापूर्वक किया जा चुका है। Mo-99 का उपयोग Tc-99m के उत्पादन में किया जाता है, जिसका उपयोग दुनिया भर में 80% से अधिक नैदानिक(डायग्नोस्टिक) प्रक्रियाओं में किया जाता है।

प्रयोग में मोलिब्डेनम धातु प्लेट और मोलिब्डेनम ट्राइऑक्साइड पाउडर के नमूनों का उपयोग किया गया। Cu-64 और Cu-67 का उपयोग विभिन्न स्कैन और चिकित्सीय उद्देश्यों के लिए किया जाता है। ये समस्थानिक(आइसोटोप) प्रयोग के दौरान प्राकृतिक ज़िंक से उत्पन्न हुए। IPR में मोलिब्डेनम धातु प्लेटों और MoO3 पाउडर के न्यूट्रॉन विकिरण से क्रमशः 48 kBq/gm और 0.24 kBq/gm की विशिष्ट गतिविधियों वाले Mo-99 उत्पन्न हुए। इसी प्रकार, ज़िंक धातु पाउडर विकिरण से क्रमशः 34.76 kBq/gm और 0.21 kBq/gm की विशिष्ट गतिविधियों वाले Cu-64 और Cu-67 उत्पन्न हुए।

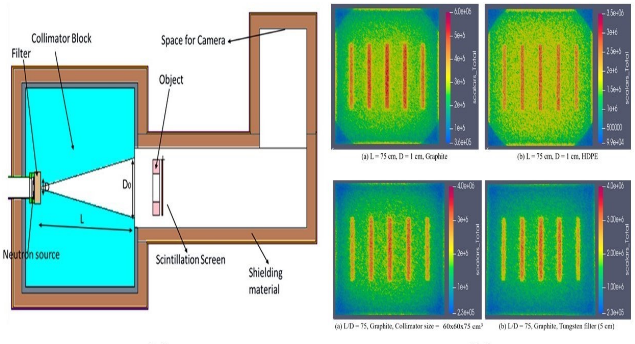
<u>*न्यूट्रॉन प्रेरित अभिक्रियाओं(रिएक्शन) का क्रॉस सेक्शन मापन:*</u> $^{121}Sb(n,2n)^{120}Sb^m$, $^{123}Sb(n,p)^{123}Sn^m$, $^{90}Zr(n,p)^{90m}Y$ और $^{90}Zr(n,\alpha)^{87m}Sr$ अभिक्रियाओं (रिएक्शन) के क्रॉस सेक्शन की जाँच के लिए प्रयोग किए गए। प्रयोग में, सैम्पल एक्टिवेशन के लिए 14.96 ±0.03 MeV के एक-ऊर्जावान न्यूट्रॉन का उपयोग किया गया, जिसके बाद ऑफ़लाइन गामा किरण स्पेक्ट्रोस्कोपी की गई। प्रयोग के दौरान उत्पन्न गतिविधि का निर्धारण करने के लिए HPGe डिटेक्टर का उपयोग किया गया। बाद में, डेटा विश्लेषण में तीव्र न्यूट्रॉन प्रेरित अभिक्रिया के लिए प्रायोगिक डेटा का सहप्रसरण अध्ययन शामिल है।

<u>*न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी प्रणाली का डिजाइन:*</u> तीव्र न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी एक गैर-विनाशकारी उपकरण है जिसमें किसी वस्तु को उच्च ऊर्जा न्यूट्रॉन के संपर्क में लाया जाता है और मोटी एवं घनी वस्तुओं की तात्विक संयोजन और संरचना का अनुमान लगाया जाता है। एक्स-रे रेडियोग्राफी जैसी पारंपरिक तकनीकें केवल कम घनत्व वाली सामग्री के लिए ही उपयोगी होती हैं। दूसरी ओर, तीव्र न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी, नमूने की आंतरिक संरचना और तात्विक संयोजन का विश्लेषण करने के लिए तीव्र न्यूट्रॉन की उच्च भेदन शक्ति का उपयोग करती है। बड़े नमूनों पर तीव्र न्यूट्रॉन रेडियोग्राफी के लिए IPR 14 MeV न्यूट्रॉन जनरेटर सुविधा का उपयोग करने के लिए सिमुलेशन अध्ययन किए जाते हैं। उच्च गुणवत्ता वाली छवि प्राप्त करने के लिए L/D अनुपात, मॉडरेटर और रिफ्लेक्टर मोटाई, नमूने (सैम्पल) की लंबाई-चौड़ाई और दूरी जैसे विभिन्न मापदंडों को अनुकूलित (ऑप्टिमाइज़) किया जाता है। 6% के प्रकीर्णन अनुपात के साथ, कोलिमेटर के केंद्र और अंत के बीच 78% की एकरूपता प्राप्त की गई। 6.05×10^6 n/cm2 mR-1 का उच्च न्यूट्रॉन-गामा अनुपात वस्तु (चित्र A.2.44) पर उपलब्ध होगा। सिमुलेशन अध्ययन में कम प्रकीर्णन के कारण उच्च छवि विभेदन हेतु न्यूट्रॉनों का ऊष्मीयकरण भी शामिल है। हालाँकि, उस स्थिति में न्यूट्रॉनों की भेदन (पेनीट्रेशन) गहराई कम होती है, जिससे नमूने की मोटाई प्रभावित होती है। सिमुलेशन परिणामों से पता चलता है कि 75.5% न्यूट्रॉनों की ऊर्जा 1 eV या उससे कम थी और कुल फ्लक्स 10^5 n/cm2 था, जिससे उच्च गुणवत्ता वाली छवियाँ सुनिश्चित हुईं।



(a) (b)

चित्र A.2.44: मौजूदा प्रायोगिक डेटा और मूल्यांकित लाइब्रेरीज़ के ENDF के साथ (a) $^{121}Sb(n,2n)^{120}Sb^m$ (b) $^{131}Sb(n,p)^{123}Sb^m$ मापे गए क्रॉस-सेक्शन की तुलना

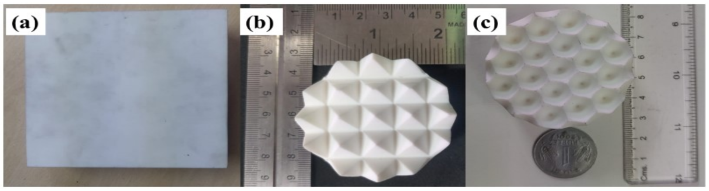


(a) (b)

चित्र A.2.43: चिकित्सा आइसोटोप इलेक्ट्रॉनिक्स घटकों के नमूनों के परीक्षण के लिए प्रायोगिक सेटअप

A2.8 फ्यूज़न संबंधित डायग्नॉस्टिक्स

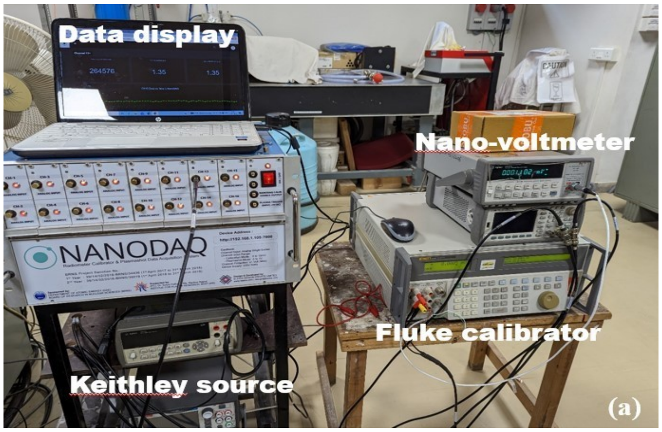
वर्टिकल इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन एमिशन (VECE) डायग्नॉस्टिक्स के लिए व्यू डम्प का प्रोटोटाइप: व्यू डम्प का एक प्रोटोटाइप, जिसे विभिन्न सामग्रियों और ज्यामितियों का उपयोग करके डिज़ाइन किया गया था, CST स्टूडियो सूट में सिम्युलेट किया गया और उसके परिणामों का दस्तावेजीकरण किया गया (चित्र A.2.45)। विभिन्न ज्यामितीय विन्यासों — जैसे कि स्लैब, पिरामिड और इनवर्टेड कोन — की विद्युतचुंबकीय (EM) प्रतिक्रिया का माइक्रोवेव से मिलीमीटर-वेव आवृत्ति सीमा (60–180 GHz) के बीच विश्लेषण किया गया। इसके लिए बोरॉन कार्बाइड (B□C), सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) और MACOR जैसी सामग्रियों का उपयोग किया गया। सिम्युलेशन के आधार पर, MACOR में प्रोटोटाइप संरचनाएँ तैयार की गईं ताकि उनकी विद्युतचुंबकीय कार्यक्षमता का प्रयोगात्मक सत्यापन किया जा सके। स्लैब, पिरामिड और इनवर्टेड कोन ज्यामितियों का प्रयोगात्मक परीक्षण नीचे प्रस्तुत किया गया है।



चित्र A.2.45: MACOR से बनी निर्मित प्रोटोटाइप ज्यामितियाँ: (a) स्लैब, (b) पिरामिड, और (c) उलटा शंकु।

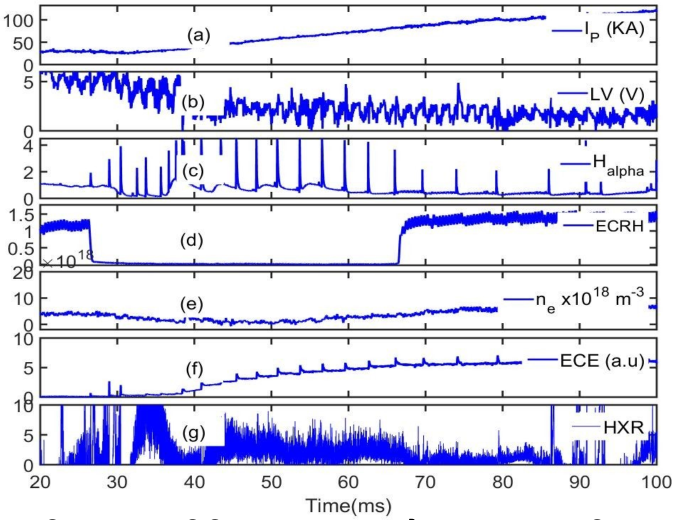
<u>नैनो DAQ कैरेक्टराइज़ेशन:</u>

NanoDAQ एक 16-चैनल लो-वोल्टेज डेटा लॉगर तथा डेटा एक्विज़िशन डिवाइस है, जिसे बीआरएनएस के अंतर्गत *रेडियोमीटर डायग्नॉस्टिक कैलिब्रेशन* के लिए विकसित किया गया है। इस उपकरण का प्रारंभिक परीक्षण प्रयोगशाला में (चित्र A.2.46) किया गया, जिसमें कीथली मीटर (स्रोत) और एक Fluke कैलिब्रेटर से लो-वोल्टेज इनपुट का उपयोग किया गया। डेटा को एक साथ NanoDAQ तथा एजीलेंट निर्मित सिंगल चैनल नैनो-वोल्टमीटर पर दर्ज किया गया ताकि परिणामों की तुलना की जा सके। दोनों के परिणामों में उचित मेल पाया गया। इसके बाद, उपकरण का EQDC, गांधीनगर में विभिन्न तापमान और आर्द्रता स्थितियों पर इसके प्रदर्शन के लिए परीक्षण किया गया।



<u>चित्र A.2.46: नए विकसित उपकरण – NanoDAQ के इन-लैब लक्षण वर्णन के लिए सेट-अप।</u>

<u>इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेज़ोनेंस हीटिंग (ECRH) की उपस्थिति में ECE रेडियोमीटर डायग्नॉस्टिक्स मापों की जांच:</u> इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन एमिशन (ECE) डायग्नॉस्टिक्स न केवल स्थानीय स्थानिक और कालिक इलेक्ट्रॉन तापमान माप प्रदान करते हैं, बल्कि इन्हें विभिन्न टोकामॅक उपकरणों में भौतिकी से संबंधित अनेक अनुसंधानों — जैसे एमएचडी स्थानीयकरण, परिवहन अध्ययन और फ्लक्चुएशन मापन — के लिए नियमित रूप से प्रयोग किया जाता है (चित्र A.2.47)। इलेक्ट्रॉन वितरण फलन में होने वाले परिवर्तन ECE संकेतों में विविधताओं के रूप में प्रकट होते हैं, जो अक्सर ECRH जैसी सहायक हीटिंग प्रणालियों द्वारा उत्पन्न तेज़ इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति के कारण होते हैं। इसके अतिरिक्त, ECRH के प्रयोग का प्रभाव — जैसे पूर्व-आयनीकरण और



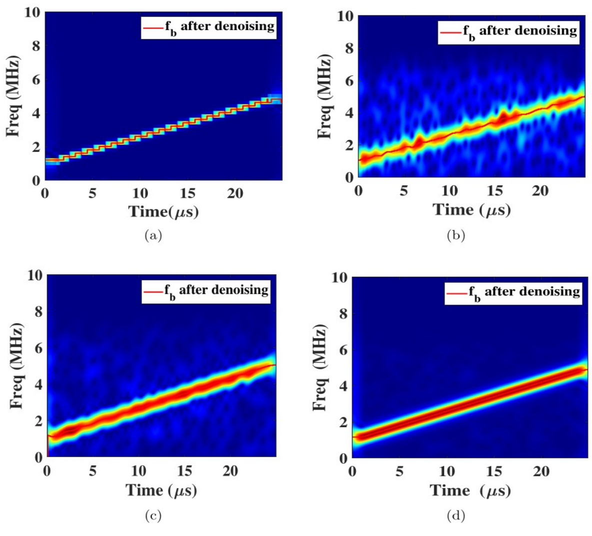
चित्र A.2.47 : विभिन्न प्लाज़्मा मापदंडों का समयानुसार विकास – a) प्लाज़्मा करंट (IP), b) लूप वोल्टेज, c) एच-अल्फ़ा, d) ईसीआरएच पल्स, e) प्लाज़्मा इलेक्ट्रॉन डेंसिटी, f) सेंट्रल ईसीई चएक्सआर (हार्ड एक्स-रे)।

हीटिंग — क्रमशः ECE संकेतों की संतृप्ति तथा इलेक्ट्रॉन तापमान (T_e) में अपेक्षित वृद्धि के रूप में देखा गया। साथ ही, चर्चा में ECRH से उत्पन्न उच्च-ऊर्जा इलेक्ट्रॉनों द्वारा प्रेरित संभावित अस्थिरताओं का भी विश्लेषण किया गया है, जिसमें प्रारंभिक अवलोकन, रनअवे डिस्चार्जेस पर केंद्रित हैं, जो ECE, सॉफ्ट एक्स-रे (SXR), CIII, और Hα उत्सर्जनों में देखी गई रिलैक्सेशन ऑसिलेशनों द्वारा पहचाने गए हैं।

<u>टोकामॅक एज भौतिकी के लिए रिफ्लेक्टोमेट्री डायग्नॉस्टिक्स और कम्प्यूटेशनल सिमुलेशन:</u> एक नई एफएमसीडब्ल्यू रिफ्लेक्टोमेट्री डायग्नॉस्टिक प्रणाली, जो पहली बार टोकामॅक के एज डेंसिटी प्रोफाइल को मापने में सक्षम है, आईपीआर में सफलतापूर्वक स्थापित की गई है। इस संबंध में हार्डवेयर डिज़ाइन और परीक्षण, सिग्नल प्रोसेसिंग विधियों तथा विकसित की जा रही एडवांस्ड सिग्नल प्रोसेसिंग कोड्स पर अनेक शोध प्रकाशन प्रकाशित हुए हैं। माइक्रोवेव डिटेक्शन के लिए IF सेक्शन हार्डवेयर का स्थानीय विकास किया गया है, और इसका लैब में व्यापक प्रदर्शन सत्यापन भी पूरा किया गया है।

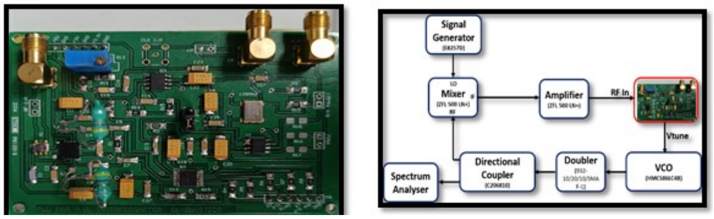
इसके अतिरिक्त, आवृत्ति स्रोत के टाइमिंग और ड्राइवर इलेक्ट्रॉनिक्स का भी स्वदेशी निर्माण किया गया है। इसके लिए कस्टम हार्डवेयर डिज़ाइन पूर्ण हो चुका है और अब यह निर्माण के लिए तैयार है।

विश्लेषण कोड, जो आंतरिक रूप से विकसित किया गया है, का पूर्ण रूप से दस्तावेज़ीकरण किया गया है, इसे इंटरनेशनल रिफ्लेक्टोमेट्री वर्कशॉप में प्रस्तुत किया गया और रिफ्लेक्टोमेट्री के शीर्ष अंतर्राष्ट्रीय विशेषज्ञों द्वारा व्यापक रूप से समीक्षा (peer review) की गई है। टोकामॅक के शोरयुक्त परिवेश को कम करने के लिए इम्पेरिकल मोड डिकम्पोजिशन (EMD) और वेवलेट आधारित MOPDWPT जैसी सॉफ्टवेयर विधियाँ विकसित की जा रही हैं, जिसके बाद मानक spec-trogram पद्धति लागू की जाती है। समय और आवृत्ति दोनों डोमेन में स्थानीयकृत जानकारी निकालने के लिए कई उन्नत विधियों की भी व्यापक रूप से जांच की गई। एक समानांतर संगणनात्मक कोड को HPC अंत्य पर लागू किया गया है। FMCW रिफ्लेक्टोमेट्री से प्राप्त मापे गए एज घनत्व प्रोफ़ाइल को इनपुट के रूप में प्रयोग किया गया और एज टर्बुलेंस मॉडल को हल किया गया (चित्र A.2.48)। प्राप्त परिणाम टोकामॅक एज की अपेक्षित भौतिकी से गुणात्मक रूप से मेल खाते हैं।



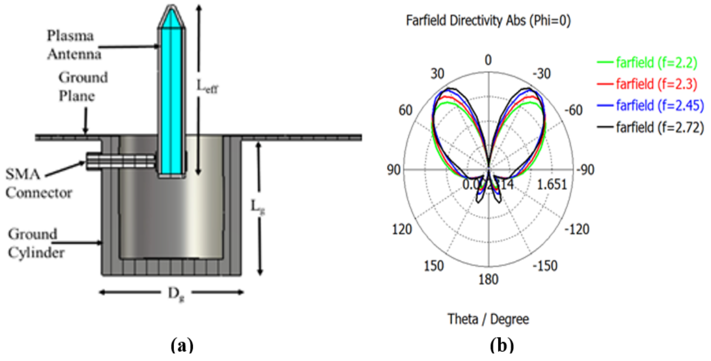
चित्र A.2.48: विभिन्न समय-आवृत्ति विश्लेषण विधियों के लिए जटिल रैखिक चिरप के लिए वेवलेट विधि द्वारा डी-नॉइज़िंग के बाद नुमानित सिग्नल आवृत्तियाँ—a) FSST, b) PCT, c) SCT, और d) GWT.

<u>माइक्रोवेव इंटरफेरोमीटर प्रणाली के लिए पीएलएल (PLL) स्रोत का डिज़ाइन और विकास:</u> इंटरफेरोमीटर प्रणाली के लिए उच्च आवृत्ति और स्थिर स्रोतों की आवश्यकता होती है, क्योंकि जितनी अधिक आवृत्ति स्थिरता होगी, फेज़ मापन उतना ही अधिक सटीक होगा। आईपीआर (IPR) में निम्न आवृत्ति सीमा (7 GHz – 8 GHz) के लिए प्रोटोटाइप पीएलएल स्रोत का डिज़ाइन और विकास किया गया है (चित्र A.2.49)। वांछित आवृत्ति और विभिन्न प्रकार की लूप बैंडविड्थ के लिए पीएलएल डिज़ाइन को Sim PLL सॉफ्टवेयर में सिम्युलेट किया गया। पीएलएल स्रोत का स्पेक्ट्रम एनालाइज़र पर विशेषता निर्धारण और कैलिब्रेशन भी किया गया।



चित्र A.2.49: मापन सेटअप के साथ डिज़ाइन किए गए पीसीबी (PCB) का वास्तविक फोटोग्राफ।

<u>पुनर्संयोज्य लीकी वेव प्लाज़्मा एंटीना का संख्यात्मक डिज़ाइन और प्रायोगिक विश्लेषण:</u> 2.45 GHz पर कार्य करने वाले एक लीकी वेव प्लाज़्मा एंटीना का डिज़ाइन, विकास और विशेषता निर्धारण किया गया है, जिसका संभावित उपयोग सैन्य वाई-फाई (military Wi-Fi) जैसे क्षेत्रों में किया जा सकता है, जहाँ आवृत्ति में निरंतर परिवर्तन की आवश्यकता होती है। इस बेलनाकार प्लाज़्मा एंटीना के डिज़ाइन को बेहतर इम्पीडेंस मैचिंग (S11) प्राप्त करने के लिए प्लाज़्मा ट्यूब और ग्राउंड सिलिंडर के आयामों को बदलकर अनुकूलित किया गया है। इसके अतिरिक्त, ट्यूब के अंदर उत्पन्न प्लाज़्मा की अक्षीय लंबाई इनपुट उत्तेजन शक्ति के समानुपाती होती है, जो प्लाज़्मा की अनुनादी आवृत्ति को भी निर्धारित करती है। इससे अनुनादी आवृत्ति को सूक्ष्म रूप से समायोजित करना संभव होता है।

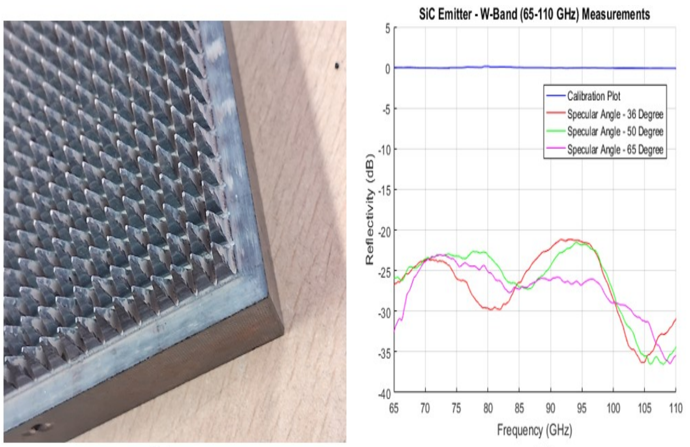


चित्र A.2.50: (a) प्लाज़्मा एंटीना, (b) प्लाज़्मा एंटीना का 2D ध्रुवीय आरेख।

इस कार्य की नवीनता दो प्रमुख उपलब्धियों में निहित है, जो पहले प्रकाशित परिणामों से कहीं बेहतर हैं। पहली, इस डिज़ाइन किए गए एंटीना ने 4.31 dBi की बढ़ी हुई डायरेक्टिविटी और 2.45 GHz पर 441 MHz का चौड़ा बैंडविड्थ प्राप्त किया है। यह पहले के डिज़ाइनों की तुलना में एक महत्वपूर्ण सुधार दर्शाता है। दूसरी, सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि एंटीना ने 73.8% की उच्च विकिरण दक्षता प्राप्त की,

जो पूर्व अध्ययन में हासिल नहीं हुई थी। ये उन्नतियाँ प्लाज़्मा एंटीना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान को रेखांकित करती हैं। डिज़ाइन किए गए प्लाज़्मा एंटीना (चित्र A.2.50) को तैयार किया गया और इसके अनुनादी आवृत्ति और स्कैटरिंग पैरामीटर का प्रायोगिक विश्लेषण किया गया। ट्यूब के अंदर प्लाज़्मा उत्पन्न करने के लिए 10 KHz AC पावर सप्लाई का उपयोग किया गया। प्रायोगिक परिणामों को सिमुलेशन परिणामों के साथ सुसंगत पाया गया।

<u>स्वदेशीय विकसित उच्च तापमान ब्लैक बॉडी स्रोत का डिज़ाइन, विकास और इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन उत्सर्जन (ECE) डायग्नोस्टिक्स के कैलिब्रेशन के लिए विशेषता निर्धारण:</u> 600 °C पर इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन उत्सर्जन (ECE) माप के लिए सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) आधारित उच्च तापमान ब्लैक बॉडी स्रोत का डिज़ाइन, विकास और विशेषता निर्धारण किया गया है (चित्र A.2.51)। डिज़ाइन को 65–140 GHz आवृत्ति सीमा में उच्च एमिसिविटी प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए CST माइक्रोवेव स्टूडियो में अनुकूलित किया गया। इस नवोन्मेषी डिज़ाइन की विशेषताएँ पिरामिड आधारित संरचना, हीटर और एमिटर सतह का समावेश, और एक इलेक्ट्रिकल कंट्रोल सिस्टम के साथ एकीकृत हैं।

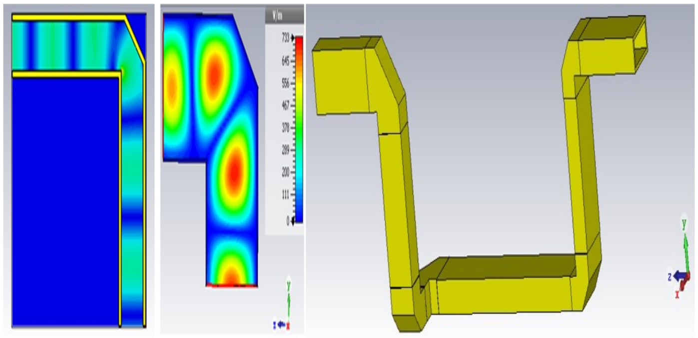


(a) (b)

चित्र A.2.51: (a) तैयार किए गए एमिटर प्लेट (b) W-बैंड विशेषता निर्धारण परिणाम

पिरामिड की झुकी हुई कोणीयता (slant angle) में परिवर्तन के साथ एमिसिविटी में सुधार का विश्लेषण किया गया। डिज़ाइन को इस प्रकार परिष्कृत किया गया कि सतह का तापमान ± 15 °C के भीतर स्थिर रहे और सामान्य तापमान से 600 °C तक पहुंचने में 60 मिनट से कम समय लगे। विकसित ब्लैक बॉडी कैलिब्रेशन स्रोत का विभिन्न तापमान सेट के लिए IR कैमरा का उपयोग करके ऊष्मीय विश्लेषण किया गया और मध्यम तापमान वितरण निर्धारित किया गया। कैलिब्रेशन स्रोत का 65–220 GHz आवृत्ति सीमा में माइक्रोवेव विश्लेषण वेक्टर नेटवर्क एनालाइज़र (VNA) का उपयोग करके किया गया, जिसमें 20 dB से अधिक रिफ्लेक्टिविटी प्राप्त की गई। परिणाम उन्नत डिज़ाइन पद्धतियों और सटीक इंजीनियरिंग के बीच सिनर्जी को उजागर करते हैं, जो एक प्रभावी SiC-आधारित ब्लैक बॉडी स्रोत के विकास की दिशा में अग्रसर हैं। यह शोध कार्य न केवल इंजीनियरिंग क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान देता है, बल्कि ECE मापों में सटीकता और विश्वसनीयता बढ़ाने का मार्ग भी प्रशस्त करता है।

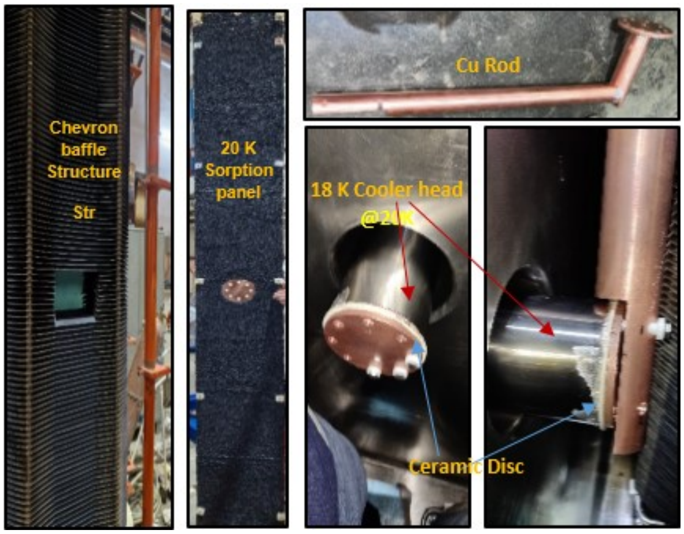
<u>माइकलसन इंटरफेरोमीटर डायग्नोस्टिक के लिए वेव कलेक्शन और ट्रांसपोर्ट सिस्टम का डिज़ाइन, सिमुलेशन और परीक्षण:</u> एक वेव कलेक्शन और ट्रांसपोर्ट सिस्टम (WCTS) डिज़ाइन और CST माइक्रोवेस स्टूडियो का उपयोग करके सिमुलेट किया गया, ताकि टोकामॅक हॉल से माइकलसन इंटरफेरोमीटर (MI) सिस्टम तक विद्युतचुंबकीय तरंगों का परिवहन किया जा सके (चित्र A.2.52)। MI सिस्टम का उपयोग टोकामॅक में प्लाज़्मा इलेक्ट्रॉन तापमान प्रोफ़ाइल मापने के लिए डायग्नोस्टिक के रूप में किया जाता है। CST माइक्रोवेव स्टूडियो में 70–170 GHz आवृत्ति सीमा में ट्रांसमिशन लाइन घटकों के लिए सिमुलेशन किए गए। प्रोपेगेशन लॉस को न्यूनतम करने के लिए, फंडामेंटल की बजाय ओवरसाइज़्ड वेवगाइड्स का चयन किया गया।



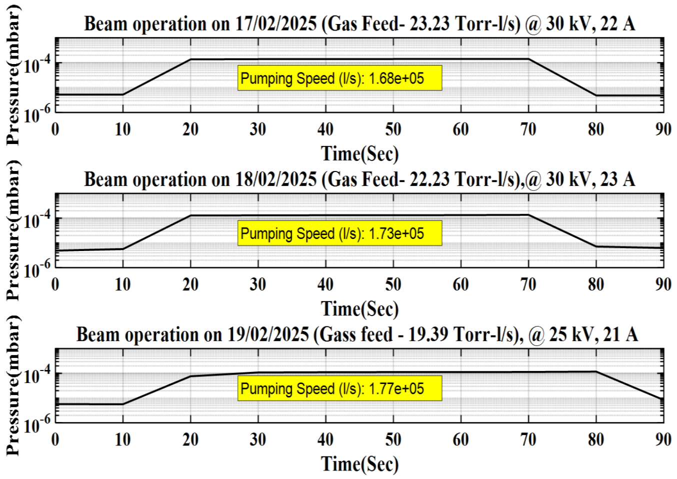
(a) (b)

चित्र A.2.52: (a) E और H प्लेन मिटर बेंड के लिए E-फील्ड पैटर्न (b) ओवरसाइज़्ड WCTS की ज्यामिति

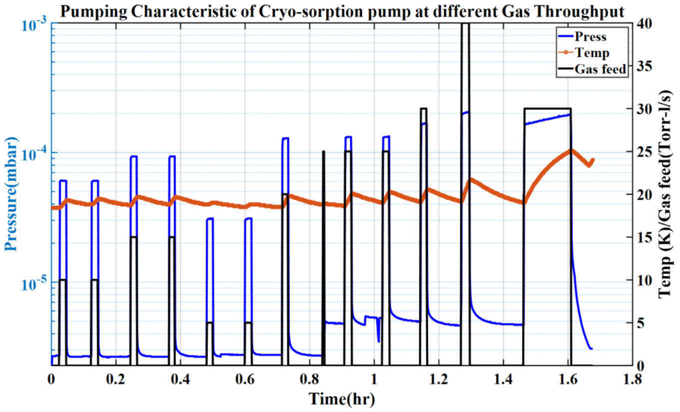
उपयुक्त ओवरसाइज़्ड वेवगाइड के चयन के लिए, S, X और Ka बैंड में सिमुलेशन किए गए और WCTS के लिए सबसे अच्छा प्रदर्शन करने वाला बैंड चुना गया। ये ओवरसाइज़्ड वेवगाइड केवल प्रोपेगेशन लॉस को कम नहीं करते, बल्कि ग्रुप डिले को भी फंडामेंटल वेवगाइड की तुलना में घटाते हैं। ओवरसाइज़्ड WCTS के मुख्य घटक हैं: वेवगाइड्स, E और H प्लेन में मिटर बेंड्स, वायर-ग्रिड पोलराइज़र (WGP) जो प्लाज़्मा से आने वाली विद्युतचुंबकीय तरंगों की ध्रुवीकरण का चयन करते हैं। हालांकि ओवरसाइज़्ड वेवगाइड का उपयोग कुल ट्रांसमिशन लाइन लॉस को काफी हद तक कम करता है, लेकिन इससे उच्च क्रम के मोड्स की समस्या उत्पन्न हो जाती है। ट्रांसमिशन लाइन घटकों को डिज़ाइन, सिमुलेट और प्रयोगशाला में प्रायोगिक रूप से मान्य किया गया, और इसके परिणाम प्रस्तुत किए गए हैं।



चित्र A.2.53: क्रायो-सोर्प्शन पंप का उपयोग करके पॉजिटिव न्यूट्रल बीम असेंबली।



चित्र A.2.54 : क्रायो-अवशोषण पम्प के साथ धनात्मक निरपेक्ष किरण-संचालन



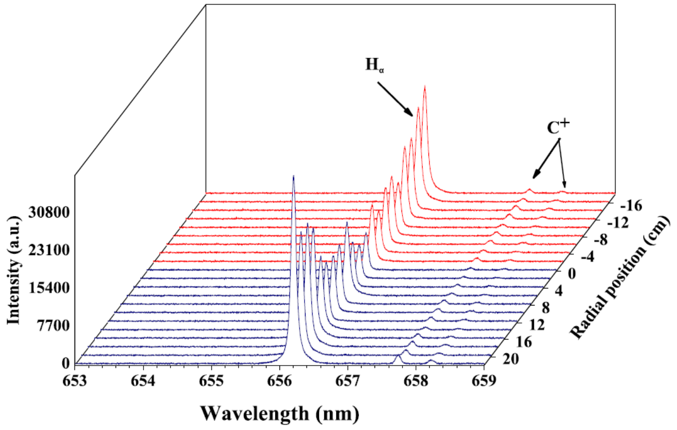
चित्र A.2.55 : गैस आपूर्ति के माध्यम से क्रायोकूलर का पम्पन

__क्रायो-सोर्शन पंप का उपयोग करके घनात्मक न्यूटल बीम का संचालन:__ सामान्यतः घनात्मक न्यूटल बीम (PNB) प्रणाली में बीम का निष्कर्षण 4 K क्रायो-कंडेनसेशन पंपों के माध्यम से किया जाता है, क्योंकि बीम प्रक्षेपण पथ के साथ पृष्ठभूमि दबाव ~10^{-5} mbar बनाए रखने के लिए उच्च गैस प्रवाह (H_2) की आवश्यकता होती है, जो 30 Torr l/s से लेकर उच्च प्रवाह ~100 Torr l/s तक होती है। चार क्रायो -कंडेनसेशन पंप 4 K पर हीलियम रेफ्रिजरेटर प्लांट का उपयोग करते हुए संचालित किए गए। अभी, PNB टेस्ट स्टैंड में बीम ऑपरेशन के लिए 20 K क्रायो-कूलर का इस्तेमाल करके चारकोल कोटेड क्रायो-सोर्प्शन पंप का प्रस्ताव रखा गया था। 1.8 m2 क्षेत्रफल वाले क्रायो-सोर्पशन पंप का हाइड्रोजन गैस के लिए लक्षण वर्णन (characterization) किया गया है, जिसमें गैस थ्रूपुट 5 Torr l/s से लेकर 40 Torr l/s तक की सीमा में रखे गए थे। ये परीक्षण 20 m3 क्षमता वाले पीएनबी निर्वात पात्र में आयोजित किए गए। परीक्षण PNB वैक्यूम वेसल (20 m^3) में किए गए। इस सेटअप में 20 K क्रायो-कूलर, जुड़ा हुआ तांबे का रॉड और सोर्शन पैनल शामिल था, जिसे 80 K पर चेव्रॉन बाफ़ल्स में बंद किया गया था, जैसा कि चित्र A.2.53 में दिखाया गया है। पंपिंग गति ~1.7 x 10^5 ल/सेकंड पर 1.4 x 10^{-4} mbar दबाव और गैस प्रवाह 40 Torr l/s तक मापी गई। हालाँकि, PNB संचालन के दौरान विद्युत/इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक कठोर वातावरण में इस प्रकार के पंप का क्रायो-कूलर के साथ उपयोग करना चुनौतीपूर्ण है। ठंडे हेड (18 K) और सोर्शन पैनल से जुड़ी तांबे की छड़ के बीच थर्मल पथ में एक एलुमिना डिस्क का उपयोग करने का विचार विकसित किया गया, ताकि क्रायो-कूलर के इलेक्ट्रॉनिक्स/विद्युत घटकों की सुरक्षा की जा सके। उच्च-विद्युत पृथक्करण के लिए 500 V, 1 MΩ हाइ-पॉट परीक्षण भी किए गए।

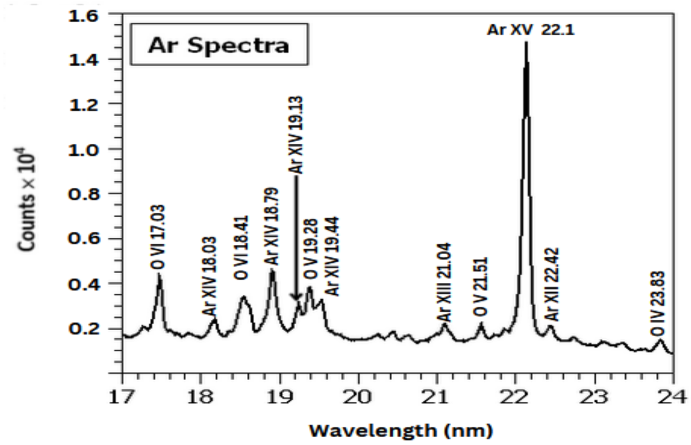
ऊष्मीय प्रदर्शन तथा पम्पन प्रदर्शन के परीक्षण सम्पन्न किए गए। तत्पश्चात् 30 kV, 20 A तक तीन दिनों हेतु किरण-संचालन किया गया, जिसमें अधिकतम गैस प्रवाह 25 Torr l/s रहा (चित्र A.2.54)। पात्र का दाब लगभग 1.4 × 10^{-4} mbar पर स्थिर रहा। किरण-संचालन के दौरान क्रायोकूलर बिना किसी समस्या अथवा व्यवधान के निर्बाध रूप से संचालित हुआ (चित्र A.2.55)। क्रायोकूलर के साथ अवशोषण पम्प (संघनन पम्प के स्थान पर) के उपयोग का उद्देश्य सफलतापूर्वक प्राप्त हुआ, तथा टेस्ट-स्टेंड मोड में किरण-संचालन को हीलियम संयंत्र का संचालन किए बिना सरल बना दिया गया।

__स्पेक्ट्रोस्कोपी नैदानिकी:__ उन्नत *स्थान-निरपेक्ष दृश्य स्पेक्ट्रोस्कोपी नैदानिक प्रणाली* को ADITYA-U टोकामॅक (लघु त्रिज्या 25 सेमी) पर संचालित किया गया है, जिसका उपयोग दृश्य वर्णक्रमीय रेखाओं के स्थानिक प्रोफ़ाइल के कालानुक्रमिक विकास (temporal evolution) को मापने हेतु किया जाता है। उन्नत प्रणाली में 1 मीटर लंबे उच्च-विभेदन स्पेक्ट्रोमीटर से संयोजित sCMOS डिटेक्टर पर कुल 15 ट्रैक दर्ज करने की क्षमता है।
इस प्रणाली का वर्णक्रमीय विभेदन 50 मिमी प्रवेश-छिद्र (entrance slit) चौड़ाई पर 0.026 nm है। सिस्टम का स्पेक्ट्रल रिज़ॉल्यूशन 50 मिमी एंट्रेंस स्लिट चौड़ाई पर 0.026 nm है। इस प्रणाली का उपयोग करते हुए ADITYA-U टोकामक के हाई-फ़ील्ड और लो-फ़ील्ड पक्षों से प्राप्त स्पेक्ट्रल लाइन उत्सर्जनों का मापन किया गया है, जैसा कि चित्र A.2.56 में दर्शाया गया है। यह अध्ययन न्यूट्रल एवं आयन तापमानों में पोलॉइडल असमानताओं तथा अशुद्धि परिवहन की जांच

के लिए किया गया है। प्राप्त वर्णक्रम में **Hα (656.28 nm)** एवं **C^{1+} (657.81 और 658.29 nm)** रेखाओं के स्थानिक प्रोफ़ाइल सम्मिलित हैं। मापन क्षेत्र में प्लाज़्मा के तटवृत्तीय पृष्ठछेदन (poloidal cross-section) का बाहरी आधा भाग (r = 0 से r = +22 सेमी) तथा आंतरिक आधा भाग (r = 0 से r = –18 सेमी) शामिल है, जिन्हें 20 दृष्टि-रेखाओं (lines of sight) के माध्यम से देखा गया। यहाँ, प्लाज़्मा के संपूर्ण तटवृत्तीय पृष्ठछेदन को कवर करने हेतु दो समान डिस्चार्जों से प्राप्त आँकड़ों का उपयोग किया गया है, क्योंकि टोकेमाक से स्पेक्ट्रोमीटर तक प्रकाश ले जाने वाले 12 रीलाईंग फाइबर्स (20 मीटर लम्बाई) की संख्या सीमित है।



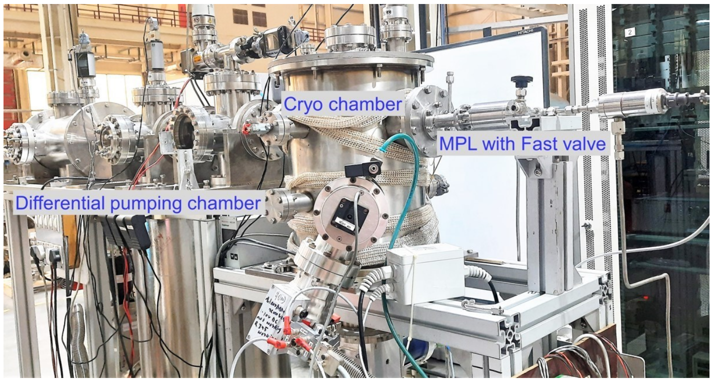
चित्र A.2.56 : ADITYA-U टोकामॅक प्लाज़्मा के संपूर्ण तटवृत्तीय पृष्ठछेदन को आवृत करते हुए Hα और C^{1+} रेखाओं वाले स्थान-निरपेक्ष वर्णक्रम।



चित्र A.2.57: VUV सर्वे स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रणाली द्वारा दर्ज किया गया Aditya-U प्लाज़्मा में Ar गैस पफिंग के दौरान प्राप्त VUV स्पेक्ट्रा, जिसमें Ar की स्पेक्ट्रल रेखाएँ प्रदर्शित हैं।

आदित्य-U टोकामॅक से दर्ज Ar13+ के VUV स्पेक्ट्रम की तीव्रताओं में एक विसंगति देखी गई है, जैसा कि चित्र A.2.57 में प्रदर्शित है। यह पाया गया कि 18.03 nm ($2s2p^2\ ^2P3/2$ – $2s^22p\ ^2P1/2$) VUV लाइन अनुनाद रेखा की तीव्रता, उसी आयन की 18.79 nm ($2s^22p\ ^2P3/2$ – $2s2p2\ ^2P3/2$) रेखा की तुलना में कम है। इस प्रायोगिक रूप से देखी गई विसंगति को इन VUV रेखाओं की सैद्धांतिक तीव्रताओं के आकलन के माध्यम से समझाया गया है। सैद्धांतिक गणना ADAS डाटाबेस का उपयोग करके फोटॉन एमिसिविटी गुणांक उत्पन्न करने तथा Ar1+ आयनों की दृश्य स्पेक्ट्रल रेखाओं तथा Ar13+ और Ar14+ आयनों की VUV स्पेक्ट्रल रेखाओं के अवलोकित मॉडलिंग द्वारा Ar13+ आयन घनत्व प्राप्त करके की गई है। अध्ययन में यह पाया गया कि Ar13+ आयन के इन संक्रमणों से संबंधित अवशोषण ऑस्सिलेटर स्ट्रेन्थ्स के आधार पर इस अंतर को समझाया जा सकता है।

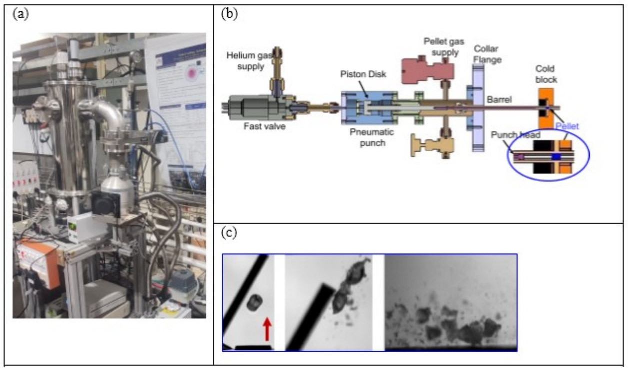
<u>ईंधन आपूर्ति और प्लाज़्मा नियंत्रण के लिए पेलेट इंजेक्टर प्रौद्योगिकी विकास में प्रगति:</u> चुंबकीय रूप से अवरोधित संलयन उपकरणों, विशेषकर टोकामकों, के सफल संचालन में ईंधन आपूर्ति और प्लाज़्मा नियंत्रण अत्यंत महत्वपूर्ण घटक हैं। क्रायोजेनिक तापमानों पर विभिन्न गैसों से निर्मित आइस पेलेट पारंपरिक गैस पफिंग की तुलना में अधिक प्रभावी सिद्ध होते हैं, क्योंकि वे प्लाज़्मा के भीतर गहराई तक प्रवेश कर सकते हैं और उच्च दक्षता प्रदान करते हैं। जहाँ हाइड्रोजन और उसके समस्थानिकों से बने आइस पेलेट ईंधन के रूप में उपयोग किए जाते हैं, वहीं आर्गन, नीयॉन और हाइड्रोजन जैसी गैसों अथवा उनके मिश्रणों से बने पेलेट प्लाज़्मा नियंत्रण के लिए प्रयुक्त होते हैं।



चित्र A.2.58: विभिन्न उप-प्रणालियों सहित संपूर्ण पेलेट इंजेक्टर सेटअप का चित्र।

पेलेट इंजेक्टर विकास परियोजना के अंतर्गत, एक नवीन क्रायोस्टैट विन्यास डिज़ाइन किया गया है, जो 4 K से 70 K तक के विस्तृत तापमान दायरे में कार्य करने में सक्षम है, जिससे उच्च-Z गैसों को ठोस अवस्था में जमाया जा सकता है (चित्र A.2.58)। संपूर्ण इंजेक्टर सेटअप में एक GM क्रायो-कूलर शामिल है, जो क्रायो-चैंबर में निम्न तापमान प्राप्त करने में सहायक होता है, तथा एक गैस फीड प्रणाली है जो कम दबाव वाली फ्यूलिंग गैस और उच्च दबाव वाले हीलियम गैस—दोनों का प्रबंधन कर सकती है। इसके अतिरिक्त, इसमें प्रोपेलेंट को हटाने हेतु बहु-स्तरीय डिफरेंशियल पंपिंग प्रणाली तथा इंजेक्ट किए गए पेलेट के निदान के लिए एक फास्ट कैमरा भी शामिल है। क्रायोस्टैट के विभिन्न घटकों का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। क्रायोस्टैट का कूल-डाउन अध्ययन भी किया गया,

जिसमें यह प्रदर्शित किया गया कि प्रस्तावित नए क्रायोस्टैट विन्यास और उपयुक्त हीटरों की सहायता से एप्लिकेशन हेड के तापमान को निर्दिष्ट दायरे के भीतर प्रभावी रूप से नियंत्रित किया जा सकता है। हाइड्रोजन और आर्गन पेलेट्स को सफलतापूर्वक जमाया गया है। पेलेट लांचिंग के प्रयोग दो विभिन्न प्रणालियों का उपयोग करके किए गए: (i) सोलोनॉइड-आधारित न्यूमेटिक गैस गन, और (ii) फास्ट-वाल्व सहयोगी यांत्रिक पेलेट लांचिंग प्रणाली (MPL)। इन प्रयोगों में 4.2 मिमी व्यास वाले बेलनाकार हाइड्रोजन पेलेट इस्तेमाल किए गए, जिनकी लंबाई उनके व्यास की 1 से 1.5 गुना तक थी (l/d = 1 से 1.5)। पेलेट को 100 से 600 m/s की गति पर इंजेक्ट किया गया (चित्र A.2.59)। इसके अतिरिक्त, प्लाज़्मा में डिसरप्शन मिटीगेशन अनुप्रयोगों के समर्थन हेतु पेलेट शैटरिंग का भी अध्ययन किया गया। इसमें पेलेट इंजेक्शन दिशा के सापेक्ष कोण पर तिरछी रखी गई शैटरिंग प्लेट पर साबुत पेलेटों को इंजेक्ट किया गया।



चित्र A.2.59: (a) क्रायोस्टैट विन्यास के अनुकूलन तथा आर्गन पेलेट निर्माण प्रयोग के लिए उपयोग किए गए परीक्षण सेटअप का फोटोग्राफ, (b) हाइड्रोजन पेलेट इंजेक्ट करने हेतु प्रयुक्त यांत्रिक पेलेट लांचर, (c) बाएँ से दाएँ: ठोस हाइड्रोजन आइस का शैटरिंग प्लेट के साथ परस्पर क्रिया और उसका विखंडन।

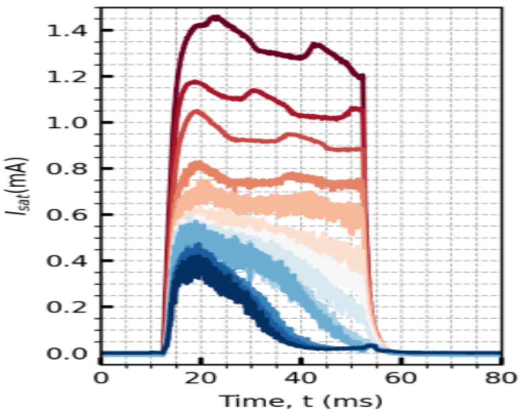
A3. मौलिक प्लाज्मा भौतिकी

प्राकृतिक रूप से उत्पन्न होने वाले मूलभूत प्लाज़्मा — चाहे वे प्रयोगशाला में निर्मित हों, पृथ्वी के चुम्बकमंडल में पाए जाएँ या सौर परिवेश में विद्यमान हों — अपने गतिशील व्यवहार और मानव जीवन पर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष प्रभावों के कारण प्लाज़्मा विज्ञान समुदाय के लिए अध्ययन का निरंतर रोचक विषय बने हुए हैं। प्रयोगशालाओं में उत्पन्न प्लाज़्मा को विभिन्न प्रयोगात्मक परिस्थितियों में विशेष रूप से परिभाषित किया जाता है, ताकि उसकी मौलिक प्रकृति और भौतिक गुणधर्मों को समझा जा सके। यह न केवल भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों में गहन समझ विकसित करने में सहायक है, बल्कि समाज, उद्योग तथा ऊर्जा संयंत्रों के लिए भी इनका व्यावहारिक उपयोग किया जा सकता है। संस्थान में मौलिक प्लाज़्मा भौतिकी के क्षेत्र में कार्यरत प्रयोगात्मक उपकरणों का विवरण निम्नलिखित खंडों में दिया गया है —

A3.1 बड़े आयतन वाला प्लाज़्मा उपकरण-LVPD अपग्रेड…..…………………………………51
A3.2 नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मा उपकरण – SMARTEX-C ……………………………………….53
A3.3 रैखिक उपकरण में अनुप्रयुक्त प्लाज़्मा भौतिकी प्रयोग - APPEL Device) ….….………54
A3.4 जड़त्वीय वैद्युतस्थैतिक संलयन उपकरण - CPP) ……..……………………….………55
A3.5 इनवर्स मिरर प्लाज़्मा प्रयोग उपकरण-IMPED डिवाइस ……………………...………..58
A3.6 माइक्रोवेव प्लाज़्मा प्रयोग प्रणाली (SYMPLE)………………………………….……..59

A3.1 बड़े आयतन वाला प्लाज़्मा उपकरण-LVPD अपग्रेड

<u>प्लाज़्मा घनत्व ह्रास:</u> चुंबकीय क्षेत्रों में प्लाज़्मा परिवहन एक मौलिक घटना है जो अंतरिक्ष प्लाज़्मा से लेकर प्रयोगशाला प्लाज़्मा और नियंत्रित थर्मोन्यूक्लियर संलयन प्रयोगों तक, अनुप्रयोगों की एक श्रृंखला को प्रभावित करती है। हमने इलेक्ट्रॉन ऊर्जा फ़िल्टर चुंबकीय क्षेत्र द्वारा निर्मित चुंबकीय स्क्रीन पर विसरित एक स्पंदित (Dt ~ 50 ms) मध्यम सघन, निम्न तापमान, आंशिक रूप से चुंबकित प्लाज़्मा के लिए एक अद्वितीय प्रायोगिक प्रेक्षण प्रस्तुत किया है, जो प्लाज़्मा स्पंद के दौरान विसरित प्लाज़्मा घनत्व पर परिमित-समय निर्भरता दर्शाता है। समय निर्भरता का अनुमान प्लाज़्मा घनत्व के समानुपाती आयन संतृप्ति करेंट के घटना से लगाया जाता है, और इसकी गिराबट का दर अनुप्रयुक्त स्क्रीनिंग चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता का एक फलन पाई जाती है।

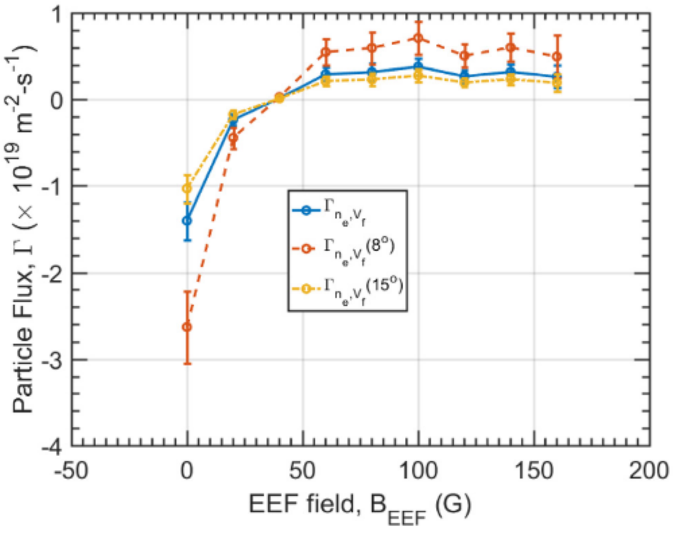


चित्र A.3.1: एल.वी.पी.डी. के लक्ष्य प्लाज़्मा में स्क्रीनिंग चुंबकी (मैरून से गहरे नीले रंग) क्षेत्र की वृद्धि के साथ आयन संतृप्ति करंट में कमी।

प्लाज़्मा क्षय दर की समय-निर्भरता के लिए एक विश्लेषणात्मक व्यंजक व्युत्पन्न किया गया है और पाया गया है कि इसका एक अरैखिक संबंध है। यह क्षय आमतौर पर स्क्रीनिंग चुंबकीय क्षेत्र की प्रबलता के साथ दो-चरणीय व्यवहार प्रदर्शित करता है: एक प्रारंभिक धीमी गिरावट जिसके बाद एक तीव्र चरण आता है। उत्तरार्द्ध, क्षणिक या प्लाज़्मा निर्माण से कम प्रभावित होने के कारण, प्रमुख विसरण गतिकी को अधिक सटीकता से दर्शाता है। ये निष्कर्ष निम्न-तापमान प्लाज़्मा में विक्षोभ-संचालित परिवहन की भूमिका और ऋणात्मक आयन स्रोतों जैसे अन्य प्लाज़्मा प्रणालियों में उनके संभावित अनुप्रयोगों के बारे में अतिरिक्त जानकारी प्रदान करते हैं। चित्र A.3.1 स्क्रीनिंग चुंबकीय क्षेत्र में वृद्धि के साथ आयन संतृप्ति धारा में चरणों में कमी को दर्शाता है।

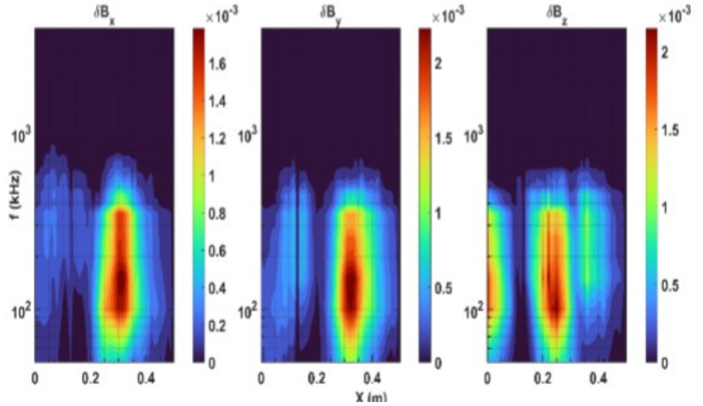
<u>व्हिसलर प्रेरित कण फ्लक्स:</u> स्थिरवैद्युत कण फ्लक्स को प्लाज़्मा तंत्र में तिरछे प्रसारित अर्ध-अनुदैर्ध्य (QL) व्हिसलर विक्षोभ ($\omega_{ci}<\omega_{LH}\sim\omega<\omega_{cece}$) की उपस्थिति में मापा जाता है। QL व्हिसलर को 40 kHz और 100 kHz के आवृत्ति बैंड बीच देखा जाता है, और अभिलक्षणिक तरंग संख्याएँ $k_{||}<<k_{\wedge}$ इलेक्ट्रॉन ऊर्जा फ़िल्टर के अनुप्रस्थ चुंबकीय क्षेत्र (B_{EEF} (x)) और LVPD (B_0(z)) के अक्षीय चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में लॉस कोन (स्थानीयकृत दर्पण प्रकार चुंबकीय ज्यामिति) संरचना के माध्यम से परावर्तित ऊर्जावान इलेक्ट्रॉनों द्वारा उत्तेजित होती हैं। रेडियल कण फ्लक्स पर दर्पण की प्रबलता के प्रभाव का पता B_{EEF} में परिवर्तन करके लगाया जाता है क्योंकि यह परिवर्तन उत्तेजित QL-व्हिसलर विक्षोभ को बदल देता है। हमने देखा कि QL-व्हिस्लर विक्षोभ स्तर में वृद्धि, रेडियल कण परिवहन, यानी रेडियल कण प्रवाह कम हो जाता है, और साथ ही कण प्रवाह दिशा रेडियल रूप से अंदर की ओर से बाहर की ओर उलट जाती है। यह एक महत्वपूर्ण अवलोकन है और इसके कारण विद्युत चुम्बकीय उतार-चढ़ाव की उपस्थिति हो सकती है, जो दिशात्मक के बजाय अधिक उभयध्रुवीय कण प्रवाह के उत्पादन

में योगदान कर सकती है, जिसने बदले में, नेट रेडियल रूप से बाहरी इलेक्ट्रोस्टैटिक कण प्रवाह को कम कर दिया है। यह देखा गया है कि कणों को रेडियल रूप से अंदर की ओर ले जाया जाता है जब, B_{EEF} = 0 G, एक प्रवाह परिमाण होता है, $G_x \sim 1.5 \times 10^{19}\ m^{-2}s^{-1}$ और, अंदर की ओर कण प्रवाह का परिमाण कम हो जाता है और B_{EEF} = 0 G से परे, कण प्रवाह की दिशा उलट जाती है और रेडियल रूप से बाहरी दिशा बन जाती है। चित्र A.3.2 विभिन्न EEF चुंबकीय क्षेत्रों पर अनुमानित कण प्रवाह को दर्शाता है।



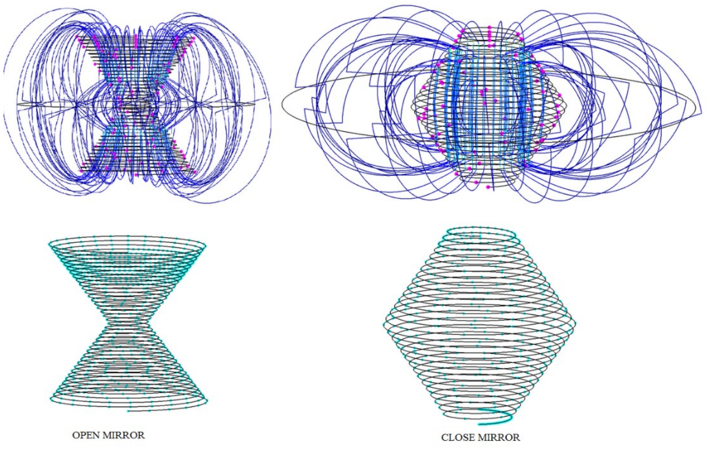
चित्र A.3.2: QL व्हिसलर की उपस्थिति में विभिन्न चुंबकीय क्षेत्र पर कण प्रवाह का अनुमान लगाएं।

<u>विद्युतचुम्बकीय तरंगों का उत्प्रेरण एवं पता लगाना:</u> कैपेसिटर बैंक आधारित पल्स फॉर्मिंग नेटवर्क (PFN) डिस्चार्ज का उपयोग करके लूप एंटीना द्वारा प्लाज़्मा में व्हिसलर आवृत्ति की सीमा में विद्युत चुम्बकीय तरंगों का उत्प्रेरण किया गया। यह प्लाज़्मा में 50kHz आवृत्ति की एक मूल तरंग पंप करता है और तरंग संकेतों को 3-अक्ष चुंबकीय जांच का उपयोग करके एंटीना केंद्र से 37.5 सेमी की अक्षीय दूरी पर पता लगाया गया । बनाया गया प्रायोगिक सेटअप एक लूप एंटीना, एक हेल्महोल्ट्ज़ कॉइल और एक रेडियल रूप से चलता 3-अक्ष चुंबक जांच का संयोजन है जिसमें 1 kHz-10 MHz की सीमा में एक सपाट प्रतिक्रिया है। हेल्महोल्ट्ज़ कॉइल (d = 45 सेमी) को LVPD के पृष्ठभूमि चुंबकीय क्षेत्र ($B_0 \sim 6.2$ G) को रद्द करके इसके केंद्र में एक मध्यम घनत्व ($n_e \sim 5 \times 10^{17} m^{-3}$), निम्न तापमान (2 eV—5 eV) प्लाज़्मा में एक समान पृष्ठभूमि चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में किए गए थे। इस प्रयोग में, हम विद्युत चुम्बकीय तरंगों का सफलतापूर्वक पता लगा पाए, जिसमें चुंबकीय शून्य क्षेत्र उत्पन्न होने पर तरंग संचरण हेल्महोल्ट्ज़ क्षेत्र विन्यास से बाहर चला जाता है। इसके अलावा, अन्य दो हेल्महोल्ट्ज़ क्षेत्र विन्यासों में ~ 150 kHz के क्रम की उच्च आवृत्ति मोड का पता लगाया गया। विभिन्न प्रयोगात्मक विन्यासों के लिए हेल्महोल्ट्ज़ चुंबकीय क्षेत्र का अनुकरण करने हेतु एक उपयुक्त 2D चुंबकीय क्षेत्र कोड तैयार किया गया है। चित्र A.3.3 चुंबकीय शून्य क्षेत्र परिदृश्यों के दौरान तरंग संसूचन चिह्नों को दर्शाता है।



चित्र A.3.3: केंद्र में चुंबकीय शून्य क्षेत्र वाले हेल्महोल्ट्ज कॉइल सेटअप के बाहर (δBx, δBy) विद्युतचुम्बकीय तरंग घटक का मापन।

<u>चुंबकीय दर्पण प्रयोग हेतु निदान:</u> परिवर्तनशील चुंबकीय दर्पण क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए विभिन्न आकार की परिनालिका प्रणालियों का प्रारंभिक डिज़ाइन और निर्माण किया गया (चित्र A.3.4)। डायग्नॉस्टिक्स LVPD प्लाज़्मा के भीतर पृथ्वी जैसे चुंबकीय क्षेत्र विन्यासों की नकल करने के लिए तैयार किए गए हैं। डायग्नॉस्टिक्स का निर्माण आंतरिक रूप से किया गया है और इसके चुंबकीय क्षेत्र सिमुलेशन AMPERE विद्युत चुम्बकीय सॉफ़्टवेयर का उपयोग करके किए गए हैं।



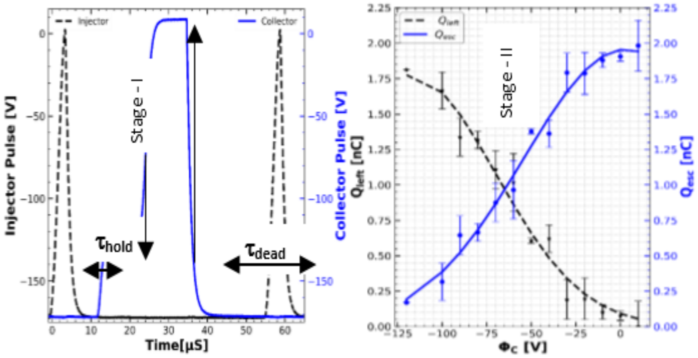
चित्र A.3.4. सिम्युलेटेड खुले और बंद दर्पण सोलेनोइड।

A 3.2 नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मा उपकरण(स्मार्टेक्स-सी)

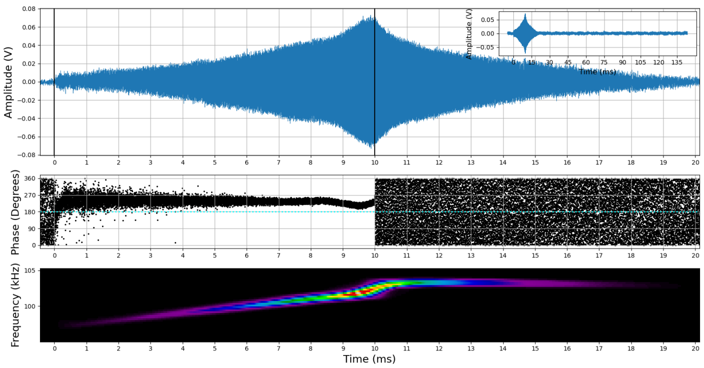
<u>डायग्नोस्टिक तकनीकों का विकास</u>- स्मार्टेक्स-सी उपकरण में आंशिक टोरॉइडल ट्रैप में इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा को 100 सेकंड से अधिक समय तक सीमित किया गया है। प्लाज़्मा के परिवहन तंत्र को समझने के लिए विभिन्न डायग्नोस्टिक तकनीकें विकसित, परीक्षण और कार्यान्वित की जा रही हैं।

(A) चार्ज कलेक्टर डायग्नोस्टिक ट्रैप में संचित कुल आवेश को मापने हेतु चार्ज कलेक्टर डायग्नोस्टिक को उन्नत किया गया है। इसमें सिग्नल-टू-नॉइज़ अनुपात को लगभग दो गुणात्मक क्रम तक सुधारकर 30 सेकंड तक के होल्ड-टाइम में संचित आवेश मापना संभव बनाया गया है।

(B) इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा तापमान का मापन इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा के तापमान के निर्धारण हेतु वाष्पीकरण डंप विधि विकसित की गई है, जो मंद-क्षेत्र ऊर्जा विश्लेषक के सिद्धांत पर आधारित है। इस एक-चरणीय विधि में उन इलेक्ट्रॉनों की संख्या मापी जाती है जो पर्याप्त ऊर्जा के कारण कलेक्टर ग्रिड की परिरक्षण विभव को पार कर सकते हैं। चार्ज कलेक्टर (कलेक्टर ग्रिड + कलेक्टर शील्ड) के वोल्टेज को धीरे-धीरे ग्राउंड (V = 0) की ओर 2 μs में रैम्प किया जाता है, और गिरते हुए आवेश के कारण उत्पन्न धारा मापी जाती है। इस धारा सिग्नल के समाकलन से विभव अवरोध के फलस्वरूप बच निकलने वाले इलेक्ट्रॉनों की संख्या प्राप्त होती है। यदि इलेक्ट्रॉन वितरण मैक्सवेलियन माना जाए, तो इलेक्ट्रॉन बादल का समानांतर तापमान निकाला जा सकता है। इस प्रकार अनुमानित तापमान 3 – 6 eV की सीमा में है, तथा त्रुटि सीमा 1 – 1.5 **eV** पाई गई है। इसके अतिरिक्त, दो-चरणीय चार्ज संकलन विधि भी विकसित की गई है, जिसमें तापमान निर्धारण के दौरान विभव ऊर्जा के गतिज ऊर्जा में रूपांतरण हेतु आवश्यक सुधार-गुणांक को सम्मिलित किया गया है। दो-चरणीय डंप में आवेश संरक्षण का प्रायोगिक सत्यापन किया गया है, जैसा कि चित्र 1 में दर्शाया गया है।



चित्र A.3.5. (बाएँ) अनेक प्लाज़्मा शॉट्स में इंजेक्टर और कलेक्टर पल्सेस, जहाँ कलेक्टर को दो चरणों में डंप किया गया — चरण I = −120 V, चरण II = +5 V; τ $_{dead}$ दो शॉट्स के बीच का सिग्नल के निष्क्रिय रहने का अंतराल है। (दाएँ) विभिन्न वोल्टेज मानों (20 V के चरणों में) के लिए दो चरणों में मापा गया आवेश। प्रत्येक शॉट में कुल संचित आवेश लगभग 2 nC के भीतर संरक्षित पाया गया।

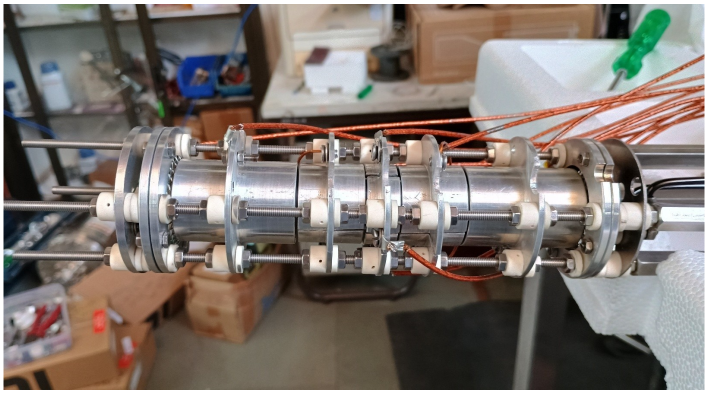


चित्र A.3.6. (a) m = 2 डायोकोट्रॉन मोड का प्रक्षेपण, प्रोब सिग्नल का विस्तृत दृश्य (इनसेट में) संपूर्ण सिग्नल), (b) प्रक्षेपित और डिटेक्टेड सिग्नलों के बीच क्रॉस-फेज़ का विकास तथा डिटेक्टेड सिग्नल का स्पेक्ट्रोग्राम, जो प्रणाली के m = 2 आइजेन मोड के प्रक्षेपण को दर्शाता है।

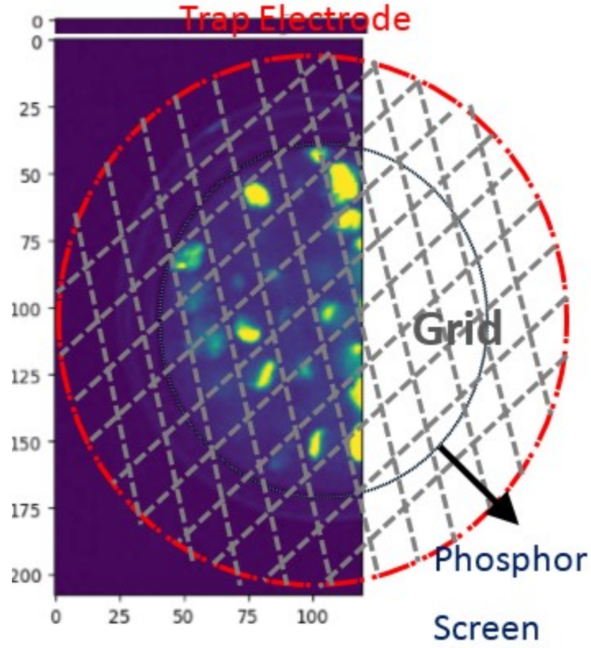
m = 2 डायोकोट्रॉन मोड का प्रक्षेपण : प्लाज़्मा घनत्व, स्व-घूर्णन आवृत्ति और प्लाज़्मा त्रिज्या जैसे मापदंडों का आकलन करने हेतु टोरॉइडल नॉन न्यूट्रल प्लाज़्मा में m = 2 डायोकोट्रॉन मोड को प्रक्षेपित किया गया है। इसके लिए विपरीत दिशाओं में स्थित प्रोब युग्मों का उपयोग किया गया। दोनों विपरीत प्रोबों के लिए यह मोड समान फेज़ में पाया गया। प्रक्षेपित मोड की आवृत्ति और टोरॉइडल ज्यामिति के लिए उपयुक्त बेलनाकार डायोकोट्रॉन अस्थिरता समीकरण का उपयोग कर प्लाज़्मा मापदंडों का आकलन किया गया। उपयुक्त चहकने की दर और प्रक्षेपण स्थितियों का चयन करने पर m = 2 मोड की अनुनादी उत्तेजना प्राप्त हुई, जैसा कि चित्र 2 (दाएँ) में प्रदर्शित है। प्राप्त प्लाज़्मा मापदंड इस प्रकार हैं, n_e - 2 × 10^6 cm^{-3}, प्लाज़्मा त्रिज्या r_p लगभग 4.0 cm।

बेलनाकार नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मा ट्रैप: एक रैखिक बेलनाकार नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मा ट्रैप विकसित किया गया है, जिसमें कुछ सौ मिलीसेकंड तक इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा को सैकड़ों गॉस के समान चुंबकीय क्षेत्र में सीमित किया गया। ट्रैप में पाँच बेलनाकार रिंग इलेक्ट्रोड, एंड-ग्रिड तथा इलेक्ट्रॉन स्रोत के रूप में टंग्स्टन फ़िलामेंट सम्मिलित हैं।यह प्रणाली स्मार्टेक्स-सी टोरॉइडल प्रयोगात्मक सेटअप के लिए नियोजित नई डायग्नोस्टिक तकनीकों के विकास और परीक्षण हेतु एक टेस्ट-बेंच के रूप में प्रयुक्त की जा रही है।निम्नलिखित प्रयोग संपन्न किए गए हैं:इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा का निर्माण,कैपेसिटिव प्रोब पर अस्थिर डायोकोट्रॉन मोड्स का अवलोकन,m = 1 डायोकोट्रॉन मोड की पहचान,डायोकोट्रॉन मोड आवृत्ति का इलेक्ट्रॉन इंजेक्शन ऊर्जा और चुंबकीय क्षेत्र के साथ स्केलिंग,निम्न दाब एवं उच्च B-फील्ड पर अस्थिरता का नियंत्रण,m = 1 डायोकोट्रॉन मोड का प्रक्षेपण,डायोकोट्रॉन वेव प्रक्षेपण द्वारा संधारण समय का मापन,m = 2 डायोकोट्रॉन मोड का प्रक्षेपण,और इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा की फॉस्फ़र स्क्रीन इमेजिंग पर प्रारंभिक प्रयोग।चित्र 3 ट्रैप सेटअप का योजनात्मक

आरेख और वास्तविक छायाचित्र दर्शाता है, जबकि चित्र 4 फॉस्फ़र स्क्रीन इमेजिंग डायग्नोस्टिक से प्राप्त छवियाँ प्रदर्शित करता है।



चित्र A.3.7: (ऊपर) पाँच संकेंद्रित बेलनाकार रिंग इलेक्ट्रोड, ग्रिड और फ़िलामेंट से निर्मित रैखिक बेलनाकार पेनिंग–माल्मबर्ग ट्रैप का योजनात्मक आरेख।



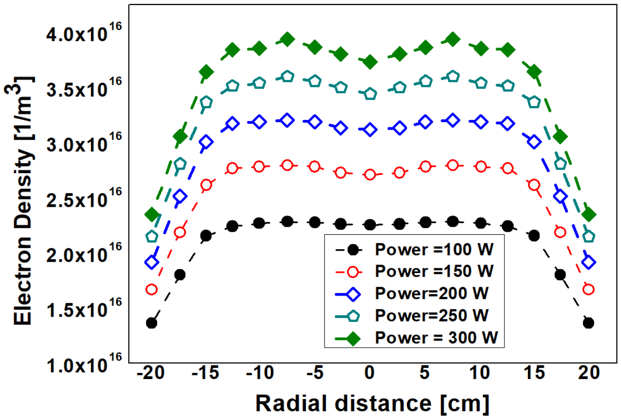
चित्र A.3.8: (बाएँ) कलेक्टर ग्रिड की छाया सहित इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा की फॉस्फ़र स्क्रीन छवि। (दाएँ) ग्रिड के बिना ओवरले की गई छवि।

A3.3 रैखिक उपकरण में अनुप्रयुक्त प्लाज्मा भौतिकी प्रयोग (APPEL-डिवाइस)

एपीपीईएल (APPEL) उपकरण का अवलोकन और हालिया प्रायोगिक मुख्य बिंदु: संस्थान में हाल ही में चालू किया गया एपीपीईएल (Applied Plasma Physics Experiments in Linear) उपकरण एक मध्यम-स्तरीय टेस्ट बेड के रूप में कार्य करता है, जिसका उद्देश्य प्लाज़्मा-मटेरियल इंटरैक्शन (PMI) शोध को आगे बढ़ाना और टोकामक-संबंधित प्लाज़्मा परिस्थितियों का अनुकरण करना है। यह नियंत्रित चुंबकीय क्षेत्रों के अंतर्गत डायग्नोस्टिक के विकास, प्लाज़्मा स्रोत अनुकूलन और भौतिकी प्रयोगों के लिए एक बहुउपयोगी प्लैटफ़ार्म प्रदान करता है।

एपीपीईएल प्रणाली में 16 विद्युतचुंबक लगे हैं, जो 3.5 मीटर लंबाई तक 0.4 टेस्ला से अधिक स्थिर अक्षीय चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करते हैं, जिसमें 32 सेंटीमीटर व्यास पर 2% की उत्कृष्ट रेडियल एकरूपता बनी रहती है। इस विन्यास में, 2.0 पास्कल से कम दाब पर 3.5 मीटर लंबा एक हीलियम प्लाज़्मा कॉलम निर्मित किया गया है जिसमे 10^{17} – 10^{18} m^{-3}, की घनत्व सीमा और लगभग 10^{21}–10^{22} $m^{-2}\cdot s^{-1}$ का आयन फ्लक्स प्राप्त किया गया है।

इस उपकरण ने यह भी प्रमाणित किया है कि m = 0 मोड स्पायरल एंटीना एक प्रभावी आरएफ प्री-आयनीकरण स्रोत के रूप में कार्य कर सकता है, जिससे यह टोकामक स्टार्टअप और आरएफ द्वारा ब्रेकडाउन से संबंधित अध्ययनों में इस्तेमाल होने की अपनी क्षमता को उजागर करता हैं। प्रयोगों में एक लंबा प्लाज़्मा कॉलम प्रदर्शित किया गया है , जिसका केंद्र भाग स्पष्ट रूप से उज्ज्वल है जबकि परिधि धीरे-धीरे धुंधली (या "फ़र्ड") होती गई (चित्र 1)। इसके अनुरूप घनत्व प्रोफ़ाइलें (चित्र 2) यह संकेत देती हैं कि यह प्री-आयनीकरण अध्ययनों के लिए उपयुक्त है, जहाँ प्रोफ़ाइलें एकसमान और विश्वसनीय ब्रेकडाउन के लिए अनुकूलित हैं।



चित्र A.3.9: 2 Pa दाब और विभिन्न RF पावर पर LAPS स्रोत का इलेक्ट्रॉन घनत्व आरेख।

एक सह अक्षीय (coaxial) प्लाज़्मा गन, जिसे अक्ष-सममित चुंबकीय क्षेत्र में कम्पैक्ट टॉरॉइड (CT) इंजेक्शन के लिए डिज़ाइन किया गया है, का निर्माण एवं उसकी स्थापना की गई है। यह गन एक पल्स्ड पावर सप्लाई द्वारा संचालित की गयी है, जिसे 20 kV तक चार्ज किया जा सकता है और यह माइक्रोसेकंड सीमा में पल्स चौड़ाई के साथ डिस्चार्ज पल्स प्रदान करती है। इस नए समावेश से एपीपीईएल (APPEL) की क्षमताओं में उल्लेखनीय विस्तार हुआ है, जिससे उच्च गति प्लाज़्मा इंजेक्शन, CT निर्माण, और तेज़-क्षणिक प्लाज़्मा गतिकी पर अध्ययन संभव हो सके गे, जो कम्पैक्ट टॉरस और संलयन-संबंधी शोध के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

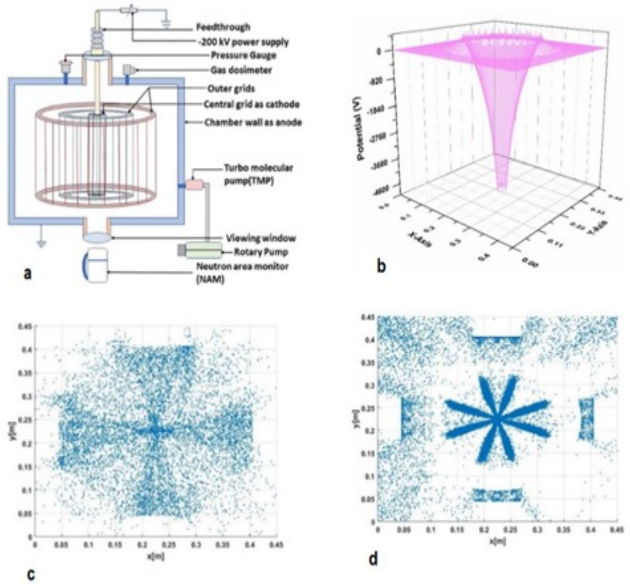
प्लाज़्मा स्रोत विकास एवं रेडियो आवृत्ति(RF) मापन की प्रमुख विशेषताएँ: स्वदेशी रूप से विकसित एक CCP (कैपेसिटिवली कपल्ड प्लाज़्मा) आधारित लार्ज एरिया प्लाज़्मा सोर्स (LAPS), जिसकी प्रोसेसिंग एरिया 40 cm^2 है, को कोटिंग और एचिंग अनुप्रयोगों के लिए

विकसित किया गया है। यह संपूर्ण सतह पर समान इलेक्ट्रॉन घनत्व और तापमान (temperature) प्रदान करता है। चित्र A.3.12 में स्रोत के पूरे क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन घनत्व का स्थानिक वितरण दर्शाया गया है। RF शक्ति माप के लिए एक स्वदेशी, कम लागत वाला VI सेंसर विकसित किया गया, जिसकी मापों की तुलना Octiv Poly 2.0 VI प्रोब से की गई।

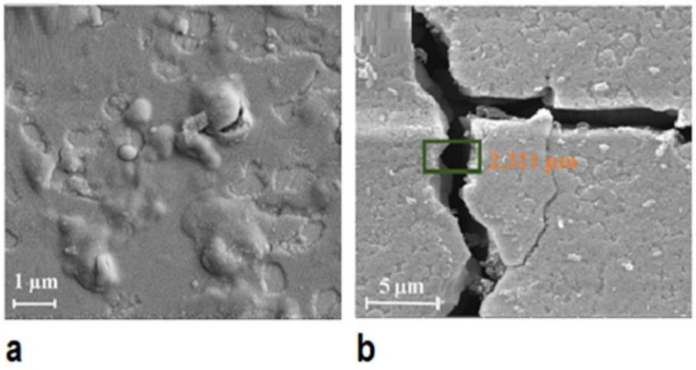
A3.4 जड़त्वीय वैद्युत-स्थैतिक परावर्तन संलयन (IECF) उपकरण (CPP)

जड़त्वीय वैद्युत-स्थैतिक परावर्तन संलयन उपकरण में बहु-ग्रिड विन्यास के साथ आयन बंधन समय में सुधार: जड़त्वीय वैद्युत-स्थैतिक परावर्तन संलयन (IECF) उपकरण की कार्यक्षमता में सुधार की जाँच गतिकीय सिमुलेशन के माध्यम से की गई है। पहले हमने 10^6 न्यूट्रॉन प्रति सेकंड की न्यूट्रॉन उत्पन्न दर प्राप्त की थी, लेकिन व्यापक अनुप्रयोगों के लिए इससे अधिक दर और बेहतर प्लाज़्मा बंधन आवश्यक है। हमने पारंपरिक एकल-ग्रिड IECF उपकरण की तुलना एक त्रि-ग्रिड संस्करण से की, ताकि आयन बंधन के लिए बहु-ग्रिड उपयोग के लाभों का मूल्यांकन किया जा सके। हमारे कम्प्युटेशनल मॉडल, जो 2D-3V XOOPIC कोड का उपयोग करते हैं, संकेत देते हैं कि अनुकूलित विभवों के साथ त्रि-ग्रिड उपकरण आयन बंधन को काफी हद तक बेहतर बना सकता है। मॉडल दिखाते हैं कि त्रि-ग्रिड डिज़ाइन आयन किरणों को केंद्र की ओर अधिक प्रभावी ढंग से निर्देशित करता है, जबकि एकल-ग्रिड डिज़ाइन में आयनों का वितरण अधिक बिखरा हुआ होता है। इससे त्रि-ग्रिड प्रणाली में आयनों का जीवनकाल लंबा होता है, जो इसके परिवर्तित वैद्युत-स्थैतिक क्षेत्रों के कारण है। मानक एकल-ग्रिड IECF उपकरण में आयन हानि के प्राथमिक कारण हैं: अव्यवस्थित आयन पथ और अवशिष्ट गैसों के साथ अंतःक्रियाएं। बहुत निम्न पृष्ठभूमि गैस दाब पर त्रि-ग्रिड उपकरण को केंद्रित क्षेत्र संरचना के साथ संचालित करके हमें बेहतर आयन बंधन प्राप्त होने की आशा है (चित्र A.3.13)।

पल्स प्लाज़्मा त्वरक में हाइड्रोजन प्लाज़्मा स्ट्रीम के संपर्क में आने पर टंगस्टन सतह का व्यवहार: इस कार्य में उच्च वेग वाली हाइड्रोजन प्लाज़्मा स्ट्रीम को टंगस्टन सब्सट्रेट्स पर गिरने दिया गया, जिन्हें इलेक्ट्रोड के सिरे से 10 सेमी की दूरी पर रखा गया था। इस स्थिति पर हाइड्रोजन प्लाज़्मा स्ट्रीम की मापी गई ऊष्मा ऊर्जा घनता 0.205 MJ/m² है, जो कि बाहरी रूप से लगाए गए 0.1 टेस्ला के अनुदैर्ध्य चुम्बकीय क्षेत्र के प्रभाव में बढ़कर 0.224 MJ/m² हो जाती है। संपर्क में आए नमूनों की विशेषता का निर्धारण एक्स-रे विवर्तन (XRD) विश्लेषण, फील्ड एमिशन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप (FESEM) तथा एनर्जी डिस्पर्सिव एक्स-रे (EDX) विश्लेषण के माध्यम से किया गया। इस स्थिति में प्लाज़्मा-पदार्थ की अन्तःक्रिया (PMI) के कारण टंगस्टन की सतह पर केवल एक बार के संपर्क में ही ब्लिस्टर (छाले) बन जाते हैं। हालांकि, जब चुंबकीय क्षेत्र के तहत प्लाज़्मा स्ट्रीम का 5 बार संपर्क कराया गया, तो दरारें बनना शुरू हो गईं। SEM विश्लेषण में दरारें, टूटी सतह पर तल का विस्थापन, धूल का निर्माण और पुनः निक्षेपण देखा गया, जबकि XRD विश्लेषण में संपर्क में आए नमूनों में अवशिष्ट तनाव देखा गया। जैसे-जैसे प्लाज़्मा के संपर्क की संख्या बढ़ाई गई (क्रमशः 5, 10 और 15 बार), दरारें और अधिक चौड़ी होती गईं। सबसे बड़ी दरारों की चौड़ाई 1 माइक्रोन से अधिक पाई गई (चित्र 2)। इस प्रकार की अन्तःक्रिया के परिणाम, जिसमें टंगस्टन पर प्लाज़्मा स्ट्रीम की ऊष्मा ऊर्जा घनता लगभग 0.2 MJ/m² होती है, यह संकेत करते हैं कि यह या तो Type-I Edge Localized Mode (ELM) के एक निम्न संस्करण जैसा है या फिर एक निम्न ऊर्जा वाला Type-I ELM है। प्रस्तुत परिणाम फ्यूजन रिएक्टर के लिए अत्यधिक प्रासंगिक हैं।

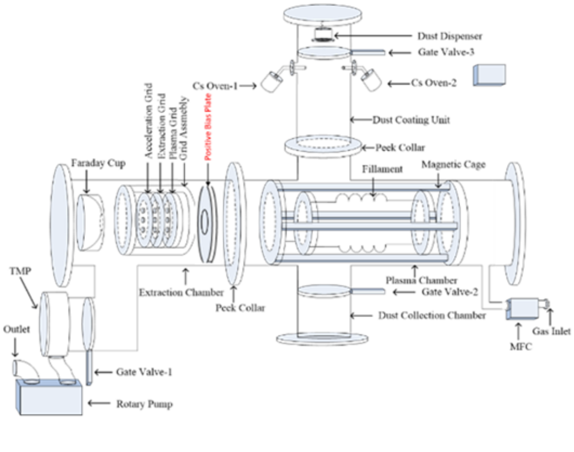


चित्र 1: चित्र A.3.10:a) IECF प्रायोगिक सेटअप b) त्रि-ग्रिड विन्यास के लिए 3D सतही विभव प्रोफ़ाइल c) एकल-ग्रिड आयन चरण स्पेस प्लॉट d) त्रि-ग्रिड आयन चरण स्पेस प्लॉट



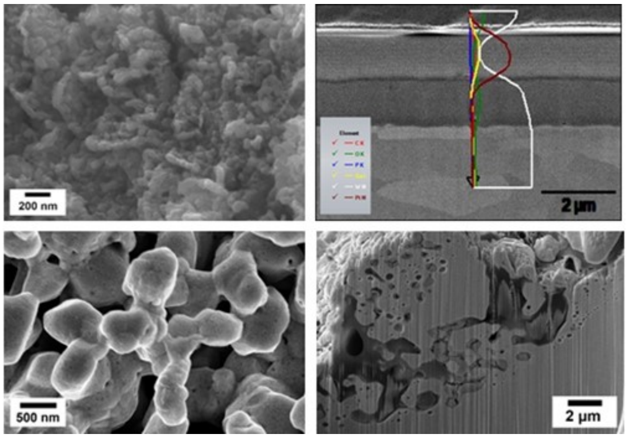
चित्र A.3.11: a) टंगस्टन सतह पर प्लाज़्मा स्ट्रीम के संपर्क में आने से बने ब्लिस्टर (छाले) b) टंगस्टन सतह पर प्लाज़्मा स्ट्रीम के संपर्क में आने से बनी दरारें

ऋणात्मक हाइड्रोजन आयनों का निष्कर्षण: ऋणात्मक हाइड्रोजन आयनों को निगेटिव हाइड्रोजन आयन निष्कर्षण प्रयोगशाला में नए प्रायोगिक सेटअप का उपयोग करके सफलतापूर्वक निष्कर्षित किया गया। यह निष्कर्षण एक दो-ग्रिड प्रणाली के माध्यम से किया गया, जिसमें एक प्लाज़्मा ग्रिड और एक निष्कर्षण ग्रिड शामिल थे। प्लाज़्मा ग्रिड को उच्च वोल्टेज (HV) पावर सप्लाई के ऋणात्मक टर्मिनल से जोड़ा गया था, जबकि निष्कर्षण ग्रिड को विद्युत रूप से ग्राउंड किया गया था। निर्वात चेंबर को खाली करने के बाद, दो-ग्रिड प्रणाली को तीन अवस्थाओं में कंडीशन किया गया: निर्वात में, न्यूनतम हाइड्रोजन गैस दाब के साथ, और प्लाज़्मा उत्पादन के बाद। इस कंडीशनिंग प्रक्रिया के माध्यम से ग्रिड प्रणाली लगभग 6 kV उच्च वोल्टेज को सहन करने में सक्षम हो गई। निष्कर्षण अनुभाग में, निष्कर्षण ग्रिड से लगभग 5 सेमी दूरी पर एक फैरेडे कप स्थापित किया गया। हाइड्रोजन प्लाज़्मा का निर्माण फिलामेंटरी DC डिस्चार्ज तकनीक से किया गया, जिसमें लगभग 10 A का डिस्चार्ज करंट प्राप्त किया गया और इसके लिए लगभग 100 V का डिस्चार्ज वोल्टेज लगाया गया। हाइड्रोजन गैस का दबाव लगभग 2×10^(-4) mbar पर बनाए रखा गया। प्लाज़्मा निर्माण के बाद, ग्रिड प्रणाली के पार 6 kV वोल्टेज लगाया गया, साथ ही स्रोत (नकारात्मक टर्मिनल) और प्लाज़्मा ग्रिड के बीच 9 V अतिरिक्त वोल्टेज भी आपूर्ति की गई। नकारात्मक हाइड्रोजन आयनों के उत्पादन के लिए, सबसे पहले टंगस्टन (W) धूल कणों को सीज़ियम (Cs) से कोट किया गया। इसके लिए दो Cs की शीशियों को तोड़ा गया और अवन को 150°C तक गर्म किया गया। इस अवस्था में, फैरेडे कप से जुड़े इलेक्ट्रोमीटर (जो एक वैक्यूम फीडथ्रू के जरिए जुड़ा था) ने लगभग 0.04 mA का एक अनियमित करंट रिकॉर्ड किया। इसके बाद टंगस्टन धूल कणों को ऊपर से डाला गया, जो डस्ट कोटिंग यूनिट (DCU) से होकर गुजरते हुए प्लाज़्मा में पहुंचे। जैसे ही ये धूल कण प्लाज़्मा में पहुँचे, इलेक्ट्रोमीटर द्वारा मापा गया करंट बढ़कर 2.21 mA हो गया। सीज़ियम-कोटेड टंगस्टन धूल के साथ और बिना मापे गए करंट के अंतर (~2.17 mA) को ऋणात्मक हाइड्रोजन आयनों की उपस्थिति से जोड़ा गया है (चित्र A.3.12)।



चित्र A.3.12: पॉज़िटिव बायस प्लेट (लाल रंग में दर्शाई गई) सहित प्रायोगिक सेटअप की रूपरेखा

अपशिष्ट जल उपचार हेतु एक-आयामी टंगस्टन ऑक्साइड नैनोमटीरियल्स के संश्लेषण पर अध्ययन: हमारे पूर्ववर्ती अध्ययनों से यह ज्ञात हुआ है कि उचित स्टॉइकियोमेट्री वाले, उच्च क्रिस्टलिनिटी और छोटे कण आकार वाले टंगस्टन ऑक्साइड नैनोमटीरियल्स ऑप्टिकल प्रकाश के अंतर्गत हानिकारक डाई के फोटोकैटलिटिक अपघटन, प्रदूषकों के सतह अवशोषण तथा एंटीबैक्टीरियल गुणों के माध्यम से अपशिष्ट जल के समग्र उपचार के लिए अत्यंत उपयुक्त हो सकते हैं। यदि इन्हें एक-आयामी (1D) धातु-ऑक्साइड संरचनाओं के रूप में बनाया जाए, तो ये और भी प्रभावशाली हो सकते हैं, क्योंकि इस रूप में इनकी छिद्रता और विशिष्ट सतह क्षेत्रफल कहीं अधिक होता है। न सामग्रियों के निर्माण हेतु टंगस्टन (W) को -45 V के ऋणात्मक बायस पर रखकर बहुत उच्च हीलियम आयन फ्लक्स (He^+, लगभग $10^{23}\ m^{-2}s^{-1}$) के तहत विकिरणित किया गया। इस प्रक्रिया में लक्ष्य तापमान (780°C से 1426°C) और He^+ फ्लुएंस ($3.1\times10^{26}\ m^{-2}$ से $1.7\times10^{27}\ m^{-2}$) को विभिन्न स्थितियों में बदला गया, ताकि फिलामेंट जैसी W-नैनोसंरचनाएं बन सकें। इसके बाद इन नमूनों को एक ट्यूबलर भट्ठी में 400°C पर 1 घंटे तक तपाया किया गया, जिससे ये ऑक्साइड में परिवर्तित हो सकें। इस प्रक्रिया से बने एक-आयामी γ-WO_3 नैनो-टेंड्रिल्स (सूत्र रूपी संरचनाएं) अपनी मूल संरचना और आकार को बड़े पैमाने पर बनाए रखते हैं। 995°C तापमान और $3.1\times10^{26}\ m^{-2}$ आयन फ्लुएंस पर संश्लेषित नमूना, जिसकी फज-लेयर (फाइबर जैसी परत) की मोटाई कुछ माइक्रॉन होती है, इस लक्षित अनुप्रयोग के लिए सबसे उपयुक्त पाया गया है। इस नैनो-सामग्री का एक विशेष लाभ यह है कि उपचार प्रक्रिया के पूर्ण होने के बाद इसे पानी से आसानी से अलग किया जा सकता है, क्योंकि ये ऑक्साइड-टेंड्रिल्स टंगस्टन प्लेट से जुड़े रहते हैं। सबसे उच्च तापमान (1426°C) और सबसे लंबी आयन फ्लुएंस ($1.7\times10^{27}\ m^{-2}$) की स्थिति में बहुत मोटी फज-लेयर बनती है, परंतु उस नमूने में छिद्रता और सतही क्षेत्रफल अपेक्षाकृत कम होते हैं, क्योंकि उसमें बने टेंड्रिल्स का आकार बड़ा होता है और वे आपस में अत्यधिक संकुचित हो जाते हैं। हमने इस प्रक्रिया में बनने वाले सब-सतही हीलियम बुलबुलों की उत्पत्ति के मूलभूत तंत्र का भी अध्ययन किया, जिन्हें इन टेंड्रिल्स के निर्माण के पूर्वगामी के रूप में माना जाता है, विशेषकर उच्च तापमान और लंबी आयन फ्लुएंस की स्थितियों में। अध्ययन में यह पाया गया कि बहुत बड़े — माइक्रोन आकार तक के हीलियम बुलबुले — सतह के नीचे बने रहते हैं, क्योंकि उच्च तापमान की वजह से हीलियम क्लस्टर्स और छोटे बुलबुलों की गतिशीलता बहुत बढ़ जाती है, जिससे वे तेजी से मिलकर बड़े बुलबुलों में सहसंयोजन कर लेते हैं (चित्र A.3.16)।

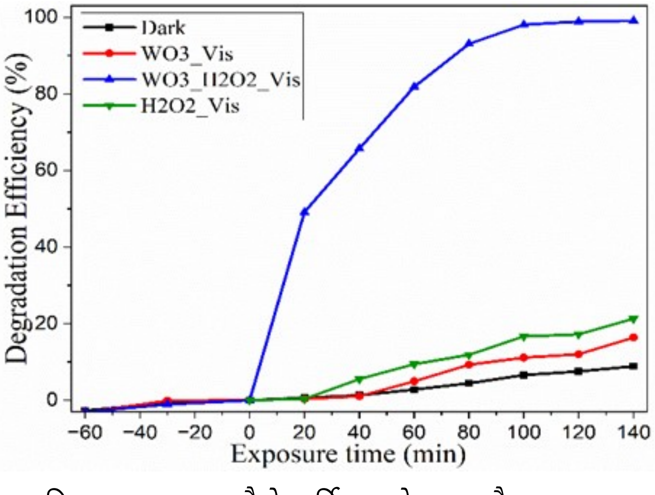


चित्र A.3.13 FESEM माइक्रोग्राफ यह दर्शाता है कि 995°C लक्ष्य तापमान और $3.1\times10^{26}\ m^{-2}\ He^+$ आयन फ्लुएंस पर बनाए गए टंगस्टन -ऑक्साइड नैनो-टेंड्रिल्स मूल धात्विक फिलामेंट्स की संरचना को बनाए रखते हैं (ऊपर-बाएँ)।उसी W प्लेट लक्ष्य की क्रॉस-सेक्शन छवि (ऊपर-दाएँ) में माइक्रोन मोटी फज-ऑक्साइड परत दिखाई देती है, जिस पर EDX सुपरइम्पोज़ किया गया है। 1426°C तापमान और

1.7×10^{27} m^{-2} की सबसे अधिक आयन फ्लुएंस पर बने नमूने की FESEM छवि (नीचे-बाएँ) दिखाती है कि बहुत बड़े टेंड्रिल्स का निर्माण हुआ है। उसी नमूने के क्रॉस-सेक्शन की FESEM छवि (नीचे-दाएँ) यह पुष्टि करती है कि W-टेंड्रिल्स अत्यधिक संकुचित हो चुके हैं और माइक्रोन आकार के हीलियम बुलबुले बने हैं।

<u>प्लाज़्मा इलेक्ट्रोलिसिस के माध्यम से टंगस्टन ट्राइऑक्साइड नैनो-पार्टिकल्स का संश्लेषण:</u> टंगस्टन वायर इलेक्ट्रोड्स का उपयोग करते हुए प्लाज़्मा इलेक्ट्रोलिसिस की प्रक्रिया के दौरान जब कैथोड पर प्लाज़्मा बनता है, तो एनोड के एनोडिक विघटन और कैथोड के तापीय वाष्पन के माध्यम से इलेक्ट्रोलाइट में टंगस्टन ऑक्साइड के नैनो-पार्टिकल्स का निर्माण होता है। इस प्रक्रिया के बाद घोल को सेंट्रीफ्यूज करके सुखाया गया, जिससे नीला पाउडर प्राप्त हुआ। इस पाउडर को 550°C पर 4 घंटे एनील करने पर हरा-पीला पाउडर प्राप्त हुआ, जिसकी उत्पादन दर लगभग 0.636 ग्राम प्रति घंटा रही। XRD विश्लेषण से यह पुष्टि हुई कि तैयार नमूने टंगस्टन ट्राइऑक्साइड (WO_3) नैनो-पार्टिकल्स हैं। इनकी फोटोकैटलिटिक गतिविधि की जाँच 150 ml की 20 ppm मेथिलीन ब्लू (MB) डाई घोल में 30 mg WO_3 नैनो-पार्टिकल्स और 0.75 ml H_2O_2 मिलाकर की गई। इस मिश्रण को दृश्य प्रकाश (visible light) के संपर्क में रखा गया। चित्र A.3.13 में दिखाया गया है कि 100 मिनट के प्रकाश संपर्क के भीतर डाई का पूर्ण अपघटन हो गया। वहीं, वे नमूने जो या तो अंधेरे में रखे गए, या केवल H_2O_2 या केवल WO_3 नैनो-पार्टिकल्स के साथ प्रकाश में रखे गए, उनमें डाई अपघटन न के बराबर रहा।

<u>सम अक्षीय डाइइलेक्ट्रिक डिस्चार्ज प्लाज़्मा प्रणाली में अमोनियम नाइट्रेट जैसे N_2-फिक्सेशन उत्पादों का उत्पादन:</u> प्लाज़्मा-प्रेरित रासायनिक प्रक्रियाएं वर्तमान में कृत्रिम N_2-फिक्सेशन के हरित विकल्प के रूप में व्यापक रूप से शोध का विषय बनी हुई हैं। गैर-

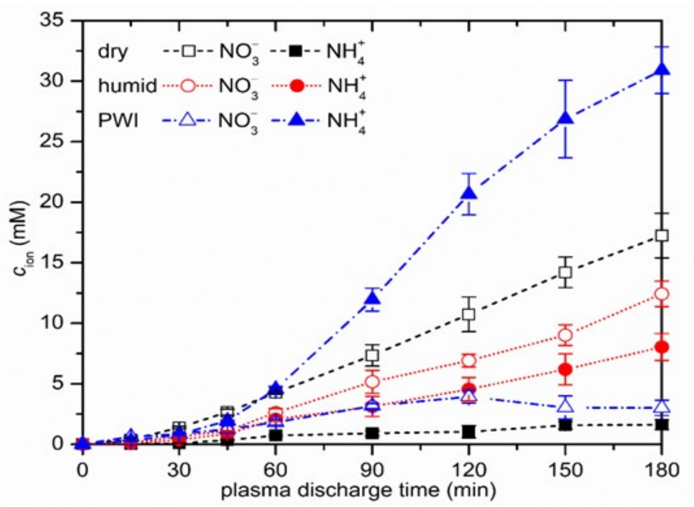


चित्र A.3.14: WO_3 नैनो-पार्टिकल्स के साथ और दृश्य प्रकाश के संपर्क में रखने पर मेथिलीन ब्लू (MB) डाई घोल की अपघटन दक्षता

तापीय प्लाज़्मा की सहायता से NH_3 संश्लेषण एक चुनौतीपूर्ण प्रक्रिया है, क्योंकि NH_3 स्वयं एक N_2- फिक्सेशन का घटाया हुआ अंतिम उत्पाद होता है। हमने यह फिक्सेशन सम अक्षीय डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज (DBD) प्लाज़्मा रिएक्टर में किया। इसमें सूखी फीड गैस को डी-आयनाइज्ड पानी के अंदर से बबल कराकर रिएक्टर में प्रवाहित किया गया — जिसे प्लाज़्मा-वाटर इंटरैक्शन (PWI) की स्थिति कहा गया। यह विधि NH_3 संश्लेषण हेतु एक सरल लेकिन प्रभावशाली तकनीक पाई गई। वास्तव में, इस PWI विधि में प्राप्त कुल आयन सांद्रता ($PWI\text{-}C_{NO3^- + NH4^+} \approx 34mM$) नमी युक्त गैस ($C_{NO3^- + NH4^+} \approx 21mM$) और सूखी गैस विधि ($C_{NO3^- + NH4^+} \approx 19$ mM) की तुलना में 1.6 से 1.8 गुना अधिक थी। इस अध्ययन में, 3 घंटे प्लाज़्मा एक्सपोज़र के दौरान सूखी गैस के साथ NH_4^+ उत्पादन की ऊर्जा लागत ~0.1 MJ/mol पाई गई। जब नमी युक्त गैस का उपयोग किया गया, तो यह लागत घटकर ~0.02 MJ/mol हो गई। लेकिन PWI अवस्था में, यह लागत और भी घटकर ~0.0054 MJ/mol रह गई, जो कि एक महत्वपूर्ण सुधार है। इस PWI तकनीक की विशिष्टता यह है कि इसमें N_2 और H_2 को अलग से तैयार करने की आवश्यकता नहीं होती, क्योंकि इसमें वायु और पानी को सीधे नाइट्रोजन और हाइड्रोजन स्रोत के रूप में प्रयोग किया जाता है — जिससे ऊर्जा की बचत होती है। अतः यह विधि स्थानीय, लघु-स्तरीय अमोनियम उत्पादन के लिए उपयुक्त और व्यावहारिक है। इसके अलावा, हमारे सिस्टम में उत्पन्न NO_3^- और NH_4^+ उत्पाद यह संकेत देते हैं कि संभवतः NH_4NO_3 (अमोनियम नाइट्रेट) का निर्माण हो रहा है, जो कि एक लाभकारी उर्वरक उत्पाद है (चित्र 3.18)।

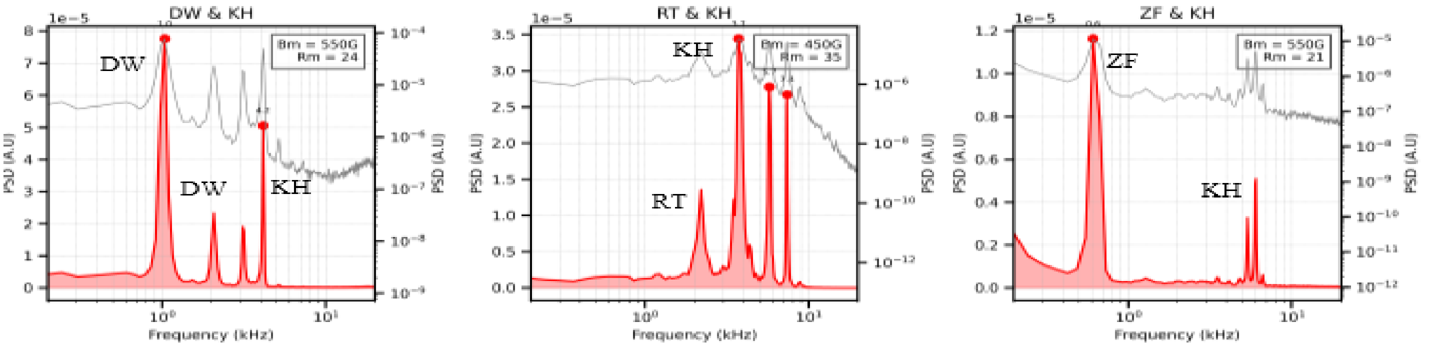
A3.5 व्युत्क्रम चुंबकीय प्लाज़्मा प्रायोगिक उपकरण (आई एम पी ई डी)

व्युत्क्रम चुंबकीय प्लाज़्मा प्रायोगिक उपकरण (आई एम पी ई डी) एक रैखिक प्लाज़्मा उपकरण है जिसकी लंबाई लगभग 3 मीटर है। यह



चित्र A.3.15: 15 kV AC प्लाज़्मा डिस्चार्ज वोल्टेज और 1 $Lmin^{-1}$ की फ्लो रेट के तहत NO3- और NH4+ आयन कंसंट्रेशन में समय पर निर्भर बदलाव।

उपकरण एक समान अक्षीय चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव में लगभग 2.2 मीटर लंबा समान प्लाज़्मा स्तंभ उत्पन्न करता है।आई एम पी ई डी का एक विशिष्ट प्रायोगिक नियंत्रण पैरामीटर है Rm = Bm / Bs, जहाँ Bm और Bs क्रमशः मुख्य तथा स्रोत कक्षों के चुंबकीय क्षेत्रों का प्रतिनिधित्व करते हैं। Rm के मान को परिवर्तित करके, घनत्व, तापमान तथा विभव



चित्र A.3.16: 15 kV AC प्लाज़्मा डिस्चार्ज वोल्टेज और 1 Lmin^{-1} की फ्लो रेट के तहत NO3- और NH4+ आयन कंसंट्रेशन में समय पर निर्भर बदलाव।

जैसी संतुलन अवस्थाओं में आवश्यक प्रवणताएँ उत्पन्न की जाती हैं। ये प्रवणताएँ अंतर्निहित दोलनों को उत्तेजित करने हेतु आवश्यक मुक्त ऊर्जा प्रदान करती हैं।ये दोलन निम्न-आवृत्ति अस्थिरताएँ उत्पन्न करते हैं, जिनमें ड्रिफ्ट वेव, रेली–टेलर तथा केल्विन–हेल्महोल्ट्ज़ अस्थिरताएँ शामिल हैं। ये अस्थिरताएँ असामान्य क्रॉस-फील्ड परिवहन को बढ़ाती हैं और प्लाज़्मा के संधारण को कमजोर करती हैं — ठीक उसी प्रकार जैसे टोरॉइडल संलयन उपकरणों जैसे टोकामक में देखा जाता है। हाल ही में आई एम पी ई डी में DW और KH अस्थिरताओं के सह-अस्तित्व का प्रायोगिक प्रदर्शन किया गया है तथा उनके गैर-रेखीय अंतःक्रियाओं के माध्यम से परिवहन के नियमन के तंत्रों की पहचान की गई है। इसके अतिरिक्त, एक ऐसा पैरामीटर क्षेत्र भी देखा गया है जहाँ RT और KH प्रकार की बांसुरी-जैसी अस्थिरताएँ साथ-साथ विद्यमान रहती हैं, जिनका पारस्परिक युग्मन टकरावशीलता पर अत्यधिक निर्भर पाया गया है — यह स्थिति आयनोस्फेरिक प्लाज़्मा जैसी परिस्थितियों के समान है।इस व्यवहार में घनत्व प्रवणता स्केल लंबाई तथा शीयर स्केल लंबाई का पारस्परिक संबंध महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिसे घनत्व एवं विद्युत क्षेत्र प्रोफ़ाइल में संशोधन द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। विशेष रूप से, निम्न-Rm क्षेत्र में रेडियल डी.सी. विद्युत क्षेत्र का मान 180 V/m तक पहुँच सकता है, जहाँ शीयर-प्रेरित प्रभाव प्रमुख रहते हैं।प्राथमिक अस्थिरताओं के अतिरिक्त, द्वितीयक मीज़ो-स्केल संरचनाएँ जैसे जोनल फ्लो और स्ट्रिमर की भी पहचान की गई है, जो अस्थिर DW या KH मोड्स के बीच क्रमिक त्रि-तरंग युग्मन के माध्यम से विकसित होती हैं।जोनल फ्लो और स्ट्रिमर विशेष रूप से आईटीईआर जैसे संलयन प्लाज़्मा में महत्त्वपूर्ण हैं क्योंकि वे अशांति और परिवहन को नियंत्रित करते हैं, यद्यपि इन द्वितीयक संरचनाओं पर प्रायोगिक अध्ययन अब तक सीमित हैं। इन संरचनाओं के गठन एवं गतिकी की उन्नत समझ न केवल संलयन उपकरणों में क्रॉस-फील्ड परिवहन के नियंत्रण हेतु रणनीतियों के विकास में सहायक होगी, बल्कि मौलिक खगोलीय तथा अंतरिक्ष प्लाज़्मा में होने वाली समान प्रक्रियाओं के बारे में भी महत्त्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करेगी।

A3.6 सूक्ष्मतरंग प्लाज़्मा प्रयोगों के लिए (सिम्पल – *SYMPLE)* उपकरण

प्लाज़्मा तथा विद्युतचुंबकीय तरंगों के विभिन्न शक्ति स्तरों पर परस्पर अंतःक्रिया के अध्ययन हेतु SYMPLE प्रणाली की स्थापना की गई है। यह प्रणाली उच्च शक्ति माइक्रोवेव स्रोत को प्लाज़्मा से संयोजित कर संचालित की जाती है, जैसा कि चित्र 2.11.11 में दर्शाया गया है। विद्युतचुंबकीय तरंगों के प्लाज़्मा में रैखिक अनुनाद अवशोषण को स्पष्ट करने के उद्देश्य से किए गए प्रयोगों के अंतर्गत, निम्न शक्ति (लगभग 100 वाट) परीक्षण किए गए। इन प्रयोगों का उद्देश्य प्लाज़्मा में तरंग अवशोषण के सैद्धांतिक रूप से प्रत्याशित Dinizov-सदृश निर्भरता का प्रायोगिक सत्यापन करना था।

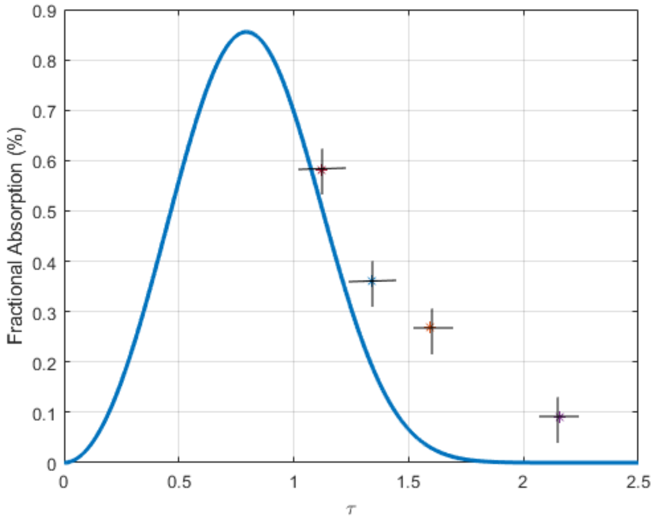
विशेष रूप से अनुनाद तरंग अवशोषण के उद्देश्य से इन प्रयोगों के लिए, अनुकूलित और नियंत्रित किए जाने वाले मापदंडों में शामिल हैं,

(i) $\sin^{-1}\sqrt{\varepsilon_{r,crit}}$ द्वारा दिया गया “प्रभावी घटना कोण q_{eff}” जहां

चित्र A.3.17: SYMPLE प्रायोगिक संयोजन —.1 मोड कन्वर्टर.2 , डी.सी. ब्रेक.3 , स्टब ट्यूनर.4 , डायरेक्शनल कपलर.5 , सर्कुलेटर.6 , वेरिएबल एटेन्युएटर.7 , डमी लोड.8 , मैग्नेट्रॉन तथा.9 इलेक्ट्रोमैग्नेट।

"$e_{r,crit}$ " तरंग वापसी के स्थान के अनुरूप प्लाज़्मा की सापेक्ष विद्युतशीलता है, जो माइक्रोवेव मोड और प्लाज़्मा रेडियल सीमा पर निर्भर करती है, और (ii) प्लाज़्मा अक्षीय घनत्व ढाल स्केल लंबाई Ln। इस प्रकार प्रयोगों में तरंग के उत्तेजित मोड के साथ-साथ प्लाज़्मा रेडियल और अक्षीय घनत्व विस्तार और प्रोफाइल पर सावधानीपूर्वक नियंत्रण की आवश्यकता होती है। विभिन्न मोड (जैसे TM01, TM02, TM03 आदि) को TE-TM मोड कनवर्टर के साथ उपयुक्त माइक्रोवेव स्टेप ट्रांजिशन संरचनाओं को स्थापित करके उत्प्रेरित किया गया। अति -घने प्लाज़्मा में तरंग के आंशिक अवशोषण को विभिन्न तरंग और प्लाज़्मा प्राचलों के लिए तरंग परावर्तन प्रयोगों का उपयोग करके मापा जाता है। चित्र 2.11.2 प्रारंभिक प्रायोगिक परिणामों को दर्शाता है जहाँ प्राप्त अवशोषण आँकड़े सैद्धांतिक डिनिज़ोव-वक्र (नीला वक्र) के दाहिने आधे भाग पर लागू होते हैं।

त्रुटियों को न्यूनतम करने, सम्पूर्ण पैरामीट्रिक रेंज को कवर करने तथा अनुनाद तरंग अवशोषण के सिद्धांत को मान्य करने के लिए अधिक डेटा उत्पन्न करने के लिए प्रयोग चल रहे हैं, जो कि अभी तक प्रयोगात्मक रूप से बहुत कम खोजा गया क्षेत्र है।



चित्र A.3.18: आंशिक तरंग अवशोषण बनाम पैरामीटर 't', जो तरंग के प्रभावी आपतित कोण, प्लाज़्मा की रेडियल सीमा, और प्लाज़्मा की अक्षीय घनत्व-ढाल स्केल लंबाई का एक फलन है।

A4. प्लाज़्मा आधारित प्रौद्योगिकियाँ और अनुप्रयोग

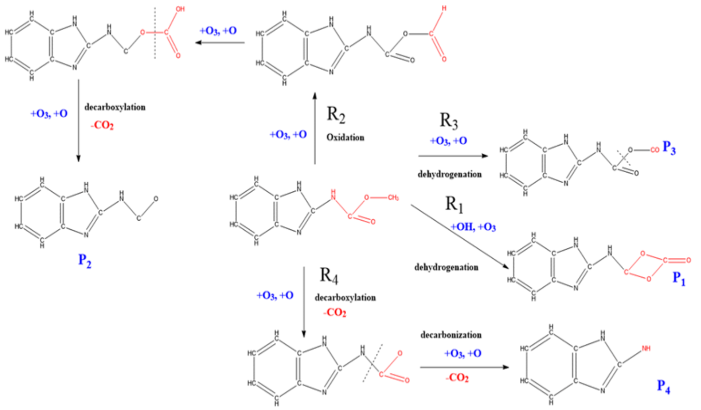
प्लाज़्मा आधारित प्रौद्योगिकियाँ और उनके अनुप्रयोग एक ऐसा प्रमुख क्षेत्र हैं जिनके दूरगामी तकनीकी और सामाजिक लाभ हैं। इन क्षेत्रों में नई परियोजनाएँ जोड़ी गई हैं और उल्लेखनीय प्रगति जारी है। वर्तमान वर्ष की मुख्य उपलब्धियाँ निम्नलिखित उप-खंडों में विस्तृत रूप से दी गई हैं।

A4.1 प्लाज़्मा सतह इंजीनियरिंग अनुप्रयोग ………………………………………...60
A4.2 वायुमंडलीय प्लाज़्मा अनुप्रयोग ……………………………………………62
A4.3 प्लाज़्मा थ्रस्टर प्रौद्योगिकी ……………………………………………….63
A4.4 अन्य प्रौद्योगिकियाँ ……………………………………………...…………64

A4.1 प्लाज़्मा सतह इंजीनियरिंग अनुप्रयोग

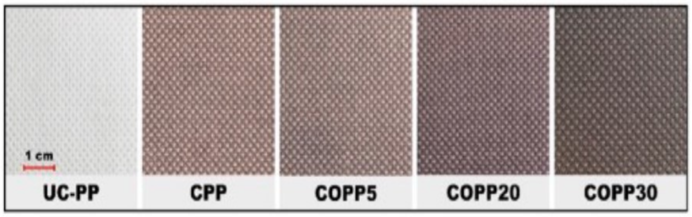
प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्लाज़्मा प्रजातियों से प्रेरित कार्बेन्डाज़िम अपघटन का प्रतिक्रियाशील आणविक गतिकी (RMD) सिमुलेशन: कार्बेन्डाज़िम (CBZ) एक प्रणालीगत बेंज़िमिडाज़ोल कार्बामेट फफूंदनाशी (fungicide) है, जिसका उपयोग कृषि, वानिकी तथा पशु चिकित्सा में फफूंदजनित रोगों से बचाव हेतु किया जाता है। इसे विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) द्वारा एक खतरनाक रासायनिक पदार्थ के रूप में वर्गीकृत किया गया है। यद्यपि ठंडे वायुमंडलीय प्लाज़्मा ने प्रयोगात्मक रूप से कीटनाशकों के अपघटन में उत्कृष्ट परिणाम प्रदर्शित किए हैं — जैसे उच्च निष्कासन दर, ऊर्जा दक्षता तथा पर्यावरण–अनुकूल विशेषताएँ — तथापि, RMD सिमुलेशन रासायनिक बंधों के टूटने और बनने की प्रक्रियाओं का अनुमान लगा सकते हैं जो इन अंतःक्रियाओं के दौरान घटित होती हैं। RMD सिमुलेशन के उपयोग से प्राथमिक अभिक्रिया मार्गों की पहचान की गई है, जो यह दर्शाते हैं कि किस प्रकार प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियाँ (ROS) — जैसे ऑक्सीजन परमाणु (O), हाइड्रॉक्सिल रेडिकल (OH•), तथा ओज़ोन अणु (O_3) — CBZ के अपघटन मार्गों को प्रेरित करती हैं। ROS और मेथॉक्सीकार्बोनाइल समूह के बीच अभिक्रिया प्रक्रिया के दौरान चार संभावित अंतःक्रिया तंत्र (जिन्हें R_1, R_2, R_3, तथा R_4 के रूप में दर्शाया गया है) की पहचान की गई है (चित्र A.4.1)।

इलेक्ट्रॉन-समृद्ध मिथाइल समूह की उपस्थिति के कारण, पहली अभिक्रिया $-CH_3$ समूह से हाइड्रोजन अपसारण (H-abstraction) अभिक्रिया के रूप में होती है, जिसके परिणामस्वरूप एक अस्थिर संरचना बनती है जो चार विभिन्न अभिक्रिया मार्गों को सक्रिय करती है। अभिक्रिया R_1 को OH रेडिकल्स तथा O_3 अणुओं के साथ देखा जा सकता है, जबकि R_2, R_3, और R_4 अभिक्रियाएँ ऑक्सीजन परमाणुओं (O) और O_3 अणुओं के साथ घटित होती हैं। मेथॉक्सीकार्बोनाइल समूह का विघटन सदैव विषाक्तता में कमी का कारण बनता है। सिमुलेशन परिणामों से यह संकेत मिलता है कि जैसे-जैसे प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS) की सांद्रता बढ़ती है, वैसे-वैसे हाइड्रोजन अपसारण तथा C–O बंधन बनने की घटनाओं में भी वृद्धि होती है। इसके अतिरिक्त, सिमुलेशन यह दर्शाते हैं कि OH, O तथा O_3 प्रजातियाँ हाइड्रोजन अपसारण/डिहाइड्रोजनेशन, ऑक्सीकरण, डीकार्बोनाइजेशन और डीकार्बॉक्सिलेशन जैसी प्रक्रियाओं के माध्यम से विषैले मेथॉक्सीकार्बोनाइल समूह का विनाश करती हैं, जिसके परिणामस्वरूप CO_2 जैसे छोटे अणुओं का निर्माण होता है। इस प्रमुख संरचना के विघटन से CBZ की जैविक सक्रियता में कमी का संकेत मिलता है। प्राप्त रासायनिक अभिक्रिया मार्गों तथा सांख्यिकीय आंकड़ों से CBZ के परमाण्विक-स्तर के अपघटन तंत्र की समझ विकसित होती है, जो भविष्य के अनुप्रयोगों में कीटनाशक अपघटन रणनीतियों के अनुकूलन हेतु एक सैद्धांतिक आधार प्रदान करती है।



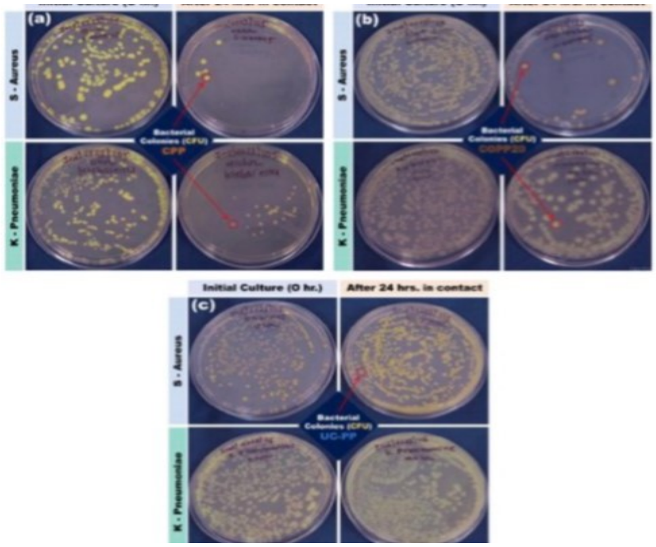
चित्र A.4.1: CBZ के मेथॉक्सीकार्बोनाइल समूह पर प्राप्त विभिन्न अभिक्रिया मार्ग।

<u>पॉलीप्रोपाइलीन वस्त्र पर मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग तकनीक द्वारा प्रतिजैविक (Antibacterial) कॉपर ऑक्साइड कोटिंग:</u>



चित्र A.4.2: कोटेड और अनकोटेड वस्त्र —अनकोटेड पॉलीप्रोपाइलीन (UC-PP),कॉपर-लेपित पॉलीप्रोपाइलीन (CPP),5% ऑक्सीजन आंशिक दाब पर कॉपर ऑक्साइड (COPP5), 20% ऑक्सीजन आंशिक दाब पर कॉपर ऑक्साइड (COPP20), 30% ऑक्सीजन आंशिक दाब पर कॉपर ऑक्साइड (COPP30)।

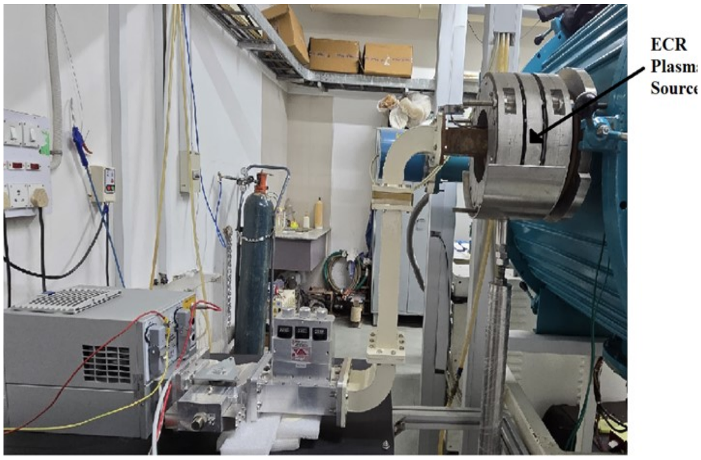
मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग तकनीक के माध्यम से पॉलीप्रोपाइलीन (PP) वस्त्रों पर कॉपर तथा उसके ऑक्साइड्स की परतें विभिन्न ऑक्सीजन आंशिक दाबों पर निक्षेपित की गई हैं। इन कॉपर ऑक्साइड परतों की उपस्थिति की पुष्टि सतह संरचना विश्लेषण द्वारा की गई है, जिसमें स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) तथा एक्स-रे विवर्तन (XRD) तकनीकों का उपयोग किया गया। इसके अतिरिक्त, लेपित वस्त्रों की प्रतिजैविक (antibacterial) प्रभावशीलता का भी अध्ययन किया गया। प्रतिजैविक परीक्षण परिणामों से यह स्पष्ट होता है कि कॉपर तथा कॉपर ऑक्साइड दोनों ही ग्राम-पॉज़िटिव जीवाणुओं (gram-positive bacteria) के विरुद्ध उत्कृष्ट प्रदर्शन करते हैं, जिससे 4-लॉग की कमी प्राप्त होती है। विभिन्न ऑक्सीजन आंशिक दाबों पर लेपित वस्त्रों की छवियाँ तथा उनकी पहचान हेतु प्रयुक्त संक्षिप्त नाम चित्र A.4.2 में दर्शाए गए हैं।



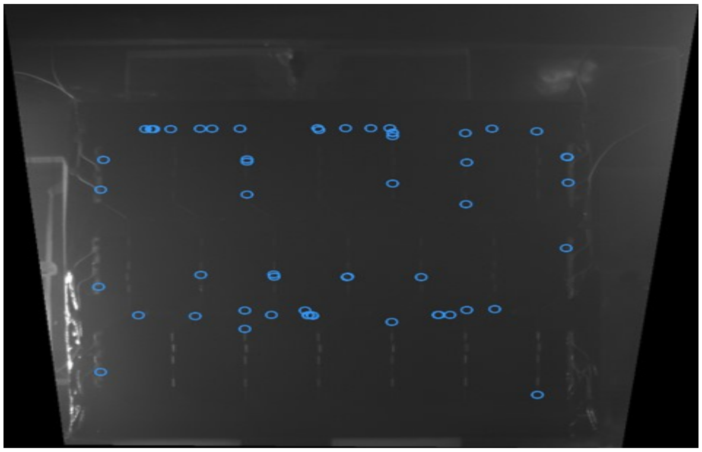
चित्र A.4.3: (a) CPP, (b) COPP20 तथा (c) UC-PP के लिए AATCC -100 विधि द्वारा प्राप्त जीवाणुरोधी प्रभावशीलता।

ऑक्सीजन के आंशिक दाब से कोटिंग सतहों की उपस्थिति प्रभावित होती है, जो ऑक्साइड बनने की भिन्न मात्रा के कारण हो सकती है। AATCC-100 परीक्षण के लिए तीन प्रकार के कपड़ों — बिना कोटिंग वाले, कॉपर-कोटेड तथा कॉपर ऑक्साइड-कोटेड (COPP20) — का चयन किया गया है। यह परीक्षण संपर्क द्वारा जीवाणुनाशक क्रिया का मूल्यांकन करता है और मात्रात्मक आँकड़े प्रदान करता है। इन कपड़ों में, केवल ऑक्साइड चरणों से बने COPP20 की जीवाणुरोधी प्रभावशीलता की तुलना CPP और UC-PP के साथ की गई है। चित्र A.4.3 में ग्राम-पॉज़िटिव जीवाणु (*Staphylococcus aureus*) तथा ग्राम-नेगेटिव जीवाणु (*Klebsiella pneumoniae*) के लिए प्रत्येक प्रकार के कपड़े पर बने कॉलोनियों की संख्या प्रदर्शित की गई है। प्राप्त CFU परिणामों से यह स्पष्ट होता है कि बिना कोटिंग वाला कपड़ा (UC-PP) 24 घंटे के संपर्क के बाद अधिक जीवाणु वृद्धि का समर्थन करता है, जबकि कोटेड कपड़े (CPP और COPP20) पर कॉलोनियों का निर्माण उल्लेखनीय रूप से कम पाया गया।

अंतरिक्ष यान प्लाज़्मा अंतःक्रिया प्रयोग – SPIX-III: प्लाज़्मा अध्ययन प्रयोगों में पृथ्वी की निचली कक्षा (Low Earth Orbit – LEO) की स्थितियों का अनुकरण करने हेतु, प्लाज़्मा घनत्व को $1 - 5 \times 10^{12}$ / m^3 की सीमा में तथा इलेक्ट्रॉन तापमान को 3 eV - 5 eV की सीमा में रखा गया। ये LEO प्लाज़्मा मापदंड देश में विकसित इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेज़ोनेंस (ECR) प्लाज़्मा स्रोत, जिसे SPIX सेटअप के साथ एकीकृत किया गया है, के उपयोग से प्राप्त किए गए हैं।



चित्र A.4.4: प्लाज़्मा उत्पादन हेतु देश में विकसित ECR प्लाज़्मा स्रोत।



चित्र A.4.5: नए ECR प्लाज़्मा स्रोत का उपयोग करते हुए किए गए LEO प्राथमिक आर्क (arc) प्रयोग के दौरान कैप्चर किए गए आर्क स्थान।

देश में विकसित ECR स्रोत के प्रदर्शन को सत्यापित करने के लिए, LEO के प्राथमिक प्रयोग एक परीक्षण सौर कूपन पर किए गए। चित्र A.4.5 में नए विकसित ECR प्लाज़्मा स्रोत का उपयोग करते हुए किए गए LEO प्राथमिक आर्क प्रयोग के दौरान विभिन्न आर्क स्थानों को प्रदर्शित किया गया है। कुल 41 LEO एवं GEO प्रयोग विस्तारित SPIX -III सुविधा में, URSC, बेंगलुरु द्वारा प्रदत्त विभिन्न प्रकार के सौर कूपनों पर संपन्न किए गए।

A4.2 वायुमण्डलीय प्लाज़्मा के अनुप्रयोग

आईपीआर में रौद्र™ प्लांट का परीक्षण:

चित्र A.4.6: a) वास्तविक छायाचित्र – (a) सामान्य तापमान डैम्पर तथा b) प्राथमिक चैम्बर

पाँच टन प्रति दिवस (5-TPD) क्षमता वाले रौद्र™ प्लांट की उप-प्रणालियाँ, जैसे प्राथमिक चैम्बर, द्वितीयक चैम्बर, गैस शुद्धिकरण प्रणाली, उच्च तापमान स्लाइड-प्लेट डैम्पर तथा सामान्य तापमान स्लाइड-प्लेट डैम्पर (चित्र 1) को एफ.सी.आई.पी.टी. परिसर में पहुँचाया गया है। इन उप-प्रणालियों का वांछित मापदंडों पर सफल परीक्षण करने के पश्चात रौद्र™ प्लांट का एकीकरण किया गया और प्राथमिक चैम्बर में तीन प्लाज़्मा टॉर्चों (चित्र A.4.6) को संचालित कर प्रारंभिक परीक्षण-परिचालन सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। वर्तमान में

चित्र A.4.7 एफ.सी.आई.पी.टी. परिसर में एकीकृत 5-टीपीडी RAU-DRA™ प्लांट का परीक्षण

इस रौद्र™ प्लांट का परीक्षण इसकी पूर्ण प्री-हीटिंग स्थितियों पर प्रगति पर है। सफल परीक्षण के पश्चात प्लांट को विघटित कर पैक किया जाएगा तथा इसे साझा बायोमेडिकल वेस्ट ट्रीटमेंट फैसिलिटी (CBWTF), वाराणसी भेजा जाएगा, जहाँ इसे ऑटोक्लेव, बायोमेडिकल वेस्ट श्रेडर, सतत् उत्सर्जन निगरानी प्रणाली, अपशिष्ट उपचार संयंत्र, नाइट्रोजन जनरेटर और ऑक्सीजन जनरेटर जैसी अन्य मशीनरी एवं उपकरणों के साथ स्थापित किया जाएगा।

एपीडी द्वारा विकसित प्रौद्योगिकियों हेतु इनक्यूबेशन समझौतों पर हस्ताक्षर:

स्टार्ट-अप्स एक्सकार्बन प्राइवेट लिमिटड और ईकोप्लासवा टेक्नॉलोजी प्राइवेट लिमिटड के साथ दो इनक्यूबेशन समझौतों पर हस्ताक्षर किए गए। एक्सकार्बन का प्रमुख कार्यक्षेत्र अपशिष्ट से ऊर्जा अनुप्रयोग है और इसे आईपीआर की 'रौद्र' प्लाज़्मा पाइरोलिसिस प्रौद्योगिकी के वाणिज्यीकरण हेतु इनक्यूबेट किया गया है। वर्ष 2024-25 में आईपीआर की 'रौद्र' प्लाज़्मा पाइरोलिसिस प्रौद्योगिकी (जैविक अपशिष्ट के निपटान हेतु) के तकनीकी ज्ञान-हस्तांतरण तथा लाइसेंस प्रदान करने के लिए एक समझौता (चित्र A.4.8) एक्सकार्बन और एआईसी-प्लाज़्माटेक इन्नोवेशन फाउण्डेशन (AIC-Plasmatech)—जो कि आईपीआर द्वारा स्थापित एक धारा-8 कंपनी है—के बीच निष्पादित किया गया।

चित्र A.4.8: एक्सकार्बन प्रा. लि. के साथ किए गए इनक्यूबेशन समझौते।

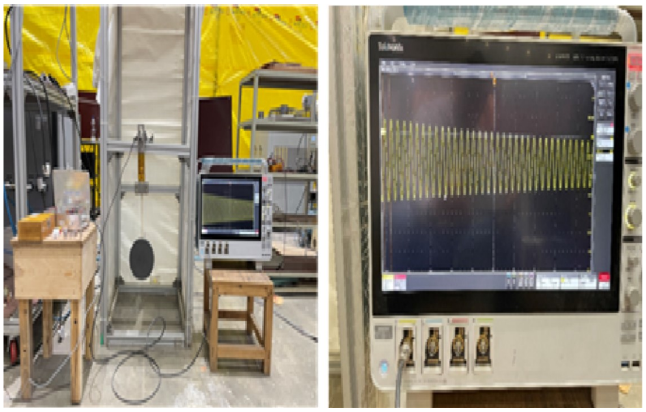
इकोप्लासवा का उद्देश्य आईपीआर द्वारा पेटेंट की गई प्लाज़्मा एक्टिवेटड वॉटर प्रौद्योगिकी पर आधारित उत्पाद विकसित करना है, जिनका उपयोग डेयरी उद्योग में प्रयुक्त कंटेनरों की सफाई और कीटाणुशोधन के लिए किया जाएगा। इसके अतिरिक्त, यह प्रौद्योगिकी कृषि अनुप्रयोगों — जैसे कि जैव-पोषण (bio-nutrition) और फसलों के लिए जैव-उर्वरक (bio-fertilizers) — में भी उपयोग की जाएगी (चित्र A.4.9)।

चित्र A.4.9: इकोप्लासवा टेक्नॉलोजिस प्रा. लि. के साथ किए गए इनक्यूबेशन समझौते।

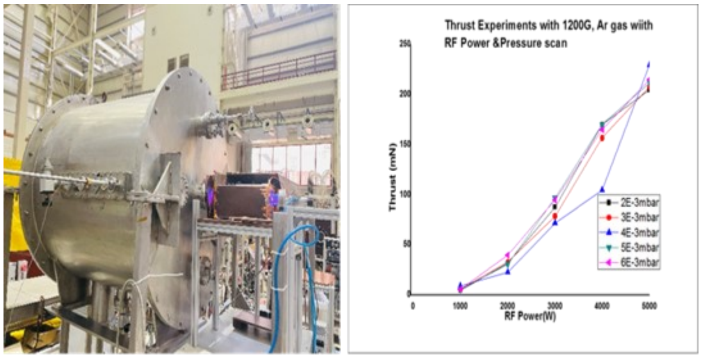
A4.3 प्लाज़्मा थ्रस्टर प्रौद्योगिकी

हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर (HPT) एक प्रायोगिक प्रणाली है, जिसका उद्देश्य हेलिकॉन प्लाज़्मा का उपयोग करके थ्रस्ट (बल) उत्पन्न करना एवं प्रदर्शित करना है। इस प्रौद्योगिकी का उपयोग गहन अंतरिक्ष प्रणोदन में किया जा सकता है। थ्रस्ट प्रदर्शन प्रयोगों के लिए थ्रस्ट मापन सेंसर एक महत्वपूर्ण घटक है। चित्र A.4.10 (बाएँ) में दर्शाया गया थ्रस्ट बैलेंस सिस्टम सफलतापूर्वक 2 N तक के बलों को मापने के लिए अंशांकित किया गया है।

चित्र A.4.10 (दाएँ) में इस प्रणाली की प्राकृतिक आवृत्ति और स्व-शमन तंत्र प्रदर्शित किया गया है। प्रभावी स्व-शमन यह सुनिश्चित करता है कि बैलेंस शीघ्रता से स्थिर हो जाए, जिससे स्थायी और सटीक थ्रस्ट माप संभव हो सके। यह सेंसर अंतरिक्ष-स्तर की आवश्यकताओं जैसी विशिष्टताओं को पूरा करता है। सफल अंशांकन के पश्चात, इस थ्रस्ट बैलेंस प्रणाली को बड़े हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर सिस्टम के साथ प्रयोगात्मक संचालन और थ्रस्ट मापन के दौरान चित्र A.4.11 में दर्शाए अनुसार सहज रूप से एकीकृत किया गया।



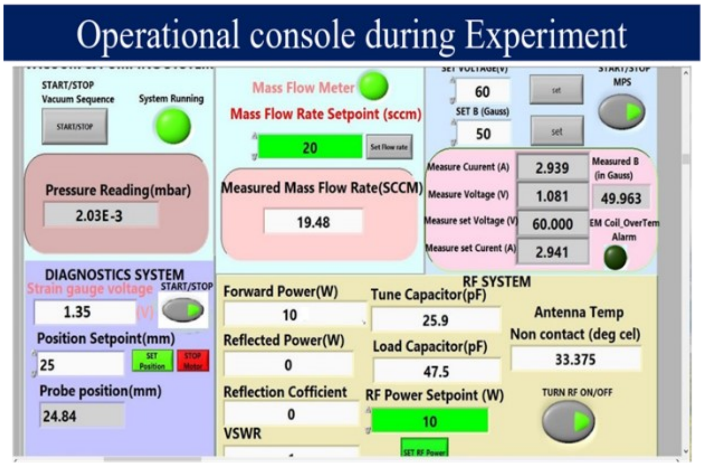
चित्र A.4.10: (बाएँ) अंशांकन सेटअप। (दाएँ) बैलेंस की प्राकृतिक आवृत्ति का सिग्नल।



(a) (b)

चित्र A.4.11: (a) बड़ा हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर सिस्टम। (b) मापा गया थ्रस्ट डेटा।

इन प्रयोगों का एक प्रमुख उद्देश्य प्रणाली द्वारा उत्पन्न थ्रस्ट को अनुकूल करना था। इसके लिए विभिन्न परिचालन पैरामीटरों जैसे चुंबकीय क्षेत्र (B), गैस प्रवाह दर और रेडियो फ्रीक्वेंसी (RF) पावर को व्यवस्थित रूप से समायोजित किया गया ताकि प्लाज़्मा थ्रस्ट को मापा जा सके। इस कठोर अनुकूलन के परिणामस्वरूप, हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर सिस्टम ने 1-5 kW RF पावर और 1200 G चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग करते हुए 5–230 mN का प्रभावशाली थ्रस्ट उत्पन्न किया। यह उपलब्धि उच्च-शक्ति हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर्स के लिए एक महत्वपूर्ण प्रगति को दर्शाती है, और भविष्य के अंतरिक्ष प्रणोदन में इनकी क्षमता को उजागर करती है, जहाँ उच्च थ्रस्ट के साथ अपेक्षाकृत उच्च विशिष्ट आवेग और थ्रस्टर दक्षता की आवश्यकता होती है। प्लाज़्मा विशेषताओं का मापन करने के लिए प्लाज़्मा डायग्नोस्टिक्स का उपयोग किया गया, जिसमें प्लाज़्मा घनत्व (10^{11}–10^{13} cm^3), प्लाज़्मा तापमान (1–12 eV) और प्रवाह वेग (4–9 km/s और मैक संख्या > 1 –3) को मापा गया। लैंगमुर प्रोब का उपयोग करके हेलिकॉन प्लाज़्मा के स्रोत क्षेत्र में कई घनत्व झटके सफलतापूर्वक दर्ज किए गए। प्रयोगात्मक डेटा से चार विशिष्ट हेलिकॉन मोड्स पहचाने गए, जिन्हें W1, W2, W3 और W4 नाम दिया गया। इन मोड्स में घनत्व ~ 5 × 10^{11} – 2 × 10^{13} cm^3 के रेंज में पाए गए।



चित्र A.4.12: प्रयोगों के दौरान HPT उप-प्रणालियों का संचालन नियंत्रण।

हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर (HPT) प्रणाली का स्वचालित नियंत्रण चुनौतीपूर्ण है क्योंकि यह एक विविध प्रायोगिक प्रणाली है जिसमें कई उप-प्रणालियाँ शामिल हैं, जैसे वैक्यूम उप प्रणाली, चुंबक उप प्रणाली, RF जनरेटर आदि। सभी उप-प्रणालियों का एकीकृत और स्वचालित संचालन आवश्यक है ताकि उप-प्रणाली के पैरामीटर (जैसे RF पावर, वैक्यूम चैम्बर का दबाव, चुंबकीय क्षेत्र आदि) को एकल GUI कंसोल के माध्यम से मॉनिटर और नियंत्रित किया जा सके। उप-प्रणालियाँ, जो विविध हार्डवेयर, सॉफ़्टवेयर और संचार इंटरफ़ेस के माध्यम से जुड़ी हैं, एकीकरण के लिए चुनौती देती हैं।

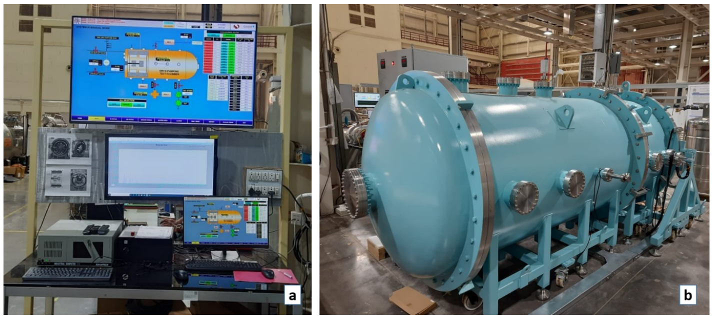
हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर का एकीकृत संचालन PLC पर अनुक्रमिक नियंत्रण को लागू करके और विविध संचार प्रोटोकॉल का प्रोग्रामिंग करके प्राप्त किया गया। नियंत्रण प्रणाली को लैबव्यू के माध्यम से स्काडा के रूप में एकीकृत किया गया। विकसित एकीकृत GUI ऑपरेशन को प्रोटोटाइप HPT सिस्टम के साथ सफलतापूर्वक एकीकृत और सत्यापित किया गया है (चित्र A.4.12)।

A4.4 अन्य प्रौद्योगिकियाँ

माइक्रोवेव अवशोषित करने वाले प्लाज़्मा पैनल का विकास: मेटालिक लक्ष्य के राडार क्रॉस सेक्शन (RCS) को कम करने के लिए माइक्रोवेव विकिरण का अवशोषण आवश्यक है। उपयुक्त मापदंडों वाले प्लाज़्मा में आगामी MW सिग्नलों को अवशोषित और स्कैटर करने की क्षमता होती है। इस गुण का उपयोग करके RCS कम करने के लिए प्लाज़्मा पैनल विकसित किए गए। प्रारंभिक प्रयोगों में वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध फ्लोरोसेंट लैंप्स का उपयोग प्लाज़्मा चैम्बर के रूप में किया गया। इन प्लाज़्मा ट्यूबों को उपयुक्त आयामों वाले टेफ्लॉन हाउसिंग में एम्बेड करके एक प्लाज़्मा "पैनल" तैयार किया गया। प्लाज़्मा पैनलों का प्रदर्शन एनेकोइक चैम्बर में तथा बाहरी खुले वातावरण में परीक्षण किया गया। परिणामस्वरूप, प्लाज़्मा टाइलों ने आपतित मेगावॉट पावर का 50–80% तक अवशोषण प्रदर्शित किया। इन परिणामों को सिमुलेशन अध्ययन द्वारा भी सत्यापित किया गया।

बड़ी क्रायोपंप परीक्षण सुविधा (LCTF) का विकास: बड़े आकार के निर्वात परिवेश का उपयोग अंतरिक्ष अनुसंधान, नाभिकीय संलयन, त्वरक, वायुमंडलीय सिमुलेटर तथा सामग्री प्रसंस्करण जैसे विविध अनुप्रयोगों में व्यापक रूप से किया जाता है। इन अनुप्रयोगों के लिए किफायती एवं उच्च गति निर्वात पंपिंग समाधान की आवश्यकता लगातार बढ़ रही है। परंपरागत पद्धतियों में क्षमता, लागत एवं प्रयोज्यता प्रमुख चुनौतियाँ हैं। इन आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु तरल नाइट्रोजन से शीतलित बड़े आकार का क्रायोपंप एक संभावित एवं प्रभावी समाधान के रूप में उभर कर आया है। इसी उद्देश्य से संस्थान में बड़ी क्रायोपंप परीक्षण सुविधा विकसित की गई है (चित्र A.4.13 एवं A.4.14)। इस LCTF के लिए 1250 मि.मी. व्यास वाला LN_2 शीतलित सोर्प्शन क्रायोपंप डिज़ाइन और निर्मित किया गया, तथा अमेरिकन वैक्यूम सोसाइटी (AVS) मानक के अनुसार नाइट्रोजन, आर्गन एवं वायु के पंपिंग संबंधी प्रयोग संपन्न किए गए। इस क्रायोपंप का इनलेट व्यास 1250 मि.मी. तथा लंबाई 800 मि.मी. है, जिसमें विकिरण परिरक्षण हेतु कुंडलाकार (Annular) LN_2 बाथ सम्मिलित है। तांबे से निर्मित क्रायोपंपिंग पैनल, तरल नाइट्रोजन भरने पर 82 K तापमान के निकट चालकता-आधारित शीतलन प्राप्त करते हैं। क्रायोपंप की ज्यामितीय संरचना को डिज़ाइन प्रमाणीकरण हेतु Molflow+ सिमुलेशन सॉफ़्टवेयर का उपयोग कर अनुकूलित किया गया। साथ ही, संरचनात्मक एवं ऊष्मीय विश्लेषण ANSYS सॉफ़्टवेयर द्वारा किया गया। इस LCTF में, चारकोल-लेपित क्रायोपैनल और छोटे टर्बो-मॉलिक्यूलर पंप के साथ 7×10^{-9} mbar का आधार निर्वात प्राप्त किया गया। AVS मानक के अनुसार प्रयोगात्मक रूप से मापी गई औसत पंपिंग गतियाँ हैं: नाइट्रोजन (N_2): 32,742 l/s, आर्गन (Ar): 20,605 l/s एवं वायु (Air): 25,409 l/s है। प्रयोग 1.15×10^{-7} mbar से 3.68×10^{-6} mbar के दाब सीमा में तथा 4.0×10^{-3} mbar·l/s से 8.0×10^{-2} mbar·l/s की डोज़िंग दर पर किए गए।

चित्र A.4.13: क्रायोपंप अगस्त्य-1250 का वास्तविक छायाचित्र।



चित्र A.4.14: (a) डेटा अधिग्रहण प्रणाली तथा (b) एकीकृत LCTF प्रणाली।

A5. सैद्धांतिक मॉडलिंग और कम्प्यूटेशनल प्लाज्मा भौतिकी

उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग प्रणाली के साथ कई उन्नयन किए गए हैं और सैद्धांतिक मौलिक प्लाज्मा विज्ञान, संलयन विज्ञान और प्रौद्योगिकी आदि से संबंधित उन्नत मॉडलिंग और सिमुलेशन अध्ययन किए गए हैं। चालू वर्ष में किए गए अध्ययनों का संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित उपखंडों में दिया गया है।

A5.1 उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग ……………………………………….…………………65

A5.2 टोकामॅक और संलयन रिएक्टर अध्ययन ………………………………………65

A5.3 संलयन प्रौद्योगिकी संबंधी सिमुलेशन ……………………….…………….67

A5.4 अरैखिक प्लाज्मा सिद्धांत और सिमुलेशन …………………………..………….69

A5.5 मौलिक प्लाज्मा अध्ययन ……….………………………………………..…….69

A5.6 लेज़र प्लाज्मा अंतःक्रिया ……………………………………………………..…72

A5.7 आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और मशीन लर्निंग …………………………….……..73

A5.1 उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग

वैज्ञानिक कंप्यूटिंग और अनुप्रयोग :

मौजूदा उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग (HPC) प्रणाली ANTYA का परिचालन प्रबंधन किया गया। ANTYA का उपयोग विभिन्न प्रकार के संख्यात्मक सिमुलेशन जैसे कि कंप्यूटेशनल फ्लूइड डायनामिक्स, पार्टिकल इन सेल, मॉलिक्यूलर डायनामिक्स, एमएचडी, AI/DL आदि के लिए किया जा रहा है। रिपोर्टिंग अवधि के दौरान लगभग 75% औसत उपयोग प्राप्त किया गया। सभी HPC उपयोगकर्ताओं को कार्य प्रबंधन और सहायता (HPC प्रणाली पर HPC लाइब्रेरी तथा आवश्यक सॉफ़्टवेयर प्रबंधन) प्रदान की जाती है।

नई HPC प्रणाली:

ANTYA-GPU 10 AI पेटा-फ्लॉप (मिश्रित परिशुद्धता) उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग प्रणाली ANTYA-GPU अब आईपीआर कंटेनराइज्ड डेटा सेंटर में कार्यात्मक है, जो वैज्ञानिक संगणनात्मक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए स्थापित की गई है।

A.5.2. टोकामॅक और संलयन रिएक्टर अध्ययन

वृत्ताकार टोकामॅक प्लाज़्मा के आकार का स्व-चुंबकीय क्षेत्र पर प्रभाव: एक संख्यात्मक दृष्टिकोण

विद्युत धारा वहन करने वाले फिलामेंट्री चालक के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की टोपोलॉजी को समझना अधिक कठिन नहीं है, और उपलब्ध व्यापक साहित्य में इच्छित स्थानों पर चुंबकीय क्षेत्र के आकलन हेतु कई संकेत प्रदान किए गए हैं। वास्तविक परिस्थितियाँ हमेशा ऐसे धारा स्रोतों से संबंधित नहीं होतीं जिन्हें फिलामेंट्री (सूक्ष्म रेखीय) माना जा सके। ऐसे ही एक उदाहरण में, टोकामॅक जैसे टोरॉइडल यंत्रों में प्रवाहित टोरॉइडल धारा आती है, जहाँ चुंबकीय क्षेत्र का आकलन उन बिंदुओं पर करना होता है जो प्रायः टोरस की निकटवर्ती सीमा में स्थित होते हैं। इसके अतिरिक्त, टोरॉइडल यंत्रों में विद्युत धारा घनत्व के विशिष्ट रेडियल प्रोफ़ाइल हो सकते हैं, अतः यदि चुंबकीय क्षेत्र के अनुमानित मान की सटीकता महत्वपूर्ण हो, तो इन प्रोफ़ाइलों का बाहरी चुंबकीय क्षेत्र की टोपोलॉजी पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन किया जाना आवश्यक है। यह रिपोर्ट किया गया है कि टोरॉइडल धारा स्तंभ के क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल का मशीन के निकटवर्ती क्षेत्र में बाहरी चुंबकीय क्षेत्र की टोपोलॉजी पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है, और चुंबकीय क्षेत्र B मापन के लिए चयनित स्थान के प्रति अत्यंत संवेदनशील होता है। हालांकि, इस प्रभाव की भौतिक व्याख्या पर स्पष्ट रूप से चर्चा नहीं की गई है। बाहरी चुंबकीय क्षेत्र की प्रकृति पर क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्रफल में परिवर्तन तथा धारा घनत्व प्रोफ़ाइल में परिवर्तन के प्रभाव की जाँच हेतु एक संख्यात्मक अध्ययन किया गया है। परिणामस्वरूप, स्रोत चालक की ज्यामितीय विशेषताओं पर चुंबकीय क्षेत्र की निर्भरता की मूल प्रकृति का अध्ययन किया गया है। इन सभी रोचक व्यवहारों को गणितीय इंटरपोलेटिंग समीकरणों के रूप में संक्षेपित किया गया है, जो मूलतः एक चुंबकीय केंद्र के अस्तित्व की पुष्टि करते हैं, जो बाहरी चुंबकीय क्षेत्र की टोपोलॉजी निर्धारित करने में निर्णायक भूमिका निभाता है। इस प्रकार, टोकामॅक सहित किसी भी टोरॉइडल यंत्र के लिए इस प्रकार के विश्लेषण की प्रयोज्यता स्थापित होती है।

आदित्य-यू टोकामॅक में वैद्युत-स्थैतिक सूक्ष्म विक्षोभ का जायरोकाइनेटिक सिमुलेशन

आदित्य-यू टोकामॅक में वैद्युत-स्थैतिक सूक्ष्म विक्षोभ पर अशुद्धियों के प्रभाव का मूल्यांकन वैश्विक जायरोकाइनेटिक सिमुलेशनों के माध्यम से किया गया है। इन सिमुलेशनों में आदित्य-यू की वास्तविक ज्यामिति और प्रयोगात्मक प्रोफ़ाइलों का उपयोग किया गया है, जो आर्गन गैस सीडिंग से पहले और बाद की स्थितियों पर आधारित हैं। अशुद्धि सीडिंग से पहले किए गए सिमुलेशन यह दर्शाते हैं कि रेडियल-पोलॉइडल तल पर तीन विशिष्ट क्षेत्रों में ट्रैप्ड इलेक्ट्रॉन मोड

(TEM) अस्थिरता की उपस्थिति पाई जाती है। इस मोड की पहचान इसकी रैखिक ईजेनमोड संरचना और इलेक्ट्रॉन डायमैग्नेटिक दिशा में इसकी विशिष्ट संचरण प्रवृत्ति के आधार पर की जाती है। बाहरी कोर क्षेत्र में Ar^{1+} अशुद्धि आयनों की उपस्थिति के साथ किए गए सिमुलेशन दर्शाते हैं कि, अशुद्धि रहित स्थिति की तुलना में, रैखिक अस्थिरता ड्राईव में कमी के कारण विक्षोभ और परिवहन में उल्लेखनीय गिरावट आती है। बाहरी-कोर क्षेत्र में कणों तथा ऊष्मा के परिवहन में आई कमी, अशुद्धि सीडिंग के बाद मापी गई प्लाज़्मा घनत्व प्रोफ़ाइल को परिवर्तित कर देती है। इसके परिणामस्वरूप, कोर क्षेत्र में ट्रैप्ड इलेक्ट्रॉन मोड (TEM) अस्थिरता का स्थिरीकरण होता है। विक्षोभ गतिविधि में कमी के कारण, केंद्रीय क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन तथा आयन तापमान लगभग 10% तक बढ़ जाते हैं।

टोकामकों में घनत्व प्रवणता प्रेरित अस्थिरता का वैश्विक जायरोकाइनेटिक अध्ययन

वैश्विक जायरोकाइनेटिक मॉडल का उपयोग करते हुए सर्वव्यापक मोड का पहली बार रैखिक सीमित अवस्था में अध्ययन किया गया है। ये मोड्स ट्रैप्ड इलेक्ट्रॉन क्षेत्र में उपस्थित घनत्व प्रवणता द्वारा प्रेरित होते हैं, किंतु इनकी मोड आवृत्ति आयन डायमैग्नेटिक ड्रिफ्ट दिशा में होती है, जो पारंपरिक ट्रैप्ड इलेक्ट्रॉन मोड (TEM) से भिन्न है। विचलन संबंध की गणना वैश्विक मोड संरचना के साथ की गई है। यद्यपि सर्वव्यापक मोड छोटी तरंगदैर्घ्य $((1/2)k_y^2\rho_i^2>1)$ पर प्रकट होता है, फिर भी यह काफी हद तक वैश्विक होता है। हम यह दर्शाते हैं कि इस मोड का मुख्य प्रेरक तंत्र घनत्व प्रवणता है, जबकि तापमान प्रवणता का प्रभाव अपेक्षाकृत सीमित होता है; यह मोड उच्च तापमान प्रवणता की स्थितियों में भी बना रह सकता है, जिससे यह अनियमित परिवहन का एक अन्य संभावित माध्यम बन जाता है। चुंबकीय शीयर मोड की वृद्धि को कम करता है; जबकि इलेक्ट्रॉन से आयन तापमान अनुपात का मोड की वृद्धि दर पर गैर-एकरूपी प्रभाव होता है — वृद्धि दर प्रारंभ में सर्वव्यापक शाखा के लिए बढ़ती है, और बाद में घटने लगती है जब पारंपरिक ट्रैप्ड इलेक्ट्रॉन मोड प्रभावी होने लगता है। सुरक्षा कारक और टोरॉयडिसिटी की भूमिका का भी विश्लेषण किया गया है। अंततः, परिवहन का एक मिक्सिंग लेंथ आधारित अनुमान प्रस्तुत किया गया है।

एआई-आधारित विघटन शमन प्रणालियों के विकास हेतु आदित्य टोकामॅक से प्राप्त डायग्नोस्टिक संकेतों की स्वचालित लेबलिंग और सहसंबंध विश्लेषण

एआई/एमएल-आधारित डेटा-प्रेरित पद्धतियाँ टोकामकों में प्लाज़्मा विघटन की भविष्यवाणी करने में प्रभावी होती जा रही हैं, जो विभिन्न डायग्नोस्टिक संकेतों में महत्वपूर्ण संकेतों की पहचान करके कार्य करती हैं। एक उच्च-प्रदर्शन एमएल-आधारित विघटन पूर्वानुमानक के लिए सटीक रूप से लेबल किए गए डेटा की आवश्यकता होती है। अब तक, एडीआईटीया टोकामॅक से प्राप्त प्लाज़्मा शॉट्स को मुख्यतः मैन्युअली विघटनकारी या अ-विघटनकारी के रूप में वर्गीकृत (लेबल) किया गया है। आदित्य डेटा की स्वचालित लेबलिंग के लिए तीन संगणकीय तकनीकों को विकसित किया गया है: सोर्टेड एरे विधि, अंतराल तुलना विधि, और थ्रेशहोल्ड-सीधी रेखा विधि। स्वचालित लेबलिंग और मैन्युअल लेबलिंग के बीच किए गए सांख्यिकीय विश्लेषण और तुलना इन प्रस्तावित तकनीकों की आशाजनक संभावनाओं को दर्शाते हैं। एक सहसंबंध विश्लेषण भी किया गया है, जिसमें प्लाज़्मा डायग्नोस्टिक्स जैसे कि प्लाज़्मा करंट, लूप वोल्टेज, बोलोमीटर, मिर्नोव कॉइल, हार्ड एक्स-रे, सॉफ्ट एक्स-रे, हाइड्रोजन-एल्फा से निकलने वाला विकिरण, आयनित ऑक्सीजन और आयनित कार्बन को शामिल किया गया है। यह व्यापक अध्ययन विघटन से जुड़ी विविध भौतिक घटनाओं की गहन समझ प्रदान करता है। इसके अतिरिक्त, करंट क्वेंच अवधि पर आधारित सहसंबंध विश्लेषण यह दर्शाता है कि विभिन्न डायग्नोस्टिक्स प्लाज़्मा विघटन से संबंधित विशिष्ट संकेतों को उजागर करने में कितने महत्वपूर्ण हैं। ये जानकारियाँ आदित्य टोकामॅक के लिए डेटा-आधारित विघटन पूर्वानुमान प्रणालियों के विकास को आगे बढ़ाने में एक निर्णायक भूमिका निभा सकती हैं।

टोकामॅक प्लाज़्मा में एज बायसिंग पर इलेक्ट्रॉन और आयन गतिशीलता का प्रभाव

टोकामॅक प्लाज़्मा की एज बायसिंग का अध्ययन करने के लिए एक उन्नत मॉडल विकसित किया गया है, जिसमें इलेक्ट्रॉन और आयन गतिशीलता का योगदान शामिल किया गया है। इलेक्ट्रॉन और आयन गतिशीलता के कारण उत्पन्न ड्रिफ्ट्स की गैर-एम्बीपोलर प्रकृति एज बायसिंग के कारण होने वाले स्पेस चार्ज पृथक्करण को प्रभावित करती है और प्लाज़्मा की गतिकी को एज तथा सीमावर्ती क्षेत्र में महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती है। पूर्ववर्ती अध्ययनों के विपरीत, वर्तमान मॉडल उच्च बायसिंग वोल्टेज पर सिमुलेशन अध्ययन की अनुमति देता है। इसमें गतिशीलता को शामिल किए जाने से नकारात्मक/सकारात्मक बायसिंग के प्रभाव में वृद्धि/कमी होती है। प्लाज़्मा घनत्व, इलेक्ट्रॉन तापमान, रेडियल विद्युत क्षेत्र तथा उसके शीयर के रेडियल प्रोफाइल का अध्ययन, सकारात्मक एवं नकारात्मक दोनों प्रकार की बायसिंग के लिए, गतिशीलता के एक फलन के रूप में किया गया है।

स्थानीय ऊर्ध्वाधर चुंबकीय क्षेत्र व्यवधान द्वारा रनअवे इलेक्ट्रॉनों का डीकॉनफाइनमेंट

रनअवे इलेक्ट्रॉन (RE) का डीकॉनफाइनमेंट और इसके बाद उनका दमन किसी भी टोकामॅक के सफल दीर्घकालिक संचालन के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। रनअवे इलेक्ट्रॉनों के डीकॉनफाइनमेंट और उनके शमन में स्थानीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र (LVF) व्यवधान की प्रभावशीलता का संख्यात्मक रूप से अध्ययन किया गया है। यह अध्ययन स्थानीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र (LVF) में चुंबकीय स्थैतिक व्यवधान के तहत रनअवे इलेक्ट्रॉनों (REs) के ड्रिफ्ट ऑर्बिट्स का सिमुलेशन करके किया गया है, जिसमें विभिन्न प्रारंभिक ऊर्जा स्तरों और LVF व्यवधान की तीव्रता के लिए उत्पन्न ऑर्बिट में हुई हानियों का अनुमान लगाया गया है। पूर्व में मौजूद PARTICLE कोड को विस्तारित करके रिलेटिविस्टिक फुल-ऑर्बिट-फॉलोइंग कोड PARTICLE-3D (P3D) बनाया गया है, जिसे मैग्नेटिक फील्ड कैलकुलेशन कोड EFFI और प्लाज़्मा समतुल्य क्षेत्र कैलकुलेशन कोड IPREQ के साथ एकीकृत किया गया है ताकि कणों की गतिकी के अध्ययन के लिए आवश्यक क्षेत्रों को शामिल किया जा सके। इसके बाद इस कोड का उपयोग

आदित्य टोकामॅक में किए गए LVF व्यवधान-सहायक रनअवे इलेक्ट्रॉन डीकॉनफाइनमेंट प्रयोगों को संख्यात्मक रूप से मॉडल करने के लिए किया जाता है। सिमुलेशन परिणाम दर्शाते हैं कि उपयुक्त आयाम (लगभग कुल चुंबकीय क्षेत्र का ~0.1%) के स्थानीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र (LVF) व्यवधान को एक पसंदीदा दिशा में लागू करने पर रनअवे इलेक्ट्रॉनों (REs) का लगभग 90% डीकॉनफाइनमेंट होता है। साथ ही, लागू किए गए क्षेत्र की एक थ्रेशोल्ड मात्रा (threshold magnitude) की भी पुष्टि हुई है, जो रनअवे इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा पर निर्भर पाई गई है। सिमुलेशन परिणाम सभी प्रयोगात्मक अवलोकनों को पुनः प्रस्तुत करते हैं और LVF व्यवधान का उपयोग करके रनअवे इलेक्ट्रॉनों के शमन से जुड़ी अन्य रोचक विशेषताएँ भी उजागर करते हैं। REs के ऑर्बिटिंग समय का कालिक मानचित्र दर्शाता है कि प्लाज़्मा के इनबोर्ड साइड एज क्षेत्र (ψN > 0.5) से उत्पन्न REs, प्लाज़्मा कोर से उत्पन्न REs की तुलना में उपयुक्त LVF व्यवधान के लागू होने पर अपेक्षाकृत अधिक खो जाने के प्रति संवेदनशील होते हैं। दिलचस्प बात यह है कि सिमुलेशन परिणाम प्लाज़्मा के एज क्षेत्र (ψN > 0.7) में सेफ्टी फैक्टर (q) प्रोफाइल और LVF व्यवधान के माध्यम से रनअवे इलेक्ट्रॉनों (RE) के डीकॉनफाइनमेंट के स्तर के बीच मजबूत सहसंबंध की मौजूदगी को दर्शाते हैं।

आदित्य-यू टोकामॅक में चुंबकीय आकार निर्धारण का टर्बुलेंस पर प्रभाव

आदित्य-यू टोकामॅक में विक्षोभ पर चुंबकीय आकार निर्धारण के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए दो विधियों का उपयोग करते हुए संख्यात्मक सिमुलेशन किए गए हैं। पहली विधि में, संख्यात्मक सिमुलेशन के माध्यम से चुंबकीय समतुल्य आकार निर्धारण (जैसे दीर्घीकरण और त्रिकोणता) के प्रभाव का अध्ययन किया गया है, जो पारंपरिक आयन तापमान प्रवणता (Ion Temperature Gradient - ITG) मोड्स और लघु-तरंगदैर्ध्य ITG मोड्स — दोनों पर पड़ता है। यह विश्लेषण आदित्य-यू टोकामॅक के प्रायोगिक प्रोफाइल और मापदंडों को ध्यान में रखते हुए किया गया है, जिसमें गैर-रेखीय वैश्विक जायरोकिनेटिक पार्टिकल-इन-सेल कोड ORB5 का उपयोग किया गया है। इन मोड्स का रैखिक और गैर-रेखीय, टकराव रहित इलेक्ट्रोस्टैटिक सिमुलेशन काइनेटिक आयनों और एडियाबैटिक इलेक्ट्रॉनों के साथ किया गया है। रैखिक सिमुलेशन के परिणामों से यह पाया गया कि चुंबकीय समतुल्य आकार निर्धारण से वृद्धि दर में थोड़ी कमी आती है और स्पेक्ट्रम विस्तृत हो जाता है, साथ ही वृद्धि दर वक्र का अधिकतम बिंदु उच्च टॉरॉइडल वेव नंबर की ओर खिसक जाता है। यह देखा गया कि वास्तविक वृत्ताकार मैग्नेटोहाइड्रोडायनामिक चुंबकीय समतुल्य के लिए, ताप प्रवाह में लगभग ≃35% की उल्लेखनीय कमी आती है, जब इसकी तुलना ad-hoc संकेन्द्रीय वृत्ताकार समतुल्य से की जाती है, जैसा कि सिंह और सहयोगियों द्वारा रिपोर्ट किया गया था (2023, Nucl. Fusion 63, 086029)। चुंबकीय समतुल्य आकार निर्धारण (magnetic equilibrium shaping) के साथ गर्मी प्रवाह (heat flux) में और लगभग 10% की अतिरिक्त कमी देखी गई है। दूसरी विधि में, ड्रिफ्ट-काइनेटिक ऑर्डरिंग का उपयोग करते हुए, पूर्णतः काइनेटिक इलेक्ट्रॉनों (जिनमें फंसे हुए और पास होने वाले दोनों इलेक्ट्रॉन काइनेटिक रूप से माने गए हैं) के साथ जुड़े हुए आईटीजी (ITG) मोड्स के रैखिक, टकराव-रहित, इलेक्ट्रोस्टैटिक सिमुलेशन अध्ययन किए गए हैं। रैखिक सिमुलेशन परिणामों से यह स्पष्ट होता है कि काइनेटिक इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति में, आदित्य-यू के मापदंडों के लिए ITG मोड की वृद्धि दर और वास्तविक आवृत्ति में उल्लेखनीय वृद्धि होती है। इसके अतिरिक्त, उच्च टॉरॉइडल वेव नंबर पर एक ऐसा मोड पहचाना गया है जो इलेक्ट्रॉन डायमैग्नेटिक दिशा में प्रसारित होता है।

टोकामॅक के एज और स्क्रैप-ऑफ लेयर क्षेत्रों में प्लाज़्मा ब्लॉब का घूर्णन

एज और स्क्रैप-ऑफ लेयर (SOL) क्षेत्रों में, इंटरचेंज प्लाज़्मा विक्षोभ की उपस्थिति में और परिमित आयन तापमान प्रवणता ($\nabla_\perp T_i \nabla_\perp T_i$) के साथ, प्लाज़्मा ब्लॉब के घूर्णन/स्पिन का अध्ययन किया गया है। यह पाया गया कि $\nabla_\perp T_i \nabla_\perp T_i$ प्लाज़्मा को अस्थिर करता है, लेकिन विस्कोसिटी में वृद्धि के कारण ब्लॉब से संबंधित एडीज़ को दबा देता है। इस प्रकार, घूर्णन प्लाज़्मा गतिकी के लिए महत्वपूर्ण हो जाता है, क्योंकि यह ब्लॉब्स को आगे और स्थिर करने में मदद करता है। विक्षोभ का संख्यात्मक रूप से सिमुलेशन किया गया है, और परिणामों से पता चलता है कि मोनोपोलर वोर्टिसिटी प्लाज़्मा ब्लॉब के घूर्णन के लिए जिम्मेदार होती है, लेकिन इसका भौतिक तंत्र एज और स्क्रैप-ऑफ लेयर क्षेत्रों में भिन्न होता है। एक विशिष्ट प्लाज़्मा ब्लॉब की वोर्टिसिटी और कोणीय वेग का रेडियल प्रोफाइल प्रस्तुत किया गया है। इसके साथ ही, $\nabla_\perp T_i \nabla_\perp T_i$ (आयन तापमान प्रवणता) की भूमिका का भी अध्ययन किया गया है।

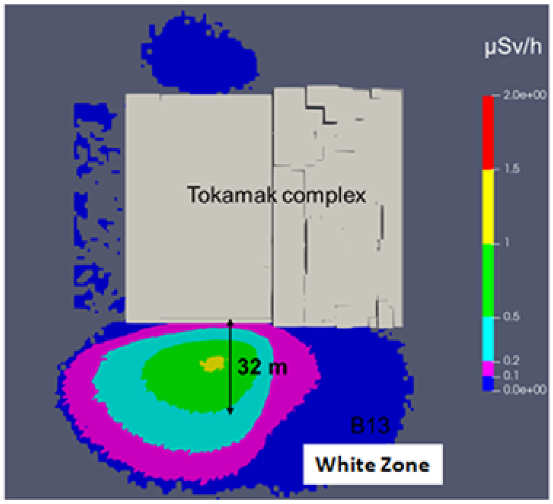
A5.3 संलयन प्रौद्योगिकी से संबंधित सिमुलेशन

संलयन–विखंडन हाइब्रिड रिएक्टर हेतु प्रणाली अध्ययन: हाइब्रिड रिएक्टर के लिए प्रणालीगत अध्ययन सिस्टम कोड PROCESS का उपयोग करते हुए सम्पन्न किए गए, जिनका उद्देश्य एक आर्थिक रूप से व्यवहार्य डेमो पावर प्लांट तथा फिसाइल ईंधन उत्पन्न करने में सक्षम रिएक्टर विकसित करना था। “संलयन कोर” और “हाइब्रिड ब्लैंकेट” दोनों के लिए अनुकूलन अध्ययन दो प्रकार की मशीनों – (1) कॉपर (तांबा) आधारित तथा (2) हाई टेम्परेचर सुपरकंडक्टर (HTS) मैग्नेट्स आधारित – पर किए गए। यह पाया गया कि कॉपर मैग्नेट्स आधारित संलयन कोर आर्थिक दृष्टि से व्यवहारिक नहीं है, क्योंकि चुंबकीय प्रणालियों में अत्यधिक विद्युत शक्ति की आवश्यकता होती है। आगे चलकर, HTS मैग्नेट्स आधारित रिएक्टर के लिए दो विकल्प विकसित किए गए: (1) छोटा रिएक्टर, जो अवधारणा के प्रदर्शन हेतु है। (2) DEMO रिएक्टर, जो शुद्ध विद्युत ऊर्जा उत्पादन एवं फिसाइल ईंधन के प्रजनन में सक्षम है। यह DEMO रिएक्टर लगभग 480 मेगावाट विद्युत शक्ति (MWe) का शुद्ध उत्पादन करने में सक्षम है तथा प्रजनन और ईंधन क्षेत्रों में प्रति पूर्ण शक्ति वर्ष (Full Power Year) में लगभग 410 किलोग्राम ^{239}Pu और 150 किलोग्राम ^{233}U का शुद्ध उत्पादन करता है। इन रिएक्टरों की अनुमानित लागत लगभग 6,000 करोड़ रुपये (छोटे रिएक्टर के लिए) और लगभग 20,000 करोड़ रुपये (DEMO रिएक्टर के लिए) आंकी गई है।

<u>टाइटेनियम बेरिलाइड को न्यूट्रॉन गुणक के रूप में उपयोग करते हुए मिश्रित बेड ठोस प्रजनक ब्लैंकेट का डिज़ाइन और विश्लेषण:</u> ठोस प्रजनक कंबल विश्व स्तर पर प्रस्तावित किए जा रहे आशाजनक उम्मीदवार हैं, जिनका उपयोग नाभिकीय संलयन रिएक्टर में ट्रिटियम उत्पादन और उष्मा निष्कर्षण के स्रोत के रूप में किया जा सकता है। इन कई अवधारणाओं में, जिसमें भारतीय HCSB (हीलियम कूल्ड सॉलिड प्रोड्यूसर) अवधारणा शामिल है, ट्रिटियम प्रजनक के रूप में लिथियम मीटा-टाइटनेट (Li2TiO3) पेबल का उपयोग किया जाता है, जबकि ट्रिटियम प्रजनन अनुपात बढ़ाने के लिए न्यूट्रॉन गुणक के रूप में बेरिलियम (Be) पेबल का उपयोग किया जाता है। HCSB कंबल अवधारणा में Be को टाइटेनियम बेरीलाईड (Be12Ti) से बदलने के लिए एक अध्ययन किया गया है। इस अध्ययन में नए सामग्री को समायोजित करने के लिए डिज़ाइन संशोधन, अनुकूलन और ताप-जलगति विज्ञान शामिल हैं। Be12Ti उच्च तापमान संचालन, विकिरण प्रभाव, ट्रिटियम प्रतिधारण, फुलाव आदि के संदर्भ में Be की तुलना में प्रभावी प्रदर्शन दिखाता है। Li2TiO3 और Be12Ti के समान सीमित तापमान और Be12Ti में कम फुलाव की विशेषता के कारण इन दोनों सामग्रियों का मिश्रित पेबल बेड रूप में उपयोग संभव हो जाता है, जो वर्तमान संकल्पना के मामले में व्यवहार्य नहीं है। इसके अलावा, अलग -अलग प्रजनक और न्यूट्रॉन गुणक क्षेत्रों को Li2TiO3 और Be12Ti के मिश्रित पेबल बेड से बदलकर प्लेट की बजाय शीतलक नली की संकल्पना पर विचार किया गया है, जिससे वही कंबलट आकार होने पर कार्यात्मक सामग्री की मात्रा में 13% की वृद्धि हुई है। प्रस्तावित संकल्पना के लिए गणना की गई TPR (ट्रिटियम उत्पादन दर) 78 मिलीग्राम प्रति पूर्ण शक्ति दिवस है, जबकि वर्तमान संकल्पना में वही कंबलट आकार के लिए 62.4 मिलीग्राम है, जो दिखाता है कि Be12Ti के मामले में डिज़ाइन संशोधनों के माध्यम से TBR में सुधार किया जा सकता है। ब्लैंकेट ताप-जलगति विज्ञान का विवरण, ब्लैंकेट मैनिफोल्ड से शीतलक नलियों में प्रवाह वितरण और न्यूट्रॉनिक विश्लेषण को संशोधित अवधारणा पर संबोधित किया गया है। फाइनाइट एलिमेंट और CFD विश्लेषण के लिए ANSYS तापीय और ANSYS CFX सिमुलेशन टूल्स का उपयोग किया गया है। परिणाम दिखाते हैं कि तापमान कुछ डिज़ाइन संशोधनों के साथ कार्यशील सीमाओं के भीतर हैं। नई अवधारणा वांछित तापमान वितरण प्राप्त करने के लिए आसान डिज़ाइन लचीलापन प्रदान करती है और निर्माण के लिए सुविधाजनक प्रतीत होती है।

संलयन–विखंडन हाइब्रिड रिएक्टर हेतु प्रणाली अध्ययन: हाइब्रिड रिएक्टर के लिए प्रणालीगत अध्ययन सिस्टम कोड PROCESS का उपयोग करते हुए सम्पन्न किए गए, जिनका उद्देश्य एक आर्थिक रूप से व्यवहार्य डेमो पावर प्लांट तथा फिसाइल ईंधन उत्पन्न करने में सक्षम रिएक्टर विकसित करना था। "संलयन कोर" और "हाइब्रिड ब्लैंकेट" दोनों के लिए अनुकूलन अध्ययन दो प्रकार की मशीनों – (1) कॉपर (तांबा) आधारित तथा (2) हाई टेम्परेचर सुपरकंडक्टर (HTS) मैग्नेट्स आधारित – पर किए गए। यह पाया गया कि कॉपर मैग्नेट्स आधारित संलयन कोर आर्थिक दृष्टि से व्यवहारिक नहीं है, क्योंकि चुंबकीय प्रणालियों में अत्यधिक विद्युत शक्ति की आवश्यकता होती है। आगे चलकर, HTS मैग्नेट्स आधारित रिएक्टर के लिए दो विकल्प विकसित किए गए: (1) छोटा रिएक्टर, जो अवधारणा के प्रदर्शन हेतु है। (2) DEMO रिएक्टर, जो शुद्ध विद्युत ऊर्जा उत्पादन एवं फिसाइल ईंधन के प्रजनन में सक्षम है। यह DEMO रिएक्टर लगभग 480 मेगावाट विद्युत शक्ति (MWe) का शुद्ध उत्पादन करने में सक्षम है तथा प्रजनन और ईंधन क्षेत्रों में प्रति पूर्ण शक्ति वर्ष (Full Power Year) में लगभग 410 किलोग्राम ^{239}Pu और 150 किलोग्राम ^{233}U का शुद्ध उत्पादन करता है। इन रिएक्टरों की अनुमानित लागत लगभग 6,000 करोड़ रुपये (छोटे रिएक्टर के लिए) और लगभग 20,000 करोड़ रुपये (DEMO रिएक्टर के लिए) आंकी गई है।

<u>ईटर टोकामॅक कॉम्प्लेक्स के लिए विकिरण परिरक्षण अध्ययन:</u> 500 MW DT संलयन शक्ति संचालन के दौरान लगभग 14 MeV ऊर्जा वाले ~2×10^{20} न्यूट्रॉन प्रति सेकंड उत्पन्न होंगे, जिसके परिणामस्वरूप अत्यधिक स्तर के न्यूट्रॉन एवं गामा विकिरण क्षेत्र निर्मित होंगे। यह स्थिति कर्मचारी सुरक्षा एवं मशीन के सुरक्षित संचालन के लिए गंभीर चुनौती प्रस्तुत करती है। इसलिए, नाभिकीय विश्लेषण, रिएक्टर की डिज़ाइन प्रक्रिया में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिससे यह प्रदर्शित किया जा सके कि मशीन का संचालन सुरक्षित है तथा यह नियामक प्राधिकरणों द्वारा निर्धारित सुरक्षा मानकों एवं आवश्यकताओं का पालन करता है।



Regulatory requirement: < 0.5 µSv/h (White zone)

चित्र A.5.1: $^{16}N\gamma$-स्रोत युक्त प्राथमिक शीतलक हीट एक्सचेंजर प्रणाली के ऊपर स्थित अप्रतिपूरित छिद्रों/मार्गों के कारण उत्पन्न आकाशीय परावर्तन से भूमि स्तर पर जैविक डोज़ दर का वितरण दर्शाया गया है।

भारतीय देशीय एजेंसी और ईटर-आईओ के बीच हस्ताक्षरित "पेनेट्रेशन वर्किंग ग्रूप के लिए विकिरण गणनाओं में सहयोग" नामांकित सेवा अनुबंध के अंतर्गत कार्य किया गया, जिसे निर्धारित समयसीमा के भीतर और ईटर गुणवत्ता मानकों का पालन करते हुए, कुल 8 डिलिवरेबल्स सुपुर्द करके सफलतापूर्वक पूरा किया गया।

इस कार्य के अंतर्गत टोकामॅक कॉम्प्लेक्स के विभिन्न स्थानों पर विकिरण परिरक्षण में सुधार (चित्र A.5.1 देखें) तथा परिरक्षण संरचनाओं की नियामक आवश्यकताओं का पालन करते हुए आंशिक रूप से हटाने का कार्य शामिल था, जिससे लागत में कमी तथा भवन की नींव पर भार में कमी हुई। इस कार्य में किए गए 3-आयामी विकिरण ट्रांसपोर्ट गणनाएँ, जो गहन परिरक्षण समस्याएँ थीं, जिनके लिए उच्च स्तरीय संगणन संसाधनों की आवश्यकता थी। ये संसाधन संस्थान के 'अंत्य' सुपरकंप्यूटिंग सुविधा द्वारा उपलब्ध कराए गए।

A.5.4 अरेखीय प्लाज़्मा सिद्धांत और सिमुलेशन

3-डी युकावा तरल में विक्षोभीय स्पॉट का निर्माण - प्रणाली के आकार का प्रभाव:

क्लासिकल 'प्रथम सिद्धांतों' पर आधारित त्रि- आयामीय आणविक गतिकी सिमुलेशन को 3-डी युकावा तरल के प्लेन-कुएट फ्लो के लिए किया गया है। इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य यह समझना है कि प्रवाह -दिशा और प्रवाह के लम्बवत दिशा में प्रणाली की चौड़ाई का, प्लेन-कुएट फ्लो (PCF) में उपक्रांतिकीय विक्षोभ संक्रमण पर क्या प्रभाव पड़ता है। यह पाया गया कि जब प्रवाह-दिशा में लंबाई बढ़ती है, तो यह बड़ी मात्रा में ऊर्जा को बढ़ावा देती है, जिससे अति तीव्र प्रवाह उत्पन्न होता है। वहीं, जब पार्श्व-दिशा की चौड़ाई बढ़ती है, तो यह कम मात्रा में ऊर्जा को बढ़ावा देती है, जिससे तीव्र लघु संरचनाएं बनती हैं। दूसरे शब्दों में, विक्षोभीय स्पॉट की बनावट प्रणाली के आकार के अनुसार बदलती है। बड़ी और छोटी स्केल की गतिशीलता को नियंत्रित करने वाले मोड्स के बीच का स्पेक्ट्रल विभाजन प्रणाली के आकार बढ़ने पर बेहतर होता है। इसके अतिरिक्त, प्रवाह-दिशा के वोर्टिसेज़ और प्रवाह-दिशा की वेग धारियों के बीच के संबंध का अध्ययन किया गया। यह पाया गया कि प्रवाह-दिशा की वेग धारियों की संख्या, वोर्टिसेज़ की संख्या से एक अधिक होती है। साथ ही, यह भी देखा गया कि धूल कणों के बीच अन्तःक्रियाओं की सीमा के अनुसार प्रणाली का व्यवहार भी बदलता है।

क्वासी-स्थानीयकृत आवेश अनुमापन (QLCA) सिद्धांत के अंतर्गत युकावा तरल के उद्दीपनों का संख्यात्मक सत्यापन:

युकावा प्रणाली की एक क्वासी-स्थानीयकृत अवस्था में अरेखीय उद्दीपनों पर आधारित 'प्रथम सिद्धांत' आणविक गतिकी (MD) सिमुलेशन किया गया है। यह सिमुलेशन, अरेखीय क्वासी-स्थानीयकृत आवेश अनुमापन (QLCA) मॉडल के निष्कर्षों की पुष्टि करने हेतु किया गया है। ठोस या गैसीय अवस्थाओं के विपरीत, क्वासी-स्थानीयकृत अवस्थाओं में कुछ सरलताएं नहीं होतीं — जैसे कि निश्चित आकार या आयतन मान लेने की सुविधा — और इनमें बड़े विस्थापन के साथ-साथ तीव्र पारस्परिक क्रियाएं भी मौजूद होती हैं, जिससे इनके व्यवहार की सैद्धांतिक व्याख्या और जटिल हो जाती है। सिमुलेशन डेटा दर्शाता है कि स्क्रीनिंग और कपलिंग पैरामीटर, QLCA मॉडल के निष्कर्षों के साथ अत्यधिक मेल खाते हैं। MD सिमुलेशन QLCA मॉडल के इस कथन की पुष्टि करता है कि सोलिटॉन के गुण कपलिंग पैरामीटर में परिवर्तन के बावजूद अपरिवर्तित रहते हैं। इसके अतिरिक्त, QLCA द्वारा उच्च स्क्रीनिंग पैरामीटर मानों पर एकाधिक सोलिटॉनों के निर्माण की जो भविष्यवाणी की गई थी, उसे भी MD सिमुलेशन द्वारा सत्यापित किया गया है।

चुंबकीय प्लाज़्मा में क्वासी-लॉन्गिट्यूडिनल विद्युत-चुंबकीय विक्षोभ:

इलेक्ट्रॉन मैग्नेटोहाइड्रोडायनामिक (EMHD) प्लाज़्मा व्यवस्था में, आयन-गतिकी को जोड़ते हुए चुंबकीय प्लाज़्मा के लिए क्वासी-लॉन्गिट्यूडिनल विद्युत-चुंबकीय विक्षोभ का सिमुलेशन किया गया है। ये सिमुलेशन इन-हाउस विकसित कोड का उपयोग करके किए गए हैं। स्पेक्ट्रल डोमेन में कुछ असंगत विशेषताएँ देखी गई हैं, जो रेज़ोनेंट लोअर हाइब्रिड तरंगों और क्वासी-लॉन्गिट्यूडिनल EMHD तरंगों के आपसी युग्मन के कारण उत्पन्न होती हैं। इन विशेषताओं का उपयोग टोकामॅक प्लाज़्मा, अंतरिक्ष प्लाज़्मा और बड़े आयतन की प्रयोगशाला प्लाज़्माओं की स्थिरता को समझने में किया जा सकता है।

रेनॉल्ड्स तनाव द्वारा प्रेरित 2D युकावा तरल में कंवेक्शन कोशिकाओं से शीयर फ्लो अस्थिरता तक का 'प्रथम सिद्धांतों' पर आधारित अध्ययन:

सूक्ष्म वेग विघटन के प्रभाव में, द्वि-आयामी युकावा तरल में काइनेटिक-स्तरीय कंवेक्शन कोशिकाओं (जहाँ मैक्रोस्कोपिक और माइक्रोस्कोपिक वेगों की परिमाण एक ही क्रम के होते हैं) की स्थिरता का अध्ययन किया गया है। संख्यात्मक सिमुलेशनों से यह प्रदर्शित होता है कि किसी निर्धारित प्रणाली के आयाम अनुपात β, अर्थात् प्रणाली की लंबाई L_x और ऊँचाई L_y के अनुपात, तथा आरंभ में उत्पन्न संवहन रॉल्स की संख्या N_c के लिए, संवहन कोशिकाओं का व्यवहार $\beta_c=\beta/N_c$ द्वारा निर्धारित होता है। जब $\beta_c<1$ होता है, तो रेनोल्ड्स तनाव का आत्म-सुसंगत रूप से उत्पादन और स्थायित्व देखा गया है, जिससे संवहन कोशिकाएं झुक जाती हैं और अंततः शीयर फ्लो उत्पन्न होता है। इसके विपरीत, जब $\beta_c\geq1$ होता है, तो समानांतर शीयर फ्लो को अस्थिर पाया गया है। कण-स्तरीय आंकड़ों के आधार पर, रेनोल्ड्स तनाव और शीयर फ्लो की उत्पत्ति के बीच एक स्पष्ट और मात्रात्मक संबंध स्थापित किया गया है, जिसमें कोई स्वतंत्र पैरामीटर प्रयुक्त नहीं हुआ है।

A5.5 मूलभूत प्लाज़्मा अध्ययन

विस्तारित चुंबकीय क्षेत्र प्लाज़्मा थ्रस्टर का संख्यात्मक अनुकरण: आर्गन, ज़ेनॉन और आयोडीन ईंधन गैसों के लिए एक तुलनात्मक अध्ययन: पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के बाहर किसी अंतरिक्ष मिशन के दौरान, रासायनिक प्रणोदन प्रणाली से विद्युत प्रणोदन प्रणाली पर स्विच करने से मिशन की कुल लागत में उल्ले खनीय कमी आती है। हॉल थ्रस्टर और ग्रिडेड आयन थ्रस्टर विद्युत प्रणोदन प्रणाली के लिए स्थापित तकनीकें हैं। ये थ्रस्टर उपकरण के इलेक्ट्रोड पदार्थ के निरंतर क्षरण के कारण मिशन की दीर्घायु को प्रभावित करते हैं। इस समस्या के समाधान के लिए, दुनिया भर के शोधकर्ता एक इलेक्ट्रोड रहित विस्तारित चुंबकीय क्षेत्र प्लाज़्मा थ्रस्टर या हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर (एचपीटी) पर अनुसंधान कर रहे हैं। एचपीटी इनपुट शक्ति के साथ

थ्रस्ट का स्केलिंग प्रदर्शित करता है, जबकि हॉल थ्रस्टर और आयन थ्रस्टर ऐसा नहीं करते हैं। आमतौर पर, कम आयनीकरण क्षमता और जोखिम-मुक्त प्रकृति के कारण, एचपीटी उपकरणों में ईंधन के रूप में एक निष्क्रिय ज़ेनॉन गैस का उपयोग किया जाता है। ज़ेनॉन प्रकृति में आसानी से उपलब्ध नहीं है और अंतरिक्ष मिशन के दौरान इसे उच्च दबाव वाले टैंकों में संग्रहित करने की आवश्यकता होती है। हाल ही में, आयोडीन को ज़ेनॉन के विकल्प के रूप में प्रस्तावित किया गया है क्योंकि यह आसानी से उपलब्ध है और इसके भंडारण में कोई समस्या नहीं आती है। अधिकांश संख्यात्मक सिमुलेशन में, सिमुलेशन लागत को कम करने के लिए आर्गन का उपयोग ईंधन गैस के रूप में किया जाता है। 1D3V पार्टिकल-इन-सेल मोंटे कार्लो टकराव कोड का उपयोग करके सिमुलेशन किया गया है। कोड विभिन्न ईंधन गैसों जैसे आर्गन, ज़ीनॉन और आयोडीन के लिए थ्रस्टर में उत्पन्न शुद्ध थ्रस्ट को कैप्चर करने में सक्षम है। प्लाज़्मा विस्तार क्षेत्र में एकदिशात्मक और द्विदिशात्मक HPT के लिए विभिन्न चुम्बकीय क्षेत्र ग्रेडिएंट्स के लिए थ्रस्ट और प्लाज़्मा प्रवाह का अध्ययन किया गया है। समान सिमुलेशन पैरामीटरों के लिए, उच्च मैग्नेटिक फील्ड डाइवर्जेंस में आयोडीन ईंधन वाले मामलों में, ज़ेनॉन ईंधन वाले मामलों की तुलना में कुल थ्रस्ट में महत्वपूर्ण वृद्धि प्राप्त हुई है।

आयनोस्फीयर में इलेक्ट्रोस्टैटिक तरंगों का पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन: ऊपरी वायुमंडल (आयनमंडल) में दो इलेक्ट्रॉन संख्या वाले प्लाज़्मा बहुत आम है। ठंडे इलेक्ट्रॉन (Te~1 eV) आमतौर पर आयनमंडल में उत्पन्न होते हैं, जबकि गरम इलेक्ट्रॉन (Te~100 eV) मैग्नेटोस्फीयर से आते हैं। इन दो इलेक्ट्रॉन आबादी के अलावा, चुंबकीय क्षेत्र की रेखाओं के साथ इलेक्ट्रॉनों का एक पुंज भी हो सकता है। ये इलेक्ट्रॉन विभिन्न इलेक्ट्रोस्टेटिक तरंग मोड्स को उत्तेजित करने के लिए जिम्मेदार होते हैं। पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन का उपयोग करके, पुंज ऊर्जा के आधार पर प्रणाली के विकास का एक व्यवस्थित अध्ययन किया गया है। यह पाया गया है कि पुंज की गति बढ़ने पर, पुंज अस्थायी रूप से अपनी प्रारंभिक ऊर्जा का एक हिस्सा पुनः प्राप्त करता है और साथ ही उच्च संतृप्ति ऊर्जा भी प्राप्त करता है। लहर ऊर्जा संतृप्ति से पहले और अपेक्षाकृत मामूली किरण वेग पर रैखिक वृद्धि के बाद काफी हद तक खो जाती है। इसके अलावा, कम किरण वेग चरण स्थान में BGK इलेक्ट्रॉन छिद्र उत्पन्न करता है, जो उच्च किरण वेगों पर अनुपस्थित होते हैं। इसके अलावा, चरण-स्थान में सतत इलेक्ट्रॉन छिद्रों की स्थिति का विश्लेषण भी किया गया है।

सीमित-लंबाई, टक्कर रहित असमान प्रणाली में पुंज-प्लाज़्मा गतिशीलता: एक संख्यात्मक अध्ययन किया गया है ताकि एक प्लाज़्मा प्रणाली में आयन गति द्वारा उत्पन्न स्ट्रीमिंग अस्थिरता की जांच की जा सके, जो लंबाई में सीमित, टक्कर-रहित और असममित है। किसी सीमा-सीमित प्रणाली के भीतर एक ठंडे आयन पुंज को पृष्ठभूमि प्लाज़्मा के साथ एकीकृत करने से असममितता कैसे उत्पन्न होती है, इसका अध्ययन करने के लिए गतिज समीकरणों के साथ पार्टिकल-इन -सेल तकनीक का उपयोग किया गया। निष्कर्ष यह सुझाव देते हैं कि स्थिर आयन प्रवाह प्रणाली की सीमाओं से ध्वनिक प्रतिध्वनि के माध्यम से आयन प्रवाह ध्वनि तरंगों को बदल सकता है, जिससे अस्थिरता उत्पन्न होती है। ऐसे घटनाएं हाइड्रोडायनामिक (जल-गतिक) प्रभाव के रूप में जानी जाती हैं। हालांकि, पुंज -चालित आयन ध्वनि अस्थिरता के संकेत भी मौजूद हैं, जहां गतिज अनुनाद महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। मुख्य उद्देश्य यह समझना है कि सीमित लंबाई वाली प्रणाली पर बीम–प्लाज़्मा अस्थिरता का क्या प्रभाव होता है और यह पहचानना है, कि ऐसी संरचनाओं में कौन से तरंग माध्यम समर्थित हैं।

रिएक्टिव ऑक्सीजन प्लाज़्मा प्रजातियों द्वारा प्रेरित कार्बेंडाजिम अपघटन का प्रतिक्रियाशील अणु गतिशीलता सिमुलेशन: कार्बेंडाजिम (CBZ), एक बेंजिमिडाज़ोल कार्बामेट कवकनाशी, जिसे कृषि, वन्यजीव संरक्षण, और पशु चिकित्सा में कवक रोगों से लड़ने के लिए उपयोग किया जाता है, को विश्व स्वास्थ्य संगठन द्वारा विशेष रूप से एक हानिकारक रसायन के रूप में वर्गीकृत किया गया है। कोल्ड एटमॉस्फेरिक प्लाज़्मा (CAP) ने विशिष्ट हटाने की दरों, ऊर्जा क्षमता, और पर्यावरण-अनुकूल गुणों के साथ कीटनाशक अपघटन में सफलता दिखाई है। CBZ में प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS) द्वारा उत्पन्न अपघटन मार्गों की घटनाओं की जांच के लिए एक प्रतिक्रियाशील आणविक गतिशीलता (RMD) का आयोजन किया गया है। हमारे सिमुलेशन दिखाते हैं कि ROS, जिसमें O परमाणु, OH रेडिकल और O3 अणु शामिल हैं, संशोधनों को आरंभ करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आमतौर पर, ROS और कीटनाशकों के बीच की क्रिया H-उद्ग्रहण (H-abstraction) के साथ शुरू होती है, जो C=C, C-N, और C=O जैसे प्रमुख रासायनिक बंधों के टूटने और निर्माण की ओर ले जाती है, जबकि ये C-C, C-O, और C=O बंधों के निर्माण की सुविधा प्रदान करती है। CBZ पर ROS के मात्रा-निर्भर प्रभाव की परीक्षा सिमुलेशन वातावरण में ROS की मात्रा को धीरे-धीरे बढ़ाकर की गई। यह पाया गया कि जैसे-जैसे ROS की सांद्रता बढ़ती है, कीटनाशक के नुकसान की मात्रा भी बढ़ती है। व्याख्यायित रासायनिक मार्ग और सांख्यिकीय डेटा CBZ के परमाणु-स्तरीय अपघटन तंत्र के बारे में अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं, जो भविष्य में कीटनाशक अपघटन रणनीतियों को बेहतर बनाने के लिए सैद्धांतिक आधार प्रदान करते हैं।

अण्डाकार ध्रुवीकृत इलेक्ट्रोमैग्नेटिक तरंग और एक समान अक्षीय चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कणों की गति: अण्डाकार ध्रुवीकृत विद्युत चुम्बकीय तरंग और एकसमान अक्षीय चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में आवेशित कण गतिकी का विश्लेषणात्मक अध्ययन किया गया है। यह पाया गया है कि एक आवेशित कण $g\omega_0/\omega' = \pm 1$ के लिए अनुनाद रूप से ऊर्जा प्राप्त करता है। ω_0, और ω' बाह्य चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित कण की साइक्लोट्रॉन आवृत्ति और कण द्वारा देखी गई तरंग की डॉपलर-स्थानांतरित आवृत्ति हैं। g=+1 और g=-1 ध्रुवीकरण के दाएं और बाएं हाथ के अनुरूप हैं। एक वृत्ताकार ध्रुवीकृत विद्युत चुम्बकीय तरंग में अनुनाद ऊर्जा लाभ के विशिष्ट मामले के लिए, कण की स्थिति या प्रयोगशाला समय के संदर्भ में नियामक समीकरण का

एक स्पष्ट समाधान प्राप्त किया गया है। ये स्पष्ट स्थिति- या समय-निर्भर अभिव्यक्तियाँ विभिन्न परिघटनाओं, जैसे ब्रह्मांडीय किरण उत्पादन, सूक्ष्मकिरण उत्पादन, प्लाज़्मा तापन और कण त्वरण, की बेहतर अंतर्दृष्टि के लिए उपयोगी हैं।

तीन समतापी आयन प्रजातियों के साथ चुंबकीय बहु-घटक प्लाज़्मा आवरण का अध्ययन: तीनों समतापीय आयनों वाले चुंबकीय प्लाज़्मा आवरण की गतिशीलता को तरल मॉडल का उपयोग करके संख्यात्मक रूप से अध्ययन किया गया। तीन आयन (Ar+, Kr+, और Xe+) को एकल आवेशित माना गया और उनका तापमान समान रखा गया। शुरुआत में, Ar+ और Xe+ की सांद्रता समान अनुपात में ली गई, और फिर धीरे-धीरे Kr+ आयन की घनत्व प्लाज़्मा में प्रस्तुत की गई। यह पाया गया कि तीसरे आयन की उपस्थिति ने आवरण के भीतर आयन घनत्व की गतिशीलता और साथ ही उनके संबंधित वेगों को बदल दिया है। कमजोर और मजबूत चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में तथा विभिन्न Kr+ आयन सांद्रताओं पर आवरण क्षेत्र के भीतर आयन घनत्व और इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल का अनुमान लगाया गया। इसके अलावा, आवरण के भीतर आयन घनत्व प्रोफाइल और उनके वेगों पर चुंबकीय क्षेत्र की झुकावता पर निर्भरता का भी अध्ययन किया गया और विभिन्न परिस्थितियों में आयन घनत्व के जमाव का अवलोकन किया गया। परिणामों के आधार पर, प्लाज़्मा में तीन अंतःक्रियाशील आयन प्रणालियों के लिए आयन द्रव्यमान को समतुल्य द्रव्यमान मानते हुए तंत्र बॉहम वेग की व्युत्पत्ति की अवधारणा प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है। पाया गया कि समतुल्य द्रव्यमान प्रभाव के साथ तंत्र बॉहम वेग उनके व्यक्तिगत तापीय वेगों से अधिक है और Ar+ बॉहम वेग के करीब है, और घनत्व अनुपात और उनके संबंधित व्यक्तिगत बॉहम वेगों के सन्दर्भ में समतापीय बहु-घटक प्लाज़्मा में तंत्र बॉहम वेग से अधिक है।

आयनों की स्थानिक असमानता के माध्यम से तापीय बल्क के साथ प्रेरित 'ठंडी' इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा तरंग की अन्तःक्रिया: स्थिर असमान पृष्ठभूमि वाले आयनों की उपस्थिति में प्रेरित 'ठंडी' इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा तरंग (EPW) के विकास का उच्च संकल्प वाले व्लासोव-पॉइसन सिमुलेशन का उपयोग करके अध्ययन किया गया। 'ठंडी' EPW और इसकी असमानता-प्रेरित साइडबैंड्स के बीच मोड कप्लिंग गतिकी को प्रारंभिक मान समस्या के रूप में दर्शाया गया है, जहाँ चरण वेग v_φ तापीय वेग से अधिक है यानी $v_\phi \gg v_{thermal}$ प्रेरित मामलों में, साइडबैंड मोड्स के लिए फ़ेज़ स्पेस संरचनाओं के बर्नस्टीन-ग्रीन-क्रुस्कल (BGK) जैसे निर्माण का प्रदर्शन किया गया है, जो कि प्राथमिक मोड से अधिकांश कणों तक ऊर्जा आदान-प्रदान के कारण होता है, जिसके माध्यम से तरंग- तरंग और तरंग – कण पारस्परिक क्रिया करके कणों का फंसना होता है, और यह असमान प्लाज़्मा के लिए दिखाया गया है। प्रारंभिक मान परस्थेप और प्रेरित समस्या के बीच गुणात्मक तुलना अध्ययन प्रस्तुत किया गया है, जो पारस्परिक माध्यमों के बीच ऊर्जा हस्तांतरण समय में सापेक्ष अंतर की जांच करता है। पृष्ठभूमि आयन असमानता की परिमाण में परिवर्तन तथा आयन असमानता के पैमाने की लंबाई का प्रेरित EPWs पर प्रभाव संबोधित किया गया है।

टोकामक के किनारे के क्षेत्र में एकदिशात्मक धारा वाहक फाइलेमेंटरी प्लाज़्मा ब्लॉब्स का संयोजन गतिशीलता: दो विद्युतचुंबकीय रूप से परस्पर क्रियाशील ब्लॉब्स के विलय का अध्ययन करने के लिए एक मॉडल प्रस्तुत किया गया है, जिनमें एकदिशात्मक धारा होती है और वे उच्च बीटा प्लाज़्मा में टोकामक के किनारे क्षेत्र में स्थित होते हैं। पारंपरिक प्लाज़्मा ब्लॉब्स, जिनमें द्विध्रुवीय धारा होती है और जो प्रतिरोधात्मक ड्रिफ्ट/इंटरचेंज प्लाज़्मा उथल-पुथल से उत्पन्न होते हैं, के विपरीत, ये एकदिशात्मक तंतुमय ब्लॉब्स किनारे-स्थानीयकृत मोड उत्सर्जन घटनाओं से उत्पन्न होते हैं। दो ऐसे ब्लॉब्स किनारे क्षेत्र में परस्पर मजबूती से क्रिया कर सकते हैं और पोलीडल दिशा में एक दूसरे के साथ विलय कर सकते हैं। विस्तृत सिमुलेशन यह दर्शाते हैं कि विलय प्रक्रिया के दौरान ब्लॉब्स एक-दूसरे के चारों ओर घूमते हैं और विलय ध्रुवीय दिशा में तीव्रता की दर के साथ होता है, जो सीधे ब्लॉब्स की धारा घनता के वर्ग के अनुपात में और इसकी घनता के व्युत्क्रमानुपाती होती है। दो ध्रुवीय पृथक प्लाज़्मा ब्लॉब्स के गोलाकार रूप से बिना व्रत्तीय दिशा में महत्वपूर्ण गति के विलय के लिए एक विश्लेषणात्मक शर्त प्रस्तावित की गई है। सांख्यिकीय सिमुलेशन इस विश्लेषणात्मक शर्त का समर्थन करते हैं। दो उच्च धारा घनत्व वाले ब्लॉब के बीच अलगाव दूरी में भी झूलने जैसा व्यवहार देखा जाता है। किसी दिए गए ब्लॉब की त्रिज्या और घनत्व के लिए, विलय के दौरान व्रत्तीय वेग एकदिशात्मक धारा घनत्व की ताकत के साथ घटता है।

सॉटूथ वेवफॉर्म द्वारा संचालित संधारित रूप से जुड़ी प्लाज़्मा डिस्चार्ज में गैस दबाव का प्लाज़्मा असममितता और उच्च हार्मोनिक्स उत्पत्ति पर प्रभाव: प्लाज़्मा व्यवहार पर गैस दबाव (5–500 mTorr) के प्रभाव की पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन का उपयोग करके परीक्षा की गई है। यह माना गया है कि प्लाज़्मा एक सममित- कैपेसिटिव-कपल्ड डिस्चार्ज में उत्पन्न होता है जिसे सॉ टूथ जैसी तरंगरचना द्वारा संचालित किया जाता है। स्थिर 50 A/m² धारा घनत्व के लिए, निम्न दबाव (5 mTorr) पर एक मजबूत प्लाज़्मा स्थानिक असममिति देखी जाती है, जो दबाव बढ़ने के साथ घटती है और अंततः उच्च गैस दबाव पर एक सममित प्रोफ़ाइल में बदल जाती है। इसके विपरीत, फ्लक्स असममिति गैस दबाव बढ़ने के साथ बढ़ती है। निम्न दबावों पर, प्लाज़्मा असममिति तरंगरचना असममिति के कारण शीथ किनारे पर उच्च फ़्रीक्वेंसी दोलनों से उत्पन्न होती है, जबकि फ्लक्स असममिति टकरावहीन प्लाज़्मा परिवहन द्वारा सीमित होती है। उच्च दबाव पर, मीटास्टेबल स्टेट्स के माध्यम से बहु-स्तरीय आयनन प्रमुख हो जाता है, जो स्थानिक असममिति को कम करता है। इलेक्ट्रॉन ऊर्जा वितरण बाय-मैक्सवेलियन से लगभग मैक्सवेलियन की ओर विकसित होता है, उच्च दबाव पर उच्च-ऊर्जा इलेक्ट्रॉनों की कमी के साथ। कम दबाव पर बल्क विधुत-धारा क्षेत्र में उच्चतर हार्मोनिक्स (26वीं तक) देखी जाती हैं, लेकिन दबाव बढ़ने पर वे कम हो जाती हैं। हालांकि, यह देखा गया है कि द्वितीयक इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन का समग्र प्रवृत्तियों पर नगण्य प्रभाव पड़ता है।

अरेखिक संतृप्त EM माइक्रोअस्थिरता में ट्रैपिंग दोलनों के विद्युत-चुंबकीय व्लासोव-मैक्सवेल सिमुलेशन: इलेक्ट्रोमैग्नेटिक व्लासोव-मैक्सवेल सिमुलेशन किए गए हैं, जो इलेक्ट्रोमैग्नेटिक व्हिस्लर वेव माइक्रोइंस्टेबिलिटी की गैर-रैखिक संतृप्त अवस्था में ट्रैपिंग दोलनों को प्रदर्शित करते हैं। सिमुलेशन ने गर्म इलेक्ट्रॉन व्हिस्लर्स में आवृत्ति डाउनशिफ्ट को पुनर्प्राप्त किया है और डॉपलर शिफ्टेड व्हिस्लर किरण चरण वेग पर इलेक्ट्रॉनों के लैंडाऊ अनुनाद को वर्णित किया है। अनुनादिक चरण वेग पर इलेक्ट्रॉन वितरण का पूर्ण फेज़ स्पेस पोर्ट्रेट दायीं हाथ की व्रत्ताकार ध्रुवित व्हिस्लर वेव्स के तेज़ (रनअवे) इलेक्ट्रॉनों के साथ बातचीत के लिए गतिज मॉडलिंग में उपलब्ध है। ये परिणाम टोकामाक प्लाज़्मा व्यवधान में अनुप्रयोग रखते हैं।

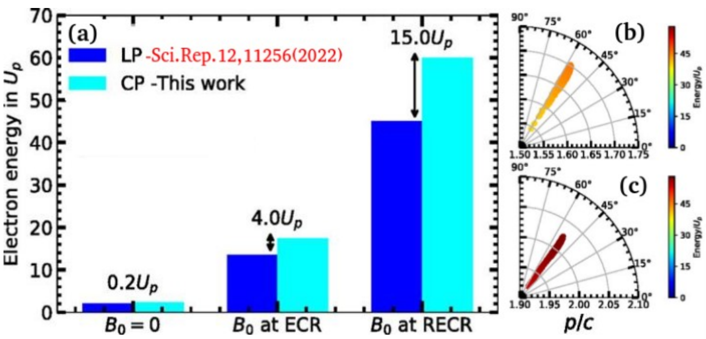
गर्म चुम्बकीय व्लासोव प्लास्माओं में काइनेटिक तंत्रों द्वारा विद्युतचुंबकीय व्हिस्लर वेव डैम्पिंग की सूक्ष्म संरचना: तापीय इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा में बाहरी चुंबकीय क्षेत्र के समानांतर फैलने वाली विद्युत-चुंबकीय अनुप्रस्थ विक्षोभ, विशेष रूप से तापीय इलेक्ट्रॉन व्हिसलर-मोड तरंगें, मैक्सवेलियन और κ वितरित (ऊर्जावान सिरे वाले) इलेक्ट्रॉनों में अनुकरण की गई हैं। स्थिर और अस्थिर (अर्थात् सममित और विषममित) VDFs पर व्लासोव-मैक्सवेल फेज़-स्पेस सतत अनुकरण लागू किए गए हैं। वितरक समीकरण के संख्यात्मक समाधान और अनुकरण दोनों से वास्तविक आवृत्ति में परिवर्तन उच्च तरंग-संख्यांक क्षेत्र की तुलना में निम्न तरंग-संख्यांक क्षेत्र में इलेक्ट्रॉन तापमान के प्रति सीमित संवेदनशीलता दिखाता है, हालाँकि काल्पनिक आवृत्ति या क्षय दर के मामले में विपरीत लागू होता है। इलेक्ट्रॉन तापमान में वृद्धि के साथ व्हिसलर-मोड की क्षय दर में विश्लेषणात्मक रूप से पूर्वानुमानित कमी व्लासोव-मैक्सवेल अनुकरणों द्वारा पुनः प्राप्त की जाती है। इन मामलों के फेज़-स्पेस चित्र यह दिखाते हैं कि विकास के रैखिक क्षय चरण के बाद, कण लहर के चुंबकीय क्षेत्र में फंस जाते हैं, जिससे लहर की आयामें एक औसत मान के आसपास कंपन करती हैं, जो सैद्धान्तिक विश्लेषण का पालन करती हैं।

प्लाज़्मा स्विचों से जुड़े खोखले कैथोडों के लिए गतिज मॉडलिंग से तरल मॉडलिंग दृष्टिकोण में संक्रमण के मानदंड: प्लाज़्मा स्विच अनुप्रयोगों के लिए खोखले कैथोड्स को चैनल और प्ल्यूम क्षेत्र में संख्यात्मक रूप से अध्ययन किया गया है। संख्यात्मक सिमुलेशन 2D3V पार्टिकल-इन-सेल तकनीक का उपयोग करके किए गए हैं। पाया गया कि चैनल के भीतर प्लाज़्मा की गतिज प्रकृति, प्रवेश करने से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की तापीयकरण दर पर निर्भर करती है। जब कूलॉम्ब टकराव आयनीकरण या उत्तेजना टकराव की तुलना में तेज़ दर से होते हैं, तो इलेक्ट्रॉन ऊर्जा वितरण कार्य तेजी से मैक्सवेलियन में शिथिल हो जाता है और चैनल के भीतर प्लाज़्मा को एक तरल मॉडल का उपयोग करके सटीक रूप से वर्णित किया जा सकता है। दूसरी ओर, यदि अजनस्राव प्रक्रियाएँ कूलॉम्ब टकराव की तुलना में तेज़ होती हैं, तो चैनल में इलेक्ट्रॉन ऊर्जा वितरण फ़ंक्शन में एक उल्लेखनीय उच्च-ऊर्जा पूंछ दिखाई देती है, और गतिज उपचार आवश्यक हो जाता है। इस मानदंड को साहित्य से विभिन्न खोखले कैथोड अध्ययनों पर लागू किया गया है। पाया गया है कि अधिकांश विद्युत प्रणोदन अनुप्रयोगों के लिए एक तरल दृष्टिकोण उपयुक्त है। जहां तक प्लाज़्मा स्विचों को सही तरीके से मॉडल करने की बात है, वहां एक गतिज दृष्टिकोण आवश्यक है।

प्लाज़्मा में इलेक्ट्रॉन धारा परतों का पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन: दो आयामी सिमुलेशन इलेक्ट्रॉन धारा परतों का अध्ययन करने के लिए किए गए हैं, जो प्लाज़्मा में प्लाज़्मा टियरिंग और सतह-संरक्षण अस्थिरताओं के गतिशील प्रभावों से जुड़े होते हैं। टियरिंग अस्थिरता चुंबकीय पुनःसंयोजन के लिए जिम्मेदार होती है, जबकि सतह-संरक्षण अस्थिरता चुंबकीय टोपोलॉजी को संरक्षित करने के लिए जिम्मेदार होती है। विभिन्न सिमुलेशन पैरामीटर के आपसी प्रभाव को समझने के लिए गर्म और ठंडे दोनों प्रकार के प्लाज़्मा का अध्ययन करने के लिए सिमुलेशन किए गए हैं। देखा गया है कि टियरिंग अस्थिरता प्रारंभ में तापमान बढ़ने पर बढ़ती है और फिर तापमान और अधिक बढ़ने पर घटने लगती है। इसके विपरीत, सतह-संरक्षण अस्थिरता तापमान बढ़ने के साथ लगातार बढ़ती रहती है। उन मामलों में जहां टियरिंग अस्थिरता और सतह-संरक्षण अस्थिरता दोनों मौजूद हैं, यह पाया गया कि अस्थिरता की वृद्धि दर प्रारंभ में तापमान बढ़ने पर बढ़ती है और फिर तापमान बढ़ने पर घटती है।

A5.6 लेज़र-प्लाज़्मा अंतःक्रिया

लेज़र-क्लस्टर अंतःक्रिया में लेज़र ऊर्जा का टकराव-रहित अवशोषण: वृत्तीय रूप से ध्रुवीकृत (CP) लेज़र क्षेत्रों के प्रभाव का अध्ययन किया गया है, जहाँ एक अनुप्रस्थ दिशा में स्थित परिवेशीय चुंबकीय क्षेत्र (B_0) की उपस्थिति में क्लस्टर-इलेक्ट्रॉन की गतिशीलता को समझा गया है।



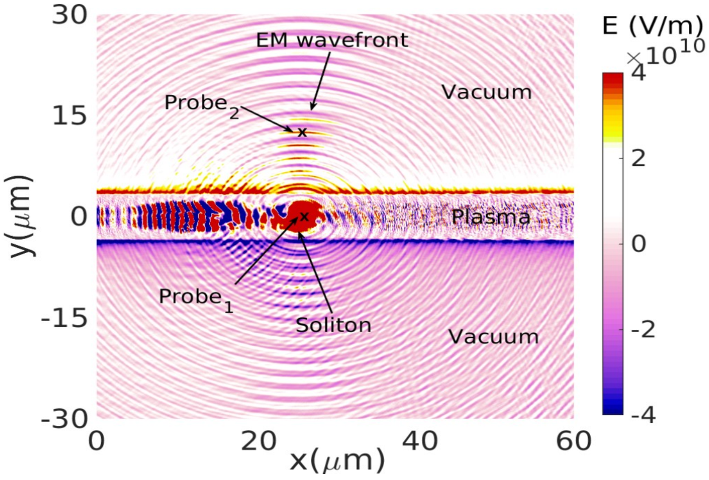
चित्र A.5.2 : चित्र 1: (बाएँ स्तंभ में) एक योजनाबद्ध चित्र, जिसमें LP (रेखीय रूप से ध्रुवीकृत) और CP (वृत्तीय रूप से ध्रुवीकृत) क्षेत्रों के साथ तथा बिना B_0 के, लेज़र-चालित क्लस्टर-इलेक्ट्रॉन द्वारा प्राप्त औसत ऊर्जा की तुलना दिखाई गई है। (दाएँ स्तंभ में) गति-स्पेस (p, ϑ_p) में PIC इलेक्ट्रॉनों के कोणीय वितरण को प्रदर्शित किया गया है, जहाँ उनका सामान्यीकृत संवेग p/c, ϑ_p के सापेक्ष दिखाया गया है: (b) LP के लिए और (c) CP के लिए। इलेक्ट्रॉनों के ध्रुवीय निर्देशांक (p, ϑ_p) को उनकी ऊर्जा, जो U_p द्वारा सामान्यीकृत है, के अनुसार रंग

-कोड किया गया है। क्लस्टर का आकार R = 2.2 nm तथा लेज़र तीव्रता I_0 = 1.83 × 10^{17} W/cm^2 है।

पिछले अध्ययनों के विपरीत यह पाया गया है कि वृत्तीय ध्रुवीकृत (CP) प्रकाश के उपयोग से इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा, रैखिक ध्रुवीकृत (LP) प्रकाश की तुलना में, लगभग 10–20 Up (पॉन्डरोमोटिव ऊर्जा) अधिक बढ़ जाती है [Swain आदि, *Sci. Rep.* 12, 11256 (2022)]। इन क्लस्टरों से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन एक संकीर्ण शंकाकार दिशा में प्रसारित होते हैं (चित्र A.5.2, दायाँ स्तंभ) और एक कमजोर सापेक्षिक इलेक्ट्रॉन बीम का निर्माण करते हैं, जिसका कोणीय फैलाव $\Delta\theta < 5°$ होता है। साथ ही, LP की तुलना में CP के प्रयोग से बीम की गुणवत्ता में सुधार देखा गया है। सभी परिस्थितियों में, RSM और PIC के परिणामों में अच्छा सामंजस्य पाया गया है।

लेज़र-प्लाज़्मा प्रणाली में सॉलिटॉन कैविटी से टेराहर्ट्ज़ विकिरण का उत्पन्न होना

पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशनों का उपयोग करते हुए, लेज़र-प्लाज़्मा प्रणाली में टेराहर्ट्ज़ विकिरण उत्पन्न करने की एक नई प्रक्रिया प्रदर्शित की गई है। यह विकिरण उन धारा दोलनों से उत्पन्न होता है, जो लेज़र द्वारा *अल्प-घनत्व वाले प्लाज़्मा क्षेत्र* में निर्मित एक स्थिर सॉलिटॉन कैविटी में फंसे रहते हैं। ये दोलन एक करंट डाइपोल एंटीना की तरह व्यवहार करते हैं। इस एंटीना की विशेषताओं को लेज़र-प्लाज़्मा के पैरामीटर समायोजित करके नियंत्रित किया जा सकता है, ताकि इच्छित आवृत्ति प्राप्त की जा सके (चित्र A.5.4)।



चित्र A.5.3 यह चित्र अल्प-घनत्व वाले प्लाज़्मा में लेज़र पल्स द्वारा निर्मित सॉलिटॉन से उत्सर्जित टेराहर्ट्ज़ विकिरण को दर्शाता है।

A5.7 आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग

<u>*एआई सॉफ्टवेयर – DeepCXR का राष्ट्रीय स्क्रीनिंग टूल के रूप में उपयोग:*</u> DeepCXR सॉफ्टवेयर के पहले संस्करण को 54,000 व्यक्तिगत छवियों और 3,00,000 डेटा पॉइंट्स पर प्रशिक्षित किया गया। परीक्षण डेटासेट पर इसने क्रमशः 92% संवेदनशीलता (sensitivity) और 76% विशिष्टता (specificity) हासिल की। यह सॉफ्टवेयर डीजी-आईसीएमआर (DG ICMR) द्वारा अनुमोदित है और भारत सरकार द्वारा 24 मार्च 2025 को लॉन्च किया गया। वर्तमान में यह सॉफ्टवेयर 4 विभिन्न राज्यों में उपयोग हो रहा है तथा 30 साइट्स इस सिस्टम से जुड़ी हुई हैं। 31 मार्च 2025 तक, इस सॉफ्टवेयर द्वारा 23,000 से अधिक छाती एक्स-रे (CXR) छवियों का एआई आधारित विश्लेषण कर रिपोर्ट तैयार की गई हैं, जिन्हें संबंधित राज्यों के साथ साझा किया गया है।

आईपीआर ने अपना स्वयं का MedCloud सिस्टम लॉन्च किया है, जो एक क्लाउड-आधारित सर्वर समाधान है। इसमें उपयोगकर्ता ड्राइव को सिंक कर सकते हैं, CXR छवियां अपलोड कर सकते हैं और रिपोर्ट डाउनलोड कर सकते हैं। इसे हरियाणा, हिमाचल प्रदेश, दादर एवं नगर हवेली तथा तेलंगाना जैसे राज्यों द्वारा सक्रिय रूप से अपनाया गया है।

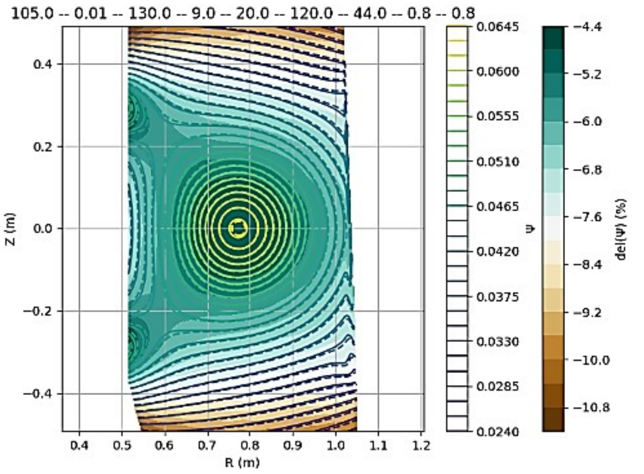
No	STATE
1	Haryana
2	Himanchal Pradesh
3	DNH_DD
4	Telangana
Total:	23682

चित्र A.5.4: साइटों की निगरानी एवं ट्रैकिंग हेतु डैशबोर्ड

<u>*डिजिटल ट्विन – टोकामॅक के लिए प्लाज़्मा इक्विलिब्रियम सरोगेट मॉडल:*</u>

संलयन (Fusion) अनुसंधान को व्यावसायीकरण की दिशा में तेजी से आगे बढ़ाने के लिए नई तकनीकों और नवाचारों की आवश्यकता है। यह अपेक्षित है कि क्लाउड कंप्यूटिंग, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), उन्नत सिमुलेशन तथा डिजिटल ट्विन जैसी तकनीकों को अपनाने से वर्तमान और भविष्य के संलयन उपकरणों के डिजाइन एवं अनुकूलन में पारंपरिक अनुभवजन्य विधियों का स्थान लिया जा सकेगा।

आईपीआर में डिजिटल ट्विन की दिशा में आगे बढ़ते हुए "आदित्य टोकामॅक के लिए प्लाज़्मा इक्विलिब्रियम प्रोफ़ाइल के पूर्वानुमान हेतु फीड-फॉरवर्ड आधारित एआई मॉडल प्रशिक्षण" किया गया है, तथा इसे आदित्य के CAD मॉडल के साथ एकीकृत किया गया है।



चित्र A.5.5: टोकामॅक के लिए AI द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र संतुलन प्रोफ़ाइल।

इस कार्य में GS समाधानों को प्राप्त करने हेतु विश्लेषणात्मक, संख्यात्मक तथा एआई आधारित दृष्टिकोणों का अध्ययन किया गया। विश्लेषणात्मक विधि भौतिक प्रक्रियाओं की बेहतर समझ प्रदान करती है, लेकिन जटिल ज्यामितीय संरचनाओं को संभालने में इसकी सीमाएँ हैं। इसके विपरीत, संख्यात्मक सॉल्वर मनमाने प्लाज़्मा आकारों के लिए उच्च सटीकता सुनिश्चित करता है। सिमुलेशन मॉडल का उपयोग करते हुए आदित्य टोकामॅक के विभिन्न मामलों के लिए सिंथेटिक डेटा सेट तैयार किए गए। इस प्रक्रिया के तहत आदित्य टोकामॅक के लिए प्लाज़्मा इक्विलिब्रियम पैरामीटर्स के प्रारंभिक डिजाइन और अध्ययन की शुरुआत की गई। कॉइल करंट्स और मशीन डिज़ाइन में परिवर्तन करके फीड-फॉरवर्ड समाधान प्राप्त किए गए, जिन्हें उपलब्ध साहित्यिक परिणामों के साथ बेंचमार्क किया गया। इसके पश्चात, एआई मॉडल को इक्विलिब्रियम पैरामीटर्स उत्पन्न करने हेतु प्रशिक्षित किया गया और उसके परिणामों की तुलना विश्लेषणात्मक समाधान तथा सिमुलेशन परिणामों से की गई। एआई सरोगेट मॉडल ने रीयल-टाइम में प्रभावी रूप से इक्विलिब्रियम अवस्थाओं का पूर्वानुमान लगाया है। समग्र प्रवृत्ति दर्शाती है कि एआई मॉडल RXD भिन्नताओं को सटीक रूप से कैप्चर करता है, जिससे यह प्लाज़्मा इक्विलिब्रियम (चित्र A.5.5) अध्ययन हेतु एक भविष्यसूचक उपकरण के रूप में अपनी संभावनाओं को मजबूत करता है।

<u>एआई का उपयोग कर सिंथेटिक डेटा सेट निर्माण:</u> डीप न्यूरल नेटवर्क को जटिल एवं अमूर्त (Abstract) विशेषताओं को सीखने के लिए वृहद प्रशिक्षण डेटा की आवश्यकता होती है। यही सिद्धांत छवि वर्गीकरण मॉडलों पर भी लागू होता है। हालाँकि, दुर्लभ बीमारियों की उच्च गुणवत्ता वाली छवियाँ अत्यंत कम उपलब्ध होती हैं। इसके परिणामस्वरूप, मॉडल अक्सर इन दुर्लभ मामलों को गलत वर्गीकृत कर देता है तथा उन्हें समान दिखने वाली सामान्य असामान्यताओं भ्रमित करता है।

ऐसे सिंथेटिक डेटा को उत्पन्न करने के लिए विभिन्न तकनीकों पर कार्य आरंभ किया गया, किंतु इन पारंपरिक विधियों में गुणवत्ता और मात्रा दोनों ही दृष्टियों से सीमाएँ थीं। इसलिए आगे बढ़ते हुए एआई आधारित तकनीकों को अपनाया गया। इस प्रक्रिया में छवि-आधारित एआई तकनीकों, जैसे कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क और उन पर आधारित विभिन्न आर्किटेक्चर का अध्ययन किया गया। इसमें प्रारंभिक VAE और UNET-VAE जैसे मॉडलों से लेकर GAN और डिफ्यूशन मॉडल जैसी उन्नत संरचनाएँ भी सम्मिलित थीं। एक GAN मॉडल को संशोधित करके एक नवीन आर्किटेक्चर विकसित करने पर काम किया गया, जो छवियों को एक डेटासेट से दूसरे में परिवर्तित करता है, और इस प्रकार स्वस्थ सामान्य एक्स-रे को रोगों के लक्षणों वाले कई असामान्य एक्स-रे में परिवर्तित करने में सक्षम है। मानक GAN की एक सीमा यह है कि यह छोटे-छोटे परिवर्तन उत्पन्न नहीं कर सकता, इसलिए GAN को सूक्ष्म विवरणों के लिए एनोटेट क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करने के लिए संशोधित किया गया। इस प्रकार हमें एक ऐसा मॉडल मिला जो सामान्य और असामान्य एक्स-रे के दिए गए सेट का उपयोग करके बहुत सारी सिंथेटिक असामान्य छाती-एक्स-रे छवियां उत्पन्न कर सकता है। कुछ उत्पन्न नमूने चित्र A.5.6 में दिखाए गए हैं।

चित्र A.5.6: एआई द्वारा निर्मित असामान्य छाती एक्स-रे की सिंथेटिक छवियाँ

A6. वैज्ञानिक, तकनीकी सहायता

वैज्ञानिक, तकनीकी और सिविल इंफ्रास्ट्रक्चर सहायता प्रभागों द्वारा संस्थान के विकास, वैज्ञानिक और प्रायोगिक कार्यक्रमों के लिए की गई गतिविधियों और अद्यतनों का संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित उपखंडों में दिया गया है।

A 6.1 कंप्यूटर प्रभाग - आईटी सेवाएँ और इंफ्रास्ट्रक्चर 75

A 6.2 वैज्ञानिक सूचना संसाधन केंद्र (SIRC) 76

A 6.3 यांत्रिक इंजीनियरिंग सेवा प्रभाग (MESD) 76

A 6.4 सिविल इंफ्रास्ट्रक्चर परियोजनाएँ 77

A 6.5 अल्ट्रा हाई वोल्टेज सिस्टम...78

A 6.6 इलेक्ट्रॉनिक्स और इंस्ट्रूमेंटेशन...79

A6.1 कंप्यूटर प्रभाग – आईटी सेवाएँ और अवसंरचना

कंप्यूटर प्रभाग, संस्थान (IPR) के मुख्य परिसर, एफसीआईपीटी और सीपीपी-आईपीआर में आईटी सेवाएँ और अवसंरचना प्रदान करता है। आईटी अवसंरचना को उच्च उपलब्धता (HA) के साथ स्थापित और कॉन्फ़िगर किया गया है, तथा सभी आईटी सेवाओं के लिए साइबर सुरक्षा उपाय लागू किए गए हैं, जिनमें वेबसाइट्स, वेबमेल, विभिन्न इंट्रानेट सेवाएं (INTRA पोर्टल सेवाएं, IDRMS, E-cloud आदि), महत्वपूर्ण नेटवर्क सेवाएं जैसे वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग, प्रसारण और डेटा संग्रहण सेवाएं शामिल हैं। कंप्यूटर प्रभाग के पास अत्याधुनिक डेटा सेंटर (DC) हैं, जहाँ सभी महत्वपूर्ण आईटी अवसंरचना और हाई परफॉर्मेंस कम्प्यूटिंग (HPC) क्लस्टर्स को रखा गया है, जिन्हें 24x7 मॉनिटर और मेंटेन किया जाता है।

मुख्य परिचालन गतिविधियाँ निम्नलिखित हैं:

डेटा सेंटर (DC)

प्राइमरी डेटा सेंटर (PDC): यह सुविधा आईटी सेवाओं के लिए आवश्यक अवसंरचना प्रदान करती है, जो 24x7 लगातार संचालन के लिए उपलब्ध रहती हैं। पिछले एक वर्ष में सुचारू दिन-प्रतिदिन संचालन और प्रबंधन के साथ 100% अपटाइम प्राप्त किया गया है। इस अवधि में कोई अप्रत्याशित डाउनटाइम नहीं हुआ। इंटरनेट सेवा प्रदाताओं (ISPs) के माध्यम से निरंतर इंटरनेट सेवाओं का प्रबंधन और इन्हें विभिन्न सार्वजनिक नेटवर्कों तक वितरित करना भी इसका कार्य है।

कंटेनराइज्ड डेटा सेंटर (CDC): विभिन्न प्रभागों से अतिरिक्त डेटा सेंटर आवश्यकताओं को CDC द्वारा पूरा किया जाता है, जो सर्वर/कंप्यूटिंग मशीनों को 100% अपटाइम के साथ संचालित करता है।

नेटवर्किंग और आईटी सेवाएँ: आईपीआर कैंपस में नेटवर्क और आईटी सेवाओं का संचालन एवं रखरखाव, सिस्टम प्रशासन, साइबर सुरक्षा उपायों का कार्यान्वयन और विकसित एप्लीकेशन्स के लिए समर्थन प्रदान करना शामिल हैं। संक्षिप्त विवरण निम्नलिखित है:
इंटरनेट सेवा प्रदाता (ISP) के माध्यम से 24x7 इंटरनेट सेवाओं का प्रबंधन। कैंपस वाइड नेटवर्क (Wi-Fi, LAN, VPN, और ANUNET) का संचालन और प्रबंधन। आईपीआर ईमेल सिस्टम और आईपीआर वेबसाइट सेवाओं का संचालन।

INTRA पोर्टल सेवाओं का इन-हाउस विकास: विभिन्न आधिकारिक आवेदनों और ऑनलाइन प्रशासनिक अनुमोदनों के लिए यूटिलिटीज़/ मॉड्यूल का विकास। उपयोगकर्ताओं को फाइल साझा करने और सहयोगात्मक कार्य के लिए ऑन-प्रिमाइसेस प्राइवेट क्लाउड-आधारित फाइल-सिंक डेटा सेवा, जिसका नाम ECLOUD & MEGH है, प्रदान किया गया है। मोबाइल, लैपटॉप, डेस्कटॉप, टैबलेट आदि डिवाइसेज़ को रजिस्टर करने के लिएIP एड्रेस प्रबंधन (IPAM) सिस्टम पोर्टल।

केंद्रीकृत प्रमाणीकरण प्रबंधन: केंद्रीकृत पहचान और एक्सेस प्रबंधन (IAM) प्रणाली, जो वेब एप्लिकेशन, वेब प्रॉक्सी के साथ एकीकृत है, ताकि इंटरनेट और अन्य सेवाओं तक सुरक्षित पहुँच के लिए प्रमाणीकरण और प्राधिकरण सुनिश्चित किया जा सके।

विभिन्न वैज्ञानिक और आईटी सॉफ़्टवेयर की खरीद और होस्टिंग तथा उनके लाइसेंस प्रबंधन का कार्य केंद्रीकृत सेवाओं के लिए किया जाता है।

सभी समिति कक्षों, सेमिनार हॉल, बोर्ड रूम, डीन और निदेशक कार्यालयों के आईटी सेटअप का संचालन और प्रबंधन किया जाता है।

अन्य संस्थानों के साथ ऑनलाइन बैठकों के लिए वीसी (वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग) सिस्टम संचालित किया जाता है।

पऊवि बीआरएनएस सर्वर, जो आईपीआर में होस्ट किया गया है, का संचालन BRNS वेबसाइट सेवाओं के लिए किया जाता है।

1.7 PB की केंद्रीकृत भंडारण क्षमता कार्यशील है, जिसमें एंटरप्राइज फाइल शेयर एंड सिंक (EFSS) सॉफ़्टवेयर का उपयोग किया गया है,

जो ड्रॉप बॉक्स, गूगल ड्राइव और वनड्राइव जैसी सुविधाएँ प्रदान करता है।

A6.2 वैज्ञानिक सूचना संसाधन केंद्र (SIRC)

वैज्ञानिक सूचना संसाधन केंद्र (SIRC) प्लाज़्मा भौतिकी और संलयन विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के अनुसंधान और विकास गतिविधियों में संलग्न वैज्ञानिक समुदाय को समकालीन उपकरणों का उपयोग करते हुए विशिष्ट सूचना संसाधन और प्रकाशन प्रबंधन सेवाएँ प्रदान कर रहा है। रिपोर्ट अवधि में नई पुस्तकालय वेबसाइट शुरू की गई।

वित्तीय वर्ष 2024-25 के दौरान कुल ₹1,74,58,634 का बजट उपयोग किया गया और संग्रह में निम्नलिखित सामग्री जोड़ी गई: पुस्तकालय ने अपने संग्रह में कुल 107 नई पुस्तकें जोड़ीं, जिनमें पुस्तक प्रदर्शनी के माध्यम से जोड़ी गई पुस्तकें भी शामिल हैं।

पुस्तकालय ने इंस्टीट्यूट ऑफ फिजिक्स (IoP) से 61 ई-पुस्तकें भी खरीदी। इसके अतिरिक्त, 180 रीप्रिंट और18 पैम्फलेट्स संग्रह में शामिल किए गए। पुस्तकालय ने दो दिवसीय पुस्तक प्रदर्शनी का आयोजन किया और इस प्रदर्शनी के माध्यम से 46 पुस्तकें अपने संग्रह में जोड़ीं। पुस्तकालय को वन डीएई वन सब्सक्रिप्शन (ODOS) कॉनसॉर्टियम और वन नेशन वन सब्सक्रिप्शन (ONOS) कार्यक्रम के माध्यम से पत्रिकाओं (जर्नल्स) का एक्सेस प्राप्त है। पुस्तकालय ने गैर-ONOS पत्रिकाओं की सदस्यता भी जारी रखी और 23 आवधिक पत्रिकाओं की सदस्यता ली। इसके अतिरिक्त, एक नई पत्रिका तथा एक journal archive को ई-संग्रह में जोड़ा गया। साथ ही, पुस्तकालय ने SCOPUS और NUCNET News Service जैसी प्रमुख डाटाबेस सेवाओं की सदस्यता भी जारी रखी।

पुस्तकालय अनुसंधान के क्षेत्र में नवीनतम अद्यतन जानकारी डिजिटल डिस्प्ले बोर्ड पर निरंतर प्रदर्शित कर रहा है तथा IPR, CPP और ITER-India के उपयोगकर्ताओं को ईमेल-आधारित FYI–Fusion News Alerts सेवा प्रदान कर रहा है। इस अलर्ट सेवा के अंतर्गत कुल 841 समाचार आइटम भेजे/प्रदर्शित किए गए और संग्रहित किए गए। इसके अतिरिक्त, वैज्ञानिक समाचार हिंदी भाषा में भी पुस्तकालय के नोटिस (डिस्प्ले) बोर्ड पर प्रदर्शित किए जाते हैं।

पुस्तकालय ने डीएई इकाइयों तथा अन्य राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पुस्तकालयों के साथ सहयोग जारी रखा, ताकि अंतर-पुस्तकालय ऋण (ILL) सेवाएँ प्रदान की जा सकें। कर्मचारियों द्वारा की गए कुल अनुरोधों में से 92.94% अनुरोधों को ILL सेवा के माध्यम से सफलतापूर्वक पूरा किया गया। साथ ही, IPR पुस्तकालय ने अन्य संस्थानों को उनकी मांग के अनुसार दस्तावेज़ उपलब्ध कराए और उनकी 100% आवश्यकताओं को पूर्ण किया।

वित्तीय वर्ष 2024-25 में पुस्तकालय ने उपयोगकर्ताओं को कुल 28,774 फोटोकॉपी/प्रिंट तथा 31,238 स्कैन की गई प्रतियाँ प्रदान कीं।

प्रकाशन प्रबंधन सेवाएँ कुशलतापूर्वक संचालित की गईं, और SIRC ने प्रकाशनों के समानता सूचकांक की जाँच के लिए एंटी-प्लेज़रिज़्म सॉफ़्टवेयर टूल की सदस्यता जारी रखी। कुल 576 पांडुलिपियाँ (सारांश/पेपर) और 03 पेटेंट जानकारी क्रमशः प्री-पब्लिकेशन ब्रॉडकास्टिंग सिस्टम और प्री-पेटेंट ब्रॉडकास्टिंग सिस्टम के माध्यम से इंट्रानेट पोर्टल पर स्टाफ को प्रसारित की गईं। वर्ष 2024–25 के दौरान SIRC ने 54 आंतरिक तकनीकी रिपोर्टें, 105 आंतरिक अनुसंधान रिपोर्टें, 180 जर्नल में IPR प्रकाशन, 28 कॉन्फ्रेंस प्रोसीडिंग्स में IPR प्रकाशन और 6 पुस्तक अध्याय प्रकाशित हुए।

वर्ष 2024-25 के दौरान पुस्तकालय के भीतर रंगाई का काम किया गया। इस दौरान उपयोगकर्ताओं को सेवाएँ निरंतर प्रदान की गईं, और काम पूरा होने के बाद, पुस्तकालय को अधिक उपयोगकर्ता-केंद्रित स्थान के रूप में पुनर्गठित किया गया।

तीन मल्टी टास्किंग स्टाफ को व्यवहारिक प्रशिक्षण (हैंड्स-ऑन ट्रेनिंग) प्रदान किया गया। गुजरात विश्वविद्यालय, अहमदाबाद के पुस्तकालय विज्ञान के चार छात्रों को पुस्तकालय इंटर्नशिप दी गई। नए सदस्यों और शोधार्थियों को अभिमुखीकरण प्रदान किया गया। पुस्तकालय स्वच्छता अभियान, सुरक्षा सप्ताह, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस आदि जैसी अन्य संस्थागत गतिविधियों में सक्रिय रूप से भाग ले रहा है और योगदान दे रहा है। साथ ही, पुस्तकालय राजभाषा कार्यांवयन में भी सक्रिय रूप से शामिल है और हिंदी के उपयोग को बढ़ावा दे रहा है।

A6.3 मैकेनिकल इंजीनियरिंग सेवाएँ

मैकेनिकल इंजीनियरिंग सेवा प्रभाग (MESD) में चार अनुभाग हैं — इंजीनियरिंग डिज़ाइन एवं विश्लेषण अनुभाग (EDAS), निरीक्षण एवं गुणवत्ता अनुभाग (IQS), ड्राफ्टिंग अनुभाग और वर्कशॉप अनुभाग। प्रभाग की गतिविधियाँ अवधारणा से लेकर कमीशनिंग तक पूरे उत्पाद चक्र को कवर करती हैं। इसके प्रमुख कार्यों में उत्पाद/प्रणाली का डिज़ाइन और विश्लेषण, इंजीनियरिंग ड्रॉइंग्स की तैयारी, फैब्रिकेशन/निर्माण और निरीक्षण, परीक्षण और कमीशनिंग शामिल हैं। प्रभाग स्टोर में आने वाले स्टॉक आइटम्स के निरीक्षण में भी सहयोग प्रदान करता है। इसमें मैकेनिकल इंजीनियर्स, ड्राफ्ट्समैन और टेक्नीशियनों की एक सक्षम टीम कार्यरत है। MESD प्रभाग ने SST-1, आदित्य, मैग्नेट, क्रायोजेनिक, न्यूट्रॉनिक्स, रिमोट हैंडलिंग, NBI, फ्यूजन ब्लैंकेट, क्रायोपंप, फंडामेंटल फिजिक्स आदि जैसे विभिन्न प्रभागों को सेवाएँ प्रदान की हैं। इसके अतिरिक्त, एफसीआईपीटी को भी व्यापक तकनीकी सेवाएँ प्रदान की हैं।

MESD के EDAS अनुभाग ने डिज़ाइन, विश्लेषण, फैब्रिकेशन, निरीक्षण और परीक्षण से संबंधित विभिन्न कार्यों को सक्रिय रूप से संपन्न किया है। अप्रैल 2017 में स्थापना के बाद से इस अनुभाग ने विभिन्न प्रभागों के लिए 200 से अधिक कार्यों को सफलतापूर्वक पूर्ण कर उनकी रिपोर्ट प्रस्तुत की है। डिज़ाइन कार्य को ASME, WRC कोड्स, वैक्यूम प्रोटोकॉल आदि मानकों के अनुसार किया जाता है। प्रणाली/उत्पाद की संरचनात्मक दृढ़ता सुनिश्चित करने के लिए FEM विश्लेषण किया जाता है। संरचनात्मक, तापीय तथा कपल्ड विश्लेषण नियमित रूप से ANSYS सॉफ़्टवेयर का उपयोग करके किए जाते हैं।

MESD के IQS अनुभाग ने वेल्डिंग प्रक्रिया विनिर्देश(WPS), निर्माण और निरीक्षण योजना (MIP), पदार्थ परीक्षण, गुणवत्ता आश्वासन

(QA), गुणवत्ता नियंत्रण (QC) तथा विभिन्न प्रकार के नॉन-डिस्ट्रक्टिव परीक्षण (NDT) से संबंधित अनेक कार्यों को सक्रिय रूप से पूरा किया है। यह अनुभाग SST-1 के विभिन्न घटकों के असेंबली, डिसअसेंबली, इंटरफेरेंस जाँच और नए घटकों की असेंबली से संबंधित गतिविधियों में भी सहयोग प्रदान करता है। वर्ष के दौरान, IQS प्रभाग ने 20 से अधिक कार्य सफलतापूर्वक पूर्ण किए।

MESD के ड्राफ्टिंग अनुभाग में CATIA-V5 R13 के 6 लाइसेंस वर्कस्टेशनों पर स्थापित हैं, जिनका उपयोग 3D मॉडलिंग और 2D ड्रॉइंग की तैयारी के लिए किया जाता है। इसके अतिरिक्त, अनुभाग में HP इंकजेट प्रिंटर T2300 प्लॉटर भी उपलब्ध है। यह अनुभाग आईपीआर की विभिन्न प्रणालियों के लिए डिज़ाइनिंग और इंजीनियरिंग ड्रॉइंग की तैयारी में उपयोगकर्ताओं को निरंतर सहयोग प्रदान कर रहा है। वर्ष के दौरान, अनुभाग ने 3D मॉडलिंग और 2D इंजीनियरिंग ड्रॉइंग तैयार करने के लिए 700 से अधिक जॉब कार्ड्स निष्पादित किए। अनुभाग विभिन्न सम्मेलनों और प्रस्तुतियों के लिए पोस्टर प्रिंटिंग में भी सहायता प्रदान कर रहा है।

MESD का वर्कशॉप अनुभाग आधुनिक और बहुउद्देश्यीय मशीनरी से सुसज्जित है, जिसमें मशीनिंग और फैब्रिकेशन (जैसे शीयरिंग, रोलिंग, TIG वेल्डिंग आदि) की सुविधाएँ शामिल हैं, जो आईपीआर, एफसीआईपीटी, ईटर-भारत और CPP की आवश्यकताओं के अनुरूप विभिन्न प्रणालियों/उत्पादों के निर्माण के लिए उपयोग की जाती हैं। वर्कशॉप में 3-एक्सिस एब्रसिव वॉटर-जेट मशीनिंग सुविधा उपलब्ध है, जिसका उपयोग विभिन्न सामग्रियों के जटिल आकारों को सामान्य तापमान पर काटने के लिए किया जाता है। इसके अतिरिक्त, वर्कशॉप में CNC और VMC मशीनिंग सेंटर भी उपलब्ध हैं। वर्कशॉप वैक्यूम कंपोनेंट्स का निर्माण भी करता है, जिन्हें स्टोर्स स्टॉक आइटम्स के रूप में उपयोग किया जाता है। वर्ष के दौरान, वर्कशॉप ने 1400 से अधिक जॉब कार्ड्स (जिनमें से 475 एब्रसिव वॉटर-जेट मशीनिंग से संबंधित थे) निष्पादित किए, और स्टेनलेस स्टील, एल्युमिनियम, कॉपर, ब्रास, सिरेमिक, टेफ़लॉन, हाइलम, PEEK आदि विभिन्न सामग्रियों से बने प्रणालियों/उत्पादों का निर्माण किया, जिनका कुल भार 10,500 किलोग्राम से अधिक था।

ईटर-भारत के प्रयोगात्मक प्रणालियों के लिए नया 15 मेगावाट कूलिंग वाटर सिस्टम: आईपीआर, गांधीनगर में 15 मेगावाट शीतलन क्षमता वाला एक नया कूलिंग वाटर सिस्टम स्थापित किया गया है। इसका उद्देश्य ईटर-भारत और आईपीआर की विभिन्न प्रयोगात्मक प्रणालियों से उत्पन्न ऊष्मा को वायुमंडल में निष्कासित करना है। इस प्रणाली का प्राथमिक उद्देश्य ईटर साइट (फ्रांस) को आपूर्ति किए जाने वाले ईटर घटकों के परीक्षण के साथ-साथ घरेलू फ्यूजन कार्यक्रम के अंतर्गत चल रहे विकासात्मक परियोजनाओं के लिए शीतलन जल की आवश्यकता को पूरा करना है।

स्थापित प्रमुख उपकरणों में शामिल हैं:15 मेगावाट FRP कूलिंग टॉवर (40,000 लीटर वाटर बेसिन सहित),2 × 300 TR वॉटर-कूल्ड स्क्रू चिलर्स,18 सेंट्रीफ्यूगल पंप्स,200 किलोवाट मोटर्स और वैरिएबल फ्रीक्वेंसी ड्राइव्स (VFDs), 9 मेगावाट क्षमता तक के 5 प्लेट-टाइप हीट एक्सचेंजर्स, स्टोरेज टैंक, वाल्व्स, पाइपिंग, पावर एवं इंस्ट्रुमेंटेशन केबलिंग, MCC, PLC पैनल और SCADA सिस्टम।

A6.4 सिविल अवसंरचना परियोजनाएँ

सिविल नवीनीकरण और उन्नयन कार्य: सिविल मेंटेनेंस सेक्शन (CMS) संस्थान के आईपीआर और एफसीआईपीटी कैंपस में मौजूदा सिविल अवसंरचना — जैसे भवन, जलापूर्ति लाइनें, ड्रेनेज लाइनें, बागवानी तथा उद्यानिकी कार्यों — के संपूर्ण रखरखाव, मरम्मत और नवीनीकरण के लिए उत्तरदायी है। वर्ष के दौरान कई सिविल नवीनीकरण कार्य पूरे किए गए, जिनमें प्रमुख हैं:

430 kA मैग्नेट पावर सप्लाई क्षेत्र के लिए नियंत्रण केबिन का निर्माण। आईपीआर के मुख्य द्वार पर गुजराती भाषा में साइनज कार्य सहित सिविल कार्य। गैस भंडारण टैंक वेसल्स, फेंसिंग, सपोर्ट स्ट्रक्चर आदि का पुनः पेंटिंग कार्य, तथा हीलियम स्टोरेज यार्ड में अन्य संबद्ध सिविल कार्य। केबल ट्रेंचेस के लिए प्री-कास्ट कवर, डीजी बिल्डिंग के लिए चैन-लिंक फेंस, न्यूट्रॉनिक्स बिल्डिंग में सेफ्टी ग्रिल्स, और अंडरग्राउंड वॉटर टैंक के पीछे शेड निर्माण कार्य। एफसीआईपीटी की विभिन्न प्रयोगशालाओं में क्षतिग्रस्त छतों को PUF शीट्स से बदलना, पुरानी कार्यालय इमारत और RFMS प्रयोगशाला के वॉशरूम का नवीनीकरण। नई कार्यालय इमारत के पीछे क्षेत्र का विकास "मियावाकी वन थीम" पर करना और परिसर में लगभग 650 पौधों का रोपण।

अतिरिक्त नागरिक अवसंरचना विकास: आईपीआर परिसर में वर्ष के दौरान विकसित मुख्य अतिरिक्त अवसंरचना में शामिल हैं— एफसीआईपीटी परिसर में शेड भवन का निर्माण – कार्य पूरा हो चुका है और स्वीकृति प्राप्त हो गई है। नए 100 केएलडी एसटीपी का निर्माण और स्थापना पूर्ण हुई तथा इसके कार्यात्मक प्रदर्शन का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। रिसेप्शन और स्टोर्स शेड भवन – निर्माण कार्य प्रगति पर है, और पूरा होने के करीब है। मौजूदा कार्यशाला भवन का विस्तार – टेंडर प्रक्रिया पूरी हो चुकी है, कार्य प्रदान किया जा चुका है और निर्माण जारी है। गेस्ट हाउस का नवीनीकरण जिसमें पैसेंजर लिफ्ट की व्यवस्था भी की जाएगी – टेंडर प्रक्रिया पूरी हो चुकी है और कार्य प्रदान किया गया है। संस्थान में अटल इन्क्यूबेशन सेंटर के लिए कार्यालय स्थापित करने हेतु नए क्यूबिकल्स का निर्माण।

वॉटर कूलिंग और एयर कंडीशनिंग: वॉटर कूलिंग और एयर कंडीशनिंग सेक्शन (WC&ACS) आईपीआर और एफसीआईपीटी परिसर में वॉटर कूलिंग और एयर कंडीशनिंग प्लांट्स के संचालन और रखरखाव के लिए जिम्मेदार है। आईपीआर और एफसीआईपीटी परिसरों में पुराने एसी यूनिट्स को बदलने के लिए 5-स्टार रेटिंग वाले ऊर्जा-कुशल इनवर्टर टाइप स्प्लिट एयर कंडीशनर्स की स्थापना, परीक्षण और कमीशनिंग की गई है।

A6.5 अल्ट्रा हाई वोल्टेज सिस्टम

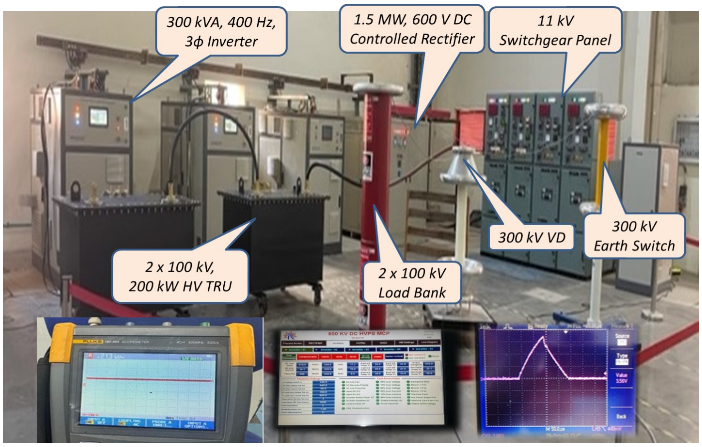
अल्ट्रा हाई वोल्टेज सिस्टम्स डिवीजन संलयन (फ़्यूज़न) अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रम तथा औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक अल्ट्रा हाई वोल्टेज पावर सप्लाई सिस्टम और

चित्र A.6.1: a) 100 केएलडी सीवेज ट्रीटमेंट प्लांट और b) एफसीआईपीटी शेड।

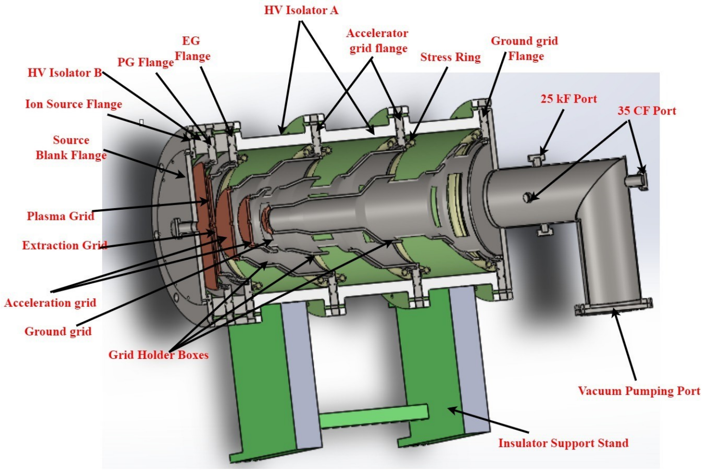
उससे संबंधित प्रमुख प्रौद्योगिकियों के स्वदेशी विकास के लिए उत्तरदायी है। इस डिवीजन का प्रमुख उद्देश्य मॉड्यूलर/ स्केलेबल/कंपैक्ट डिज़ाइन समाधानों पर आधारित उच्च वोल्टेज उपकरणों/प्रणालियों का विकास करना है, साथ ही प्रणाली की विश्वसनीयता, उपलब्धता, अनुरक्षणीयता तथा निरीक्षणीयता सुनिश्चित करना है। अपनी स्थापना के बाद से UHVS डिवीजन द्वारा निम्नलिखित प्रमुख कार्य-निष्पाद्य (डिलिवरेबल्स) सफलतापूर्वक पूरे किए गए हैं।

500 kV/100 mA डीसी पावर सप्लाई विकास: यह पावर सप्लाई कम शक्ति (< 200 kW) और उच्च ऊर्जा (>100 keV) डीसी कण त्वरक (Particle Accelerator) आधारित अनुप्रयोगों तथा विद्युत प्रणालियों/उपकरणों के परीक्षण हेतु अत्यंत उपयुक्त है। पावर सप्लाई को मॉड्यूलर संरचना पर आधारित किया गया है तथा इसे 1000 kV/100 mA तक स्केलेबल रूप से विकसित किया गया है। इस पावर सप्लाई का एकीकरण (integration), परीक्षण, कमीशनिंग किया जा चुका है और इसे 200 kV पर 10 mA हाइड्रोजन बीम के त्वरण तथा डायोड, संधारित्र (capacitors), इन्सुलेटर, बुशिंग, फीड-थ्रू, ट्रांसफ़ॉर्मर आदि विभिन्न उच्च-वोल्टेज घटकों के परीक्षण में सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया है। इस पावर सप्लाई प्रणाली के प्रत्येक तत्व—जैसे कि सिमेट्रिकल वोल्टेज मल्टिप्लायर (SVM) यूनिट्स, हाई फ्रीक्वेंसी स्रोत, हाई फ्रीक्वेंसी स्टेप-अप ट्रांसफॉर्मर, न्यूमैटिक अर्थ स्विच, करंट लिमिटिंग रेज़िस्टर—का डिज़ाइन और निर्माण देश में ही भारतीय MSME इकाइयों के सहयोग से स्वदेशी रूप से किया गया है, जो भारत सरकार की मेक इन इंडिया (MII) पहल के अनुरूप है और इसे आयात प्रतिस्थापन के रूप में भी माना जा सकता है।

300 kV/2 A डीसी पावर सप्लाई विकास: यह पावर सप्लाई उच्च शक्ति (1 <MW) तथा उच्च ऊर्जा (100<keV) डीसी पार्टिकल एक्सेलेरेटर आधारित अनुप्रयोगों, जैसे कि फ्यूज़न आरएंडडी कार्यक्रम में हीटिंग एवं करेंट ड्राइव सिस्टम हेतु उपयोग किए जाने वाले न्यूट्रल बीम इंजेक्टर (NBI) (चित्र A.6.2) के लिए उपयुक्त है। यह पावर सप्लाई प्रणाली भारतीय सूक्ष्म, लघु एवं मध्यम उद्यमों (MSME) के सहयोग से 'मेक इन इंडिया (MII)' पहल के अनुरूप पूर्णतः स्वदेशी रूप से डिजाइन एवं विकसित की गई है। मॉड्यूलर संरचना पर आधारित होने के कारण इस प्रणाली को 500 kV/2 A तक सरलता से स्केलेबल बनाया जा सकता है। पावर सप्लाई के सभी प्रमुख घटक— नियंत्रित रेक्टिफ़ायर, इन्वर्टर्स, उच्च वोल्टेज ट्रांसफॉर्मर एवं रेक्टिफ़ायर (HV-TRU)—को उनके डिजाइन किए गए रेटेड मानों पर स्वतंत्र रूप से परीक्षणित किया गया है तथा संपूर्ण प्रणाली को एकीकृत कर परीक्षण एवं कमीशनिंग सफलतापूर्वक पूर्ण की गई है।



चित्र A.6.2: 300kV, 2A DC पावर सप्लाई का डेवलपमेंट



चित्र A.6.3: उच्च वोल्टेज आयन निष्कर्षण एवं त्वरक ग्रिड प्रणाली

चित्र A.6.4: बहु-सेकेंडरी ट्रांसफॉर्मर (MST) और स्विचिंग पावर मॉड्यूल (SPM) के फोटोग्राफ

<u>उच्च वोल्टेज आयन निष्कर्षण एवं त्वरक ग्रिड प्रणाली:</u> उच्च वोल्टेज आयन निष्कर्षण एवं त्वरक (एक्सेलरेशन) ग्रिड प्रणाली (चित्र A.6.3) भारत में अपने प्रकार का प्रथम विकास है। इस HV ग्रिड प्रणाली को ECR आयन स्रोत के साथ एकीकृत किया जाएगा, जिसके माध्यम से बीम को 300 keV तक त्वरित किया जाएगा। इसके उपरांत बीम का न्यूट्रलाइज़ेशन किया जाएगा, ताकि न्यूट्रल बीम का निर्माण हो सके, जिसे टोकामॅक में इंजेक्ट किया जा सके या ड्यूटेरियम/ट्रिटियम लक्ष्य पर अभिसारित कर न्यूट्रॉन उत्पादन किया जा सके।

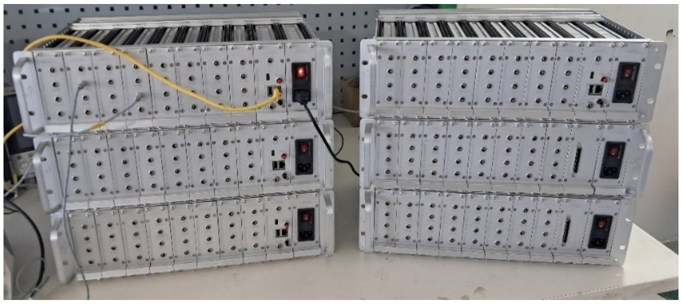
HV ग्रिड प्रणाली को मॉड्यूलर संरचना, 2 A तक बीम करंट की स्केलेबिलिटी, तथा आसान असेंबली को ध्यान में रखते हुए पूर्णतः स्वदेशी रूप से डिजाइन एवं विकसित किया गया है। इस प्रणाली का निर्माण, स्थापना एवं परीक्षण इसके डिजाइन किए गए लीकेज दर ($\leq 1.0 \times 10^{-8}$ mbar–l/s) तथा वैक्यूम होल्डिंग क्षमता ($\leq 5 \times 10^{-5}$ mbar) के अनुरूप सफलतापूर्वक किया गया है। उच्च वोल्टेज विथस्टैंड क्षमता, बीम डायनेमिक्स एवं डायग्नॉस्टिक्स का परीक्षण अगली कार्य योजना के रूप में प्रस्तावित है।

<u>विनियमित उच्च वोल्टेज विद्युत आपूर्ति प्रणाली में वोल्टेज असंतुलन की स्थिति का निवारण:</u>

विनियमित उच्च वोल्टेज विद्युत आपूर्ति प्रणालियाँ (RHVPS) संस्थान में उच्च शक्ति रेडियो-फ्रीक्वेंसी उपकरणों तथा न्यूट्रल बीम उपकरणों द्वारा विकसित और उपयोग में लाई जा रही हैं। RHVPS एक मॉड्यूलर प्रणाली है, जिसमें छोटे वोल्टेज स्रोतों को PSM (पल्स स्टेप मॉड्यूलेशन) तकनीक द्वारा जोड़कर उच्च DC वोल्टेज आउटपुट प्राप्त किया जाता है। ये छोटे वोल्टेज स्रोत AC-DC पावर कन्वर्टर्स होते हैं, जिन्हें स्विच्ड पावर मॉड्यूल (SPM) कहा जाता है और इन्हें मल्टी-सेकेंडरी ट्रांसफॉर्मर (MST) (चित्र A.6.4) द्वारा फीड किया जाता है। MST इनपुट विद्युत शक्ति तथा HVDC आइसोलेशन दोनों प्रदान करता है। इसमें एक प्राइमरी वाइंडिंग तथा अनेक पृथक सेकेंडरी वाइंडिंग्स होती हैं। पृथक सेकेंडरी वाइंडिंग्स की आपस की कपैसिटिव कनेक्टिविटी (Cw) समीपस्थ वाइंडिंग्स के साथ मौजूद रहती है। दीर्घ पल्स संचालन के दौरान RHVPS में SPM के फ़िल्टर कैपेसिटरों के पार वोल्टेज असंतुलन से संबंधित प्रदर्शन समस्याएँ देखी गई हैं। यह असंतुलन संबंधित SPM के ट्रिप होने का कारण बनता है, जिसके परिणामस्वरूप आउटपुट अनियमित हो जाता है।

A6.6 इलेक्ट्रॉनिक्स और इंस्ट्रूमेंटेशन:

इलेक्ट्रॉनिक्स और इंस्ट्रूमेंटेशन प्रभाग संस्थान में टोकामॅक संचालन और भौतिकी प्रयोगों से संबंधित सभी प्रभागों को सेवाएँ प्रदान करता है। यह प्रभाग विभिन्न प्रकार की इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों का विकास करता है, जिसमें इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों के डिज़ाइन, प्रोटोटाइप निर्माण,



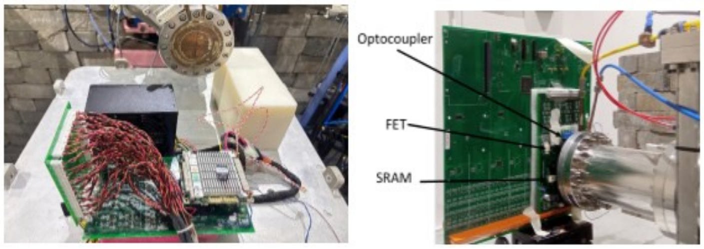
चित्र A.6.5: विद्युतचुंबकीय नैदानिकी के लिए सिग्नल कंडीशनिंग इलेक्ट्रॉनिक्स।

परीक्षण तथा प्रयोगों में इनका एकीकरण शामिल है। टीम परियोजनाओं के सभी चरणों—प्रारंभिक अवधारणा और

डिज़ाइन से लेकर अंतिम क्रियान्वयन तक—को संस्थान के भीतर ही पूर्ण रूप से संभालती है।

वर्ष 2024–25 में ADITYA-U, SST-1 और SS-ST मशीन के लिए 200 चैनलों वाले इलेक्ट्रोमैग्नेटिक डायग्नोस्टिक हेतु आइसोलेटेड सिग्नल कंडीशनिंग परिपथ का विकास किया गया है (Figure A.6.5)। इलेक्ट्रोमैग्नेटिक प्रोब डायग्नोस्टिक्स का उपयोग प्लाज़्मा की महत्त्वपूर्ण परिचालन पैरामीटरों—जैसे प्लाज़्मा स्थिति, धारा, मैग्नेटो-हाइड्रोडायनेमिक (MHD) गतिविधि, लूप वोल्टेज, कन्फाइनमेंट समय, प्लाज़्मा ऊर्जा तथा डिसरप्शन घटनाओं—को मापने के लिए किया जाता है। एक 3U चेसिस में 32 चैनलों की सिग्नल कंडीशनिंग इलेक्ट्रॉनिक्स होती है, जिसमें प्रत्येक चैनल में 5 kV कॉमन मोड वोल्टेज दो-पोर्ट आइसोलेशन उपलब्ध है। एक अन्य विकास के रूप में 24-चैनल वाला लो-नॉइज़ फ्रंट-एंड इलेक्ट्रॉनिक्स विकसित किया गया है, जिसका करंट-टू-वोल्टेज रूपांतरण गुणांक 1 V/μA तथा बैंडविड्थ 50 kHz है, जिसे ADITYA-U टोकामॅक में AXUV डायोड ऐरे के साथ इंटरफ़ेस करने के लिए विकसित किया गया है, जिससे प्लाज़्मा से विकीर्णित शक्ति का मापन किया जा सके। संस्थान में आगामी स्मॉल स्केल स्फेरिकल टोकामक के लिए विभिन्न प्लाज़्मा डायग्नोस्टिक्स हेतु सिग्नल कंडीशनिंग तथा फोटो मल्टीप्लायर ट्यूब्स के लिए हाई-वोल्टेज नियंत्रण इलेक्ट्रॉनिक्स का विकास किया गया है।

स्वावलंबन, लचीलापन, कम लागत तथा तीव्र कार्यान्वयन को विभिन्न बहु-चैनल स्वदेशी डेटा अधिग्रहण प्रणालियों के विकास में सफलतापूर्वक प्राप्त किया गया है, जिन्हें ADITYA-U टोकामक में फास्ट डॉप्लर स्पेक्ट्रोस्कोपी, संचालन एवं प्रोब मापन जैसे विभिन्न प्रयोगों के लिए अनुकूलित किया गया है। ये प्रणालियाँ सिंगल बोर्ड कंप्यूटर तथा सिस्टम-ऑन-चिप पर आधारित हैं, जिनकी सैंपलिंग दर 10M सैंपल/सेकंड/चैनल तक है तथा 8Mx16 SRAM/512 MB DDRAM उपलब्ध है। मुक्त स्रोत प्रौद्योगिकियों का लाभ उठाते हुए, स्वदेशी डेटा अधिग्रहण प्रणाली का एप्लिकेशन सॉफ़्टवेयर Python में विकसित किया गया है। SMARTEX-C उपकरण में इलेक्ट्रॉन

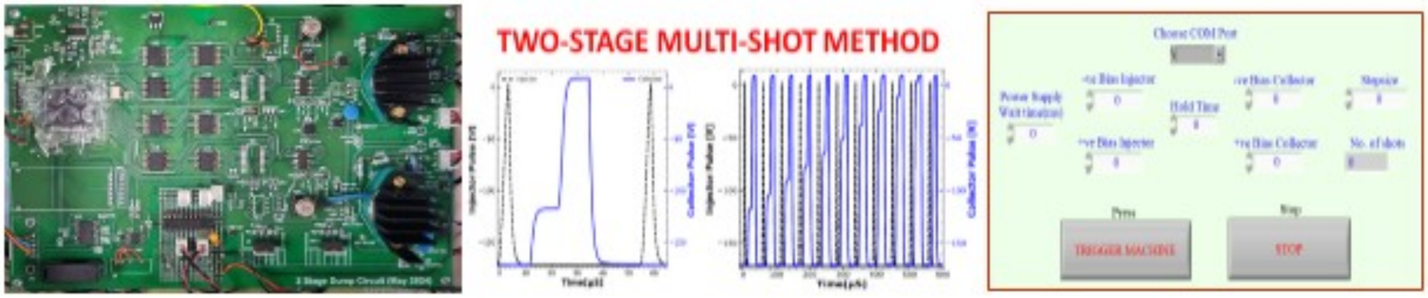


चित्र A.6.7: इलेक्ट्रॉनिक्स कंपोनेंट्स पर न्यूट्रॉन रेडिएशन के लिए सेट-अप।

प्लाज़्मा प्रयोगों के लिए, रिमोटली कॉन्फ़िगरेबल FPGA-आधारित संचालन एवं नियंत्रण इलेक्ट्रॉनिक्स (Figure A.6.6) विकसित किए गए हैं, जो इलेक्ट्रोड बायस हेतु स्टेप-अप रैम्प वोल्टेज उत्पन्न करने तथा इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा के दो-चरणीय एवैपोरेटिव डम्प के लिए टाइमिंग अनुक्रम को नियंत्रित करने में सक्षम हैं। इसके साथ ही कैपेसिटिव प्रोब करंट मापन हेतु संबद्ध सिग्नल कंडीशनिंग इलेक्ट्रॉनिक्स का विकास किया गया है तथा उपकरण की बेकिंग प्रणाली को स्वचालित किया गया है (प्रयोग का विवरण Sec. A3.2 में उपलब्ध है)।

14 MeV न्यूट्रॉन स्रोत का उपयोग करते हुए ADC, ऑप्टो-कप्लर, SRAM, इंस्ट्रूमेंटेशन एम्पलिफ़ायर जैसे इलेक्ट्रॉनिक अवयवों का न्यूट्रॉन विकिरण अनावरण किया गया है, ताकि संस्थान एवं ITER से संबंधित ऊर्जा परियोजनाओं के लिए इन अवयवों की विकिरण-प्रतिरोधक क्षमता का सत्यापन किया जा सके। परीक्षण के परिणामों को संस्थान में आयोजित सम्मेलन में प्रस्तुत किया गया है (चित्र A.6.7)।

अनुभाग के सदस्यों ने अलग-अलग सम्मेलनों में अपना कार्य प्रस्तुत किया है और IEEE ट्रांजैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, IEEE Xplore, NIMA और टेक्निकल रिपोर्ट्स में पेपर प्रकाशित किए हैं। अनुभाग नियमित रूप से इंजीनियरिंग कॉलेजों के स्टूडेंट्स को प्रोजेक्ट्स देता है और उन्हें इंडस्ट्री की ज़रूरी कौशल (स्किल्स) सिखाता है। अनुभाग ने नए शामिल



चित्र A.6.6: SMARTEX-C में प्रयोगों के लिए ऑपरेशन और कंट्रोल इलेक्ट्रॉनिक्स।

A7. एआईसी, पेटेंट एवं प्रौद्योगिकी हस्तांतरण

अटल इन्क्यूबेशन सेंटर, दायर किये गये पेटेंट और संस्थान द्वारा संचालित बाहरी परियोजनाओं पर संक्षिप्त जानकारी निम्नलिखित उपखंड में दी गई है।

A7.1 अटल इन्क्यूबेशन सेंटर—प्लाज्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन………………..….81
A7.2 दायर किये गये पेटेंट…………………………………………………..81
A7.3 बाहरी परियोजनाएँ……………………………………………………...82

A7.1 अटल इनक्यूबेशन सेंटर — प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन

AIC - IPR प्लाज्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन (Plasmatech) एक धारा 8 कंपनी है, जो पूरी तरह से पऊवि के स्वामित्व में है। यह कंपनी आईपीआर के वाणिज्यीकरण शाखा के रूप में कार्य कर रही है, जैसा कि आईपीआर के गवर्निंग काउंसिल द्वारा अनुमोदित किया गया है। इस कंपनी को प्लाज़्माटेक प्रौद्योगिकी हस्तांतरण कंपनी के रूप में कार्य करने और प्लाज्मा और संबंधित तकनीकों के क्षेत्र में डीप टेक्नोलॉजी आधारित स्टार्ट-अप्स का समर्थन करने का अनुदेश दिया गया है। इस दिशा में, वित्तीय वर्ष FY 24-25 में आठ स्टार्ट-अप्स को इनक्यूबेट किया गया। इनमें शामिल हैं: इकोप्लास्वा टेक्नोलॉजी, कोल्डरे प्लाज़्मा लैब्स, एलबीआईएस रिसर्च (LBIS Research), पेडोक्राउन, एक्सकार्बन, जेनक्स लाइफ केयर, प्लाज़्माज़ेन, फार्मा एनवायरोकेयर इंडिया। इनमें से कुछ ने उत्पादों के विकास में महत्वपूर्ण प्रगति की है, और इन्हें उल्लेखनीय माना जाता है, क्योंकि यह भविष्य में इन तकनीकों के संभावित प्रभाव को दर्शाता है।

वित्तीय वर्ष 2024-25 में, AIC-IPR प्लाज्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन ने भारतीय कंपनियों और स्टार्टअप्स के साथ 6 प्रौद्योगिकी हस्तांतरण समझौते किए, जिनका कुल मूल्य ₹29.31 लाख रहा। कंपनी के बोर्ड ऑफ डायरेक्टर्स ने राजस्व प्रबंधन नीति को भी अनुमोदित किया, जो आईपीआर की तकनीकों के वाणिज्यीकरण से उत्पन्न धन को पुनः निवेश और उपयोग करने के लिए मार्गदर्शक के रूप में कार्य करती है।

इसके अलावा, प्लाज़्माटेक ने कोलेक्यम और व्याख्यानों जैसे कार्यक्रमों को सक्रिय रूप से समर्थन किया है, जिनमें IP विशेषज्ञों, नवप्रवर्तकों और प्रौद्योगिकी के प्रवर्तकों द्वारा ज्ञान साझा किया जाता है। इस प्रयास में HBNI इंस्टिट्यूट इनोवेशन काउंसिल के साथ सहयोग कर स्टार्ट-अप के बारे में ज्ञान, उसकी प्रक्रिया और यात्रा को प्रचारित करने का कार्य किया गया। बाहरी प्रायोजित परियोजनाओं के क्षेत्र में, कचरा प्रबंधन और कचरे से ऊर्जा के विषयों पर चर्चा की गई, जो जलवायु परिवर्तन नियंत्रण और सतत एवं समान भविष्य में योगदान देने की उम्मीद रखते हैं।

A7.2 पेटेंट दर्ज किए गए

जल संग्रहण की दक्षता के लिए सुपरहाइड्रोफोबिक धात्विक सतह बनाने की एक प्रक्रिया, *विवेक पच्छीगर, बसंत कुमार परिदा, मुकेश रंजन, सूरज के. पी.,* भारतीय आवेदन संख्या 202421057885, दिनांक 30 अगस्त 2024 –आईपीआर

सूक्ष्मदर्शी छवियों की ऑनलाइन परीक्षण हेतु एक नवीन प्रणाली, *अग्रज अभिषेक, अभिषेक शर्मा, मनीका शर्मा, नवीन रस्तोगी, जिग्नेश पी. चौहान, के. के. गोटेवाल,* भारतीय आवेदन संख्या 202421058089, दिनांक 06 सितंबर 2024 –आईपीआर

अवुल्सेड दाँतों के भंडारण और परिवहन के लिए एक नवीन दंत माध्यम, *यश बाफना (एस.पी.यू.), शोभा फर्नांडिस (एस.पी.यू.), एस. के. नेमा, विकास राठौर, चिरायु एन. पाटिल, मातंगी जोशी (एस.पी.यू.)* भारतीय आवेदन संख्या 202421058088, दिनांक 13 सितंबर 2024 – आईपीआर एवं एनपीडीसीएच (संकलचंद पटेल विश्वविद्यालय)

डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज उपकरण तथा प्लाज़्मा-सक्रिय तरल पदार्थों की मध्यम रूप से उच्च मात्रा उत्पन्न करने की प्रक्रिया, *आदमभाई संघारियत, विकास राठौर, चिरायु पाटिल, सुधीर कुमार नेमा* भारतीय आवेदन संख्या 202521013977, दिनांक 18 फ़रवरी 2025 – आईपीआर

A7.3 बाहरी परियोजनाएँ

A) पूर्ण हो चुकी परियोजनाएँ				
प्रत्यक्ष रूप से निष्पादित				
क्रमांक	**संगठन**	**विवरण**	**सुपूर्दगी**	**स्थिति**
01	बिड़ला इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (बीआईटी), मेसरा जयपुर केम्पस	वायुमंडलीय दबाव प्लाज़्मा जेट की सप्लाई	वायुमंडलीय दबाव प्लाज़्मा जेट प्रणाली	इस प्रणाली का निर्माण कर इसे बीआईटी मेसरा को सौंप दिया गया है।
02	वेदांता एल्युमिनियम एंड पावर	"Ti_3AlC_2 MAX चरण सामग्री के संश्लेषण एवं उसे कार्बन पदार्थ पर कोटिंग करने की व्यवहार्यता का अध्ययन"	लेपित नमूनों के साथ व्यवहार्यता अध्ययन रिपोर्ट	कार्बन नमूनों पर निकल, टाइटेनियम तथा Ti_3AlC_2 की कोटिंग विभिन्न तकनीकों जैसे HVOF, लेज़र क्लैडिंग आदि विधियों द्वारा करने का प्रयास किया गया। कोटेड नमूनों का परीक्षण पूर्ण कर अंतिम प्रतिवेदन प्रस्तुत किया गया।
यह कार्य एआईसी-आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फ़ाउंडेशन (आईपीआर के इनक्यूबेशन केंद्र) के माध्यम से क्रियान्वित किया गया।				
03	ऑस्कर एंटरप्राइज	प्लाज़्मा पायरोलिसिस प्रणाली के द्वितीयक कक्ष के परीक्षण हेतु तकनीकी सहयोग प्रदान किया गया।	सिस्टम सपोर्ट	चेम्बर का परीक्षण कार्य पूर्ण कर लिया गया है तथा कार्य का दायरा परिभाषित किया गया है।
04	सेनर्ज इंजीनियरिंग सॉल्यूशंस	पिलो शीट हीट एक्सचेंजर का इंजीनियरिंग डिज़ाइन	डिज़ाइन रिपोर्ट	परियोजना के दायरे के अंतर्गत सभी गतिविधियाँ पूर्ण कर ली गई हैं तथा डिज़ाइन रिपोर्ट प्रस्तुत किया गया है।

B) चल रही परियोजनाएं				
क्रम	**संगठन**	**विवरण**	**सुपूर्दगी**	**स्थिति**
01	एक्सेल इंडस्ट्रीज	75 किलोवाट थर्मल प्लाज़्मा प्रणाली की स्थापना हेतु तकनीकी परामर्श	परामर्शात्मक आधार पर तकनीकी परामर्श प्रदान करना।	थर्मल प्लाज़्मा प्रणाली का इंजीनियरिंग डिज़ाइन पूर्ण कर लिया गया है। इसके घटकों एवं उप-प्रणालियों की क्रय-प्रक्रिया प्रगति पर है।

02	अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र, इसरो (ISRO)	1250 मिमी एपर्चर आकार के तरल नाइट्रोजन शीतित क्रायोपंप (अगस्त्य™) का विकास एवं आपूर्ति	1250 मिमी एपर्चर आकार का तरल नाइट्रोजन शीतित क्रायोपंप (अगस्त्य™)	मुख्य क्रायोपंप पात्र एवं उसके घटक प्राप्त कर लिए गए हैं तथा उनका वैक्यूम एवं क्रायोजेनिक कार्य-क्षमता परीक्षण किया गया है। प्रणाली का असेंबली कार्य प्रगति पर है।
03	सन पेट्रोकेमिकल्स प्राइवेट लिमिटेड	संवर्धित तेल पुन:प्राप्ति के लिये स्वचालित तार-विस्फोट प्रणाली का व्यवहार्यता अध्ययन"	व्यवहार्यता अध्ययन रिपोर्ट	यांत्रिक उपकरण का अंतिम डिज़ाइन पूर्ण कर लिया गया है। विद्युत प्रणाली के सभी अवयवों के विनिर्देश एवं उनके सटीक आयाम निर्धारित किए गए हैं। घटकों की क्रय प्रक्रिया वर्तमान में प्रगति पर है।
04	यूआरएससी (पूर्व में आईएसएसी), इसरो बेंगलुरु	अंतरिक्ष यान प्लाज़्मा इंटरैक्शन प्रयोग-III [SPIX-III]	उपग्रह सौर पैनलों पर पृथ्वी की निचली कक्षा (LEO) तथा भूस्थिर कक्षा (GEO) जैसी अंतरिक्ष परिस्थितियों में प्रायोगिक अध्ययन का संचालन	यूआरएससी (URSC) द्वारा अनुरोधित प्रमाणीकरण प्रयोग पूर्ण कर लिए गए हैं। परियोजना रिपोर्ट तैयार की जा रही है।
05	डीएसटी, न्यू दिल्ली	एंटी-यूएवी (मानवरहित हवाई वाहन) का डिजाइन और विकास	एंटी-यूएवी प्रणाली	परियोजना का दायरा पूरा हो चुका है। वित्तीय समापन प्रगति पर है।
06	आईसीएमआर नई दिल्ली और राष्ट्रीय क्षय रोग अनुसंधान संस्थान (एनआईआरटी)- चेन्नई	टीबी की स्वचालित एवं तीव्र पहचान के लिए डीप लर्निंग सॉफ्टवेयर विकसित करना	टीबी का पता लगाने के लिए एआई आधारित उपकरण का विकास और नियोजन	भारत की विशाल जनसंख्या के लिए एक स्क्रीनिंग उपकरण विकसित करने की महत्त्वपूर्ण उपलब्धि का कार्य पूर्ण किया जा चुका है। DeepCXR प्रणाली का स्वतंत्र रूप से प्रमाणीकरण किया गया है तथा इसे औपचारिक स्वीकृति प्राप्त हो चुकी है। इसे भारत सरकार के राष्ट्रीय क्षय (टीबी) उन्मूलन कार्यक्रम के अंतर्गत एक स्क्रीनिंग उपकरण के रूप में उपयोग के लिए स्वास्थ्य एवं परिवार कल्याण मंत्रालय (MOHFW) को अनुशंसित किया गया है। वर्तमान में देश के अनेक राज्यों के कई केंद्रों पर इस प्रणाली का उपयोग किया जा रहा है। इसे और व्यापक रूप से लागू करने एवं डिजिटल हैंडहेल्ड एक्स-रे प्रणाली के साथ एकीकृत कर एक पूर्ण मॉड्यूलर प्रणाली के रूप में विकसित करने हेतु केंद्रीय क्षय प्रभाग (CTD) -

				स्वास्थ्य एवं परिवार कल्याण मंत्रालय (MoHFW) के साथ सहयोगात्मक कार्य प्रगति पर है। दूसरे माइलस्टोन के अंतर्गत DeepCXR को एक नैदानिक कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपकरण के रूप में विकसित करने का कार्य आरंभ किया गया है, जिसमें आईसीएमआर (ICMR) तथा देश के अन्य 20 संस्थान डेटा उपलब्ध कराएंगे तथा आईपीआर (IPR) इस एआई उपकरण का विकास करेगा।
07	सेंट गोबेन इंडिया प्राइवेट लिमिटेड	वस्त्र, तकनीकी वस्त्र एवं कोटेड अब्रेसिव्स पर प्लाज़्मा प्रोसेसिंग के अनुप्रयोग का व्यवहार्यता अध्ययन	व्यवहार्यता अध्ययन रिपोर्ट	प्लाज़्मा उपचार संबंधी प्रयोग पूर्ण कर लिए गए हैं तथा नमूनों का लक्षणन कार्य प्रगति पर है।.
08	वीएसएससी, इसरो	प्लाज़्मा क्षरण एनोड लाइनर सामग्री का लक्षण वर्णन	क्षरण अध्ययन के साथ सामग्री लक्षण वर्णन रिपोर्ट	विभिन्न सिरेमिक सामग्रियों पर आयन क्षरण प्रयोग प्रगति पर हैं।

C) एआईसी-आईपीआर के माध्यम से निष्पादित प्रौद्योगिकी हस्तांतरण समझौते

क्रमांक	संगठन का नाम	प्रौद्योगिकी	निष्पादित तारीख
01	एक्सकार्बन प्राइवेट लिमिटेड	जैविक अपशिष्ट के लिए प्लाज़्मा पायरोलिसिस	24 नवंबर ,2024
02	राउत यूनिटेक प्राइवेट लिमिटेड	वाइडबैंड हाइब्रिड हाई पावर मेगावाट लेवल सीडब्ल्यू रेडियोफ्रीक्वेंसी (आरएफ) कंबाइनर/स्प्लिटर	17 दिसंबर, 2024
03	वीरल कंट्रोल्स प्राइवेट लिमिटेड	फीडबैक कंट्रोल्ड मॉड्यूलर हाई वोल्टेज डीसी पावर सप्लाई	17 दिसंबर, 2024
04	ऊर्जा गैसीफायर्स प्राइवेट लिमिटेड	जैव-चिकित्सा अपशिष्ट के लिए प्लाज़्मा पायरोलिसिस तकनीक	30 दिसंबर, 2024

D) आईपीआर द्वारा बाहरी एजेंसियों के साथ निष्पादित समझौता ज्ञापन/सहयोग समझौते		
शीर्षक	**संगठन का नाम**	**निष्पादन की तिथि**
पारस्परिक हित के क्षेत्रों पर शैक्षणिक कार्यक्रम पर सहयोग	पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय	02 मई, 2024
प्लाज़्मा प्रौद्योगिकी अनुप्रयोगों और पारस्परिक हित के क्षेत्रों पर सहयोग	निरमा विश्वविद्यालय	07 जून, 2024
बीएन/सिलिका/ज़िरकोनिया कंपोजिट का प्लाज़्मा अपरदन लक्षण वर्णन	विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र (वीएसएससी), इसरो	05 अप्रैल 2024
बुनियादी ढाँचे, इनक्यूबेशन और तकनीकी जानकारी एवं विशेषज्ञता के व्यावसायीकरण पर सहयोग	एआईसी-आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फ़ाउंडेशन (आईपीआर का इनक्यूबेशन सेंटर)	15 अप्रैल, 2024
E) बाह्य संस्थाओं के साथ ए.आई.सी.–आई.पी.आर. प्लाज़्माटेक इनोवेशन फ़ाउंडेशन द्वारा निष्पादित समझौता ज्ञापन		
शीर्षक	**संगठन का नाम**	**निष्पादन की तिथि**
पारस्परिक हित की गतिविधियों में सहयोग के लिए सहकार्यता	अटल इन्क्यूबेशन सेंटर - कोशिकीय एवं आणविक जीव विज्ञान केंद्र	17 दिसंबर, 2024
आरएफ प्लाज़्मा लक्षण वर्णन और संचार में इसके अनुप्रयोग के लिए सहयोग	उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला, डीआरडीओ	28 मार्च, 2025
एआईसी-आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन द्वारा इनक्यूबेट किए गए स्टार्ट-अप की सूची		
स्टार्ट-अप का नाम	**क्षेत्र/एमवीपी**	**आईपीआर की प्रौद्योगिकी**
एलबीआईएस रिसर्च प्राइवेट लिमिटेड, अहमदाबाद	जैवनिम्नीकरणीय खाद्य कंटेनरों के लिए प्लाज़्मा आधारित कोटिंग	PECVD - SiOx कोटिंग
इकोप्लासवा टेक प्राइवेट लिमिटेड, अहमदाबाद	कृषि अनुप्रयोगों के लिए PAW प्रणाली	प्लाज़्मा एक्टिवेटड वॉटर
एक्सकार्बन प्राइवेट लिमिटेड, बेंगलुरु	प्लाज़्मा आधारित गैसीकरण प्रणालियाँ	रौद्र™ प्लाज़्मा पायरो

फार्मा एनवायरोकेयर इंडिया प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई	दवा अपशिष्ट निपटान के लिए रौद्र™ प्रणाली	रौद्र™ प्लाज़्मा पायरो (BMW)
प्लाज़्माज़ेन प्राइवेट लिमिटेड, अहमदाबाद	बीज उपचार के लिए प्लाज़्मा आधारित प्रणाली	DBD प्लाज़्मा विशेषज्ञता
ज़ेनेक्स लाइफकेयर एलएलपी, हैदराबाद	सर्जिकल चिकित्सा उपकरणों के लिए प्लाज़्मा स्टेरिलाइज़र	प्लाज़्मा स्टेरिलाइज़र

अध्याय B

अंतर्राष्ट्रीय सहयोग

B1. ईंटर-भारत की गतिविधियाँ 88
B2. लीगो भारत की गतिविधियाँ 96

B. अंतर्राष्ट्रीय सहयोग

संस्थान निम्नलिखित प्रमुख अंतर्राष्ट्रीय मेगा विज्ञान प्रायोगिक सहयोगों, जैसे ईटर और लेज़र इंटरफेरोमेट्री ग्रेविटेशनल-वेव ऑब्ज़र्वेटरी (LIGO) में भी सक्रिय रूप से भाग ले रहा है और विभिन्न प्रणालियों और उप-प्रणालियों के डिज़ाइन, निर्माण, परीक्षण और सुपुर्दगी में समान भागीदार के रूप में योगदान दे रहा है। इस दिशा में प्राप्त प्रमुख उपलब्धियाँ नीचे दी गई हैं।

B1. ईटर-भारत की गतिविधियाँ 88

B2. लेसर इंटरफेरोमेट्री ग्रेविटेशनल वेव ऑब्जर्वेटरी (लीगो-भारत)की गतिविधियाँ 96

B.1 ईटर -भारत की गतिविधियाँ

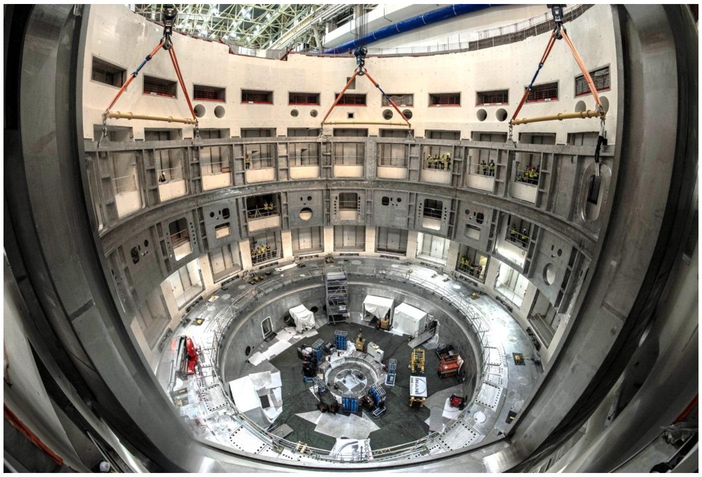
चित्र B.1.1: ईटर के महानिदेशक, राष्ट्राध्यक्षों को विवरण देते हुए

ईटर का लक्ष्य *1,000* सेकंड से अधिक समय तक डी-टी मिश्रण के नियंत्रित दहन द्वारा डी-टी संलयन से *500* मेगावाट बिजली का उत्पादन करना है। ईटर-भारत की स्थापना ईटर के प्रति भारतीय प्रतिबद्धताओं को पूरा करने हेतु एक विशेष एजेंसी के रूप में की गई थी। ईटर के कई प्रमुख घटकों और प्रणालियों में भारत द्वारा वस्तुगत योगदान दिया जा रहा है।

भारत के प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी और फ्रांस के राष्ट्रपति श्री इमैनुएल मैक्रों ने 12 फ़रवरी 2025 को फ्रांस स्थित ईटर स्थल का दौरा किया (चित्र *B.1.1* एवं *B.1.2*)। दोनों राष्ट्राध्यक्षों ने ईटर की प्रगति में गहरी रुचि दिखाई, जिसे "चुनौतीपूर्ण समय में विज्ञान कौशल का एक आदर्श मॉडल" माना गया है, जिस पर संपूर्ण विश्व को गर्व होना चाहिए।

ईटर -भारत, ईटर के प्रति भारतीय प्रतिबद्धताओं को पूरा करने की दिशा में अपनी निरंतर प्रगति जारी रखे हुए हैं। इस परियोजना और अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों में वस्तुगत योगदान पर निम्नलिखित अद्यतन जानकारी दी गई है।

चित्र B.1.2: ईटर-भारत के परियोजना निदेशक श्री उज्ज्वल बरुआ, माननीय प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी को स्मृति-चिह्न प्रस्तुत करते हुए।



चित्र B.1.3: ईटर साइट पर गड्ढे में स्थापित क्रायोस्टैट (आधार खंड और निचला सिलेंडर)

क्रायोस्टेट और टोरस क्रायो-पंप हाउसिंग (*TCPH)*

ईटर क्रायोस्टेट एक बहुत बड़ा निर्वात पात्र है, जिसकी ऊँचाई लगभग *30* मीटर और चौड़ाई *30* मीटर है, और यह रिएक्टर की बाहरी सीमा है। यह *-269* डिग्री सेल्सियस पर संचालित होने वाले अतिचालक चुंबक कुंडलियों के विद्युत रोधन के लिए आवश्यक निर्वात प्रदान

करता है, और पूरे टोकामक के लिए संरचनात्मक आधार का भी कार्य करता है। विभिन्न ज्यामिति के लगभग *4,000* टन पूर्व-निर्मित खंड ईटर स्थल पर भेजे गए, जहाँ एक अत्याधुनिक कार्यशाला में अंतिम संयोजन और निर्माण कार्य किया गया। क्रायोस्टेट का निचला भाग (आधार भाग और निचला सिलेंडर) ईटर स्थल (चित्र *3)* पर अपने निर्दिष्ट स्थान पर पहले ही स्थापित किया जा चुका है। ऊपरी सिलेंडर और ऊपरी ढक्कन निर्वात पात्र संयोजन के बाद स्थापित किए जाएँगे।

a *b*

चित्र B.1.4: आई एंड सी क्यूबिकल्स का साइट निरीक्षण परीक्षण

.

क्रायोस्टेट उपकरण एवं नियंत्रण (आई एंड सी) क्यूबिकल्स (7) की साइट स्वीकृति पूरी हो चुकी है (चित्र 4ए और 4बी)। क्रायोस्टेट ऑप्टिकल सेंसर (विस्थापन एवं एक्सेलेरोमीटर) (चित्र 5ए और 5बी), केबल, थर्मोकपल, स्ट्रेन गेज और आई एंड सी सपोर्ट (चित्र 5सी) की डिलीवरी भी पूरी हो चुकी है।

टोरस क्रायो-पंप हाउसिंग (TCPH, चित्र 6ए) असेंबली, क्रायोस्टेट सिलेंडर पर स्थित एक प्रवेश द्वार है, जिसका मुख्य कार्य टोरस क्रायो-पंप (TCP) को समायोजित और सहारा देना, उसे वैक्यूम वेसल से जोड़ना और परिरोध प्रदान करना है। इसे ASME Sec-VIII Div.2 का उपयोग करके SS304/304L सामग्री से निर्मित किया गया है, जिसमें सफाई और रिसाव परीक्षण के लिए ITER वैक्यूम हैंडबुक की पूरक आवश्यकता भी शामिल है। प्रत्येक TCPH लगभग 20 टन का है, जिसका माप 4.3 मीटर लंबाई x 3.2 मीटर चौड़ाई x 3.75 मीटर ऊँचाई है। ईटर-भारत ने ईटर को सभी छह TCPH की सफलतापूर्वक आपूर्ति की है और ईटर में साइट स्वीकृति रिसाव परीक्षण (10^{-9} mbar l/s) (चित्र 6बी और 6सी) सफलतापूर्वक पूरा हो चुका है।

शीतलन जल प्रणाली:

अधिकांश उपकरण पहले ही निर्माण स्थल पर कार्यरत हैं। ईटर-भारत

a *b* *c*

चित्र B.1.5: ऑप्टिकल सेंसर (एक्सेलेरोमीटर, डिस्प्लेसमेंट सेंसर) और डिस्प्लेसमेंट सेंसर सपोर्ट।

a *b* *c*

चित्र B.1.6: टोरस क्रायो-पंप हाउसिंग और TCPH का हीलियम लीक टेस्टिंग।

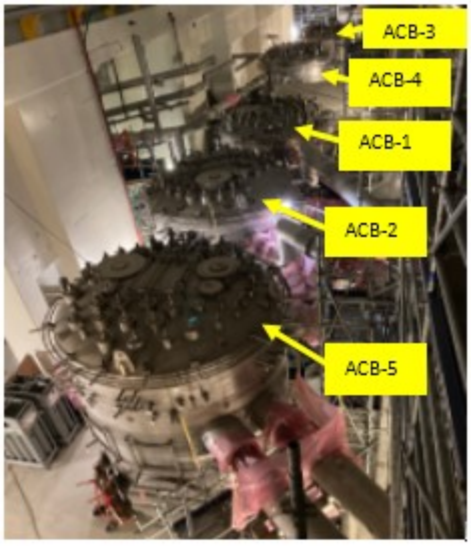
द्वारा आपूर्ति की गई ऊष्मा उत्सर्जन प्रणाली (HRS) ईटर निर्माण स्थल पर कार्यरत है, जो क्रायो-कंप्रेसरों द्वारा उत्पन्न ऊष्मा का उत्सर्जन करती है (चित्र 7)। सुरक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण श्रेणी के न्यूमेटिक बटरफ्लाई वाल्वों के प्रोटोटाइप और निर्माण के लिए अनुबंध दिया गया है।

चित्र B.1.7: ITER साइट पर HRS ऑपरेशन के तहत

<u>दीवार में ढाल ब्लॉक:</u> दीवार में ढाल ब्लॉक आईटीईआर (ITER) मशीन के वैक्यूम वेसल की दीवारों में स्थापित किए जाते हैं, ताकि संलयन (fusion) अभिक्रिया से उत्पन्न तीव्र न्यूट्रॉनों से सुरक्षा प्रदान की जा सके। क्रय व्यवस्था में सहमति के अनुसार इन-वॉल शील्डिंग ब्लॉक्स का पूरा कार्य भारत द्वारा सफलतापूर्वक पूरा कर लिया गया है।

<u>क्रायो-वितरण और क्रायोलाइन प्रणाली:</u> ईटर क्रायो-वितरण (*CD*) प्रणाली, पाँच *ACB* (सहायक कोल्ड बॉक्स), एक क्रायोप्लांट टर्मिनेशन कोल्ड बॉक्स (*CTCB*), और एक थर्मल-शील्ड कोल्ड वाल्व बॉक्स के माध्यम से अतिचालक चुम्बकों और क्रायोपंपों को आवश्यक प्रवाह दर पर *4K* पर द्रव हीलियम वितरित करती है। इनमें से एक को क्रायोपंप को आवंटित किया जाता है, और शेष चार अतिचालक चुम्बक प्रणालियों को जो की इस प्रकार हैं *(i)* केंद्रीय परिनालिका कुंडलियाँ, *(ii)* टोरॉइडल क्षेत्र कुंडलियाँ, *(iii)* पोलॉइडल क्षेत्र एवं सुधार कुंडलियाँ, और *(iv)* चुम्बक संरचना।

ईटर क्रायो-वितरण प्रणाली के सभी पाँच सहायक कोल्ड बॉक्स (*ACB*) (जिनकी कुल लंबाई *5.6* मीटर, चौड़ाई *5* मीटर और ऊँचाई *4.8* मीटर है) कारखाने में सफल परीक्षण के बाद ईटर स्थल (चित्र B.1.8*)* पर पहुँचा दिए गए हैं। थर्मल-शील्ड कोल्ड वाल्व बॉक्स (*TCVB*) का फैक्ट्री स्वीकृति परीक्षण (एफएटी) भी पूरा हो गया है (चित्र B.1.9*)*।



चित्र B.1.8: ईटर निर्माण स्थल पर ACBs

चित्र B.1.9 TCVB का निर्माणशाला में परीक्षण

चित्र B.1.10: चित्र 10: ACB वार्म पैनल का लीक परीक्षण

क्रायो-वितरण का एक भाग, वार्म पैनल, मुख्यतः एसीबी के आंतरिक क्रायोजेनिक परिपथों के लिए सुरक्षा वाल्व वृक्षों का संयोजन है। सुरक्षा वाल्वों से निकलने वाले हीलियम को एक सामान्य हेडर में एकत्रित

किया जाएगा (और रिलीफ लाइन के माध्यम से क्रायोप्लांट में वापस भेजा जाएगा)। वार्म पैनल का निर्माण कार्य प्रगति पर है (चित्र 10)।

सभी क्रायोलाइन और वार्मलाइन की डिलीवरी पूरी हो चुकी है। क्रायोप्लांट भवन में स्थापना और वार्म स्वीकृति परीक्षण पूरा हो चुका है, टोकामक भवन और क्रायो-ब्रिज में परीक्षण जारी है, स्थापना की वैश्विक प्रगति लगभग 92% है। चित्र B.1.11a, भूकंपीय वियुग्मन स्पूल की स्थापना को दर्शाता है और चित्र B.1.11b, B52 को जोड़ने वाले क्रायो-ब्रिज लेग में वार्म लाइनों की स्थापना को दर्शाता है।

ईटर-इंडिया ने आई एंड सी क्यूबिकल्स (चित्र B.1.11a हीटर कैबिनेट और चित्र 1B.1.11b नियंत्रण कैबिनेट) का कारखाना स्वीकृति परीक्षण सफलतापूर्वक पूरा कर लिया है।

डायग्नोस्टिक न्यूट्रल बीम (डीएनबी) प्रणाली: ईटर-इंडिया प्रयोगशाला में डीएनबी प्रणाली के परीक्षण कार्यों में उल्लेखनीय प्रगति हुई है। बीम लाइन (बीएल) घटकों के स्थल स्वीकृति परीक्षण पूरे हो चुके हैं और घटकों को निर्वात पात्र में एकीकृत कर दिया गया है (चित्र B.1.13) ।चित्र B.1.11: ITER साइट पर स्थापित क्रायोलाइन।

a b

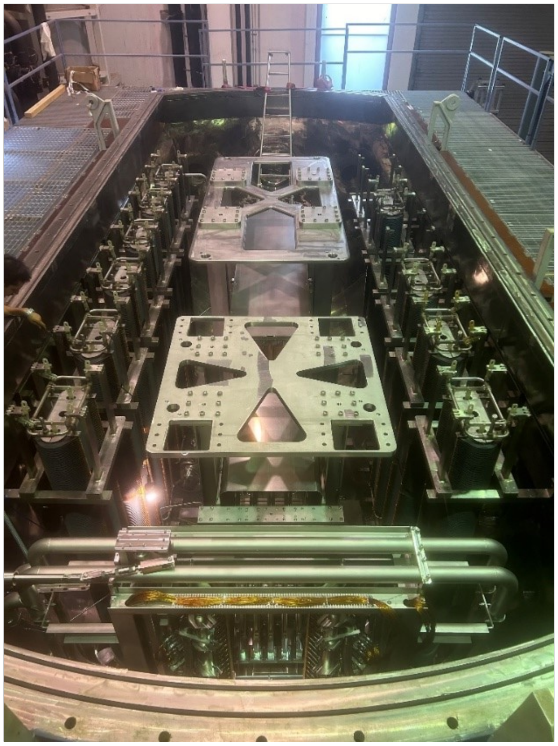
चित्र B.1.11: ITER साइट पर स्थापित क्रायोलाइन।

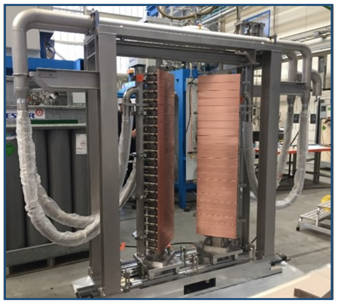
a b

चित्र B.1.12: I&C क्यूबिकल्स।

डीएनबी न्यूट्रलाइज़र: 17 टन वजन, 2 मीटर ऊँचाई, 1 मीटर

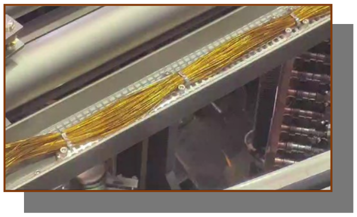
डीएनबी आईआरआईडी: 4 टन वजन, 2 मीटर ऊँचाई 1 मीटर





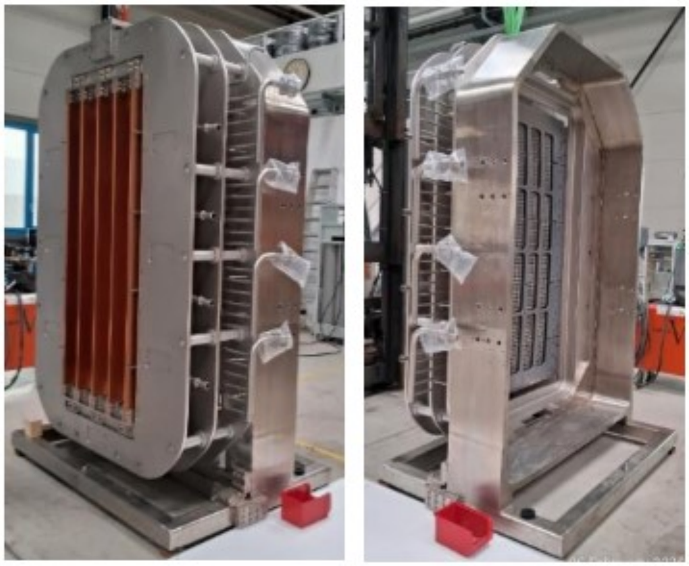
द्वि-भुजीय कैलोरीमीटर

निर्वात परीक्षण में कैलोरीमीटर 2.5 टन वजन, 2 खुलने योग्य भुजाएँ, 2 मीटर ऊँचाई और 0.7 मीटर चौड़ाई

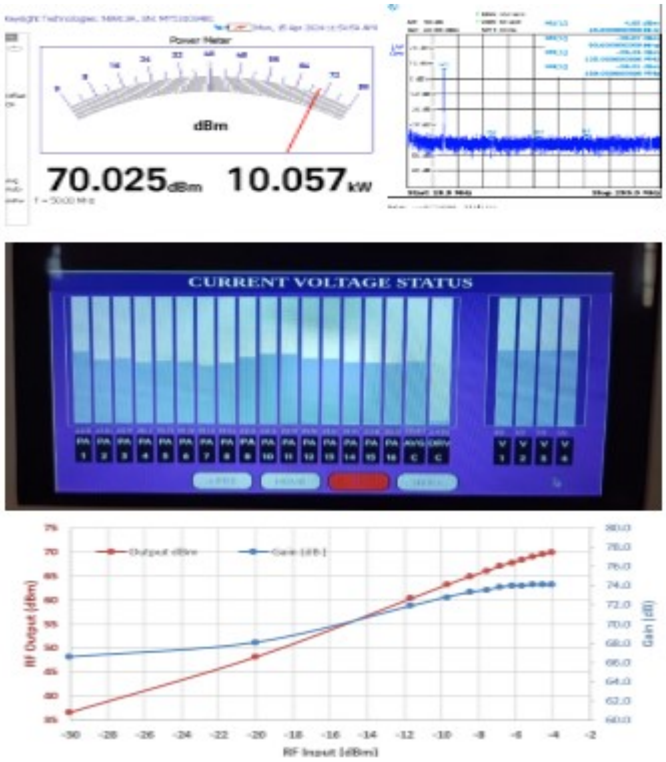


चित्र B.1.13: BL घटकों के साइट स्वीकृति परीक्षण

आयन स्रोत घटकों का विनिर्माण और संयोजन भी पूर्णता की ओर अग्रसर है, संरेखण और इंटरफेस की जांच के लिए 3 ग्रिड त्वरक (डमी इंसुलेटर के साथ) की संयोजन का कार्य पूरा हो गया है (चित्र B.1.14)।



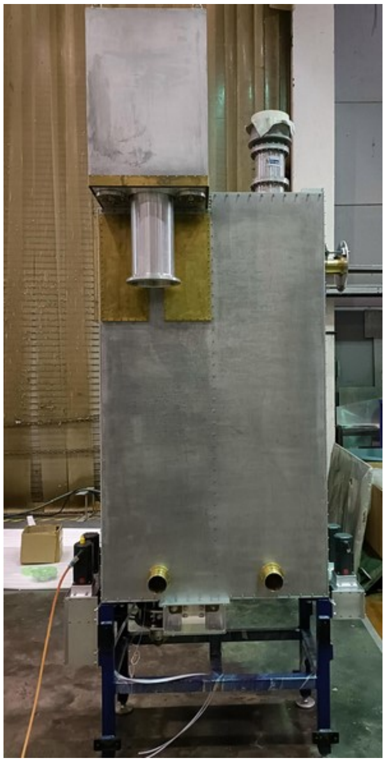
चित्र B.1.14: 3-ग्रिड त्वरक की असेंबली (डमी इंसुलेटर के साथ)



चित्र B.1.15: 45 मेगाहर्ट्ज आवृत्ति पर SSPA मापन

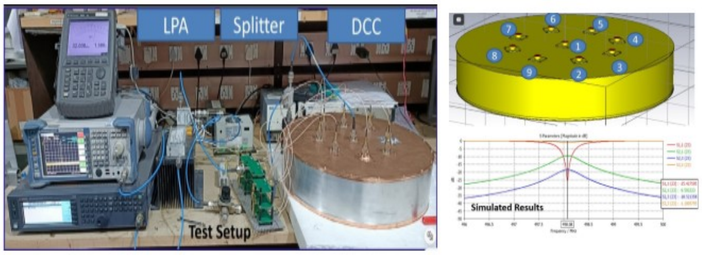
<u>आयन साइक्लोट्रॉन अनुनाद आवृत्ति (ICRF) ऊष्मा स्रोत-</u> ईटर को टंगस्टन (*W)* नियंत्रण और प्रायोगिक कार्यक्रम के लचीलेपन के लिए, साथ ही बोरोनाइजेशन के उपयोग से जुड़े ईंधन निष्कासन हेतु आयन साइक्लोट्रॉन वॉल कंडीशनिंग (*ICWC)* के लिए *ICRF* की आवश्यकता है। प्रत्येक *RF* स्रोत *40-55* मेगाहर्ट्ज के बीच वोल्टेज स्टैंडिंग वेव रेशियो (*VSWR)-1.5* वाले भार को *3MW* विद्युत प्रदान करने में सक्षम होगा। ईटर-भारत *4 RF* स्रोतों के डिज़ाइन, आपूर्ति और साइट कमीशनिंग के लिए ज़िम्मेदार है। ईटर-भारत ने सिंगल चेन (*1.5 MW / 2000s / 35-65 MHz VSWR 2.0* पर किसी भी फेज़ परावर्तन गुणांक के साथ) का उपयोग करके ट्यूब योग्यता पूरी कर ली है। दो *RF* स्रोतों की खरीद के लिए निविदा प्रक्रिया वर्तमान में प्रगति पर है। इन-हाउस विकसित *10* किलोवाट स्टेडी स्टेट पावर एम्पलीफायर (एसएसपीए) का परीक्षण इन-हाउस कम्बाइनर के साथ *45* से *60* मेगाहर्ट्ज आवृत्ति रेंज में किया गया है (चित्र *15)*।

स्वदेशी रूप से विकसित उच्च शक्ति एम्पलीफायर (HPA) (36 - 60 मेगाहर्ट्ज की आवृत्ति रेंज में 120 किलोवाट/2000 एस रेटेड) का 100 किलोवाट पर परीक्षण किया गया है (चित्र B.1.16)।



चित्र B.1.16: HPA (@120 किलोवाट)

डायरेक्ट कैविटी कपल्ड सॉलिड स्टेट आरएफ पावर एम्पलीफायर (10 किलोवाट) का अवधारणा परीक्षण 500 मेगाहर्ट्ज पर वीएनए पर पूरा हो गया है (चित्र B.1.17)।

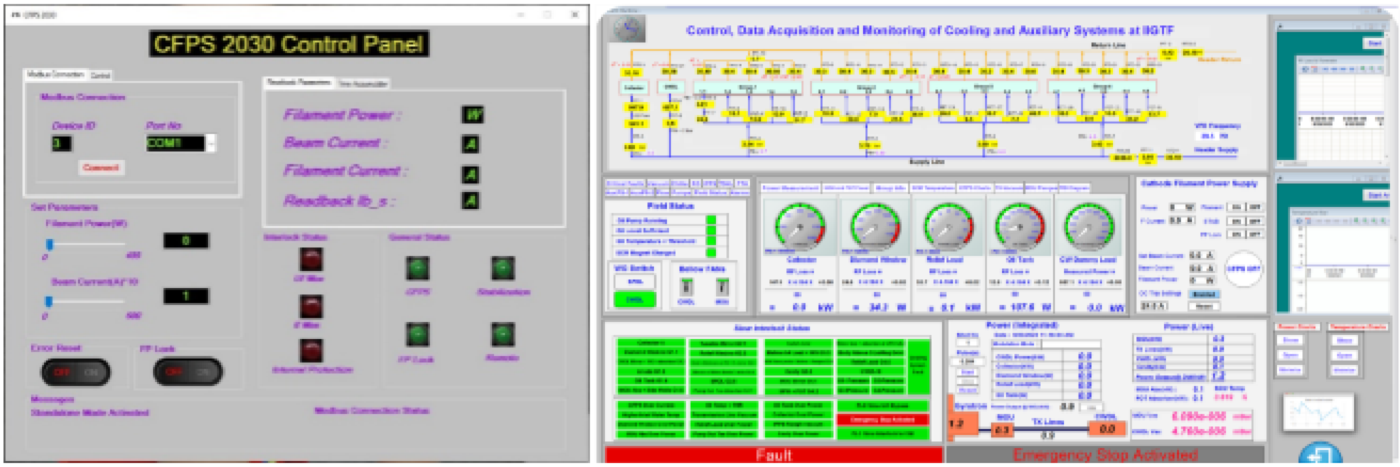


चित्र B.1.17: 500 मेगाहर्ट्ज डीसीसी परीक्षण सेटअप.

इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन अनुनाद तापन (*ECRH*) प्रणाली: ईटर-भारत ने पहले ही जायरोट्रॉन परीक्षण सुविधा (चित्र *18)* में *170 GHz* पर *1000* सेकंड के लिए *1MW RF* पावर के *ITER*-संबंधित मापदंडों का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया है। समग्र प्रणाली प्रदर्शन और विश्वसनीयता को बढ़ाने के लिए आगे के उन्नयन और प्रणाली सुधार जारी हैं। अंतिम डिज़ाइन समीक्षा की गतिविधियाँ भी जारी हैं।

चित्र B.1.18: ईटर-भारत में जायरोट्रॉन परीक्षण सुविधा

ईटर-भारत ने IIGTF में नए CFPS के लिए .NET सॉफ़्टवेयर विकसित किया (चित्र 19a) और कूलिंग लाइनों के अतिरिक्त डेटा संग्रहण के लिए PLC और WinCC SCADA एप्लिकेशन को अपडेट किया (चित्र 19b)। इसके अलावा, गायरोट्रॉन I&C डिलीवरेबल के लिए हार्डवेयर आर्किटेक्चर को अंतिम रूप दिया गया।



a *b*

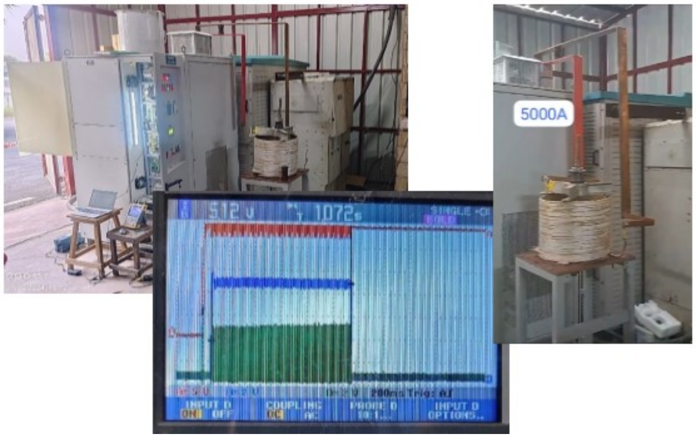
चित्र B.1.19: गायरोट्रॉन I&C विकास

मेगावाट स्तर की विद्युत आपूर्ति प्रणालियाँ: इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेजोनेंस हीटिंग (ECRH) प्रणालियों के लिए एक 25 kV, 100 mA PSM-आधारित बॉडी पावर सप्लाई (BPS) स्वदेशी रूप से विकसित की गई है। BPS को 42 GHz गायरोट्रॉन के साथ एकीकृत किया गया है और 100ms के लिए 15 kV तक संचालित किया गया है जिससे 200 kW RF आउटपुट पावर प्राप्त हुई है।

DNB विद्युत आपूर्ति के लिए 200 kW, 1 MHz सॉलिड स्टेट RF स्रोत का स्वदेशी विकास प्रगति पर है। उच्च आवृत्ति इन्वर्टर मॉड्यूल (HFIM) को मिलान और बेमेल भार स्थितियों (VSWR 1 से 7) (चित्र B.1.20) के तहत कॉन्फ़िगर और परीक्षण किया गया है। DC विद्युत आपूर्ति (DCPS) निर्माण के अंतिम चरण में है।

इंडक्टिव लोड पर 5kA, 500V थाइरिस्टर स्टैक (*3*-फेज फुल ब्रिज) कनवर्टर का सफल साइट स्वीकृति परीक्षण ईटर-भारत प्रयोगशाला में पूरा हो गया है। स्टैक को ईटर-भारत लैब में स्थापित किया गया है (चित्र B.1. 21)।

चित्र B.1.20: HFIM परीक्षण

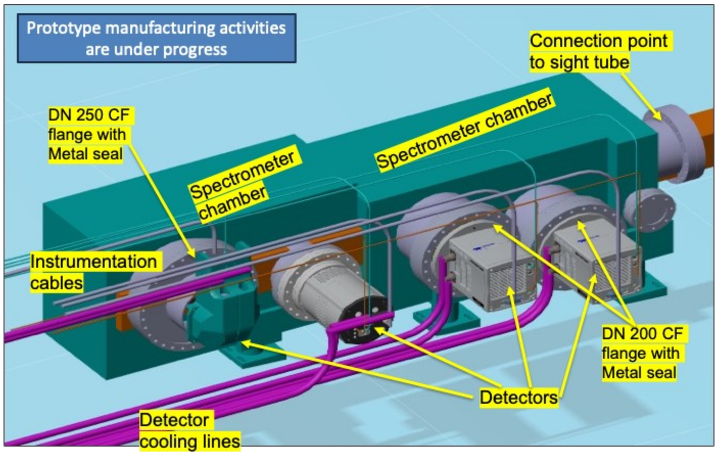


चित्र B.1.21: आदित्य-यू विस्तारित शेड में 5kA/500V थाइरिस्टर कनवर्टर परीक्षण सेटअप और परिणाम

ईटर-भारत द्वारा आपूर्ति किए गए **7.2** मेगावाट, **100** केवी एजीपीएस ने ईटर-भारत के रिमोट और ऑनसाइट समर्थन के साथ एनबीटीएफ, आरएफएक्स पडुआ, इटली साइट पर स्पाइडर प्रयोगों पर एकीकृत संचालन के **5** साल सफलतापूर्वक पूरे कर लिए हैं।

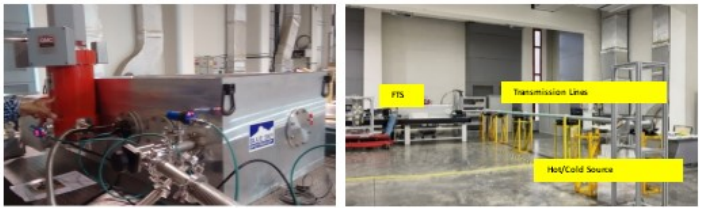
<u>*डायग्नॉस्टिक:*</u> ईटर को आपूर्ति किए जाने वाले कई गुण-धर्म प्रणालियों का विकास जारी है।

<u>*XRCS (सर्वेक्षण):*</u> प्रोटोटाइप निर्माण (चित्र *22)* गतिविधियाँ प्रगति पर हैं, जिनमें एक्स-रे स्पेक्ट्रोमीटर के डिज़ाइन के लिए किरण-ट्रेसिंग टूल्स (विस्तारित स्रोतों पर आधारित) का विकास, अपनी तरह का पहला घुमावदार क्रिस्टल डिज़ाइन और विकास, त्वरित हाइब्रिड फोटॉन काउंटिंग डिटेक्टरों के साथ प्रयोग और अंशांकन प्रयोगों के लिए इन-हाउस एक्स-रे स्रोत शामिल हैं।



<u>*चित्र B.1.22: XRCS स्पेक्ट्रोमेट्री प्रोटोटाइप गतिविधियाँ प्रगति पर हैं*</u>

<u>*ECE:*</u> *ECE* एक्स-वेसल ट्रांसमिशन लाइनों और रिसीवरों की प्रारंभिक डिज़ाइन समीक्षा पूरी हो चुकी है। गर्म/ठंडे स्रोतों और फूरियर ट्रांसफ़ॉर्म स्पेक्ट्रोमीटर (एफटीएस) का उपयोग करके ईसीई प्रोटोटाइप ट्रांसमिशन लाइनों के ट्रांसमिशन लाइन क्षीणन माप पूरे हो चुके हैं (चित्र B.1.23)।



चित्र बी.1.23: अनुसंधान एवं विकास/प्रोटोटाइप गतिविधियाँ एवं प्रयोग -ईसीई।

CXRS: प्रोटोटाइप मिसअलाइनमेंट कम्पेसाटर (एमएसी) का निर्माण चल रहा है, मोटर्स को चुंबकीय क्षेत्र से बचाने के लिए विभिन्न परिरक्षण सामग्रियों के साथ प्रयोग किए जा रहे हैं (चित्र *24)*।

चित्र B.1.24: 40-चैनल प्रोटोटाइप फाइबर बंडल और चुंबकीय क्षेत्र संगत का एक मोटर (0.3T)

वस्तुगत योगदान के अलावा अन्य तकनीकी कार्य: वस्तुगत योगदान प्रदान करने की गतिविधियों के अलावा, ईटर-भारत ईटर के विविध क्षेत्रों में कार्यरत विभिन्न तकनीकी और प्रबंधकीय समूहों के साथ भी जुड़ा हुआ है। कुछ भारतीय सदस्य तकनीकी मुद्दों के समाधान हेतु गठित कार्यबलों में भाग ले रहे हैं, और कुछ वैज्ञानिक एवं तकनीकी आधार रेखाओं के संशोधन के प्रयासों में भी योगदान दे रहे हैं। ईटर प्रमुख मुद्दों पर परामर्शात्मक दृष्टिकोण अपनाता है और भारतीय भागीदारी को सक्रिय रूप से आगे बढ़ाया जाता है, और यह एक सतत प्रक्रिया है।

मॉडलिंग गतिविधियाँ:

ईटर-भारत ने *ANTYA (1* पेटाफ्लॉप उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग सिस्टम) पर एकीकृत मॉडलिंग और विश्लेषण सूट (*IMAS)* को सफलतापूर्वक स्थापित और परीक्षण किया है। *ANTYA* पर *IMAS* चलाने के लिए *IMAS* का परिचय और उपयोगकर्ता प्रशिक्षण सामग्री प्रदान करने वाले एक समर्पित वेबपेज (*http://hpctutorial.ipr.res.in/imas)* का विकास पूरा हो चुका है। एक आंतरिक रूप से विकसित *INDUCT* कोड को *IMAS* ढांचे के लिए अनुकूलित किया गया है, और इसके सिमुलेशन परिणामों को *SST-1* डिस्चार्ज के फ्लक्स लूप्स से प्राप्त प्रायोगिक डेटा के समक्ष मान्य किया गया है। इसके अलावा, *INDUCT* कोड को *OOPS* के साथ भी जोड़ा गया है, और इस एकीकृत कोड को *IMAS* में अनुकूलित किया जा रहा है।

ईटर-भारत ने एक मुक्त सीमा ग्रेड-शफरानोव सॉल्वर भी विकसित किया है और इसे ईटर संतुलन के लिए बेंचमार्क किया गया है और इसका उपयोग एसएसटी-*1* संशोधन कार्य और एडीटीवाईए-यू के लिए विभिन्न चुंबकीय संतुलन (एसएन, डीएन सकारात्मक और नकारात्मक त्रिकोणीयता) उत्पन्न करने के लिए किया गया है।

आदित्य-यू के लिए रैखिक और गैर-रैखिक आईटीजी/एसडब्ल्यूआईटीजी/टीईएम मोड पर चुंबकीय संतुलन आकार देने के प्रभावों को ओआरबी*5 (*एक गैर-रैखिक विद्युत चुम्बकीय पीआईसी जाइरोकाइनेटिक कोड) का उपयोग करके प्रदर्शित किया गया है।

अन्य गतिविधियाँ:

ईटर-भारत ने डेटा सेंटर हार्डवेयर को त्रि-स्तरीय आर्किटेक्चर वाले वर्चुअल वातावरण से हाइपर कन्वर्ज्ड इन्फ्रास्ट्रक्चर (*HCI* आर्किटेक्चर) में माइग्रेट किया है। महत्वपूर्ण सर्वरों और सेवाओं के लिए स्थानीय डिजास्टर रिकवरी (*DR)* हेतु डेटा सेंटर को अपग्रेड किया गया है। वायरस, मैलवेयर, रैंसमवेयर और *USB* एक्सेस कंट्रोल से सुरक्षा प्रदान करने के लिए *eScan EDR (*एंडपॉइंट डिटेक्शन एंड रिस्पांस), *EDP (*एंटरप्राइज़ डेटा प्रोटेक्शन) का उपयोग करके एंडपॉइंट सुरक्षा लागू की गई है।

ईटर-भारत ने बुनियादी और उन्नत *CATIA* प्रशिक्षण सत्र आयोजित किए और *SEE* सिस्टम डिज़ाइन प्रशिक्षण का समन्वय भी किया और तीन उपयोगकर्ताओं के लिए *ENOVIA DESA* प्रमाणन की सुविधा प्रदान की।

ईटर-भारत ने संशोधित *ITER* अनुसंधान योजना और न्यूक्लियर फ्यूजन पत्रिका के विशेष संस्करण के विकास में योगदान दिया है, जिसमें मैग्नेटो-हाइड्रो-डायनामिक्स (*MHD),* डिसरप्शन और नियंत्रण भौतिकी जैसे विषय शामिल हैं और पांडुलिपि वर्तमान में सहकर्मी समीक्षा के अधीन है।

ज्ञान प्रबंधन समूह की गतिविधियाँ: भारत ईटर घटकों में लगभग 9% का योगदान देता है। शेष 91% रिएक्टर घटकों के निर्माण के लिए तकनीकी विशेषज्ञता और क्षमता का होना आवश्यक है। एससी मैग्नेट और उनकी विद्युत आपूर्ति, वैक्यूम वेसल, डायवर्टर कैसेट, शील्डिंग ब्लैंकेट जैसे घटकों की डिज़ाइन और निर्माण प्रक्रिया बहुत जटिल होती है। ईटर-भारत का ज्ञान प्रबंधन (केएम) समूह, ईटर-भारत की हमारी इंडस दस्तावेज़ीकरण प्रणाली में प्रमुख ईटर प्रणालियों के तकनीकी दस्तावेज़ीकरण का व्यवस्थित रूप से अध्ययन और संग्रह कर रहा है। केएम में 12 इंजीनियरों का एक समूह कार्यरत है। वे सूचना और डेटा के आदान-प्रदान के लिए इस क्षेत्र में कार्यरत आईपीआर विशेषज्ञों के साथ भी बातचीत करते हैं। इन दस्तावेज़ों में बेसलाइन दस्तावेज़ (डीडीडी, एसआरडी आदि), सीएडी मॉडल और चित्र, खरीद व्यवस्था दस्तावेज़, डिज़ाइन समीक्षा (सीडीआर, पीडीआर, एफडीआर, एमआरआर), प्रोटोटाइप, विनिर्माण, सुरक्षा, आईसीडी और इंटरफ़ेस शीट, असेंबली, विचलन अनुरोध, परियोजना परिवर्तन अनुरोध, परियोजना प्रबंधन, प्रकाशन आदि शामिल हैं। डायवर्टर, ब्लैंकेट और रिमोट हैंडलिंग जैसे कुछ महत्वपूर्ण घटकों में, अनुसंधान एवं विकास प्रोटोटाइप गतिविधि शुरू करने के लिए महत्वपूर्ण ज्ञान विकसित किया गया है। अब तक कुल ~12000 तकनीकी दस्तावेज़ संग्रहित किए जा चुके हैं।

B2. लीगो-भारत (लेसर इंटरफेरोमेट्री ग्रेविटेशनल वेव ऑब्जर्वेटरी (LIGO-India)) की गतिविधियाँ

LI-VISTA सुविधा का एकीकरण: लीगो भारत (LIGO India) – वैक्यूम इंटीग्रेटेड सिस्टम और टेस्ट असेंबली (LI-VISTA) सुविधा को लीगो प्रयोगशाला में स्थापित किया गया है (चित्र B.2.1)। यह सेटअप दो प्रमुख वैक्यूम उपकरणों से मिलकर बना है, जो लीगो-भारत वैक्यूम सिस्टम के अंतर्गत आते हैं और एक साथ एकीकृत किए गए हैं—80K क्रायोपंप और 20 मीटर लंबा वैक्यूम वेसल। ये निर्मित उपकरण लीगो-भारत परियोजना की प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियों के अंतर्गत 1:1 स्केल के प्रोटोटाइप हैं। 80K क्रायोपंप, लीगो-भारत वैक्यूम सिस्टम का एक भाग होने के नाते, जल वाष्प को अवशोषित करने और उन्हें 4 किमी लंबे बीम ट्यूब लेआउट में प्रवेश करने से रोकने के लिए स्थापित किया गया है। 1:1 स्केल प्रोटोटाइप निर्माण से निर्माण की सम्भाव्यता का आकलन करने में मदद मिली, और प्रस्तावित प्रयोगों के दौरान इस सुविधा में इसकी कार्यात्मक क्षमता का परीक्षण किया जाएगा, ताकि आवश्यक चरम वैक्यूम स्तर प्राप्त करने और जल वाष्प को अवशोषित में इसकी दक्षता का प्रदर्शन किया जा सके। IVV दो 1.24 मीटर ID × 10 मीटर लंबे वैक्यूम वेसल्स का संयोजन है, जो समान आंतरिक व्यास और 635 मिमी लंबाई वाले एक्सपेंशन जॉइंट (बैलोज़) द्वारा एक-दूसरे से जुड़े हैं। IVV को एक सपोर्ट संरचना पर स्थापित किया गया है, जो 4 किमी लंबे लेआउट में बीम ट्यूब्स को निर्धारित अंतरालों पर सहारा देने के लिए उपयोग की जाने वाली संरचना के समान है।

यह सेटअप IVV और 80K क्रायोपंप को एकीकृत सुविधा में संचालित करने और प्रयोग करने के लिए उपयोग किया जाएगा, जिससे लीगो-भारत टीम निम्नलिखित पहलुओं को समझ सके—1 × 10^{-9} mbar से कम वैक्यूम प्रदर्शित करने में आने वाली चुनौतियाँ। बड़े आकार के वेसल के वैक्यूम प्रदर्शन का आकलन—वेसल को 150°C तक बेक-आउट के साथ या बिना। UHV वातावरण में बड़े आकार (1250 मिमी) के गेट वाल्व (LGV) के संचालन का मूल्यांकन। वेसल पोर्ट्स पर लगाए गए RGA के माध्यम से प्रविष्ट किए गए लीक की विशेषताओं का मापन। अक्षीय दिशा में गुजरने वाले जल वाष्प को अवशोषित करने में 80K क्रायोपंप की क्षमता का आकलन।

चित्र B.2.1: लीगो भवन के अनुसंधान एवं विकास क्षेत्र में ली-विस्टा सुविधा का सेटअप।

अध्याय C , D एवं E

C. शैक्षणिक कार्यक्रम

C1. डॉक्टरेट कार्यक्रम..98

C2 ग्रीष्मकालीन स्कूल प्रोग्राम (SSP))..100

C3. बाहरी छात्रों के लिए यूजी/पीजी अकादमिक परियोजनाएँ................100

D. प्रकाशन और प्रस्तुतियाँ

D1 आलेख प्रकाशन .... .101

D2 आंतरिक अनुसंधान एवं तकनीकी रिपोर्ट...111

D3 सम्मेलन प्रस्तुतियाँ...119

D4 स्टाफ द्वारा दिए गए आमंत्रित व्याख्यान...125

D5 विशेष आंगतुकों द्वारा द्वारा दिए गए व्याख्यान 127

D6 आईपीआर में दिए गए व्याख्यान 129

D7 संस्थान द्वारा आयोजित वैज्ञानिक बैठक 129

E. अन्य गतिविधियाँ

E1 राजभाषा कार्यान्वयन 140

E2 जनजागरूकता 142

E3 सूचना का अधिकार...143

C. शैक्षणिक कार्यक्रम

C1. डॉक्टरेट कार्यक्रम..98

C2 ग्रीष्मकालीन स्कूल प्रोग्राम (SSP))..98

C3. बाहरी छात्रों के लिए यूजी/पीजी अकादमिक परियोजनाएँ…………………………………………..100

C. शैक्षणिक कार्यक्रम

C1. डॉक्टरेट कार्यक्रम

वर्ष 2024-2025 के दौरान, भौतिकी पृष्ठभूमि के कुल 14 छात्र (13 बाहरी एवं 1 आंतरिक), आईपीआर के पीएच.डी. (भौतिकी) कार्यक्रम में शामिल हुए हैं। इसके अतिरिक्त, छह (6) नए छात्र, जो इंजीनियरिंग पृष्ठभूमि से हैं, पऊवि डॉक्टोरल फेलोशिप योजना (DDFS) के अंतर्गत आईपीआर के इंजीनियरिंग पीएच.डी. कार्यक्रम में शामिल हुए हैं। वर्तमान में ये सभी विद्यार्थी अपने पाठ्यक्रम का अध्ययन कर रहे हैं। समग्र रूप से, वर्तमान में आईपीआर में कुल अट्ठानवे (98) पीएच.डी. छात्र होमी भाषा राष्ट्रीय संस्थान में अपने पीएच.डी. कार्य के लिए नामांकित हैं।

वर्ष अप्रैल 2024 से मार्च 2025 के दौरान जमा की गई पीएच.डी थीसिस

1. डेवलपमेंट ऑफ पल्स्ड सुपरसोनिक बीम सिस्टम फॉर टोकामॅक एज डायग्नॉस्टिक्स एंड अदर एप्लिकेशन्स

मिलान विजयभाई पटेल

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

2. डेवलपमेंट ऑफ एसईआरएस सब्सट्रेट्स बेस्ड ऑन सेल्फ-ऑर्गनाइज़्ड नैनोपार्टिकल्स फॉर द मॉलिक्यूलर सेंसिंग एप्लिकेशन्स

सेबिन अगस्टिन

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

3. स्टडीज़ ऑन मैग्नेटिक फील्ड इफेक्ट्स इन ए कैपेसिटिव कपल्ड सिलिंड्रिकल रेडियो फ्रीक्वेंसी प्लाज़्मा डिवाइस

स्वाति

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

4. रैचेट इफेक्ट्स एंड कलेक्टिव डायनैमिक्स इन पैसीव एंड एक्टिव सिस्टम्स

अंशिका चुग

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

5. इफेक्ट ऑफ इम्प्यूरिटी गैस सीडिंग इन द बाउंडरी रीजन ऑफ टोकामॅक

श्रीश राज

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

6. शीथ इफेक्ट्स ऑन द रेज़ोनेंस हेयरपिन प्रोब इन नेगेटिव आयन डायग्नॉस्टिक्स

पवनदीप सिंह

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

7. एक्सपेरिमेंटल स्टडीज़ ऑफ कन्फाइनमेंट इम्प्रूवमेंट, डिसरप्शन मिटिगेशन्स, एंड रनअवे इलेक्ट्रॉन्स मिटिगेशन्स इन आदित्य एंड आदित्य-यू टोकामॅक

रोकेशकुमार एल. तन्ना

निरमा युनिवर्सिटी, अहमदाबाद, 2024

8. ऐन इंजीनियरिंग स्टडी ऑफ कॉन्सेप्ट्स फॉर हीट एक्सट्रैक्शन एंड पावर कन्वर्ज़न फ्रॉम मॉडरेट साइज्ड टोकामॅक फ्यूज़न रिएक्टर्स

पीयूष प्रजापति

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

9. टर्बुलेंट डायनमो ऐक्शन इन ए थ्री-डायमेंशनल मैग्नेटोहाइड्रोडायनैमिक प्लाज़्मा

शिशिर बिसवास

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

10. लेज़र क्लस्टर इंटरैक्शन इन स्ट्रॉन्ग एक्सटर्नल मैग्नेटिक फील्ड

कल्याणी स्वैन

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

11. स्टडी ऑफ एज प्लाज़्मा डायनैमिक्स इन टोकामॅक आदित्य-यू

जन्मजेय उमेशभाई बुच

होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

12. एफपीजीए बेस्ड रियल टाइम डेंसिटी फीडबैक कंट्रोल सिस्टम फॉर आदित्य-यू टोकामॅक
किरणकुमार जी. पटेल
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

13. स्टडी ऑफ इलेक्ट्रॉन डायनैमिक्स इन टोकामॅक प्लाज़्मा थ्रू इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन (ईसी) एमिशन यूज़िंग रेडियोमीटर
वर्षा सीजू
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

14. व्लासोव मैक्सवेल सिम्युलेशन्स ऑफ व्हिस्लर मोड इंटरैक्शन विद बल्क एंड बीम प्लाज़्मा
अंजन पॉल
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

15. मॉलिक्यूलर डायनैमिक्स स्टडी ऑफ सबक्रिटिकल ट्रांज़िशन टू टर्बुलेंस इन ए थ्री-डी युकावा लिक्विड
सुरूज ज्योति कलिता
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

16. स्टडी एंड एप्लिकेशन्स ऑफ पोलराइज़ेशन कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ ऑप्टिकल मीडिया यूज़िंग स्टोक्स/म्यूलर मैट्रिक्स पोलारीमेट्री
आशा अढिया
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

17. सरफेस मॉडिफिकेशन ऑफ सिलिकोन कैथिटर्स टू मिटिगेट बैक्टीरियल एड्हिशन एंड बायोफिल्म फॉर्मेशन
पूर्वी दवे
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2024

18. डिटर्मिनेशन एंड मैचिंग ऑफ ऐन्टेना-प्लाज़्मा कपलिंग इम्पीडेंस फॉर आयन साइक्लोट्रॉन रेंज ऑफ फ्रीक्वेंसीज़ एंड इट्स यूज़ेस फॉर प्लाज़्मा एप्लिकेशन्स
राज सिंह
बनस्थली विद्यापीठ, राजस्थान, 2024

19. स्टडी ऑफ न्यूट्रॉन इंड्यूस्ड रिएक्शन्स ऑफ डिफरेंट मैटेरियल्स फॉर रिएक्टर एप्लिकेशन्स
मयूर एच.मेहता
महाराजा सयाजीराव यूनिवर्सिटी ऑफ बड़ौदा, वडोदरा, 2024

20. स्टडी ऑफ प्रोसेस पैरामीटर्स अफेक्टिंग सेकेंडरी फेज़ फॉर्मेशन एंड ग्रेन साइज इन Cu□ZnSnS□ थिन फिल्म फॉर सोलर सेल एप्लिकेशन
सागर अगरवाल
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2025

21. डेवलपमेंट ऑफ मशीन लर्निंग बेस्ड टेक्नीक फॉर डिसरप्शन कंट्रोल एंड प्रेडिक्शन इन आदित्य-यू
रमेशकुमार जोशी
आरके यूनिवर्सिटी, राजकोट, गुजरात, 2025

22. एक्सपेरिमेंटल एंड सिम्युलेशन स्टडीज़ ऑफ इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ कंप्रेस्ड एंड अनकंप्रेस्ड पेबल बेड्स फॉर फ्यूज़न ब्लैंकेट्स
पटेल हर्ष भिखूभाई
होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान, 2025

C2 ग्रीष्मकालीन स्कूल प्रोग्राम (SSP)

साल 2024 के लिए ग्रीष्मकालीन स्कूल प्रोग्राम (IPR SSP - 2024) संस्थान में 27 मई से 5 जुलाई, 2024 के दौरान आयोजित किया गया। इस प्रोग्राम में शामिल होने वाले छात्र देशभर के विभिन्न विश्वविद्यालयों और राष्ट्रीय संस्थानों से आए थे। इस कार्यक्रम में कुल 25 छात्रों ने भाग लिया, जिनमें से 19 छात्र भौतिकी, 2 छात्र इलेक्ट्रिकल, 2 छात्र इलेक्ट्रॉनिक्स एवं इंस्ट्रूमेंटेशन, और 1-1 छात्र मेकैनिकल तथा कंप्यूटर शाखा से थे। छात्रों को संस्थान की समग्र गतिविधियों, पुस्तकालय और जनजागरूकता कार्यक्रमों के बारे में परिचय दिया गया। संस्थान के निदेशक ने संस्थान के लक्ष्यों बारे में बताते हुए छात्रों को संबोधित किया गया। शैक्षणिक एवं छात्र मामलों के डीन, प्रशासनिक डीन और अनुसंधान एवं विकास डीन द्वारा भी व्याख्यान दिये गये।

छात्रों ने संस्थान में संबंधित अनुसंधान एवं विकास क्षेत्रों के विशेषज्ञों द्वारा दिए गए लोकप्रिय व्याख्यानों में भाग लिया और साथ ही एसएसटी-1, आदित्य-यू, बीटा, ईटर-भारत और एफसीआईपीटी सहित विभिन्न प्रयोगशालाओं का भ्रमण किया। छात्रों ने अंतरिक्ष अनुसंधान गतिविधियों के बारे में अधिक जानने के लिए अहमदाबाद में विक्रम साराभाई स्पेस एक्ज़िबिशन (VSSE) सेंटर का भी दौरा किया। शैक्षिक भ्रमण कार्यक्रम के तहत छात्रों को पीआरएल वेधशाला, माउंट आबू भी ले जाया गया। छात्रों को उनके संबंधित क्षेत्रों में परियोजना कार्य के लिए विभिन्न अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं और सिद्धांत एवं सिमुलेशन समूहों में शामिल किया गया। छात्रों के अध्ययन का मूल्यांकन पहले परियोजना की मौखिक प्रस्तुति और उसके बाद पोस्टर प्रस्तुति के माध्यम से किया गया। समापन दिवस पर सर्वश्रेष्ठ परियोजना प्रस्तुति पुरस्कार दिए गए और सभी प्रतिभागियों को प्रतिभागिता प्रमाणपत्र प्रदान किए गए।

C3. बाहरी छात्रों के लिए यूजी/पीजी अकादमिक परियोजनाएँ

अप्रैल 2024 से मार्च 2025 के दौरान विभिन्न कॉलेजों/ विश्वविद्यालयों/संस्थानों से विज्ञान और इंजीनियरिंग में स्नातक / स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम करने वाले लगभग 55 छात्र, अपने पाठ्यक्रम के तहत संस्थान के संकाय सदस्यों के मार्गदर्शन में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के विभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न शैक्षणिक परियोजनाओं से जुड़े रहे।

D. प्रकाशन एवं प्रस्तुतियाँ

D.1 लेख प्रकाशन

D.1.1 जर्नल लेख

1. नेनोफ्लुइड्स: क्रिटिकल इश्यूज, इकोनॉमिक्स एंड सस्टेनेबिलिटी पर्सपेक्टिव्स
सयंतन मुखर्जी, एट अल
पार्टिकुओलोजी, 87, 147, अप्रैल 2024

2. एक्सपेरीमेंटल डिटर्माइनेशन ऑफ हाइड्रोजन आइसोटोप डिफ्यूसिविटी, सॉल्युबिलिटी एण्ड परमीबिलिटी इन मोल्टेन लेड लिथियम यूटेक्टिक अलॉय
सुधीर राय एट अल

फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 201, 114233, अप्रैल 2024

3. इफेक्ट ऑफ सेकंडरी फैसिस कंट्रोल्ड बाय प्रिकर्सर कम्पोजिशन ऑन द एफिसिएंसी ऑफ CZTS थीन फिल्म सोलार सैल
सागर अग्रवाल एट अल

सोलर एनर्जी मैटेरियल्स एंड सोलर सेल्स, 267, 112719, अप्रैल 2024

4. एक्सपेरीमेंट्स ऑन केपेसिटंस बेज्ड लिक्विड फ्लॉ मीटर वीथ पेरेलल चैनल्स युज्ड इन टु-फैस
बिनेट मोनाचन...हरेश दवे एट अल
फ्लो मेजरमेंट एंड इंस्ट्रुमेंटेशन, 96, 102522, अप्रैल 2024

5. डिज़ाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ हाइड्रोजन आइसोटोप्स एक्सट्रैक्शन सिस्टम एट आईपीआर
रुद्रेश बी. पटेल एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 201, 114318, अप्रैल 2024

6. एडवांसमेंट ऑफ लैंगमुइर प्रोब-बेस्ड लेजर फोटो-डिटैचमेंट टेक्नीक फॉर नेगेटिव आयन डेंसिटी मेजरमेंट इन अ हाई-पावर हेलिकॉन प्लाज़्मा सोर्स
डी. मुखोपाध्याय एट अल
रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 95, 043006, अप्रैल 2024

7. इन्वेस्टिगेशन ऑफ फैसट इवोल्यूशन ऑन Si सर्फेसेस बॉम्बार्डेड विथ Xe आयन्स
सुकृति हंस एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 045954, अप्रैल 2024

8. RF एंटेना हेलिसिटी डिपेंडेंट पार्टिकल हीटिंग इन अ हेलिकॉन सोर्स
के जे स्टीवेन्सन...पी श्रीवास्तव एट अल
प्लाज़्मा सोर्सेज साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 33, 045009, अप्रैल 2024

9. ऑन द मेज़रमेंट ऑफ इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर ऑफ अ पल्स्ड वाशर गन आर्गन प्लाज़्मा बाय ट्रिपल लैंगम्यूर प्रोब डायग्नोस्टिक टेक्नीक
बी के सेठी...ए के सन्यासी एट अल
जर्नल ऑफ साइंटिफिक & इंडस्ट्रियल रिसर्च, 83, 375, अप्रैल 2024

10. चार्ज्ड पार्टिकल डायनेमिक्स इन एन इलिप्टिकली पोलेराइज़्ड इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वेव एंड अ यूनिफ़ॉर्म एक्सियल मैग्नेटिक फ़ील्ड
शिवम कुमार मिश्रा एट अल
फिजिक्स ऑफ प्लाज़्मा, 31, 043106, अप्रैल 2024

11. एक्सपेरिमेंटल वैलिडेशन ऑफ द एनालिटिक मॉडल फॉर द टेम्पोरल डिके ऑफ द डेंसिटी ऑटो-कोरिलेशन फंक्शन इन अ स्ट्रॉन्गली कपल्ड डस्टी प्लाज़्मा
अंकित ढाका एट अल
फिजिक्स ऑफ प्लाज़्मा, 31, 043703, अप्रैल 2024

12. कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ ROBIN आयन सोर्स अंडर वॉल्यूम मोड ऑपरेशन यूजिंग लैंगम्यूर प्रोब, कैविटी रिंग-डाउन स्पेक्ट्रोस्कोपी, एंड ऑप्टिकल एमिशन स्पेक्ट्रोस्कोपी
देबरूप मुखोपाध्याय एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 1315, अप्रैल 2024

13. डिज़ाइन, सिमुलेशन, एनालिसिस, फैब्रिकेशन, एंड टेस्टिंग ऑफ टोरोइडल फ़ील्ड पावर सप्लाई (TFPS) फॉर सिम्पल टाइट आस्पेक्ट रेश्यो मशीन असेम्बली
सुप्रिया ए. नायर एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 1366, अप्रैल 2024

14. प्रोडक्शन ऑफ लार्ज क्वांटिटी ऑफ प्लाज़्मा एक्टिवेटेड वाटर यूजिंग मल्टीपल प्लाज़्मा डिवाइस सेटअप
विकास राठौड़ एट अल
करेंट एप्लाइड फिजिक्स, 61, 121, मई 2024

15. डिटर्मिनिंग शीथ एज इलेक्ट्रिक फ़ील्ड अराउंड सिलिंड्रिकल पिन्स ऑफ अ डीसी बायस्ड हेयरपिन रेजोनेटर प्रोब
पवनदीप सिंह एट अल
प्लाज़्मा सोर्सेज साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 33, 055012, मई 2024

16. माइक्रो-पार्टिकल इंजेक्शन एक्सपेरिमेंट्स इन आदित्य-यू टोकामैक यूजिंग एन इंडक्टिवली ड्रिवन पेलेट इंजेक्टर
संबरन पहाड़ी...जे. घोष एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 056007, मई 2024

17. डिज़ाइन, फैब्रिकेशन एंड वैलिडेशन ऑफ एन इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी प्रिंसिपल बेस्ड टू-फेज डिटेक्शन सेंसर एरे फॉर मॉल्टन लेड (Pb) बेस्ड हेवी मेटल कूलेंट्स अप टू 600°C
ए. सारस्वत एट अल
जर्नल ऑफ इंस्ट्रूमेंटेशन, 19, T05018, मई 2024

18. इन-वेसल इंस्पेक्शन सिस्टम: डवलपमेंट एण्ड टेस्टिंग एक्टिविटिज ऑफ हाई वैक्यूम एण्ड टेम्परेचर टेक्नोलॉजीज फॉर फ्यूज़न रिमोट हैंडलिंग
मनोअस्टीफन एम. एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 202, 114368, मई 2024

19. एन अपैरेटस टू मेज़र थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ सिरेमिक पेबल बेड्स अंडर यूनि-एक्सियल कम्प्रेसिव स्ट्रेस
हर्ष पटेल एट अल
मेजरमेंट, 230, 114484, मई 2024

20. टर्ब्युलेंट स्पॉट फॉर्मेशन इन थ्री-डायमेंशनल युकावा लिक्विड्स यूजिंग लार्ज-स्केल मॉलिक्यूलर डायनेमिक्स सिमुलेशन-इफेक्ट ऑफ सिस्टम साइज
सूरज कलिता एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 055246, मई 2024

21. डेवलपमेंट एंड टेस्टिंग ऑफ लैब-स्केल एटमॉस्फेरिक मॉलिक्यूलर सीव बेड विथ जिओलाइट 4A एडसॉरबेंट
दीपक यादव एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 202, 114427, मई 2024

22. पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन ऑफ इलेक्ट्रोस्टेटिक वेव्स इन द आइनोस्फीयर
राकेश मौलिक एट अल
एडवांसेज इन स्पेस रिसर्च, 73, 4393, मई 2024

23. कमीशनिंग एंड इनिशियल ऑपरेशनल एक्सपीरियंस ऑफ 2 MVA AC/DC पावर कन्वर्टर एट आईपीआर फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर एप्लीकेशंस
अरित्र चक्रवर्ती एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 1832, मई 2024

24. सनलाइट ड्रिवन फोटो-कैटेलिटिक डिग्रेडेशन ऑफ ऑर्गेनिक पॉल्यूटेंट्स बाय सॉल्वोथर्मली सिंथेसाइज़्ड आरजीओ-बीआईवीओ4 नैनोहाइब्रिड्स
रोसलिन बेउरा, के. पी. सूरज एट अल
केमिकल फिजिक्स इम्पैक्ट, 8, 100595, जून 2024

25. रिलेटिविस्टिक एटॉमिक स्ट्रक्चर कैलकुलेशन्स ऑफ ली-लाइक आयन्स यूज़्ड फॉर प्लाज़्मा डायग्नोस्टिक स्टडीज़
गजेंद्र सिंह एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 065408, जून 2024

26. पोज़ीशन एस्टीमेशन ऑफ करंट-कैरींग फिलामेंट यूज़िंग डिफरेंट मैग्नेटिक सेंसर्स इन आदित्य-यू टोकामॅक
रोहित कुमार एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 203, 114405, जून 2024

27. इलेक्ट्रॉन बीम प्रोफाइल मेज़रमेंट यूज़िंग एनहैंस्ड ड्यूल-टेक्नीक्स इन हाई हीट फ्लक्स टेस्ट फैसिलिटी एट इंस्टिट्यूट फॉर प्लाज़्मा रिसर्च
सुनील बेलसरे एट अल
रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 95, 065109, जून 2024

28. चार्ज फ्लक्चुएशन्स ऑन द डस्ट ग्रेन्स इन द प्रेज़ेन्स ऑफ एनर्जेटिक इलेक्ट्रॉन्स
आर पॉल एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 065602, जून 2024

29. माइक्रोस्कोपिक स्ट्रक्चर ऑफ इलेक्ट्रोमैग्नेटिक व्हिस्लर वेव डैम्पिंग बाय काइनेटिक मेकैनिज़्म्स इन हॉट मैग्नेटाइज़्ड व्लासॉव प्लाज़्माज़
अंजन पॉल एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 065610, जून 2024

30. कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ वैकेंसी डिफेक्ट्स यूज़िंग TEM इन हेवी-आयन-इर्रेडिएटेड टंग्स्टन फॉयल्स
प्रशांत शर्मा, पी. एन. माया एट अल
मेटालर्जिकल एंड मैटेरियल्स ट्रांजेक्शंस ए: फिजिकल मेटलर्जी एंड मैटेरियल्स साइंस, 55, 2932, जून 2024

31. ऑब्ज़र्वेशन ऑफ इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर एनाइसोट्रॉपी इन द मैग्नेटिक फिल्टर ऑफ अ हॉट कैथोड डिस्चार्ज
जोसेलिन संगमा...मोनोजीत चक्रवर्ती एट अल
फिजिका स्क्रिप्टा, 99, 065612, जून 2024

32. सिंपल टाइट एस्पेक्ट रेशियो मशीन असेम्बली टू स्टडी ECR-प्रोड्यूस्ड मैग्नेटाइज़्ड टोरॉयडल प्लाज़्मा
तुलछी राम एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2059, जून 2024

33. डेवलपमेंट ऑफ सुपरहाइड्रोफोबिक PTFE सरफेस यूज़िंग ऑक्सीजन प्लाज़्मा प्रोसेसिंग
श्रुति कुमारी, विवेक पच्छीगर एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2524, जुलाई 2024

34. इवेंट ड्रिवन हाई स्पीड डेटा अक्विज़ीशन विद आईईईई 1588 सिंक्रोनाइज़ेशन फॉर लॉन्ग पल्स ऑपरेशन्स ऑफ इंडियन टेस्ट फैसिलिटी फॉर ईटर डीएनबी
हिमांशु त्यागी एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 204, 114487, जुलाई 2024

35. इफेक्ट ऑफ इलेक्ट्रॉन एंड आयन मोबिलिटी ऑन ऐज बायसिंग इन टोकामॅक प्लाज़्माज़
विजय शंकर एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 076041, जुलाई 2024

36. फैब्रिकेशन एस्पेक्ट्स एंड परफॉर्मेंस कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ α-Al2O3/AlPO4 बेस्ड सैंडविच कॉन्फिगरेशन फ्लो चैनल इनसर्ट्स एंड कोटिंग्स फॉर हाई टेम्परेचर लिक्विड मेटल एप्लिकेशन्स
अभिषेक सारस्वत एट अल
जर्नल ऑफ न्यूक्लियर इंजीनियरिंग एंड रेडिएशन साइंस, 10, 030902, जुलाई 2024

37. लो फ्रीक्वेंसी डस्ट अकूस्टिक ड्रिफ्ट इनस्टेबिलिटी इन द इक्वेटोरियल इलेक्ट्रोजेट
संदीप सरकार, ज्योति के. अतुल एट अल
एडवांसेज इन स्पेस रिसर्च, 74, 1011, जुलाई 2024

38. न्यूमेरिकल अप्रोच फॉर इन्वेस्टिगेटिंग द इन्फ्लुएंस ऑफ वेरियस फ्लो एंड फ्लूइड पैरामीटर्स ऑन द परफॉर्मेंस ऑफ अ क्रायोजेनिक टू-फेज़ फ्लो मीटर
बीनेट मोनाचन...हरेश दवे एट अल
फ्लो मेजरमेंट एंड इंस्ट्रूमेंटेशन, 97, 102617, जुलाई 2024

39. न्यूट्रॉन एमिशन कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ आईपीआर 14 MeV न्यूट्रॉन जनरेटर
मितुल अभंगी एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 204, 114522, जुलाई 2024

40. रिव्यू ऑफ द अगस्त 1972 एंड मार्च 1989 (एलन) स्पेस वेदर इवेंट्स: कैन वी लर्न एनीथिंग न्यू फ्रॉम देम?
ब्रूस टी. त्सुरुटनी, अभिजीत सेन एट अल
जर्नल ऑफ जियोफिजिकल रिसर्च: स्पेस फिजिक्स, 129, e2024JA032622, जुलाई 2024

41. इम्प्रूवमेंट इन आयन कॉनफाइनमेंट टाइम विद मल्टीग्रिड कॉन्फ़िगरेशन इन एन इनर्शियल इलेक्ट्रोस्टैटिक कॉनफाइनमेंट फ्यूज़न डिवाइस
एल. सैकिया एट अल
फिजिकल रिव्यू ई, 110, 015203, जुलाई 2024

42. रेमिनिसिंग बिमला बुटी
अमिता दास एंड सुदीप सेनगुप्ता
रेज़ोनेंस, 29, 889, जुलाई 2024

43. स्पॉन्टेनियस कन्वेक्टिव पैटर्न फॉर्मेशन इन अ डस्टी प्लाज़्मा
अंकित ढाका एट अल
फिजिक्स ऑफ प्लाज़्मा, 073702, जुलाई 2024

44. अ स्टडी ऑन शीथ स्ट्रक्चर इन डिस्चार्ज एंड डिफ्यूज़न रीजन ऑफ अ डबल प्लाज़्मा डिवाइस
मृणाल के. मिश्रा...मोनोजीत चक्रवर्ती एट अल
जर्नल ऑफ द कोरियन फिजिकल सोसायटी, 85, 147, जुलाई 2024

45. एन एक्सपैंडेड प्लाज़्मा जेट असिस्टेड टेक्नीक फॉर वेरी हाई-रेट सिंथेसिस ऑफ 2D α-MoO3 नैनोमैटेरियल्स, विद सरफेस ऑक्सीजन वैकेंसीज़ एंड रोबस्ट इंड्यूस्ड फेरोमैग्नेटिज़्म
मिज़ानुर रहमान एट अल
वैक्यूम, 225, 113237, जुलाई 2024

46. ट्रिगर ट्रांसीवर एंड टाइमिंग कंट्रोल सिस्टम फॉर आदित्य-यू टोकामॅक
मिनशा शाह एट अल
न्यूक्लियर इंस्ट्रूमेंट्स एंड मेथड्स इन फिजिक्स रिसर्च सेक्शन ए: एक्सीलरेटर, स्पेक्ट्रोमीटर, डिटेक्टर्स एंड एसोसिएटेड इक्विपमेंट, 1064, 169394, जुलाई 2024

47. प्रोडक्शन ऑफ अल्कलाइन प्लाज़्मा एक्टिवेटेड टैप वॉटर यूज़िंग डिफरेंट प्लाज़्मा फॉर्मिंग गैस एट सब-अटमॉस्फेरिक प्रेशर
विकास राठौड़ एट अल
प्लाज़्मा केमिस्ट्री एंड प्लाज़्मा प्रोसेसिंग, 44, 1735, जुलाई 2024

48. इफेक्ट ऑफ साइज ऑफ अ सर्क्युलर टोकामॅक प्लाज़्मा ऑन सेल्फ-मैग्नेटिक फील्ड: अ न्यूमेरिकल अप्रोच
सुमन आइच एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2492, जुलाई 2024

49. न्यूमेरिकल वैलिडेशन ऑफ युकावा फ्लूइड एक्साइटेशन्स विदिन द क्वाज़ीलोकलाइज़्ड चार्ज अप्रोक्सीमेशन (QLCA) थ्योरी
प्रिंस कुमार एट अल
कंट्रीब्यूशंस टू प्लाज़्मा फिजिक्स, 64, e202400026, जुलाई 2024

50. फसाइल फैब्रिकेशन ऑफ Au नैनोपार्टिकल्स लोडेड Ce डोप्ड जे ZnO नैनोरॉड्स फॉर एफिशिएंट कैटेलिटिक एंड फोटोकैटेलिटिक डी-कंपोज़ीशन ऑफ टॉक्सिक पॉल्यूटेंट्स इन वॉटर
शिप्रा चौधरी, के.पी. सूरज एट अल
इनऑर्गेनिक केमिस्ट्री कम्युनिकेशंस, 165, 112482, जुलाई 2024

51. फैब्रिकेशन ऑफ Al6061/Ti3AlC2 मैक्स फेज़ सरफेस कॉम्पोज़िट बाय फ्रिक्शन स्टिर प्रोसेसिंग एंड इन्वेस्टिगेशन ऑफ वियर प्रॉपर्टीज
व्योम देसाई एट अल
ट्राइबोलॉजी इंटरनेशनल, 195, 109594, जुलाई 2024

52. असेसमेंट ऑफ स्टैकेड LSTM, बायडायरेक्शनल LSTM, Con-vLSTM2D, एंड ऑटो एनकोडर्स LSTM टाइम सीरीज़ रिग्रेशन एनालिसिस एट आदित्य-यू टोकामॅक
रमेश जोशी एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2403, जुलाई 2024

53. डबल लेयर्स एंड सोलिटरी स्ट्रक्चर्स ऑब्ज़र्व्ड इन आयन अकॉस्टिक मोड अराउंड क्रिटिकल रेजीम एंड इट्स पॉसिबल प्रीकर्सरी मिकैनिज़्म
स्वर्णिव चंद्रा...ज्योतिर्मय गोस्वामी एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2510, July 2024

54. इफ़ेक्ट ऑफ हीलियम आयन इरेडिएशन ऑन FP479 (एफपी४७९) ग्रेफाइट
एन. जे. दत्ता एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2476, July 2024

55. सिस्टम फॉर माइक्रोवेव प्लाज़्मा एक्सपेरिमेंट्स (सिम्पल) फॉर इन्वेस्टिगेशन ऑफ माइक्रोवेव एब्जॉर्प्शन इन ओवर-डेंस प्लाज़्मा
प्रियवंदना जे. राठोड़ एट अल
आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 2706, July 2024

56. माइक्रोस्ट्रक्चरल एंड एंटीबैक्टीरियल प्रॉपर्टीज ऑफ कॉपर ऑक्साइड डिपॉज़िटेड ऑन पॉलीप्रोपाइलीन फैब्रिक बाय मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग
इन्फैंट सोलोमन विनोथ सवारिमुथु एट अल
द जर्नल ऑफ द टेक्सटाइल इंस्टिट्यूट, 116, 1439, जुलाई 2024

57. ग्लोबल जाइरोकाइनेटिक स्टडी ऑफ डेंसिटी ग्रेडिएंट ड्रिवन इंस्टेबिलिटी इन टोकामैक्स: द युबिक्विटस मोड
सागर चौधरी एट अल
प्लाज़्मा फिज़िक्स एंड कंट्रोल्ड फ्यूज़न, 66, 085013, अगस्त 2024

58. मैग्नेटाइज़्ड मल्टी-कंपोनेंट प्लाज़्माज़ शीथ कैरक्टरिस्टिक्स विद थ्री आइसोथर्मल आयन स्पीशीज़
अक्षय कुमार शॉ एट अल
फिज़िका स्क्रिप्टा, 99, 085610, अगस्त 2024

59. टरब्युलेंस एंड ट्रांसपोर्ट बाय इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर ग्रेडिएंट ड्रिवन इंस्टेबिलिटी इन लार्ज वॉल्यूम प्लाज़्मा डिवाइस
एल. एम. अवस्थी एट अल
रिव्यूज़ ऑफ मॉडर्न प्लाज़्मा फिज़िक्स, 8, 28, अगस्त 2024

60. रिज़ल्ट्स फ्रॉम अ सिंथेटिक मॉडल ऑफ द ITER XRCS-कोर डायग्नॉस्टिक बेस्ड ऑन हाई-फिडेलिटी एक्स-रे रे ट्रेसिंग
एन. ए. पाब्लैंट...पी. बी. मगेश एट अल

रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 95, 083517, अगस्त 2024

61. एनिसोट्रॉपिक वेट्टेबिलिटी ट्रांज़िशन ऑन नैनोटेरेस्ड ग्लास सरफेस बाय Ar आयन्स
सुकृति हंस एट अल
जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस, 59, 14205, अगस्त 2024

62. ऑटोमेटेड लेबलिंग एंड कोरिलेशन एनालिसिस ऑफ डायग्नॉस्टिक सिग्नल्स फ्रॉम आदित्य टोकामॅक फॉर डिवेलपिंग एआई-बेस्ड डिस्रप्शन मिटिगेशन सिस्टम्स
जे. अग्रवाल एट अल
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 921, अगस्त 2024

63. प्रेडिक्टिंग एनर्जी ट्रांसफर टू द वर्कपीस इन वायर इलेक्ट्रिकल डिस्चार्ज मशीनींग यूज़िंग इनवर्स हीट ट्रांसफर टेक्नीक
पार्थ सथवारा...परितोष चौधुरी एट अल
हीट एंड मास ट्रांसफर, 60, 1603, अगस्त 2024

64. एसिमेट्रिक प्लाज़्मा डिस्चार्ज विद एन एक्सिसिमेट्रिक मैग्नेटिक फील्ड
स्वाति दहिया एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 083512, अगस्त 2024

65. ऑन स्पिन ऑफ प्लाज़्मा ब्लॉब इन एज एंड स्क्रैप-ऑफ लेयर रीजन ऑफ अ टोकामॅक
एन. बिसाई
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 945, अगस्त 2024

66. एन्हांस्ड मैग्नेटिक एनिसोट्रॉपी एंड इट्स थर्मल स्टैबिलिटी इन ओब्लिकली डिपॉज़िटेड को-फिल्म ऑन द नैनोपैटर्न्ड सब्सट्रेट
शरणजीत सिंह...मुकेश रंजन एट अल
अप्लाइड सरफेस साइंस, 663, 160154, अगस्त 2024

67. द हाई डस्ट डेंसिटी रेजीम ऑफ डस्टी प्लाज़्मा: थ्योरी एंड सिमुलेशन्स
के. अविनाश, एस. जे. कलिता एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 083702, अगस्त 2024

68. द इफ़ेक्ट ऑफ इम्प्योरिटी सीडिंग ऑन एज टॉरॉइडल रोटेशन इन द आदित्य-यू टोकामॅक
अंकित कुमार एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 086019, अगस्त 2024

69. फिज़िबिलिटी स्टडी ऑफ HTS (एचटीएस) करंट लीड्स विद MgB2 शंट फॉर टोकामॅक एप्लिकेशन
नितिन बैरागी एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन अप्लाइड सुपरकंडक्टिविटी, 34, 4800804, अगस्त 2024

70. इन्वेस्टिगेशन ऑफ Ge/Sn/Al2O3 मल्टीलायर स्ट्रक्चर फॉर फोटोडिटेक्टर एप्लिकेशन
कोमल शेखावत...राधे श्याम एट अल
ऑप्टिकल मटेरियल्स, 154, 115654, अगस्त 2024

71. पैरामीटर स्पेस कंस्ट्रेंट्स फॉर कॉम्पैक्ट स्फेरिकल टोकामॅक फ्यूज़न रिएक्टर्स
पी. एन. माया एंड एस. पी. देशपांडे
फ्यूज़न साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 80, 741, अगस्त 2024

72. जाइरोकाइनेटिक सिमुलेशन्स ऑफ़ इलेक्ट्रोस्टैटिक माइक्रोटर्बुलेंस इन आदित्य-यू टोकामॅक विथ आर्गन इम्प्योरिटी
ताजिंदर सिंह...दीप्ति शर्मा एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 086038, अगस्त 2024

73. स्टडी ऑफ़ इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ़ कंप्रेस्ड लिथियम मेटाइटैनेट पेबल बेड्स एट हाई टेम्परेचर
मौलिक पंचाल एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 205, 114573, अगस्त 2024

74. परफॉरमेंस ऑफ़ एन इनर्शियल इलेक्ट्रोस्टैटिक कन्फाइनमेंट फ्यूज़न डिवाइस हैविंग अ मल्टी-ग्रिड कॉन्फ़िगरेशन
एल. सैकिया एट अल
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 861, अगस्त 2024

75. इफेक्ट ऑफ़ सबस्ट्रेट टेम्परेचर ऑन द स्ट्रक्चरल प्रॉपर्टीज ऑफ़ टंगस्टन कार्बाइड एंड टंगस्टन-रिच टंगस्टन कार्बाइड फिल्म्स
श्रृष्टि बिस्ट...सेजल शाह एट अल
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 936, अगस्त 2024

76. LH लांचर्स फॉर टोकामॅक एट आईपीआर
पी. के. शर्मा
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 994, अगस्त 2024

77. डेंसिटी फंक्शनल थ्योरी इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ Cu, Ni, एंड Ag इंक्लूजन इन ZSM-5 टू स्टडी डाइहाइड्रोजन बाइंडिंग फॉर क्रायोजेनिक मॉलिक्यूलर सीव बेड एडसॉर्बर इन न्यूक्लियर फ्यूज़न सिस्टम्स
वी. गायत्री देवी एट अल
फ्यूज़न साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 80, 1031, अगस्त 2024

78. हाई हीट फ्लक्स टेस्टिंग ऑफ़ ब्रेज़्ड W/CuCrZr मोनोब्लॉक इन हाई हीट फ्लक्स टेस्ट फैसिलिटी
केदार भोपे एट अल
फ्यूज़न साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 80, 931, अगस्त 2024

79. मल्टीमोड एरबियम-डोप्ड फाइबर एम्पलीफायर बेस्ड ऑन डबल-क्लैड GeO2-डोप्ड फोटोनिक क्रिस्टल फाइबर सपोर्टिंग 38 ऑर्बिटल एंगुलर मोमेंटम मोड्स
इशानी दे, अंकिता गौर एट अल
जर्नल ऑफ लाइटवेव टेक्नोलॉजी, 42, 5650, अगस्त 2024

80. काम्प्रिहेंसिव थिओरेटिकल एंड एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ़ प्लाज़्मा प्लूम डायनामिक्स अक्रॉस मैग्नेटिक फील्ड
नारायण बेहरा एट अल
ऑप्टिक्स एंड लेज़र टेक्नोलॉजी, 176, 110902, सितंबर 2024

81. चार्जिंग ऑफ़ स्पेस डेब्रिस इन द LEO एंड GEO रीजंस
सनत कुमार तिवारी...अभिजीत सेन एट अल
एक्टा एस्ट्रोनॉटिका, 222, 156, सितंबर 2024

82. एनहांसमेंट एंड काम्प्रिहेंसिव टेस्टिंग ऑफ़ इंटरलॉक प्रोटेक्शन सिस्टम्स ऑफ़ हाई हीट फ्लक्स टेस्ट फैसिलिटी एट IPR
सुनील बेलसारे एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 206, 114588, सितंबर 2024

83. ड्यूटेरियम परमीएशन स्टडीज थ्रू बेयर एंड Er2O3 कोटेड SS 316L
सुधीर राय एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 206, 114587, सितंबर 2024

84. मॉनिटरिंग द बिहेवियर ऑफ़ इलेक्ट्रोमैग्नेटिक कॉइल इंसुलेशन अंडर वैरीइंग ऑपरेशनल कंडीशंस इन ADITYA-U टोकामॅक
रोहित कुमार एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 206, 114567, सितंबर 2024

85. इस्टैब्लिशिंग क्राइटेरिया फॉर द ट्रांज़िशन फ्रॉम काइनेटिक टू फ्लूइड मॉडलिंग इन होलो कैथोड एनालिसिस
डब्ल्यू. विल्लाफाना...एस. शर्मा एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 093504, सितंबर 2024

86. डीकंफाइनमेंट ऑफ़ रनवे इलेक्ट्रॉन्स बाय लोकल वर्टिकल मैग्नेटिक फील्ड पर्टरबेशन
सोमेश्वर दत्ता एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 096027, सितंबर 2024

87. इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फ्लक्चुएशन्स इन अ मैग्नेटिकली स्क्रीन्ड हाई बीटा प्लाज़्मा
अयान अधिकारी एट अल
प्लाज़्मा फिज़िक्स एंड कंट्रोल्ड फ्यूज़न, 66, 095009, सितंबर 2024

88. LSPR एनिसोट्रॉपी मिनिमाइजेशन बाय सीक्वेंशियल ग्रोथ ऑफ़ Ag नैनोपार्टिकल्स ऑन नैनोरिपल पैटर्न्ड Si सरफेस फॉर SERS एप्लीकेशन
तरनदीप कौर लांबा एट अल
सरफेसेस एंड इंटरफेसेस, 52, 104852, सितंबर 2024

89. पोर्सिलीन बेस्ड 100kV फीडथ्रू फॉर प्रोटोटाइप ITER DNB एट INTF
डी.के. शर्मा एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 206, 114609, सितंबर 2024

90. मोलिब्डेनम डाइटेल्यूराइड एज पोटेंशियल नेगेटिव इलेक्ट्रोड मटेरियल फॉर सोडियम-आयन बैटरी
केनिल राजपुरा...सागर अग्रवाल एट अल
इंटरैक्शन्स, 245, 293, सितंबर 2024

91. एक्टिवेशन क्रॉस सेक्शन फॉर 85Rb(n,2n)84mRb एंड 85Rb(n,p) 85mKr रिएक्शंस विद अनसर्टेन्टी प्रोपगेशन एंड कोवैरियंस एनालिसिस
मयूर मेहता एट अल
जर्नल ऑफ रेडियोएनालिटिकल एंड न्यूक्लियर केमिस्ट्री, 333, 5231, सितंबर 2024

92. न्यूमेरिकल सिमुलेशन ऑफ़ एन एक्सपैंडिंग मैग्नेटिक फील्ड प्लाज़्मा थ्रस्टर: अ कंपेरेटिव स्टडी फॉर आर्गान, ज़ेनॉन एंड आयोडीन फ्यूल गैसेस
विनोद सैनी एट अल
जर्नल ऑफ प्लाज़्मा फिज़िक्स, 90, 905900411, सितंबर 2024

93. एन एडवांस्ड डबल-फेज़ स्टैकिंग एन्सेम्बल टेक्नीक विद एक्टिव लर्निंग क्लासिफायर: टुवार्ड रिलाएबल डिसरप्शन प्रिडिक्शन इन आदित्य टोकामॅक
प्रियंका मुरुगानंदम...कुमुदनी ताहिलियानी एट अल
रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 95, 095117, सितंबर 2024

94. MHD एक्टिविटी इंड्यूस्ड कोहेरेंट मोड एक्साइटेशन इन द एज प्लाज़्मा रीजन ऑफ़ आदित्य-यू टोकामॅक
कौशलेंद्र सिंह एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 092511, सितंबर 2024

95. डायनामिक सिमुलेशन ऑफ़ ईटर क्रायो-डिस्ट्रिब्यूशन सिस्टम यूजिंग एस्पेन हाईसिस
विनित शुक्ला एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 206, 114616, सितंबर 2024

96. मैन्युफैक्चरिंग ऑफ़ हाई प्योरिटी Cr2AlC MAX फेज़ मटेरियल एंड इट्स कैरेक्टराइजेशन
व्योम देसाई एट अल
जर्नल ऑफ मटेरियल्स इंजीनियरिंग एंड परफॉर्मेंस, 33, 9841, सितंबर 2024

97. लेजर-क्लस्टर इंटरैक्शन इन एन एक्सटर्नल मैग्नेटिक फील्ड: द इफेक्ट ऑफ़ लेज़र पोलराइजेशन
कल्याणी स्वैन एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 092704, सितंबर 2024

98. टेलर्ड पेरोव्स्काइट ऑक्साइड इंजीनियर्ड विद मल्टी-डाइमेंशनल कार्बन एज़ इलेक्ट्रोकैटेलिस्ट टू कॉन्करेंटली इम्प्रूव द OER एक्टिविटी एंड इलेक्ट्रोकेमिकल स्टेबिलिटी
अमित के राणा एट अल
जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस, 59, 17128, सितंबर 2024

99. ECRH टू-पल्स (ब्रेकडाउन एंड हीटिंग) एक्सपेरिमेंट्स ऑन टोकामॅक आदित्य-यू एंड एसएसटी-1
ब्रज किशोर शुक्ला एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 4534, सितंबर 2024

100. रिमोट हैंडलिंग कंट्रोल सिस्टम एंड ऑपरेशंस ऑफ़ वैक्यूम-कम्पैटिबल इन-वेसल इंस्पेक्शन सिस्टम
नवीन रस्तोगी एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 3930, सितंबर 2024

101. थर्मो-फिजिकल प्रॉपर्टीज एंड कैरेक्टराइजेशन स्टडीज ऑन वैक्यूम हॉट -प्रेस्ड बोरॉन कार्बाइड सिरामिक्स
भूमि संदीप गज्जर एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 3643, सितंबर 2024

102. एन अप्रोच फॉर कंट्रोल ऑफ इक्विलिब्रियम फील्ड प्रोफाइल थ्रू द रियल -टाइम प्लाज़्मा करंट इन आदित्य-यू एंड एसएसटी-1 टोकामॅक
शिवम गुप्ता एट अल

आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 3600, सितंबर 2024

103. शीट मॉडल डिस्क्रिप्शन ऑफ़ स्पैटियोटेम्पोरल इवोल्यूशन ऑफ़ अपर-हाइब्रिड ऑसिलेशन्स इन एन इनहोमोजेनियस मैग्नेटिक फील्ड
निधि राठी एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 092104, सितंबर 2024

104. एस्टिमेशन ऑफ़ इफेक्टिव थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ़ स्फेरिकल एंड इलिप्सोइडल शेप्ड रैंडमली पैक्ड मोनो-साइज़्ड, बाइनरी-साइज़्ड, एंड पॉली-डिस्पर्सड सिरामिक पेबल बेड्स
हर्ष पटेल एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 4023, सितंबर 2024

105. इम्प्रूव्ड हॉरिजॉन्टल प्लाज़्मा पोजीशन कंट्रोल यूजिंग c-RIO-बेस्ड रियल टाइम सिस्टम इन आदित्य-यू
प्रमिला गौतम एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 3809, सितंबर 2024

106. इन्वेस्टिगेटिंग द इफेक्ट्स ऑफ़ कपलिंग इन स्ट्रॉन्गली कपल्ड डस्टी प्लाज़्मा: अ कम्पैरेटिव स्टडी ऑफ़ कपलिंग पैरामीटर रिप्रेजेंटेशंस
जे. गोस्वामी एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 4694, सितंबर 2024

107. इफेक्ट ऑफ़ कैथोड कॉइल ऑन द कमिशनिंग ऑफ़ 42-GHz जाइरोट्रॉन फॉर ईसीआरएच सिस्टम इन एसएसटी-1 एंड आदित्य-यू
ब्रज शुक्ला एट अल
आईईईई ट्रांज़ैक्शन्स ऑन प्लाज़्मा साइंस, 52, 3820, सितंबर 2024

108. इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ स्ट्रक्चरल एंड ऑप्टिकल प्रॉपर्टीज़ ऑफ़ $ZnTiO_3$ थिन फिल्म्स इर्रेडिएटेड विद 50 MeV ऑक्सीजन आयन्स
प्रिया मित्तल...राधे श्याम एट अल
रेडिएशन फिज़िक्स एंड केमिस्ट्री, 223, 111938, अक्टूबर 2024

109. प्लाज़्मा परफॉर्मेंस एनहैंसमेंट एंड इंप्योरिटी कंट्रोल यूजिंग अ नॉवेल टेक्नीक ऑफ़ आर्गन-हाइड्रोजन मिक्सचर फ्यूल्ड ग्लो डिस्चार्ज वॉल कंडीशनिंग इन द आदित्य-यू टोकामॅक
के. ए. जाडेजा एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 106048, अक्टूबर 2024

110. मैग्नेटिक शेपिंग इफेक्ट्स ऑन टर्बुलेंस इन आदित्य-यू टोकामॅक
अमित के. सिंह एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 106005, अक्टूबर 2024

111. बीम-प्लाज़्मा डायनामिक्स इन फाइनाइट-लेंथ, कोलिजनलेस इनहोमोजेनियस सिस्टम्स
आर. मिश्रा, आर. मौलिक एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 102103, अक्टूबर 2024

112. एनालिसिस ऑफ़ स्पाइरल एंटेना फॉर एनहांसिंग एंटेना-प्लाज़्मा कपलिंग इम्पीड़ेंस फॉर एसएसटी-1 टोकामॅक
डिंपल यादव...राज सिंह एट अल
फ्रिक्वेंज, 78, 531, अक्टूबर 2024

113. स्टडीज ऑन द स्पैटियल इवोल्यूशन ऑफ़ पल्स्ड हीलियम प्लाज़्मा
एस. सिंघा एट अल
कॉन्ट्रिब्यूशन्स टू प्लाज़्मा फिज़िक्स, 64, e202400017, अक्टूबर 2024

114. न्यूमेरिकल डिज़ाइन एंड एक्सपेरिमेंटल कैरेक्टराइजेशन ऑफ़ रीकॉन्फिगरेबल लीकी वेव प्लाज़्मा एंटेना
रसीला आर. हिरानी, अभिषेक सिन्हा एट अल
आईईईई एक्सेस, 12, 152347, अक्टूबर 2024

115. फर्स्ट ऑपरेशन ऑफ़ LLMHD लूप विद इलेक्ट्रोमैग्नेट फॉर R & D MHD एक्सपेरिमेंट्स
ए. पटेल एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 207, 114614, अक्टूबर 2024

116. डेवलपमेंट ऑफ़ अ PXIe-बेस्ड डेटा एक्विजिशन एंड कंट्रोल सिस्टम फॉर हाइड्रोजन पैलेट इंजेक्शन सिस्टम
एम. बनौधा एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 207, 114641, अक्टूबर 2024

117. ट्विकिंग द स्ट्रक्चरल, माइक्रो-स्ट्रक्चरल, ऑप्टिकल एंड डाईइलेक्ट्रिक प्रॉपर्टीज़ ऑफ़ एनाटेस टाइटेनियम डाइऑक्साइड वाया डोपिंग ऑफ़ नाइट्रोजन आयन्स
गगनदीप कौर...एम. रंजन एट अल
सेरामिक्स इंटरनेशनल, 50, इशू 22, पार्ट C, 48138, नवम्बर 2024

118. मैचिंग पैरामीटर एस्टिमेशन फॉर हाई पावर इंडक्टिवली कपल्ड प्लाज़्मा सोर्सेस यूजिंग मशीन लर्निंग टेक्नीक्स
हिमांशु त्यागी एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 208, 114675, नवम्बर 2024

119. ओवरव्यू ऑफ़ फिजिक्स रिजल्ट्स फ्रॉम द आदित्य-यू टोकामॅक एंड फ्यूचर एक्सपेरिमेंट्स
आर.एल. तन्ना एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 112011, नवम्बर 2024

120. NSTX-U रिसर्च एडवांन्सिंग द फिजिक्स ऑफ़ स्फेरिकल टोकामॅक
जे.डब्ल्यू. बर्केरी, एन. बिसई एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 112004, नवम्बर 2024

121. असेसिंग द प्रिजर्वेशन इफेक्टिवनेस: अ कम्पैरेटिव स्टडी ऑफ़ प्लाज़्मा एक्टिवेटेड वॉटर विद वैरियस प्रिजर्वेटिव्स ऑन कैप्सिकम एन्युम एल. (जलापेनो एंड पूसा ज्वाला)
विकास राठौर एट अल
प्लाज़्मा केमिस्ट्री एंड प्लाज़्मा प्रोसेसिंग, 44, 2179, नवम्बर 2024

122. एस्टिमेशन ऑफ़ हीट सोर्स, स्पेसिफिक हीट, एंड थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ़ इंसुलेशन मटेरियल्स यूजिंग मॉडिफाइड कंजुगेट ग्रेडिएंट मेथड
पार्थ सथवारा...परितोष चौधुरी एट अल
एनर्जी, 308, 132832, नवम्बर 2024

123. मोंटे कार्लो एनालिसिस ऑफ़ HDPE यूजिंग PHITS एंड MCNP फॉर

न्यूट्रॉन शील्डिंग एप्लीकेशंस
विशाल उनागर...एम. मेहता एट अल
जर्नल ऑफ रेडियोएनालिटिकल एंड न्यूक्लियर केमिस्ट्री, 333, 5457, नवम्बर 2024

124. एग्रीगेट मॉर्फिंग ऑफ़ सेल्फ-अलाइनिंग सॉफ्ट एक्टिव डिस्क इन सेमी-कंफाइंड जियोमेट्री
अंशिका चुघ एट अल
साइंटिफिक रिपोर्ट्स, 14, 27505, नवम्बर 2024

125. द ऑक्सीजन वैकेन्सीज़ इंड्यूस्ड लोकल सरफेस प्लास्मोन रेजोनेंस फॉर NIR शील्डिंग इन टाइटेनियम-टंगस्टन ऑक्साइड डोप्ड बोरोसिलिकेट ग्लासेस
निधि पाठक...कंदाथिल परमबिल सूरज एट अल
जर्नल ऑफ अलॉयज़ एंड कंपाउंड्स, 1004, 175887, नवम्बर 2024

126. इन्वेस्टिगेटिंग द ऑकरेंस एंड प्रेडिक्टेबिलिटी ऑफ पिच एंगल स्कैटरिंग इवेंट्स ऐट आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक विद द इलेक्ट्रॉन साइकलोट्रॉन एमिशन रेडियोमीटर
वर्षा सिजु एट अल
प्लाज़्मा साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 26, 115101, नवम्बर 2024

127. माइक्रोवेव-असिस्टेड सिंथेसिस ऑफ ग्रैफीन ऑक्साइड-कोबाल्ट फेराइट मैग्नेटिक नैनो कॉम्पोज़िट फॉर वॉटर रेमेडिएशन
जी. एस. आमगिथ...मुकेश रंजन एट अल
बुलेटिन ऑफ मटेरियल्स साइंस, 47, 277, नवम्बर 2024

128. RF-बेस्ड UAV डिटेक्शन एंड आइडेंटिफिकेशन एन्हांस्ड बाय मशीन लर्निंग अप्रोच
यश वसंत अहिरराव एट अल
आईईईई एक्सेस, 12, 177735, नवम्बर 2024

129. इफेक्ट ऑफ पोलराइज़ेशन ऑन स्पेक्ट्रोस्कोपिक कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ लेज़र प्रोड्यूस्ड एल्युमिनियम प्लाज़्मा
बी. आर. गीथिका एट अल
स्पेक्ट्रोचिमिका ऐक्टा पार्ट बी: एटॉमिक स्पेक्ट्रोस्कोपी, 221, 107033, नवम्बर 2024

130. वेस्ट फुल टंग्स्टन ऑपरेशन विद एन आईटीईआर ग्रेड डाइवर्टर
जे. बुकालोसी, आर. डैनियल एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 64, 112022, नवम्बर 2024

131. इफेक्ट्स ऑफ इलेक्ट्रोड्स सरफेस टेक्सचर, इलेक्ट्रोड्स मटेरियल्स एंड डाइलेक्ट्रिक मटेरियल ऑन प्रॉपर्टीज ऑफ प्लाज़्मा एक्टिवेटेड वॉटर
विकास राठौर एट अल
फिज़िक्स लेटर्स ए, 524, 129831, नवम्बर 2024

132. फैसाइल सिंथेसिस, मॉर्फोलॉजिकल, ऑप्टिकल, कैटालिटिक एंड फोटोकैटालिटिक प्रॉपर्टीज़ ऑफ Ag नैनोपार्टिकल्स डेकोरेटेड Ce डोप्ड ZnO हाइब्रिड प्लाज़्मोनिक नैनोरोड्स
शिप्रा चौधरी, के. पी. सूरज एट अल
इनऑर्गेनिक केमिस्ट्री कम्यूनिकेशन्स, 169, 113008, नवम्बर 2024

133. डिज़ाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ ए PXI बेस्ड डेटा एक्विज़ीशन एंड कंट्रोल सिस्टम फॉर फ्लोटिंग सेसिएटेड टंग्स्टन डस्ट ड्रिवन नेगेटिव आयन सोर्स
एस. एस. कौशिक एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 208, 114644, नवम्बर 2024

134. अचीविंग एनहांस्ड एंड सस्टेनेबल थर्मो-इकोनॉमिक परफॉर्मेंस विद एक्वियस MgO-SiO_2 हाइब्रिड नैनोफ्लूइड अंडर कंट्रोल्ड मिक्सिंग रेशियो: एक्सपेरिमेंटल रिज़ल्ट्स
सयंतन मुखर्जी एट अल
जर्नल ऑफ थर्मल साइंस, 34, 429, दिसंबर 2024

135. डिज़ाइन एंड एनालिसिस ऑफ मिक्स्ड बेड सॉलिड ब्रीडर ब्लैंकेट विद टाइटेनियम बेरीलाइड ऐज़ न्यूट्रॉन मल्टिप्लायर
दीपक शर्मा एट अल
अप्लाइड थर्मल इंजीनियरिंग, 257, पार्ट B, 124375, दिसंबर 2024

136. एनहांसिंग हीट ट्रांसफर एंड मिनिमाइज़िंग एंट्रॉपी जेनरेशन विद मोनो एंड हाइब्रिड नैनोफ्लूइड्स: एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी
सयंतन मुखर्जी एट अल
अप्लाइड थर्मल इंजीनियरिंग, 257, पार्ट C, 124417, दिसंबर 2024

137. रियल-टाइम मेज़रमेंट ऑफ इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर यूज़िंग अ कपल्ड सेंटर-टैप्ड एमिसिव प्रोब एंड अ लैंगम्योर प्रोब (CCTELP)
ए. के. सन्यासी एट अल
मेज़रमेंट साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 35, 125901, दिसंबर 2024

138. इंटरैक्शन ऑफ ड्रिवन 'कोल्ड' इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा वेव विद थर्मल बल्क वाया आयन स्पैशियल इनहोमोजीनिटी
संजीव कुमार पांडे एट अल
फिज़िका स्क्रिप्टा, 99, 125608, दिसंबर 2024

139. सिनर्जिस्टिक सरफेस ट्रीटमेंट ऑफ कॉर्न फैब्रिक यूज़िंग डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज प्लाज़्मा एंड प्लांट एक्सट्रैक्ट्स फॉर एन्हांसिंग एंटीबैक्टीरियल परफॉर्मेंस
मुमल सिंह...सुधीर कुमार नेमा एट अल
इंडस्ट्रियल क्रॉप्स एंड प्रोडक्ट्स, 222, 120029, दिसंबर 2024

140. एन एक्सपेरिमेंटल एंड एनालिटिकल इन्वेस्टिगेशन टू डिटरमाइन थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ एपॉक्सी-फिलर कॉम्पोज़िट्स फॉर स्पेस एप्लिकेशन्स
मानस कुमार, शुभम उपाध्याय एट अल
क्रायोजेनिक्स, 144, 103973, दिसंबर 2024

141. ऑन-द-फ्लाय ट्रेनिंग आर्किटेक्चर फॉर अ टाइम-सीरीज़ न्यूरल नेटवर्क ऑन आदित्य/आदित्य-यू डेटा
रमेश जोशी एट अल
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 1597, दिसंबर 2024

142. आयन बीम-इंड्यूस्ड नैनोरिपल्स पैटर्न्स फॉर SERS बेस्ड सलाईवा एनालिसिस टू डिटेक्ट ओरल कैविटी कैंसर
सेबिन ऑगस्टिन एट अल
रेडिएशन इफेक्ट्स एंड डिफेक्ट्स इन सॉलिड्स, 179, 1644, दिसंबर 2024

143. ऑब्ज़र्वेशन ऑफ कोल्मोगोरोव टर्बुलेंस ड्यू टू मल्टीस्केल वॉर्टिसेज़ इन डस्टी प्लाज़्मा एक्सपेरिमेंट्स
सचिन शर्मा...प्रभाकर श्रीवास्तव एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 123704, दिसंबर 2024

144. इन्फ्लुएंस ऑफ ग्रैफीन ऑन एन्हांसिंग सुपरकैपेसिटेंस कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ टंग्स्टन ऑक्साइड बेस्ड कॉम्पोज़िट
जी. अवस्थी...एन. जमनापारा एट अल
जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस: मटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, 36, 56, दिसंबर 2024

145. अपग्रेडेड स्पेस एंड टाइम रिज़ॉल्व्ड विज़िबल स्पेक्ट्रोस्कोपिक डायग्नॉस्टिक ऑन आदित्य-यू टोकामॅक
दीपेक्षा मोदी, एम. बी. चौधुरी एट अल
रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 95, 123513, दिसंबर 2024

146. इफेक्ट ऑफ गैस प्रेशर ऑन प्लाज़्मा एसिमेट्री एंड हाईयर हार्मोनिक्स जनरेशन इन सॉ-टूथ वेवफॉर्म ड्रिवन कैपेसिटिवली कपल्ड प्लाज़्मा डिस्चार्ज
सर्वेश्वर शर्मा एट अल
फिज़िक्स ऑफ प्लाज़्माज़, 31, 123507, दिसंबर 2024

147. इनोवेटिव यूरिया फॉर्मेशन यूज़िंग माइक्रोवेव प्लाज़्मा-वॉटर इंटरैक्शन: अ स्टडी ऑन रिएक्टिव स्पीशीज़ एंड प्लांट ग्रोथ
विकास राठौर एट अल
फ़िज़िका स्क्रिप्टा, 100, 015610, जनवरी 2025

148. फ्रिक्शन वेल्डिंग ऑफ़ ETP-Cu प्लेट टू SS304L राउंड बार: एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑन एसिमेट्रिकल डिस्सिमिलर मेटल जॉइंट्स
तपन पटेल एट अल
फ्यूज़न साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 81, 45, जनवरी 2025

149. इंस्टॉलेशन, थर्मल क्योरिंग, क्वालिफिकेशन टेस्टिंग ऑफ़ डाइवर्टर एंड पोज़िशन कंट्रोल कॉइल्स इन आदित्य-यू टोकामॅक
रोहित कुमार एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 210, 114734, जनवरी 2025

150. स्टडी एंड एनालिसिस ऑफ़ द डिज़ाइन कंसीडरेशन्स फॉर कंट्रोलिंग वर्टिकल प्लाज़्मा पोज़िशन इन आदित्य-यू टोकामॅक
रोहित कुमार एट अल
फ्यूज़न इंजीनियरिंग एंड डिज़ाइन, 210, 114736, जनवरी 2025

151. ग्रीन पाथवे ऑफ़ यूरिया सिंथेसिस थ्रू प्लाज़्मा-आइस इंटरैक्शन: ऑप्टिमाइज़ेशन एंड मेकॅनिस्टिक इनसाइट्स विद $N_2 + CO_2$ एंड $NH_3 + CO_2$ गैस मिक्सचर्स
विकास राठौर एट अल
प्लाज़्मा प्रोसेसेज़ एंड पॉलीमर्स, 22, 2400218, जनवरी 2025

152. जेनेरेशन ऑफ़ टेराहर्ट्ज़ रेडिएशन फ्रॉम अ सोलिटॉन कैविटी इन अ लेज़र-प्लाज़्मा सिस्टम
दीपा वर्मा, सुदीप सेनगुप्ता एट अल
फ़िज़िका स्क्रिप्टा, 100, 015603, जनवरी 2025

153. अ फर्स्ट प्रिंसिपल्स स्टडी ऑफ़ कन्वेक्शन सेल्स टू शीयर फ्लो इंस्टैबिलिटी इन 2D युकावा लिक्विड्स ड्रिवन बाय रेनॉल्ड्स स्ट्रेस
पवनदीप कौर एट अल
साइंटिफिक रिपोर्ट्स, 15, 3316, जनवरी 2025

154. इंटरप्ले अमंग वैरियस कैविटी मोड्स इन अ माइक्रोवेव प्लाज़्मा सिस्टम विद वेल-डिफ़ाइंड कैविटी ज्योमेट्री
सी. मलिक एट अल
फिज़िक्स ऑफ़ प्लाज़्माज़, 32, 012104, जनवरी 2025

155. रोल ऑफ़ डोपिंग लेवल, इलेक्ट्रिक फील्ड एंड टेम्परेचर ऑन द चार्ज ट्रांसपोर्ट प्रॉपर्टीज ऑफ़ इलेक्ट्रोकैमिकलली पॉलीमराइज़्ड पॉली (3-ब्यूटाइलथियोफीन) एंड पॉली (3-हेक्साइलथियोफीन) डिवाइसेज़
डब्ल्यू. जॉयचंद्रा सिंह एट अल
फिज़िका स्क्रिप्टा, 100, 0159a6, जनवरी 2025

156. ए केस फ़ॉर ग्रॉस इलेक्ट्रिसिटी प्रोड्यूसिंग कॉम्पैक्ट फ्यूज़न पायलट प्लांट्स
पी.एन. माया, एस.पी. देशपांडे एट अल
न्यूक्लियर फ्यूज़न, 65, 016058, जनवरी 2025

157. ऑप्टिमाइज़िंग डायइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज पेंसिल प्लाज़्मा जेट ट्रीटमेंट फॉर एफिशिएंट डिग्रेडेशन ऑफ़ ऑर्गेनिक कॉन्टैमिनेंट्स इन डेनिम इंडस्ट्री वेस्टवॉटर
विकास राठौर एट अल
प्लाज़्मा केमिस्ट्री एंड प्लाज़्मा प्रोसेसिंग, 45, 569, जनवरी 2025

158. फ्रैक्शनल-ऑर्डर मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर फ़ॉर हाई वोल्टेज सप्लाई
विवेक पटेल एट अल
इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ पावर इलेक्ट्रॉनिक्स, 21, 170, फ़रवरी 2025

159. ऑर्बिटल डेब्रिस-जेनरेटेड आयन अकॉस्टिक सोलिटॉन्स इन आइसोथर्मल मैग्नेटाइज़्ड प्लाज़्मा
गुरुदास गांगुली...अभिजीत सेन एट अल
फिज़िक्स ऑफ़ प्लाज़्माज़, 32, 022902, फ़रवरी 2025

160. इफ़ेक्ट ऑफ़ एम्बिएंट ऑन द डायनामिक्स ऑफ़ री-डिपॉज़िशन इन द रियर लेज़र एब्लेशन ऑफ़ अ थिन फ़िल्म
रेंजीत कुमार आर एट अल
ऑप्टिक्स एंड लेज़र टेक्नोलॉजी, 181, पार्ट C, 111954, फ़रवरी 2025

161. इफ़ेक्ट ऑफ़ आरएफ एसीटिलीन प्लाज़्मा ऑन द कंपोज़िशन एंड डायनामिक्स ऑफ़ अ टाइटेनियम प्लाज़्मा प्लूम इन अ प्लाज़्मा एन्हांस्ड पल्स्ड लेज़र डिपॉज़िशन सिस्टम
एच. भुयान...एस.एस. कौशिक एट अल
ऑप्टिक्स एंड लेज़र टेक्नोलॉजी, 181, पार्ट B, 111803, फ़रवरी 2025

162. फैब्रिकेशन ऑफ़ एनबीआई आयन सोर्स बैक प्लेट एंड इट्स हाई हीट फ्लक्स एक्सपेरिमेंट
एम.आर. जाना एट अल
फ्यूज़न साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 81, 179, फ़रवरी 2025

163. डिज़ाइन, डेवलपमेंट एंड टेस्टिंग ऑफ़ IF सेक्शन फ़ॉर FMCW रिफ्लेक्टोमेट्री डायग्नोस्टिक्स फ़ॉर टोकोमैक्स
विष्णु चौधरी एट अल
जर्नल ऑफ़ इंस्ट्रूमेंटेशन, 20, P02001, फ़रवरी

164. रीलाईज़ेशन ऑफ़ बीम लाइन कॉम्पोनेंट्स फॉर ईटर डीएनबी सिस्टम - लेसन्स लर्न्ट
जे. जोशी एट अल
फ्युज़न इंजीनियरिंग एण्ड डिज़ाइन, 211, 114805, फरवरी 2025

165. इन्वेस्टिगेशन ऑफ इलेक्ट्रोमैग्नेटिक बिहेवियर ऑफ MACOR फॉर व्यू डम्प एप्लिकेशन
प्रभाकर त्रिपाठी एट अल
IEEE ट्रांज़ैक्शंस ऑन प्लाज़्मा साइंस, 53, 325, फ़रवरी 2025

166. ट्यूनिंग द बैंडगैप एंड फोटोल्यूमिनेसेंस प्रॉपर्टीज ऑफ Ge/Al2O3 मल्टीलायर थिन फिल्म्स यूज़िंग एनीलिंग एंड आयन बीम इरैडिएशन
कोमल शेखावत...राधे श्याम एट अल
जर्नल ऑफ फिजिक्स डी: एप्लाइड फिजिक्स, 58, 065105, फ़रवरी 2025

167. डेवलपमेंट एंड कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ आरजीओ इंक फॉर माइक्रोवेव एब्ज़ॉर्बर बेस्ड स्टेल्थ एप्लिकेशन
मेघा दीक्षित...आर. पी. यादव एट अल
इंडियन जर्नल ऑफ प्योर एंड एप्लाइड फिजिक्स, 63, 175, फ़रवरी 2025

168. असेसमेंट ऑफ डिफरेंट हाइपरवैपोट्रॉन फिन प्रोफाइल्स फॉर द मल्टीफेज कूलिंग ऑफ पावर वैक्यूम ट्यूब्स
रोहित आनंद एट अल
मल्टीफेज साइंस एंड टेक्नोलॉजी, 37, 1-14, 2025

169. मेज़रमेंट ऑफ फिशन प्रोडक्ट यील्ड्स इन द क्वाज़ी-मोनो-एनर्जेटिक न्यूट्रॉन-इंड्यूस्ड फिशन ऑफ 238यू
एच. नायक...मयूर मेहता एट अल
अप्लाइड रेडिएशन एंड आइसोटोप्स, 217, 111608, मार्च 2025

170. थर्मल मिक्सिंग एंड फ्लो कैरेक्टरिस्टिक्स स्टडी इन अ टी-जंक्शन
संदीप रिम्ज़ा एट अल
हीट ट्रांसफर इंजीनियरिंग, 46, 91, 2025

171. एड्हीजन एंड ग्रोथ ऑफ टाइटेनियम नाइट्राइड कोटिंग डिपॉज़िटेड ऑन AISI 316L यूज़िंग सिलिंड्रिकल मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग
कुणाल त्रिवेदी एट अल
द जर्नल ऑफ अड्हीजन, 101, 614, 2025

172. इन्वेस्टिगेटिंग द काइनेटिक इफेक्ट्स ऑन करंट ग्रेडिएंट-ड्रिवन इंस्टैबिलिटीज ऑफ इलेक्ट्रॉन करंट लेयर्स वाया पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशंस
सुष्मिता मिश्रा...भावेश जी. पटेल एट अल
फिज़िका स्क्रिप्टा, 100, 035606, मार्च 2025

173. डिज़ाइन एंड एनालिसिस ऑफ द कंपोनेंट्स ऑफ क्रायोजेनिक एक्सट्रूडर फॉर प्रोड्यूसिंग लिक्विड हाइड्रोजन
विशाल गुप्ता एट अल
क्रायोजेनिक्स, 146, 104021, मार्च 2025

174. रिएक्टिव मॉलेक्युलर डायनामिक्स सिमुलेशन ऑफ द कार्बेन्डाज़िम डिग्रेडेशन इंड्यूस्ड बाय रिएक्टिव ऑक्सीजन प्लाज़्मा स्पीशीज़
रुचि मिश्रा एट अल
कम्प्यूटेशनल एंड थियरेटिकल केमिस्ट्री, 1245, 115092, मार्च 2025

175. मर्जिंग डायनामिक्स ऑफ यूनिडायरेक्शनल करंट कैरींग फाइलेमेंटरी प्लाज़्मा ब्लॉब्स इन द एज रीजन ऑफ अ टोकामॅक
सौविक मंडल एट अल
फिजिक्स ऑफ प्लाज़्माज, 32, 032503, मार्च 2025

176. एन्हैंस्ड प्रोटॉन कंडक्टिविटी इन लो-टेम्परेचर सिन्टर्ड प्रिस्टिन एंड Ca-डोप्ड LaNbO नैनोक्रिस्टल्स सिंथेसाइज़्ड वाया माइक्रोवेव हाइड्रोथर्मल मेथड
एस. बालासुंदरी...पी. ए. रायजादा एट अल
जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस: मटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, 36, 432, मार्च 2025

177. लो-एनर्जी आयन-इम्प्लांटेड नैनोमीटर-थिक मेटल ऑक्साइड मेम्रिस्टर फॉर रैंडम नंबर जनरेशन एट द नैनोस्केल
सुधीर...मुकेश रंजन एट अल
एसीएस अप्लाइड नैनो मटेरियल्स, 8, 6327, मार्च 2025

178. सिमल्टेनियस पोजीशनिंग एंड ऑपरेशन ऑफ मल्टिपल प्रोब ड्राइव्स फॉर इनवर्स मिरर एक्सपेरिमेंटल प्लाज़्मा डिवाइस
जिग्नेश पटेल एट अल
रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, 96, 033508, मार्च 2025

179. इफेक्टिव क्रायोसॉर्प्शन ऑफ ट्रेस लेवल्स ऑफ हाइड्रोजन आइसोटोपोलॉग्स ऑन एमएस 13X ज़ियोलाइट: इम्प्लिकेशंस फॉर फ्यूज़न फ्यूल सायकल एप्लिकेशन्स
वी. गायत्री देवी एट अल
माइक्रोपोरस एंड मेसोपोरस मटेरियल्स, 385, 113464, मार्च 2025

180. पैरेलल प्रोपेगेशन इफेक्ट्स ऑन द डस्ट एकॉस्टिक ड्रिफ्ट इंस्टैबिलिटी इन द इक्वेटोरियल इलेक्ट्रोजेट
संजिब सरकार...प्रबल के. चट्टोपाध्याय एट अल
एडवांसेस इन स्पेस रिसर्च, 75, 4795, मार्च 2025

D.1.2 कॉन्फ्रेंस पेपर्स

1. एडवांसमेंट्स इन हाई परफॉर्मेंस कम्प्यूटिंग क्लस्टर रिसोर्स यूज़ेशन थ्रू अ कॉम्प्रीहेंसिव मॉनिटरिंग डैशबोर्ड
दीपक अग्रवाल एट अल
2024 11वीं अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन ऑन कम्प्यूटिंग फॉर सस्टेनेबल ग्लोबल डेवलपमेंट (इंडियाकॉम), नई दिल्ली, पृ. 158-165, अप्रैल 2024

2. टाइम-वेरींग लीनियर क्वाड्रेटिक कंट्रोल ऑफ मॉड्यूलर मल्टीलेवल कनवर्टर
कुमार सौरभ एट अल
2024 अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन ऑन कंप्यूटर, इलेक्ट्रिकल एंड कम्यूनिकेशन इंजीनियरिंग (ICCECE), कोलकाता, 2-3 फरवरी 2024, (पृ. 1-5, प्रकाशित अप्रैल 2024)

3. विज़िबल कैमरा-बेस्ड डायग्नोस्टिक टू स्टडी नेगेटिव आयन बीम प्रोफाइल्स इन ROBIN आयन सोर्स
सिधार्थ दश एट अल
जर्नल ऑफ फिजिक्स: कॉन्फ्रेंस सीरीज़, 2743, 012074, मई 2024
जर्नल ऑफ फिज़िक्स: कॉन्फरेंस सिरिज, 2743, 012074, मई 2024

4. डेवलपमेंट ऑफ वायरलेस सीरियल सर्वर मॉड्यूल फॉर द रिमोट ऑपरेशन ऑफ वेरियस सीरियल फील्ड डिवाइस इन ईटर-इंडिया
दीपक मंडगे एट अल
2024 3रा अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन फॉर इनोवेशन इन टेक्नोलॉजी (INOCON), बेंगलुरु, 1-3 मार्च 2024, ISBN: 979-8-3503-8193-1, पृ. 1-4, मई 2024

5. अ नोवेल डिज़ाइन ऑफ ओमिक ट्रांसफॉर्मर पावर सप्लाई (OTPS) फॉर

स्फेरिकल टोकामैक्स
आयुष उर्मिल ठाकर एट अल
2024 आईईईई 9थ इंटरनेशनल कॉन्फरेंस फॉर कन्वर्जेन्स इन टेक्नोलॉजी (I2CT), पुणे, 05-07 अप्रैल 2024 (पब्लिश्ड इन जून 2024)

6. स्टेबिलिटी एंड सेडिमेंटेशन कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ वॉटर बेस्ड Al_2O_3 एंड TiO_2 नैनोफ्लूइड्स
सयंतन मुखर्जी एट अल
प्रोसीडिंग्स ऑफ द इंस्टिट्यूशन ऑफ मेकैनिकल इंजीनियर्स, पार्ट N: जर्नल ऑफ नैनोमैटेरियल्स, नैनोइंजीनियरिंग एंड नैनोसिस्टम्स, 238, पेजेज 17-30, मार्च-जून 2024

7. एनालिसिस ऑफ डिफरेंट इंफरेंस इम्प्लीमेंटेशन्स फॉर डीप लर्निंग मॉडल ऑन आदित्य-U टोकामॅक
रमेश जोशी एट अल
प्रोसीडिंग्स ऑफ द 12थ इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन सॉफ्ट कम्प्यूटिंग फॉर प्रॉब्लम सॉल्विंग (SocProS 2023), वॉल्यूम 2, (लेक्चर नोट्स इन नेटवर्क्स एंड सिस्टम्स (LNNS), वॉल्यूम 995), पेजेज 145-155, स्प्रिंगर, सिंगापुर, जुलाई 2024. ISBN: 9789819732913

8. अ कॉम्पैक्ट हाफ-मोड सब्सट्रेट इंटीग्रेटेड MIMO एंटीना फॉर 5G कम्युनिकेशन
स्वप्निल शेखर, श्रुति प्रिया एट अल
AIP कॉन्फरेंस प्रोसीडिंग्स, 3028, 020033, जुलाई 2024

9. एस्टीमेशन ऑफ एनर्जी ट्रांसमिशन टू वर्कपीस इन वायर इलेक्ट्रिकल डिस्चार्ज मशीनिंग प्रोसेस
पार्थ सथवारा...परितोष चौधुरी एट अल
एडवांसेज़ इन कम्प्यूटेशनल हीट एंड मास ट्रांसफर (ICCHMT 2023), लेक्चर नोट्स इन मेकैनिकल इंजीनियरिंग, 238-251, अगस्त 2024

10. रेज़िस्टिवली लोडेड कैविटी-बैक्ड स्पाइरल एंटीना फॉर ऑप्टिमल एंटीना-प्लाज़्मा कपलिंग इन टोकामैक्स
डिम्पल यादव...राज सिंह एट अल
2024 आईईईई स्पेस, एयरोस्पेस एंड डिफेन्स कॉन्फरेंस (SPACE), बैंगलोर, पेजेज 1248-125, 22-23 जुलाई 2024 (पब्लिश्ड इन सितम्बर 2024)

11. सिम्युलेशन स्टडी ऑफ 4 kV, 5A मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर ऐज़ अ रेक्टिफायर फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर्स
मेड्डी थरुण एट अल
2024 आईईईई इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्प्यूटिंग एंड कम्युनिकेशन टेक्नोलॉजीज़ (CONECCT), बैंगलोर, पेजेज 1-6, 12-14 जुलाई 2024 (पब्लिश्ड इन सितम्बर 2024)

12. अ NodeMCU-बेस्ड प्रोग्रामेबल रिकॉन्फिगरेबल इंटेलिजेंट सरफेस फॉर mm-वेव 5G अप्लीकेशन्स
बी. अनिल बाबू एट अल
2024 फर्स्ट इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्युनिकेशन एंड सिग्नल प्रोसेसिंग (ICECSP), नई दिल्ली, इंडिया, 2024, पेजेज 1-4, अक्टूबर 2024. ISBN: 9798350364590

13. कमीशनींग ऑफ MW क्लास जायरोट्रॉन टेस्ट फैसिलिटी ऐट ईटर-इंडिया एंड डेमॉन्स्ट्रेशन ऑफ ईटर रिलेवेंट RF परफॉर्मेंस (1MW फॉर 1000 s ऐट 170 GHz)
एस. एल. राव एट अल
EPJ वेब ऑफ कॉन्फरेंसेज़, 313, 04002, नवम्बर 2024

14. अपग्रेडेशन ऑफ 82.6 GHz ECRH सिस्टम फॉर SST-1 एंड आदित्य-U
ब्रज किशोर शुक्ला एट अल
EPJ वेब ऑफ कॉन्फरेंसेज़, 313, 02004, नवम्बर 2024

15. रीसेंट रिज़ल्ट्स फ्रॉम इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन एमिशन (ECE) रेडियोमीटर डायग्नॉस्टिक्स इन द प्रेज़ेन्स ऑफ इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेज़ोनेंस हीटिंग (ECRH)
वर्षा सिजू एट अल
EPJ वेब ऑफ कॉन्फरेंसेज़, 313, 03002, नवम्बर 2024

16. डिज़ाइन, डेवलपमेंट एंड कैरेक्टराइजेशन ऑफ इंडिजेनसली डेवलप्ड हाई टेम्परेचर ब्लैक बॉडी सोर्स फॉर कैलिब्रेशन ऑफ ECE डायग्नॉस्टिक्स
अभिषेक सिन्हा एट अल
EPJ वेब ऑफ कॉन्फरेंसेज़, 313, 03003, नवम्बर 2024

17. ऑब्ज़र्वर-बेस्ड टाइम वेइंग लीनियर क्वाड्रैटिक कंट्रोल ऑफ मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर
विवेक पटेल एट अल
2024 15वीं इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन कम्प्यूटिंग कम्युनिकेशन एंड नेटवर्किंग टेक्नोलॉजीज़ (ICCCNT), कमांड, पेजेज़ 1-6, 24-28 जून 2024 (पब्लिश्ड इन नवम्बर 2024)

18. एनालिसिस ऑफ रिंग कोर हॉलो फोटॉनिक क्रिस्टल फाइबर बेस्ड ऑन चाल्कोजेनाइड ग्लास फॉर ट्रांसमिशन ऑफ ऑर्बिटल एंगुलर मोमेंटम मोड्स इन द नियर-इन्फ्रारेड रीजन
इशानी डे, अंकिता गौर एट अल
एडवांसेज़ इन फाइबर्स, ऑप्टिकल सेंसर्स, ऑप्टिकल कम्युनिकेशंस एंड नेटवर्क्स (PHOTONICS 2023), लेक्चर नोट्स इन इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग, 1225, पेजेस 47–54, नवम्बर 2024

19. एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ स्टेबल एंड कैओटिक स्ट्रक्चर्स इन अ प्लाज़्मा सिस्टम अनालोगस टू अर्थ मैग्नेटोस्फीयर
जे. गोस्वामी एट अल
जर्नल ऑफ फिज़िक्स: कॉन्फरेंस सीरीज़, 2919, 012022, दिसम्बर 2024

20. प्रिपरेशन, स्टेबिलाइज़ेशन, एंड थर्मल कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ CuO/वॉटर नैनोफ्लूइड्स अप्लिकेबल टू डोमेस्टिक सोलर वॉटर हीटर
द्रष्टि शाह, सयंतन मुखर्जी एट अल
मटीरियल्स टुडे: प्रोसीडिंग्स, 99, पेजेस 49-55, 2024

21. मॉडलिंग ऑफ सिंगल एंड मल्टी-ग्रिड IECF डिवाइस टू स्टडी प्लाज़्मा पार्टिकल डायनामिक्स
दर्पण भट्टाचार्य, लकी साइक्या एट अल
जर्नल ऑफ फिज़िक्स: कॉन्फरेंस सीरीज़, 2919, 012027, दिसम्बर 2024

22. स्टैंड-ऑफ फैब्रिकेशन ऑफ हीट रेसिस्टिव सुपरहाइड्रोफिलिक सिलिकॉन यूज़िंग Nd:YAG लेज़र
रुद्राशीष पांडा, जिन्टो थॉमस एट अल
AIP कॉन्फरेंस प्रोसीडिंग्स, 3198, 020062, जनवरी 2025

23. थर्मल एनालिसिस ऑफ IGBT फॉर हाई-फ्रीक्वेंसी इन्वर्टर
कुमार सौरभ एट अल

रीसेंट एडवांसेज़ इन पावर इलेक्ट्रॉनिक्स एंड ड्राइव्स (EPREC 2024), लेक्चर नोट्स इन इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग, 1240, पेजेस 53-67, जनवरी 2025

24. डिज़ाइन अपग्रेडेशन ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स फॉर PMT सेंसर बेस्ड सिस्टम्स इन आदित्य-U टोकामॅक
मिन्शा शाह एट अल
2024 इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन कम्युनिकेशन, कंट्रोल, एंड इंटेलिजेंट सिस्टम्स (CCIS), मथुरा, पेजेस 1-6, 6-7 दिसम्बर 2024 (पब्लिश्ड इन मार्च 2025)

25. अ सिम्युलेशन एनालिसिस ऑफ 300 kV DC पावर सप्लाई फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर एक्सेलेरेटर ग्रिड
अरित्र चक्रवर्ती एट अल
2025 इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन सस्टेनेबल एनर्जी टेक्नोलॉजीज़ एंड कम्प्यूटेशनल इंटेलिजेंस (SETCOM), गांधीनगर, 21-23 फरवरी 2025 (पब्लिश्ड इन मार्च 2025)

26. ऑप्टिमाइज़ेशन ऑफ मल्टी-फेज़ बक कन्वर्टर
आकाश शुक्ला, दिशांग वी. उपाध्याय एट अल
2025 इंटरनेशनल कॉन्फरेंस ऑन सस्टेनेबल एनर्जी टेक्नोलॉजीज़ एंड कम्प्यूटेशनल इंटेलिजेंस (SETCOM), 21-23 फरवरी 2025 (पब्लिश्ड इन मार्च 2025)

27. स्टडी ऑफ आयन डेंसिटी प्रोफाइल इन कॉम्पैक्ट-IECF डिवाइस इन द प्रेज़ेन्स ऑफ एक्सटर्नल मैग्नेटिक फील्ड
एन. भाराली एट अल
जर्नल ऑफ फिज़िक्स: कॉन्फरेंस सीरीज़, 2957, 012023, मार्च 2025

28. डिज़ाइन, सिम्युलेशन एंड टेस्टिंग ऑफ वेव कलेक्शन एंड ट्रांसपोर्ट सिस्टम फॉर माइकेल्सन इंटरफेरोमीटर डायग्नॉस्टिक
अभिषेक सिन्हा एट अल
2024 IEEE माइक्रोवेव्स, एंटेनाज़, एंड प्रॉपेगेशन कॉन्फरेंस (MAPCON), हैदराबाद, पेजेस 1-5, मार्च 2025

D.1.3 पुस्तक अध्याय

1. इंट्रोड्क्शन टु डिफरंट टाइप्स ऑफ 2D कार्बन एण्ड नैनोडायमंड
राजश्री साहू एट अल
डायामेन: फैब्रिकेशन, प्रॉपर्टीज़ एंड न्यू एडवांसेज़ इन 2D डायमंड, इंस्टिट्यूट ऑफ फिज़िक्स पब्लिशिंग, अप्रैल 2024, ISBN: 9780750359375

2. डिज़ाइन एंड सिमुलेशन स्टडी ऑफ बाय-फ्रीक्वेंसी एण्ड ड्यूल-बैंड मैग्नेटिकली इंसुलेटेड लाइन ऑस्सीलेटर (MILO)
अर्जुन कुमार, प्रभाकर त्रिपाठी एट अल
माइक्रोवेव डिवाइसेज़ एंड सर्किट्स फॉर एडवांस्ड वायरलेस कम्युनिकेशन: डिज़ाइन एंड एनालिसिस, CRC प्रेस, पृष्ठ 64–83, अगस्त 2024, ISBN: 9781032656021

3. माइक्रोवेव एंड मिलीमीटर-वेव रडार इमेजिंग: चैलेंजिस एंड एप्लिकेशंस
विनीत सिंह...प्रभाकर त्रिपाठी एट अल
माइक्रोवेव डिवाइसेज़ एंड सर्किट्स फॉर एडवांस्ड वायरलेस कम्युनिकेशन: डिज़ाइन एंड एनालिसिस, CRC प्रेस, पृष्ठ 84–98, अगस्त 2024, ISBN: 9781032656021

4. ग्रेफीन ऑक्साइड (GO) एंड रिड्यूस्ड ग्रेफीन ऑक्साइड (rGO) बेज्ड हमिदिटि सेंसर्स
अल्फा शर्मा...आशा पंघाल एट अल
नैनोटेक्नोलॉजी: अ क्विक गाइड टू मटेरियल्स एंड टेक्नोलॉजीज़, पृष्ठ 335–364, बेंथम साइंस पब्लिशर्स, 2024, ISBN: 9789815256789

5. क्रिटिकल रिसर्च ऑपोर्च्युनिटिज इन ML/AI एप्लिकेशंस फॉर फ्यूज़न एनर्जी एंड प्लाज़्मा डिवाइसिस
विपिन शुक्ला, मैनाक बंद्योपाध्याय एट अल
एनर्जी फ्रॉम प्लाज़्मा: प्रोडक्शन एंड स्टोरेज, पृष्ठ 325–344, वुडहेड पब्लिशिंग, जनवरी 2025, ISBN: 978-0-443-26584-6

6. एप्लिकेशंस ऑफ बायोफ्यूल सेल्स
विपिन शर्मा...संदीप रिम्ज़ा एट अल
बायोफ्यूल सेल्स एंड एनर्जी जेनरेशन, वुडहेड सीरीज़ इन बायोएनर्जी, पृष्ठ 429–452, फरवरी 2025, ISBN: 9780443216022

D 2 आंतरिक अनुसंधान एवं तकनीकी प्रतिवेदन
D 2.1 अनुसंधान प्रतिवेदन

1. एनालिसिस ऑफ माइक्रोवेव रिफ्लेक्टोमेट्री सिग्नल फॉर ऑटोमेटेड मेशरमेन्ट्स फॉर टोकामॅक प्लाज़्मास
सुब्रमण्यन एन, जेजेयू बुच, ए ए प्रिंस, एण्ड एस के पाठक
IPR/RR-1635/2024 अप्रैल 2024

2. इफ़ेक्ट ऑफ डिग्री ऑफ पोलराइज़ेशन ऑन स्पेक्ट्रोस्कोपिक कैरेकटराइज़ेशन ऑफ लेज़र प्रोड्यूस्ड एल्यूमीनियम प्लाज़्मा
गीतिका बी आर, जिंटो थॉमस, रेन्जिथ कुमार आर, जानवी दवे, एण्ड हेम चंद्र जोशी
IPR/RR-1636/2024 अप्रैल 2024

3. क्वासी-लॉन्गीट्यूडनल व्हिस्लर प्रोपगेशन इन प्रेजेंस ऑफ फाइनाईट आयन रेस्पॉन्स
गायत्री बारसागड़े एण्ड देवेन्द्र शर्मा
IPR/RR-1637/2024 अप्रैल 2024

4. एधेशन एण्ड ग्रोथ ऑफ टाइटेनियम नाइट्राइड कोटिंग डिपोसिटेड ऑन AISI 316L यूसिंग सिलिंड्रिकल मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग
कुणाल त्रिवेदी, रामकृष्ण राणे, अलफोन्सा जोसेफ, सुप्रतिक रॉयचौधरी
IPR/RR-1638/2024 अप्रैल 2024

5. इफ़ेक्ट ऑफ इम्प्यूरिटी सीडिंग ऑन एड्ज टॉरॉयडल रोटेशन इन AD-ITYA-U टोकामॅक
अंकित कुमार, के. शाह, एम. बी. चौधरी, एन. रमैया, अमन गौतम, के. ए. जाड़ेजा, भरत हेज, एन. यादवा, कौशलेंद्र सिंह, सुमन दोलुई, तन्मय मैकवान, अशोक कुमावत, प्रमिला गौतम, लक्ष्मीकांत प्रधान, हर्षिता राज, जी. शुक्ला, दिपेक्सा मोदी, एस. पटेल, सौमित्र बनर्जी, इंजामुल हक, कोमल, सुमन आइच, अंकित पटेल, उत्सव राजवंशी, ए. कनिक, रोहित कुमार, प्रियंका वर्मा, के.एम. पटेल, कल्पेश गाडोलिया, एम. शाह, आर. एल. तन्ना, जॉयदीप घोष
IPR/RR-1639/2024 अप्रैल 2024

6. डेवलपमेंट ऑफ अ PXIe बेस्ड डेटा एक्वीजीशन एण्ड कंट्रोल सिस्टम फॉर हाइड्रोजन पेलेट इंजेक्शन सिस्टम
एम. बनौधा, जे. मिश्रा, पी. पांचाल, एस. मुखर्जी, पी. नायक, वी. गुप्ता, एच. अग्रावत, आर. गंग्राडे
IPR/RR-1640/2024 अप्रैल 2024

7. ऑन प्लाज़्मा ब्लॉब फॉर्मेशन मेकानिसम
एन बिसाई एण्ड ए सेन
IPR/RR-1641/2024 अप्रैल 2024

8. प्लाज़्मा परफॉर्मेंस एन्हांसमेंट एण्ड इमप्युरिटी कंट्रोल बै नावेल टेक्निक ऑफ आर्गन-हाइड्रोजन मिक्सचर फुएलड ग्लो डिस्चार्ज वॉल कंडीशनिंग इन ADITYA-U टोकामॅक
के.ए. जडेजा, जे. घोष, के.एम. पटेल, ए.बी. पटेल, आर.एल. तन्ना, किरण पटेल, बी.जी. अरंभदिया, के. डी. गलोडिया, रोहित कुमार, एस. आइच, हर्षिता राज, एल. प्रधान, एम.बी. चौधरी, आर. मनचंदा, एन. रमैया, नंदिनी यादव, शर्विल पटेल, काजल शाह, डिपेक्सा मोदी, ए गौतम, के. सिंह, एस. दोलुई, अंकित कुमार, बी. हेगड़े, ए. कुमावत, मिंशा शाह, आर. राजपाल, यू. नागौरा, पी.के. आत्रेय, एस.के. पाठक, शिशिर पुरोहित, ए अधिया, मनोज कुमार, कुमुदनी आसुदानी, डी. कुमावत, एस.के. झा, के.एस. शाह, एम.एन. मकवाना, शिवम गुप्ता, सुप्रिया नायर, किशोर मिश्रा, डी. राजू, पी.के. चट्टोपाध्याय, बी.आर. कटारिया
IPR/RR-1642/2024 अप्रैल 2024

9. डिज़ाइन, डेवलपमेंट एण्ड ऑपरेशन ऑफ हीट एक्सट्रैक्शन सिस्टम फॉर लेड लिथियम लूप
ए. देवघर, एस. वर्मा, ए. सारस्वत, ए. प्रजापति, एस. गुप्ता, ए. पटेल, एच. टेलर, ए. गांधी, एस.के. शर्मा, वी. वसावा, आर. भट्टाचार्य
IPR/RR-1643/2024 अप्रैल 2024

10. क्रायोसॉर्प्शन स्टडीज़ ऑफ ट्रेस लेवल्स ऑफ हाइड्रोजन आइसोटोपोलॉग्स ऑन MS 13X जिओलाइट
वी. गायत्री देवी, अरवमुदन कन्नन, दीपक यादव, प्रग्नेश बी धोराजिया, राजेंद्र पी भट्टाचार्य एण्ड अमित सरकार
IPR/RR-1644/2024 मई 2024

11. लॉ पावर बायो-मिमेटिक बिहेवियर्स इन Au/TiO_x/Ti सिनैप्टिक डिवाइस यूसिंग ऑक्सीजन आयन इम्प्लांटेशन स्ट्रेटेजी
सुधीर, आदित्य नारायण पांडे, विवेक पचीगर, सूरज केपी, एण्ड मुकेश रंजन
IPR/RR-1645/2024 मई 2024

12. मिनिमाइज़ेशन ऑफ अनिसोट्रोपिक LSPR शिफ्ट इन सिक्वेन्शियली ग्रोन Ag नेनोपार्टिकल्स एरेस ओवर आयन बीम प्रोड्यूस्ड नेनोरिपल
तरुणदीप कौर लांबा, सेबिन ऑगस्टीन, महेश सैनी, के.पी. सूरज, मुकेश रंजन
IPR/RR-1646/2024 मई 2024

13. जेनेरेशन ऑफ डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज प्लाज़्मा ऑन लार्ज एरिया इलेक्ट्रोड एट अट्मोस्फियरिक प्रेशर फॉर अग्रिकल्चर एप्लिकेशन्स
आनंद विसानी, रामकृष्ण राणे, अक्षय वैद, रोहित परिहार, परमेश मैला, अलफोन्सा जोसेफ
IPR/RR-1647/2024 मई 2024

14. रियल टाइम वर्टिकल पोज़िशन एस्टिमेशन ऑफ प्लाज़्मा कॉलम यूसिंग फास्ट इमेजिंग इन ADITYA-U टोकामॅक
एस. आइच, एस. पटेल, एल.के. प्रधान, ए. कुमावत, बी. हेगड़े, के.डी. गलोडिया, आर.एल. तन्ना, के.ए. जाड़ेजा, एम. बी. चौधरी, एन. यादव, एन. निमावत, के. एम. पटेल, एच. राज, ए. पटेल, आर. कुमार, के. सिंह, एस. दोलुई, ए. कुमार, कोमल, आई. हक, एस. बनर्जी, एण्ड जे. घोष
IPR/RR-1648/2024 मई 2024

15. शीट मॉडल डिस्क्रिप्शन ऑफ स्पेशिओ-टेम्पोरल ईवोल्यूशन ऑफ अप्पर -हाइब्रिड ओस्सिल्लेशन्स इन एन इनहोमोजेनियस मैग्नेटिक फील्ड
निधि राठी, सोमेश्वर दत्ता, आर. श्रीनिवासन, एण्ड सुदीप सेनगुप्ता
IPR/RR-1649/2024 मई 2024

16. इन्वेस्टिगेशन द रोल ऑफ प्लाज़्मा-ऐक्टीवेटेड वॉटर वाशिंग एण्ड स्टोरेज ऑन द शेल्फ लाइफ ऑफ सेस्ट्रम नॉक्टर्नम एल. (नाइट-ब्लूमिन्ग जैस्मिन) फ्लावर्स
विकास राठौड़ एण्ड सुधीर कुमार नेमा
IPR/RR-1650/2024 मई 2024

17. स्टडी ऑन केल्विन हेल्महोल्ट्ज़ शीयर फ्लौज़ सब्जेक्टेड टू डिफरेंशियल रोटेशन
प्रिंस कुमार एण्ड देवेन्द्र शर्मा
IPR/RR-1651/2024 मई 2024

18. लेज़र -क्लस्टर इंटरेक्शन: इन एन एक्सटर्नल मैग्नेटिक फील्ड: द इफ़ेक्ट ऑफ लेज़र पोलराइज़ेशन
कल्याणी स्वैन एण्ड मृत्युंजय कुंडू
IPR/RR-1652/2024 मई 2024

19. एन RF बेस्ड सिस्टम फॉर द डिटेक्शन ऑफ अनमैन्ड एरियल वेहिकल्स (UAV)
यश वसंत अहिरराव, राणा प्रताप यादव, सुनील कुमार
IPR/RR-1653/2024 मई 2024

20. स्टडी ऑफ द डिपेंडेंस ऑफ बैकग्रॉउंड प्रेशर ऑन द डाइनामिक्स ऑफ द री-डिपॉज़िशन ऑफ अ थिन फिल्म इन अ रियर एब्लेशन ज्योमेट्री
रेन्जिथ कुमार आर, बी आर गीतिका, नैन्सी वर्मा, विष्णु चौधरी, जान्हवी दवे, एण्ड जिंटो थॉमस
IPR/RR-1654/2024 मई 2024

21. ईफ्फेक्ट्स ऑफ ओ-मोड एण्ड एक्स-मोड ऑन द डाइनामिक्स ऑफ ECR प्रोड्यूस्ड प्लाज़्मा
तुलछी राम, पी.के. शर्मा एण्ड डेनियल राजू
IPR/RR-1655/2024 मई 2024

22. एफ्फिसिएंट एण्ड सस्टेनबल सोलर एनर्जी यूटिलाइजेशन विथ नैनोफ्लुइड्स इन डाइरेक्ट अब्सॉर्प्शन सिस्टम्स
सायंतन मुखर्जी, परितोष चौधरी
IPR/RR-1656/2024 मई 2024

23. इन्वेस्टिगेटिंग ट्रिशियम ट्रांसपोर्ट फेनोमिना: अ स्टडी युटीलाइज़िंग द गॉसियन प्लम मॉडल
शाहरुख बरजिया, शैलजा तिवारी, एस जाखर, मनिका शर्मा
IPR/RR-1657/2024 जून 2024

24. इन्फ़्लुएंस ऑफ प्लाज़्मा फॉर्मिंग गैस (ऑक्सीजन/आर्गन) एण्ड प्लाज़्मा सोर्स ड्राइविंग फ्रेक्वेंसी (13.56 MHz/40 kHz) ऑन सरफेस प्रॉपर्टीज ऑफ सिलिकॉन कैथेटर्स
पूर्वी दवे, बालसुब्रमण्यम सी, चिरायु पाटिल, आर. राणे एण्ड एस. के. नेमा
IPR/RR-1658/2024 जून 2024

25. कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ वेकन्सी डिफेक्ट्स यूसिंग TEM इन हेवी-आयन-इर्रेडियेटेड टंगस्टन फोइल्स
प्रशांत शर्मा, पी.एन. माया, ए. सत्यप्रसाद एण्ड एस.पी. देशपांडे
IPR/RR-1659/2024 जून 2024

26. एफिशिएंट डेटा-ड्रिवेन सिमुलेशन ऑफ माइक्रोवेव इंटरैक्शन विथ कॉम्प्लेक्स प्लाज़्मा प्रोफाइल्स
प्रतीक घोष, भास्कर चौधरी एण्ड शिशिर पुरोहित
IPR/RR-1660/2024 जून 2024

27. ए नाइट्रोजन अल्टरनेटिव: यूज़ ऑफ प्लाज़्मा एक्टिवेटेड वॉटर एज नाइट्रोजन सोर्स इन हाइड्रोपोनिक सोल्यूशन फॉर रेडिश ग्रोथ
विकास राठौर एण्ड सुधीर कुमार नेमा
IPR/RR-1661/2024 जुलाई 2024

28. ग्रीन सिंथेसिस ऑफ अमोनियम नाइट्रेट (NH_4NO_3) फर्टिलाइज़र: प्रोडक्शन वाया प्लाज़्मा वॉटर/आइस इंटरैक्शन विथ एयर एण्ड NH_3 प्लाज़्मा
विकास राठौर, व्योम देसाई, नीरव आई. जमनापरा, सुधीर कुमार नेमा
IPR/RR-1662/2024 जुलाई 2024

29. गैस क्रोमैटोग्राफिक सेपरेशन ऑफ हाइड्रोजन आइसोटोप्स यूसिंग प्लाज़्मा एक्टिवेटेड Al_2O_3 कॉलम्स एट 77.4 K
वी. गायत्री देवी, वृषांक मेहता, अरवमुदन कन्नन और अमित सीरकर
IPR/RR-1663/2024 जुलाई 2024

30. सिम्पल फ्लूइड अप्रोच फॉर द नॉनलीनियर एक्साइटेशन इन युकावा फ्लूइड्स
प्रिंस कुमार एण्ड देवेन्द्र शर्मा
IPR/RR-1664/2024 जुलाई 2024

31. एक्सप्लोरेशन ऑफ जिओमेट्रिक पैरामीटर्स ऑफ पिलो प्लेट पैनल फॉर हीट ट्रांसफर एण्ड प्रेशर ड्रॉप क्राइटीरिया फॉर द क्रायोजेनिक एप्प्लीकेशन
हेमंग एस. अग्रवाल, मनोज कुमार, विशाल गुप्ता, समीरन एस. मुखर्जी, रंजना गंगराडे
IPR/RR-1665/2024 जुलाई 2024

32. नॉनलीनियर मिक्सिंग ऑफ वेव्स इन ए युकावा वन कॉम्पोनेन्ट प्लाज़्मा
एज़ाज मीर, सनत तिवारी एण्ड अभिजीत सेन
IPR/RR-1666/2024 जुलाई 2024

33. द रोल ऑफ हेलिकल एण्ड नॉन-हेलिकल ड्राइव्स ऑन द ईवोल्यूशन ऑफ सेल्फ-कन्सिस्टैंट डायनामोस
शिशिर बिस्वास एण्ड राजारामन गणेश
IPR/RR-1667/2024 जुलाई 2024

34. वाइड बैंड रिकॉन्फ़िगराबल साल्ट वॉटर कॉलम एंटीना फॉर RF कम्यूनिकेशन
ए. शारदा श्री एण्ड राजेश कुमार
IPR/RR-1668/2024 जुलाई 2024

35. जेनेरेशन ऑफ मैक्रो/ नैनोस्टक्चर्स ऑन द ब्रास बाय नैनोसेकंड लेज़र : ए कम्पैरेटिव स्टडी ऑफ लिब्स सिग्ननल्स फॉर अनटेक्सचर्ड एण्ड टेक्सचर्ड सरफेस
पी. चंद्रकांत सिंह एण्ड राजेश कुमार सिंह
IPR/RR-1669/2024 जुलाई 2024

36. मेशरमेन्ट ऑफ नोन-थर्मल ब्रेम्सट्राहलंग एमीषन इन प्रेसेंस ऑफ लोवर हाइब्रिड वेव इन SST-1
जे. कुमार, पी. के. शर्मा, के. के. अंबुलकर, पी. आर. परमार, सी. जी. विरानी, एस. शर्मा, सी. सिंह, ए. एल. ठाकुर
IPR/RR-1670/2024 जुलाई 2024

37. मिनिमाइज़ेशन ऑफ फेस एरर ऑफ एंटीना-प्लाज़्मा कपलिंग इम्पिडेंस यूजिंग लीस्ट स्क्वैर टेकनीक फॉर आयन साइक्लोट्रॉन रेंज ऑफ फ्रीक्वेंसिस
राज सिंह, विशांत गहलौत, वांगल्ला वीरा बाबू, मीनू कौशिक, वरुण, डिंपल यादव, विजय कुमार एल, हंसराज कछावा, एण्ड जॉयदीप घोष
IPR/RR-1671/2024 जुलाई 2024

38. LH लॉन्चर्स फॉर टोकामॅक्स एट IPR
पी. के. शर्मा
IPR/RR-1672/2024 जुलाई 2024

39. ट्रांज़िशन ऑफ लार्ज वॉल्यूम प्लाज़्मा डिवाइस (LVPD) टू LVPD-अपग्रेड
एल.एम.अवस्थी, ए.के. संन्यासी, पी.के.श्रीवास्तव, अयान अधिलकारी, प्रभाकर श्रीवास्तव एण्ड रितेश सुगंधी
IPR/RR-1673/2024 अगस्त 2024

40. ऐरोडाइनामिक ड्रैग रिडक्शन स्टडीज़ इन द प्रेसेन्स ऑफ डाइइलेक्ट्रिक बैरियर डिस्चार्ज प्लाज़्मा
जे. चौधरी, एन. राजन बाबू, अग्रजीत गहलौत, राजेश कुमार, भावेशकुमार प्रजापति
IPR/RR-1674/2024 अगस्त 2024

41. रिएक्टिव मोलीकुलर डाइनामिक्स सिमुलेशन ऑफ द कार्बेन्डाज़िम डिग्रेडेशन इंड्यूस्ड बाय रिएक्टिव ऑक्सीजन प्लाज़्मा स्पीशीस
रुचि मिश्रा, अक्षय वैद, अलफोन्सा जोसेफ पालकेल
IPR/RR-1675/2024 अगस्त 2024

42. डिज़ाइन एण्ड परफॉर्मेंस एनालिसिस ऑफ रिकॉन्फ़िगरेबल कॉर्नर रिफ्लेक्टर एंटीना विथ प्लाज़्मा रिफ्लेक्टर्स
मनीषा झा, निशा पंघाल, उन्नति पटेल, राजेश कुमार, सूर्या के पाठक
IPR/RR-1676/2024 अगस्त 2024

43. प्लाज़्मा नाइट्राइडिंग एण्ड प्लाज़्मा कार्बराइजिंग प्रोसेस ऑन AISI 1020 स्पर गियर
जी. झाला, वी. चौहान एण्ड अलफोन्सा जोसेफ
IPR/RR-1677/2024 अगस्त 2024

44. RF टेक्नोलॉजिज़ फॉर क्लाइस्ट्रॉन बेस्ड लोवर हाइब्रिड करंट ड्राइव (LHCD) सिस्टम एट IPR
पी. के. शर्मा, पी. आर. परमार, के. के. अंबुलकर, सी. जी. विरानी, जे. कुमार, एस. शर्मा, सी. सिंह, ए. एल. ठाकुर
IPR/RR-1678/2024 अगस्त 2024

45. इलेक्ट्रोस्टेटिक फील्ड एनालिसिस ऑफ हाई-वोल्टेज ट्रांसमिशन लाइन फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर्स
आदित्य नौग्रैया, अरित्रा चक्रबर्ती, मेद्दी थरुन, अमल एस, एण्ड अशोक मनकानी
IPR/RR-1679/2024 अगस्त 2024

46. ग्रीन पाथवे ऑफ यूरिया सिंथेसिस थ्रु प्लाज़्मा-आइस इंटरैक्शन: ऑप्टिमाइज़ेशन एण्ड मेकनिस्टिक इनसाइट्स विथ N_2 + CO_2 एण्ड NH_3 + CO_2 गैस मिक्सचर्स
विकास राठौड़, व्योम देसाई, नीरव आई. जमनापरा, सुधीर कुमार नेमा
IPR/RR-1680/2024 अगस्त 2024

47. इंस्टॉलेशन, थर्मल क्यूरिंग, क्वालिफिकेशन टेस्टिंग ऑफ डायवर्टर एण्ड

पोज़िशन कंट्रोल कॉइल्स इन ADITYA-U टोकामॅक
रोहित कुमार, वैभव रंजन, हर्षिता राज, शार्विल पटेल, के. सत्यनारायण, के. पटेल, के. जड़ेजा, आर.एल तन्ना एण्ड जे घोष
IPR/RR-1681/2024 अगस्त 2024

48. Al7075 / Ti_3AlC_2 मैक्स-फेस सरफेस कॉम्पोसिट जेनेरेटेड बाय फ्रिक्शन स्टिर प्रोसेसिंग: माइक्रोस्ट्रक्चर, माइक्रोहार्डनेस्स, एण्ड ट्राइबोलॉजिकल कैरेक्टरिस्टिक्स
व्योम देसाई, विश्वेश बधेका, अरुणसिंह ज़ाला, तेजस पारेख, एन.आई. जमनापरा
IPR/RR-1682/2024 अगस्त 2024

49. इंटरैक्शन ऑफ ड्रिवेन "कोल्ड" इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा वेव विथ थर्मल बल्क वाया आयन स्पेशल इनहोमोजेनिटी
संजीव कुमार पांडे एण्ड राजारमण गणेश
IPR/RR-1683/2024 सितम्बर 2024

50. CCDPx: ए वर्सटाइल एक्सपेरिमेंटल डिवाइस फॉर स्टडियिंग मल्टी-डाइमेंशनल कॉम्प्लेक्स प्लाज़्मा कॉन्फ़िगरेशंस
अंकित ढाका, पी. बंद्योपाध्याय, पी.वी. सुभाष, एण्ड ए. सेन
IPR/RR-1684/2024 सितम्बर 2024

51. इफ्फेक्ट ऑफ प्लाज़्मा कन्फ़ाइनमेंट मैग्नेट्स ऑन रॉबिन परफॉर्मेंस
के. पंड्या, एम.जे. सिंह, एम. बंद्योपाध्याय, एम. भुयान, वी. महेश, आर.के. यादव, ए. गहलौत, के. पटेल, बी. प्रजापति, एच. मिस्त्री, ए. चक्रवर्ती
IPR/RR-1685/2024 सितम्बर 2024

52. कन्वेक्टिव सेल टु शीर फ्लो इंस्टेबिलिटी इन 2D युकावा लिक्विड्स ड्रिवेन बाय रेनॉल्ड्स स्ट्रेस: ए फर्स्ट प्रिंसिपल्स स्टडी
पवनदीप कौर एण्ड राजारमण गणेश
IPR/RR-1686/2024 सितम्बर 2024

53. डेवल्पमेन्ट ऑफ लेज़र हीटेड ऑक्साइड कोटेड कैथोड एमीसिव प्रोब (LHOCCEP) डायग्नोस्टिक्स फॉर लार्ज वॉल्यूम प्लाज़्मा डिवाइस - अपग्रेड
ए.के. संन्यासी, पी.के. श्रीवास्तव, अयान अधिकारी एण्ड एल.एम. अवस्थी
IPR/RR-1687/2024 सितम्बर 2024

54. डेवलपमेंट ऑफ ए क्रायोजेनिक पेलेट इंजेक्टर युटीलाइज़िंग ए न्यूमैटिकली ड्रिवेन मेकैनिकल ऐक्चुएटर
जे. मिश्रा, पी. पांचाल, एच. अग्रावत, एम. बनौधा, एस. मुखर्जी, वी. गुप्ता, पी. नायक, एण्ड आर. गंगराडे
IPR/RR-1688/2024 सितम्बर 2024

55. इफ्फेक्ट ऑफ गैस प्रेशर ऑन प्लाज़्मा एसिमेट्री एण्ड हायर हार्मोनिक्स जेनेरेशन इन सॉट्टूथ वेवफ़ॉर्म ड्रिवेन कैपेसिटिवली कपल्ड प्लाज़्मा डिस्चार्ज
सर्वेश्वर शर्मा, माइल्स टर्नर, एण्ड निशांत सिरसे
IPR/RR-1689/2024 सितम्बर 2024

56. एन्हान्सिंग परफॉर्मेंस विथ Al_2O_3-CuO/वॉटर हाइब्रिड नैनोफ्लुइड: एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी
सायंतन मुखर्जी, दृष्टि शाह, परितोष चौधरी
IPR/RR-1690/2024 सितम्बर 2024

57. मर्जिंग डाइनामिक्स ऑफ प्लाज़्मा ब्लॉब्स इन द स्क्रैप-ऑफ़ लेयर ऑफ अ टोकामॅक
सौविक मंडल, एन बिसाई, अभिजीत सेन एण्ड इंद्रनील बंद्योपाध्याय
IPR/RR-1691/2024 सितम्बर 2024

58. डिटर्मिनेशन ऑफ इलेक्ट्रोड करंट एण्ड इट्स टेम्पोरल इवोल्यूशन यूसिंग ए लीकी कैपेसिटर मॉडल इन ADITYA टोकामॅक इलेक्ट्रोड-बायसिंग एक्सपेरिमेंट्स
प्रवेश ध्यानी, जॉयदीप घोष, योगेश सी. सक्सेना, प्रबल कुमार चट्टोपाध्याय, राकेश एल. तन्ना एण्ड ADITYA टीम
IPR/RR-1692/2024 सितम्बर 2024

59. प्रॉपर्टीस ऑफ ए 13.56 MHz RF प्लाज़्मा फॉर्म्ड बिटवीन ए पेयर ऑफ कोएक्सियल सिलिंडर्स विथ ऐक्सीसिमेट्रिक मेग्नेटिक फील्ड
अकांशु खंडेलवाल, ध्येय रावल, नारायण शर्मा, यशश्री पाटिल, सर्वेश्वर शर्मा, शांतनु करकरी एण्ड निशांत सिरसे
IPR/RR-1693/2024 सितम्बर 2024

60. डिज़ाइन एण्ड सिमुलेशन ऑफ 15kV/5A DC पावर सप्लाई फॉर रेसिड्युअल आयन डंप यूसिंग मॉड्यूलर मल्टीलेवल कनवर्टर
विवेक पटेल, अशोक मनकानी, कुमार सौरभ, अरित्रा चक्रवर्ती
IPR/RR-1694/2024 अक्टूबर 2024

61. स्पाइरल एंटीना जेनेरेटेड प्लाज़्मा कॉलम इन एपल डिवाइस फॉर टोकामॅक प्री-आयनाइजेशन एण्ड स्टार्ट-अप एक्सपेरिमेंट्स
वाई. पाटिल, एस. के. करकरी, एम. ए. अंसारी, ध्येय रावल, वरुण, रवि रंजन, राज सिंह, पी.के. शर्मा, राजू डेनियल
IPR/RR-1695/2024 अक्टूबर 2024

62. इफ़ेक्ट ऑफ इलेक्ट्रोड बायसिंग ऑन इलेक्ट्रोस्टैटिक एण्ड मैग्नेटिक फ्लुक्चुएशन्स इन ADITYA टोकामॅक
प्रवेश ध्यानी, योगेश सी. सक्सेना, जॉयदीप घोष, डेनियल राजू, समीर कुमार, राकेश एल. तन्ना, प्रबल कुमार चट्टोपाध्याय एण्ड ADITYA टीम
IPR/RR-1696/2024 अक्टूबर 2024

63. ए मेथड ऑफ लोकलाइज़्ड वॉल क्लीनिंग बाय वेरियिंग EC रेसोनेंस इन ADITYA-U टोरस
किशोर मिश्रा, रोहित कुमार, के. जाड़ेजा, कौशल पटेल, हर्षिता राज, सुमन आइच, नीलम रमैया, भरत हेगड़े, अशोक कुमावत, एम. बी. चौधरी, आर. तन्ना, जॉयदीप घोष एण्ड ADITYA टीम
IPR/RR-1697/2024 अक्टूबर 2024

64. नॉन-डिस्ट्रक्टिव टेस्टिंग ऑफ कॉपर टु SS304L फ्रिक्शन वेल्डेड जॉइंट्स फॉर फ्यूज़न रिसर्च एप्लीकेशन्स
तपन पटेल, हार्दिक डी. व्यास, एम. आर. जना, पी. चौधरी, के.एस. भोपे, एम. मेहता, पी.के. मोकारिया, एस.एस. खिरवाडकर, सुनील बेलसारे एण्ड यू.के. बरुआ
IPR/RR-1698/2024 अक्टूबर 2024

65. प्रोग्रेस इन ICRF एंटीना एण्ड फीडर सिस्टम रिसर्च इन टोकामॅक एक्सपेरिमेंट्स एट IPR
किशोर मिश्रा, अतुल वारिया, डी. राठी, सुनील कुमार, एण्ड ICRH टीम
IPR/RR-1699/2024 अक्टूबर 2024

66. एनालिटिकल एण्ड सिमुलेशन स्टडी ऑफ विंडोलेस गैस टारगेट सिस्टम फॉर न्यूट्रॉनिक्स ऍप्लिकेशन्स
मनीष टाक, एम.के. गुप्ता, जेड. खान, आर. कुमार, वी. एल. तन्ना, एण्ड आर. स्वामी
IPR/RR-1700/2024 नवंबर 2024

67. इंजीनियरिंग डिज़ाइन ऑफ ए प्रोटोटाइप सेंटर स्टैक टॉरॉयडल फील्ड कॉइल फॉर स्फेरिकल टोकामॅक
ए.के. वर्मा, एस. रंजीतकुमार, प्रसाद राव पी., शिजू सैम, ए. कुंडू, सी. दानानी, वाई.एस.एस. श्रीनिवास, ई. राजेंद्र कुमार
IPR/RR-1701/2024 नवंबर 2024

68. एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ द एक्सिस्टेंस रीजंस एण्ड नॉन-लीनियर इंटरेक्शन्स ऑफ ड्रिफ्ट वेव एण्ड केल्विन-हेल्महोल्ट्ज़ इंस्टेबिलिटीज़ इन ए लीनियर मैग्नेटाइज़्ड प्लाज़्मा
रोश रॉय, तन्मय कर्मकार, लवकेश लछवानी, प्रबल चट्टोपाध्याय, अभिजीत सेन, सयाक बोस
IPR/RR-1702/2024 नवंबर 2024

69. MHD, डिसरप्शन्स एण्ड कंट्रोल फ़िज़िक्स इन टोकामॅक्स: ऑन द पाथ टू बर्निंग प्लाज़्मास
आई. बंद्योपाध्याय, वी. इगोचिन, ओ. सॉउटर, एस.ए. सब्बाघ, जे.-के. पार्क, ई. नार्डन, एफ. विलोन, एम. माराशेक, जी. पाउटासो, एन. ईडायेटिस, एस. सी. जार्डिन, डी. ए. हम्फ्रीज़, एम. डबरोव, एफ. जे. आर्टोला, एम. दे बार, एल. बारदोची, एल. आर. बैलर, जे. डब्ल्यू. बर्करी, ए. एच. बूज़र, बी. कैनस, ज़ेड. वाई. चेन, बी. एस्पोसिटो, ए. फानी, एन. एम. फेरारो, आर. फिट्ज़पैट्रिक, एस. गेरासिमोव, टी. गुडमैन, आर. ग्रैनेट्ज़, जी. ग्रानुच्ची, जे. ग्रेव्स, वाई. ग्रिबोव, ए. गुडे, एम. होएल्ज़ल, ई. एम. होलमैन, क्यू. हू, डब्ल्यू. हू, वाई. इन, ए. इसायामा, एन. इसर्निया, एस. जाकमिक, ए. ए. काविन, आर. आर. खैरुत्दिनोव, जी. किम, एम. कॉन्ग, ओ. कुडलाचेक, एम. लेनन, वाई. लियू, एन. सी. लोगन, वी. ई. लुकाश, पी. मैजेट, टी. मार्कोविक, ए. मात्सुयामा, एफ. माविग्लिया, जे. ई. मेनार्ड, सी. मायर्स, डी. ऑरलोव, ए. पाउ, सी. पास-सोल्डन, एल. पिरोन, जी. पुचेला, वी. पुस्तोवितोव, जी. ए. रट्टा, सी. रेआ, एच. रेमर्डेस, सी. रियूक्स, आर. रोचेला, जी. रुबिनाच्ची, यू. शेख, डी. शिराकी, जी. सियास, बी. सीग्लिन, सी. सोविनेक, एच. स्ट्रॉस, वाई. सन, आर. स्वीनी, एच.-एच. वांग, एस. एम. यांग, वी. यानोव्स्की, एच. जोहम और द आईटीपीए एमएचडी, डिस्रप्शन एंड कंट्रोल टॉपिकल ग्रुप।
IPR/RR-1703/2024 नवंबर 2024

70. नॉवेल लिमिटर डिज़ाइन फॉर टोकामॅक ऑपरेशन
सी. एस. निरंजना, एस. पुरोहित, ए. डी. भट्ट, शीतल रावत, एम. के. गुप्ता, के. ए. जाडेजा, के. एम. पटेल एण्ड जे. घोष
IPR/RR-1704/2024 दिसंबर 2024

71. कैलिबरेशन एण्ड सिग्नल प्रोसेसिंग मेथड्स यूस्ड फॉर डेंसिटी प्रोफ़ाइल मेशरमेन्ट्स फ्रॉम द डेवेलप्ड FMCW रिफ्लेक्टोमेट्री सिस्टम फॉर ADITYA-U टोकामॅक
जेजेयू बुच एण्ड सूर्या के पाठक
IPR/RR-1705/2024 दिसंबर 2024

72. जायरोकाइनेटिक ट्रांसपोर्ट ड्रिवेन बाय यूबिक्विटॉस मोड्स इन LTX-लेक टोकामॅक विथ "फ्लैट" टेम्परेचर
सागर चौधरी, गोपाल कृष्ण एम, जुगल चौधरी, अमित के. सिंह, जगन्नाथ महापात्र, थॉमस हेवर्ड-श्नाइडर, इमैनुएल लैंटी, राजारमण गणेश, लॉरेंट विलार्ड
IPR/RR-1706/2024 दिसंबर 2024

73. फ़ास्ट विज़िबल इमेजिंग डायग्नोस्टिक फॉर इंडक्टिवली ड्रिवेन पेलेट इंजेक्टर इन ADITYA-U टोकामॅक
देवीलाल कुमावत, कुमुदनी ताहिलियानी, एसके पाठक, जॉयदीप घोष, आर.एल तन्ना, संबरन पहाड़ी, परितोष चौधरी, समीर कुमार, मलय बी चौधरी, उमेश नागोरा, मनोज कुमार, रोहित कुमार, हर्षिता राज, कुमारपाल सिंह जड़ेजा, कौशल पटेल, सुमन आइच, पी.के. मौर्य, आदित्यनंदन सविता, नीरज शिव, पी. राहुलनाथ, सरोज झा, के. राघवेंद्र, बी. नागाराजू, सुकांत महार, आई.वी.वी. सूर्यप्रसाद, सुभादीप दास, भरत दोषी, पी.के. चट्टोपाध्याय, ए. सेन, वाई. सी. सक्सेना, एस. चतुर्वेदी, ADITYA-U एण्ड BARC टीम
IPR/RR-1707/2024 दिसंबर 2024

74. इन्वेस्टिगेशन द इंटरेक्शन्स ऑफ माइक्रोवेव प्लाज़्मा विथ बैक्टीरियल सेल स्ट्रक्चर्स: इम्पैक्ट्स ऑन सेल इंटिग्रिटी एण्ड वीयाबिलिटी
तेजल बरखड़े, कुशाग्र निगम, जी. रवि, सीमा रावत, एण्ड एस.के. नेमा
IPR/RR-1708/2024 दिसंबर 2024

75. कॉन्सेप्चुअल फ्रेमवर्क फॉर इलेक्ट्रोस्टेटिक फील्ड एनालिसिस ऑफ आयन एक्सट्रैक्शन एण्ड एक्सिलरेशन सिस्टम फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर्स
आदित्य नौगरैया, अशोक मनकानी, संजीव कुमार शर्मा, अरित्रा चक्रवर्ती, अमल एस, कुमार सौरभ, पॉल क्रिसियन, मेद्दी थारुन, राजेश कुमार एण्ड उज्जवल बरुआ
IPR/RR-1709/2024 दिसंबर 2024

76. एक्सपेरिमेंटल इन्वेस्टिगेशन ऑफ लॉ रेसिस्टेंस जॉइंट्स फॉर हाई फील्ड HTS मैग्नेट्स
अनीस बानो, पीयूष राज, नीतीश कुमार, अरुण पांचाल, पंकज वरमोरा, भद्रेश पारघी, उपेन्द्र प्रसाद
IPR/RR-1710/2024 दिसंबर 2024

77. ECR प्रोड्यूस्ड प्लाज़्मा इन टाइम-वेरियिंग टोरोइडल मैग्नेटिक फील्ड
तुलछी राम, जगबंधु कुमार, देव कुमावत, पी.के. शर्मा, डेनियल राजू
IPR/RR-1711/2024 दिसंबर 2024

78. इनिशियल लोवर हाइब्रिड करंट ड्राइव एक्सपेरिमेंट्स विथ PAM लॉन्चर इन ADITYA-U टोकामॅक
पी. के. शर्मा, जे. कुमार, के.के. अम्बुलकर, पी.आर. परमार, सी.जी. विरानी, एस. शर्मा, सी. सिंह, ए.एल. ठाकुर, जे. घोष, आर. तन्ना, एच. राज, आर. कुमार, के. यादव, एस. के. पाठक, वी. सिजू, आदित्य टीम एण्ड डायग्नोस्टिक टीम
IPR/RR-1712/2025 जनवरी 2025

79. स्टडीज ऑफ डेंसिटी बिल्ड-अप ड्यूरिंग प्लाज़्मा इनीशिएशन इन ADITYA-U टोकामॅक
उमेश नागोरा, किरण पटेल, जे. घोष, एस.के. पाठक, आर.एल. तन्ना, एम.बी. चौधरी, के. ताहिलियानी, के.ए. जाडेजा, के.एम. पटेल, एन. रमैया, सुमन आइच, हर्षिता राज, रोहित कुमार, एण्ड आदित्य-यू टीम
IPR/RR-1713/2025 जनवरी 2025

80. एप्लीकेशन ऑफ फ़ंक्शन पैरामीट्रिज़ेशन फॉर प्लाज़्मा पोज़िशन एस्टिमेशन इन ADITYA-U टोकामॅक
समीर कुमार, कुमुदनी ताहिलियानी, प्रवीणलाल एडप्पाला, प्रवीणा कुमारी, आई सुरेश, सूर्य कुमार पाठक, डेनियल राजू, राकेश एल तन्ना, रोहित कुमार, हर्षिता राज, जॉयदीप घोष एण्ड आदित्य-यू टीम
IPR/RR-1714/2025 जनवरी 2025

81. बिहेवियर ऑफ मैग्नेटो-कन्वेक्टिव फ्लक्चुएशन इन MHD डक्ट फ्लो अंडर डिफरेंटली हीटेड वाल्स एण्ड अप्लाईड मैग्नेटिक फील्ड डायरेक्शन
श्रीकांत साहू, सुनीत सिंह, राजेंद्रप्रसाद भट्टाचार्य
IPR/RR-1715/2025 जनवरी 2025

82. इलेक्ट्रोकेमिकल कोरोज़न इन्वेस्टिगेशन ऑफ प्लाज़्मा नाइट्राइडेड Ti-6Al-4V एलॉय इन डिफरेंट सिम्युलेटेड सोल्यूशन
प्रवीण द्विवेदी, रामकृष्ण राणे, घनश्याम झाला, चिन्मय घोरोई, अल्फोंसा जोसेफ
IPR/RR-1716/2025 जनवरी 2025

83. फ्लूइड सिमुलेशन ऑफ मैग्नेटाइज़्ड प्लाज़्मा शीथ्स इन ए कोलिशनल, मल्टीकम्पोनेंट डस्टी प्लाज़्मा इंकॉर्पोरेटिंग नॉन-थर्मल इलेक्ट्रोन्स एण्ड आयोनैजेशन इफेक्ट्स
अक्षय कुमार शॉ, सत्यानंद कर, एण्ड पी. वी. सुभाष
IPR/RR-1717/2025 जनवरी 2025

84. लिक्विड मेटल फ्लो एनालिसिस इन ए डक्ट विथ सडन एक्सपैंशन अंडर इन्कलाईन्ड मैग्नेटिक फील्ड
अर्पिता विपत, श्रीकांत साहू, राजेंद्रप्रसाद भट्टाचार्य
IPR/RR-1718/2025 जनवरी 2025

85. मैक्रोस्ट्रक्चर एण्ड थिकनेस डिपेंडेंट स्टीम ऑक्सीडेशन ऑफ TiN कोटिंग डेवलप्ड ऑन जिरकालॉय-4 यूसिंग सिलिंड्रिकल मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग
कुणाल त्रिवेदी, रामकृष्ण राणे, एम. किरण कुमार, तरूणदीप कौर लांबा, अल्फांसा जोसेफ, सुप्रतिक रॉयचौधरी
IPR/RR-1719/2025 जनवरी 2025

86. डिज़ाइन एण्ड एक्सपेरिमेंटल वैलिडेशन ऑफ पैटर्न एण्ड फ्रीक्वेंसी रिकॉन्फ़िगरेब्ल सेंट्रल प्लाज़्मा एंटीना एरे
मनीषा झा, निशा पंघाल, ए.के. पांडे, उन्नति पटेल, राजेश कुमार, एण्ड सूर्य के पाठक
IPR/RR-1720/2025 फ़रवरी 2025

87. इफेक्ट ऑफ LH एण्ड ECR वेव्स ऑन प्लाज़्मा पैरामीटर्स इन ADITYA अपग्रेड टोकामॅक
एस. आइच, एस. दोलुई, के. सिंह, जे. घोष, के.ए. जड़ेजा, आर.एल. तन्ना, के.एम. पटेल, के. गलोडिया, ए. पटेल, एल.के. प्रधान, बी.के. शुक्ला, एच. मिस्त्री, जे. पटेल, एच. पटेल, डी. पुरोहित, के.जी. परमार, पी.के. शर्मा, जे. कुमार, बी. हेगड़े, अभिजीत कुमार, विस्मय राउलजी, प्रवीणलाल ई.वी., टी. एम. मैकवान, आर. कुमार, ए. कुमार, ए. कुमावत, एच. राज, आई. हक, पी.आर. परमार, के.के. अम्बुलकर, कोमल, एस. बनर्जी, पी. वर्मा एण्ड ADITYA-U टीम
IPR/RR-1721/2025 फ़रवरी 2025

88. प्रोबिंग इंटू स्पेस चार्ज इंटरेक्शन्स ऑफ नेगटिव आयन बीम्स थ्रू इमेजिंग डायग्नोस्टिक्स
सिद्धार्थ दाश, मैनाक बंद्योपाध्याय, कौशल पंड्या, मानस भुयान, हिमांशु त्यागी, हिरेन मिस्त्री, महेंद्रजीत सिंह
IPR/RR-1722/2025 फ़रवरी 2025

89. इन्फ़्लुएंस ऑफ आयन-न्यूट्रल कॉलिशंस ऑन द इम्पैक्ट ऑफ एड्ज बायसिंग इन ए टोकामॅक प्लाज़्मा
विजय शंकर, एन. बिसाई, सौविक मंडल, एण्ड ए. सेन
IPR/RR-1723/2025 फ़रवरी 2025

90. ट्रांसफार्मर फॉर प्रेडिक्टिंग मेजर डिसरप्शन्स इन ADITYA टोकामॅक
ज्योति अग्रवाल, जयकुमार नावदिया, भास्कर चौधरी, श्रीचंद जाखड़ एण्ड मनिका शर्मा
IPR/RR-1724/2025 फ़रवरी 2025

91. मॉडलिंग ऑफ एक्सपेरिमेंटली ऑब्ज़र्व्ड टू डाइमेंशनल प्रीकर्सर सोलिटन्स इन ए डस्टी प्लाज़्मा बाय द फोर्स्ड काडोम्त्सेव–पेट्वियाश्विली इक्वेशन
एज़ाज मीर, पिंटू बंद्योपाध्याय, मधुरिमा चौधरी, कृष्ण कुमार एण्ड अभिजीत सेन
IPR/RR-1725/2025 फ़रवरी 2025

92. न्यू सिस्टेमैटिक डिज़ाइन मेथोडोलॉजी ऑफ मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर्स इन रेक्टीफायर ऍप्लिकेशन्स
मेद्दी थारून, अशोक मनकानी, कुमार सौरभ, अरित्रा चक्रवर्ती, आदित्य नौगरैया, अमल एस
IPR/RR-1726/2025 फ़रवरी 2025

93. 3D कम्प्यूटेशनल फ्लूइड डाइनामिक्स एनालिसिस ऑफ प्रोटोटाइप आयन एक्सट्रैक्टर ग्रिड-1 यूसिंग ANSYS
तेजेन्द्र पटेल, तपन पटेल, मुक्ति रंजन जाना, यू.के. बरुआ
IPR/RR-1727/2025 फ़रवरी 2025

94. न्यू सिस्टेमैटिक डिज़ाइन मेथोडोलॉजी ऑफ मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर्स इन रेक्टिफायर ऍप्लिकेशन्स
मेद्दी थारून, अशोक मनकानी, कुमार सौरभ, अरित्रा चक्रवर्ती, आदित्य नौगरैया, अमल एस
IPR/RR-1728/2025 फ़रवरी 2025

95. सिनर्जिस्टिक इफ़ेक्ट ऑफ आर्गन प्लाज़्मा ट्रीटमेंट अलोंग विथ हेक्साडेसिलट्राइमेथॉक्सीसिलेन (HDTMS) कोटिंग ऑन द जूट फैब्रिक फॉर सुपरहाइड्रोफोबिक ऍप्लिकेशन
रोहित शर्मा, प्रशांत कुमार बरनवाल, पूनम चौहान, के.पी. सूरज एण्ड मुकेश रंजन
IPR/RR-1729/2025 मार्च 2025

96. सिल्वर नैनोपार्टिकल्स डेकोरेटेड ऑन मॉड्यूलेटेड ग्राफीन ओवर सिलिकॉन रिप्पल प्रोड्यूस्ड बाय लॉ एनर्जी आयन-बीम फॉर SERS ऍप्लिकेशन
तरूणदीप कौर लांबा, रोहित शर्मा, के.पी सूरज, सेबिन ऑगस्टीन, राधे श्याम, मुकेश रंजन
IPR/RR-1730/2025 मार्च 2025

97. इंस्टॉलेशन, कमीशनिंग एण्ड टेस्टिंग ऑफ एलो एनर्जी एक्सीलेटर बेस्ड 14-MeV न्यूट्रॉन जनरेटर फॉर लैब स्केल फ्यूजन न्यूट्रॉनिक्स एक्सपेरिमेंट
सुधीरसिंह वाला, रत्नेश कुमार, मितुल अभांगी, हजारीलाल स्वामी, मैनाक बंद्योपाध्याय, एण्ड राजेश कुमार
IPR/RR-1731/2025 मार्च 2025

98. वैक्यूम ब्रेज़िंग रूट फॉर लार्ज-स्केल ग्रिड मैनुफैक्चरिंग इन नेगटिव आयन बीम जेनेरेशन
रवि पांडे, एम.जे. सिंह, जयदीप जोशी, मैनाक बंद्योपाध्याय एण्ड अरुण के चक्रवर्ती
IPR/RR-1732/2025 मार्च 2025

99. टेराहर्ट्ज रेडिएशन जेनेरेशन बाय लेज़र-रेसोनेन्ट एक्ससाइटेशन ऑफ टेराहर्ट्ज सरफेस मैग्नेटोप्लाज़्मोन्स ऑन अ ग्राफीन- एन-InSb सेमीकंडक्टर इंटरफेस
रोहित कुमार श्रीवास्तव एण्ड मृत्युंजय कुंडू
IPR/RR-1733/2025 मार्च 2025

100. डेवलोपमेन्ट ऑफ परमीयेशन बेज्ड़ हाइड्रोजन आइसोटोप सेंसर एण्ड इट्स टेस्टिंग इन गैस फेस एण्ड मोल्टेन PB-LI
रुद्राक्ष बी. पटेल, प्रग्नेश धोराजिया, सुधीर राय, पी. ए. रायजादा, अमित मुनिया, अमित सिरकार, अंकुश देवघर, राजेंद्र भट्टाचार्य, परितोष चौधरी
IPR/RR-1734/2025 मार्च 2025

101. ए हाई फ्लेक्सिबिलिटी इनेबल्ड सिंगल लेयर्ड ट्यूनेबल एण्ड

पोलराइजेशन इंसेन्सिटिव RIS फॉर MM-वेव डायनामिक बीमफॉर्मिंग ऍप्लिकेशन्स
बी अनिल बाबू, रिस्कोब ब्राइट, वर्षा सिजू, सूर्य कुमार पाठक
IPR/RR-1735/2025 मार्च 2025

102. एक्सपेरिमेंटल, सिमुलेशन एण्ड थियोरिटिकल स्टडीज ऑफ नॉन-प्लानर पिन्ड सोलीटोन्स इन ए डस्टी प्लाज़्मा
प्रशांत अमात, पी. बंद्योपाध्याय, कृष्ण कुमार, अजाज मीर, एण्ड ए. सेन
IPR/RR-1736/2025 मार्च 2025

103. अंडरस्टैंडिंग नॉनलीनियर बिहेवियर ऑफ कैपेसिटिव प्रॉब्स टु स्टडी डायोकोट्रॉन मोड्स इन नॉन-न्यूट्रल प्लाज़्मास
कुणाल सिंह, लवकेश लछवानी, संबरन पहाड़ी, राजू डेनियल, राजीव गोस्वामी, प्रबल के. चट्टोपाध्याय
IPR/RR-1737/2025 मार्च 2025

104. इग्नाईटिंग इंडियास फ्यूज़न फ्यूचर
डी. राजू, आई. बंद्योपाध्याय एण्ड डी. के. असवाल
IPR/RR-1738/2025 मार्च 2025

105. हैप्टिक मास्टर आर्म डेवलोपमेन्ट फॉर टेली-मैनिपुलेशन इन टोकामॅक लाइक चेल्लेंजिंग एनवीरोंमेंट्स
नवीन रस्तोगी, सूर्यकांत गुप्ता, कृष्ण कुमार गोटेवाल, लक्ष्य सावलिया, जिग्नेश चौहान, जोनाडा जयराम
IPR/RR-1739/2025 मार्च 2025

D 2.2 तकनीकी प्रतिवेदन

1. टेस्टिंग ऑफ शील्डिंग इफेक्टिवनेस ऑफ एनेकोइक चैंबर एट IPR
बी. रिस्कोब एण्ड एस.के. पाठक
IPR/TR-798/2024 (अप्रैल 2024)

2. डिज़ाइन एण्ड एनालिसिस ऑफ द कॉम्पोनेंट्स ऑफ क्रायोजेनिक एक्सट्रूडर फॉर प्रोडूसिंग लिक्विड हाइड्रोजन
विशाल गुप्ता, हेमांग अग्रावत, समीरन एस मुखर्जी, अविजित देवासी, ज्योति एस मिश्रा, प्रतीक ए नायक, परेश पांचाल, मोनी बनौधा, रंजना गंगराडे
IPR/TR-799/2024 (अप्रैल 2024)

3. थर्मल कन्डक्टिवित्य मेशरमेन्ट ऑफ द एडहेसिव एट क्रायोजेनिक टेम्परेचर्स रिपिटेडली यूस्ड इन द डेवलपमेंट ऑफ इंडिजिनियस क्रायोपंपस
अविजित देवासी, विशाल गुप्ता, समीरन शांति मुखर्जी, हेमंग एस अग्रावत, मोनी बनौधा, रंजना गंगराडे
IPR/TR-800/2024 (अप्रैल 2024)

4. डिज़ाइन एण्ड फैब्रिकेशन ऑफ लिथियम इंजेक्टर एण्ड इट्स परफॉर्मेंस टेस्टिंग
ए. प्रजापति, ए. देवघर, ए. सारस्वत, एस. गुप्ता, आर. भट्टाचार्य, वी. वसावा एण्ड एस. चुडासमा
IPR/TR-801/2024 (मई 2024)

5. लिट्रेचर स्टडी एण्ड कम्पाइलेशन ऑफ न्यूट्रॉन रेडिएशन इफ्फेक्ट्स ऑन इलेक्ट्रॉनिक डिवाइसेस
प्रमिला, रचना राजपाल
IPR/TR-802/2024 (मई 2024)

6. टेस्ट रिपोर्ट ऑन कमीशनिंग एण्ड I&C एक्सपेरिमेंट्सऑफ PILATUS-3 एक्स-रे हाइब्रिड फोटॉन काउंटिंग डिटेक्टर
दीपक मांडगे, पी भारती, संजीव वार्ष्णेय, सपना मिश्रा, प्रतीक वघासिया
IPR/TR-803/2024 (मई 2024)

7. कमीशनिंग एण्ड ऑपरेशनल एक्सपीरियंस ऑफ क्रायोकूलर बेस्ड हीलियम सर्कुलेशन सिस्टम एट 55 K
प्रदीप पांचाल, विपुल तन्ना, उपेन्द्र प्रसाद, महेश घाटे, देवेन कनाबार, हिरेन निमावत, राकेश पटेल, दशरथ सोनारा, रोहित पांचाल, गौरांग महसुरिया, केतन पटेल, पंकिल शाह, एल.एन. श्रीकांत जी., अतुल गर्ग, राजीव शर्मा, डिकेंस क्रिश्चियन, गौरव पुरवार, पीयूष राज, धवल भावसार, अरुण पांचाल, सिजु जॉर्ज, दिलीप रावल, कल्पेश धनानी
IPR/TR-804/2024 (मई 2024)

8. इम्प्लीमेंटेशन ऑफ एन एक्टिव कंट्रोल ऑफ मल्टीपल गैस पफ पल्सेस टू काउन्टरएक्ट वॉल लोडिंग इन द ADITYA अपग्रेड टोकामॅक
प्रवीणलाल एडप्पाला, मिंशा शाह, रचना राजपाल, के.ए. जड़ेजा, आर. एल. तन्ना एण्ड जे. घोष
IPR/TR-805/2024 (मई 2024)

9. वीयूई फ्रेमवर्क एम्पॉवर्ड वेबसाइट फॉर माइक्रोवेव एण्ड ECE डायग्नोस्टिक्स सेक्शन: ब्रिजिंग साइंटिफिक कम्युनिटीज फॉर एन्हांस्ड कोलैबोरेशन एण्ड इन्नोवेशन
हीरल हेबतपुरिया, अभिषेक सिन्हा, सूर्या के पाठक
IPR/TR-806/2024 (जून 2024)

10. रीसेंट रिज़ल्ट्स फ्रॉम इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन एमिशन (ECE) रेडियोमीटर डायग्नोस्टिक्स इन द प्रेसेंस ऑफ इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन रेजोनेंस हीटिंग (ECRH)
वर्षा सिजू, एस.के. पाठक, बी.के. शुक्ला, आर.एल. तन्ना, आर. कुमार, जे. घोष एण्ड ADITYA-अपग्रेड टीम
IPR/TR-807/2024 (जुलाई 2024)

11. RF कैरेक्टराइजेशन ऑफ LHCD ट्रांसमिशन लाइन एण्ड हाई पावर डिवाइडर सेक्शन फॉर ADITYA-U टोकामॅक
के. के. अम्बुलकर, ए. एल. ठाकुर, पी. आर. परमार, सी. जी. विरानी एण्ड पी. के. शर्मा
IPR/TR-808/2024 (जुलाई 2024)

12. इलेक्ट्रॉनिक्स, डेटा एक्विजिशन एण्ड कंट्रोल सिस्टम्स फॉर आदित्य-यू टोकामॅक
रचना राजपाल, हितेश मंडालिया, प्रवीणलाल एडप्पाला, विस्मयसिंह राउलजी, प्रमिला गौतम, प्रवीणा कुमारी शुक्ला, मिंशा शाह, भरत अरम्भडिया, अभिजीत कुमार, मितेश पटेल, सी.जे. हंसलिया, राकेश तन्ना, जॉयदीप घोष
IPR/TR-809/2024 (जुलाई 2024)

13. सेटअप फॉर एक्सटर्नल-क्यू एक्सपेरिमेंट्स इन करंट-लेस प्लाज़्मा ऑफ बेसिक एक्सपेरिमेंट्स इन टोरोयडल असेंबली (BETA)
प्रवेश ध्यानी, राजारामन गणेश, सुनील कुमार, भावेश कादिया, प्रमिला, मिंशा एम. शाह
IPR/TR-810/2024 (जुलाई 2024)

14. फाइनेट एलिमेंट एनालिसिस ऑफ पाइप ब्रिज फॉर सेंट्रलाइज़्ड LN2 एण्ड GN2 डिस्ट्रीब्यूशन पाइपिंग
नरेश चंद गुप्ता एण्ड नितिन डी शाह
IPR/TR-811/2024 (जुलाई 2024)
15. पावर बैलेंस इन टोकामॅक फ्यूज़न रिएक्टर

अरित्रा चक्रवर्ती, जगबंधु कुमार, अशोक मनकानी
IPR/TR-812/2024 (अगस्त 2024)

16. डिज़ाइन एण्ड कैरेक्टराइजेशन ऑफ मल्टी-चैनल रिसीवर सिस्टम
वर्षा सिजु, करिश्मा पंड्या, एण्ड एस.के. पाठक
IPR/TR-813/2024 (अगस्त 2024)

17. डेवलोपमेन्ट एण्ड कैरेक्टराइजेशन ऑफ इंडिजिनियसली डेवलप्ड हाई टेम्परेचर ब्लैक बॉडी सोर्स फॉर कैलिबरेशन ऑफ ECE डायग्नोस्टिक्स
अभिषेक सिन्हा, दुष्मंता मोहन्ता, नेहा परमार, संतोष पी पांडे, एण्ड सूर्य के पाठक
IPR/TR-814/2024 (अगस्त 2024)

18. रियल-टाइम UAV डिटेक्शन थ्रू RF सिग्नल एनालिसिस एण्ड मशीन लर्निंग
यश अहिराव, राणा प्रताप यादव एण्ड सुनील कुमार
IPR/TR-815/2024 (अगस्त 2024)

19. सिमुलेशन एण्ड एनालिसिस ऑफ नैनोसेकंड पल्स इलेक्ट्रिक फील्ड जनरेटर फॉर वेलोराइज़ेशन ऑफ फ़ूड वेस्ट
सुप्रिया नायर, अनिता वी पी, संतोष सी. वोरा, उर्मिल ठाकर
IPR/TR-816/2024 (अगस्त 2024)

20. सिमुलेशन एनालिसिस ऑफ 1500kW, 600V थाइरिस्टर कॉन्ट्रोलड रेक्टिफायर
कुमार सौरभ, अरित्रा चक्रवर्ती, आदित्य नौगरैया, अमल एस, पॉल क्रिश्चियन, अशोक मनकानी एण्ड उज्जवल के बरुआ
IPR/TR-817/2024 (अगस्त 2024)

21. एक्टिवेशन क्रॉस सेक्शन फॉर $^{85}Rb(n,2n)^{84m}Rb$ एण्ड $^{85}Rb(n,p)^{85m}Kr$ रिएक्शंस विथ अनसर्टेनिटी प्रोपेगेशन एण्ड कोवरीयन्स एनालिसिस
मयूर मेहता, एन.एल. सिंह, रतनकुमार सिंह, आर. मकवाना, पी.वी. सुभाष, राकेश चौहान, एस.वी. सूर्यनारायण, के. कटोव्स्की
IPR/TR-818/2024 (सितम्बर 2024)

22. डिज़ाइन एण्ड इन्वेस्टिगेशन ऑफ व्यू-डंप फॉर वर्टिकल इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन एमिशन (V-ECE) रिसीवर सिस्टम
प्रभाकर त्रिपाठी, वर्षा सिजू, अभिषेक सिन्हा, एण्ड सूर्य कुमार पाठक
IPR/TR-819/2024 (सितम्बर 2024)

23. शटर क्लोजर एण्ड फाल्स ट्रिगर प्रॉब्लम इन हाई रेजोल्यूशन विज़िबल इमेजिंग डायग्नोस्टिक्स इंस्टॉल्ड इन आदित्य-यू
एस.के. गुप्ता, विष्णु चौधरी, देवेश कुमार सैनी, रोहित कुमार, जॉयदीप घोष, मनोज कुमार गुप्ता
IPR/TR-820/2024 (सितम्बर 2024)

24. रिमोट ऑपरेशन ऑफ RF जेनरेटर, मैग्नेट्स, एण्ड डायग्नोस्टिक्स ऑफ हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर
प्रशांत कुमार, कल्पेश दोशी, रितेश सुगंधी, बुद्धू रमेश कुमार, प्रबल के चट्टोपाध्याय, नरेंद्र सिंह
IPR/TR-821/2024 (सितम्बर 2024)

25. डेवलपमेंट ऑफ ए मल्टी-पर्पस हाई-स्पीड रेसीप्रोकेटिंग प्रोब ड्राइव सिस्टम फॉर इंवेस्टिगेटिंग एज प्लाज़्मा डायनेमिक्स इन आदित्य-यू टोकामैक
कौशलेंद्र सिंह, भरत हेगड़े, अशोक के. कुमावत, अंकित कुमार, एम.एस. खान, सुमन दोलुई, इंजामुल हक, तन्मय मैकवान, शरविल पटेल, आभा कनिक, कोमल यादव, सौमित्र बनर्जी, हर्षिता राज, देवीलाल कुमावत, प्रमिला गौतम, रोहित कुमार, सुमन ऐच, लक्ष्मीकांत प्रधान, अंकित पटेल, कल्पेश गलोडिया, अभिजीत कुमार, के.एम. पटेल, के.ए. जड़ेजा, डी.सी. रावल, आर.एल. तन्ना एण्ड जॉयदीप घोष
IPR/TR-822/2024 (अक्टूबर 2024)

26. डेवलपमेंट ऑफ ए डेस्कटॉप एप्लिकेशन फॉर सॉफ्ट एक्स-रे स्पेक्ट्रल मेशरमेन्ट्स एट द प्लाज़्मा स्टार्ट-अप
एम. चावड़ा, एस. पुरोहित, टी. रावल, एम. के. गुप्ता, वाई. टौंक
IPR/TR-823/2024 (अक्टूबर 2024)

27. क्रिटिकल करेंट मेशरमेन्ट ऑफ REBCO टेप यूसिंग सॉलिड नाइट्रोजन सेट अप
उपेन्द्र प्रसाद, नीतीश कुमार, पीयूष राज, अरविंद तोमर, अनीस बानो, भद्रेश पारघी, पंकज वरमोरा एण्ड अरुण पांचाल
IPR/TR-824/2024 (अक्टूबर 2024)

28. न्यूट्रॉन कैप्चर क्रॉस-सेक्शन ऑफ ^{186}W आइसोटोप इन द एनर्जी रेंज फ्रॉम 0.6-3.2 MeV विथ कोवेरिएंस एनालिसिस
मयूर मेहता, एन.एल. सिंह, ए. गांधी, पी.वी. सुभाष, रेबेका पछुआउ, रतनकुमार सिंह, आर. मकवाना, एस.वी. सूर्यनारायण, बी.के. नायक, एच. नाइक, के. कटोव्स्की, एस.एस. खिरवाडकर
IPR/TR-825/2024 (अक्टूबर 2024)

29. एक्सटेंशन ऑफ इफ्फेक्टिव लाइफटाइम ऑफ अ CCD डिटेक्टर यूसिंग PCIe टू PCI कनवर्टर बेस्ड असेंबली
अमन गौतम, एम. बी. चौधरी, एम. राठौड़, उत्सव राजवंशी, एन. रमैया, आर. आर. शीबा, डी. मोदी, एस. पटेल, एस. के. पाठक एण्ड जे. घोष
IPR/TR-826/2024 (अक्टूबर 2024)

30. डेवलपमेंट ऑफ टेन चैनल्स हाई एक्युरसी DAQ सिस्टम अलोंग विथ क्यूबिक सप्लाइन इंटरपोलेशन फॉर नॉनलाइनियर सेंसर रेस्पॉन्स
दशरथ सोनारा, विपुल तन्ना
IPR/TR-827/2024 (नवंबर 2024)

31. 3D DIC डायग्नोस्टिक्स फॉर फुल फील्ड इन-सीटू स्ट्रेन मेशरमेन्ट ऑन प्लाज़्मा फेसिंग कॉम्पोनेंट्स इन हाई हीट फ्लक्स टेस्ट फेसिलिटी
केदार भोपे, मयूर मेहता, समीर खिरवाडकर, सुनील बेलसरे, राजमन्नार स्वामी, तुषारकुमार पटेल, के पी सिंह, श्रीकांत साहू, निकुंज पटेल, प्रकाश मोकारिया
IPR/TR-828/2024 (नवंबर 2024)

32. एक्सपेरिमेंटल टेस्ट सेट-अप प्रिपरेशन एण्ड टेस्टिंग ऑफ NbTi CICC एट 77K
सी. डोडिया, ए. मकवाना, एस. वाघ, पी. वर्मोरा, बी. पारघी, एन. कुमार, यू. प्रसाद एण्ड वी. तन्ना
IPR/TR-829/2024 (दिसंबर 2024)

33. बेंचमार्किंग ऑफ 3D FDTD कोड फॉर मोनोपोल एंटीना स्टडीज
एम. हिमाबिन्दु, एण्ड एस. चतुर्वेदी
IPR/TR-830/2024 (दिसंबर 2024)

34. डेवलपमेंट ऑफ -5kV, 1A हाई वोल्टेज ड्युअल मोड पॉवर सप्लाई फॉर 1kW, 2.45GHz मैग्नेट्रॉन सोर्स
भावेश कादिया, किरीट परमार, शिवम शर्मा, सुनील कुमार और हाई पावर ICRH सिस्टम्स डिवीजन
IPR/TR-831/2024 (दिसंबर 2024)

35. एक्सपीरियंस एण्ड चैलेंजीस इन्वॉल्वड ड्यूरिंग एलाइमेंट ऑफ इलेक्ट्रिकल मोटर्स टू द हीलियम स्क्रू कंप्रेशर्स एट IPR
पंकिल शाह, एल एन श्रीकांत जी, केतन पटेल, हिरेन निमावत, दशरथ सोनारा, एण्ड विपुल तन्ना
IPR/TR-832/2025 (जनवरी 2025)

36. ए सिमुलेशन एनालिसिस ऑफ 300 kV DC पावर सप्लाई फॉर न्यूट्रल बीम इंजेक्टर एक्सेलेरेटर ग्रिड
अरित्रा चक्रवर्ती, सौरभ कुमार, अमल एस, पॉल डी. क्रिश्चियन, अशोक मनकानी, उज्जवल के. बरुआ
IPR/TR-833/2025 (जनवरी 2025)

37. डिज़ाइन एण्ड डेवलपमेंट ऑफ ए लाइन-टाइप पल्स्ड मॉड्यूलेटर ड्राइवर फॉर एस-मैग्नेट्रॉन फॉर माइक्रोवेव प्लाज़्मा इंटरैक्शन एक्सपेरिमेंट्स इन SYMPLE
प्रियवंदना जे. राठौड़ एण्ड अनिता वी.पी
IPR/TR-834/2025 (जनवरी 2025)

38. डिज़ाइन, फैब्रिकेशन एण्ड इवैल्यूएशन ऑफ फोर्स-रिफ्लेक्टिंग 6 DOF हैप्टिक डिवाइस फॉर रिमोट हैंडलिंग एण्ड रोबोटिक एप्पलीकेशन्स
जिग्नेश चौहान, नवीन रस्तोगी, रवि रंजन कुमार, मानोह स्टीफ़न, लक्ष्य सावलिया, जोन्नादा जयराम, कुंतल पाखिरा, सुधांशु श्रीवास्तव, कृष्ण कुमार गोटेवाल
IPR/TR-835/2025 (फ़रवरी 2025)

39. डिज़ाइन अप-ग्रेडेशन ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स फॉर PMT सेंसर बेस्ड सिस्टम्स इन ADITYA-U टोकामॅक
मिंशा शाह, रचना राजपाल, नीलम रमैया, मलय चौधरी
IPR/TR-836/2025 (फ़रवरी 2025)

40. प्रोटोटाइप इम्प्लीमेंटेशन ऑफ सेक्युरिटी ऑपरेशंस सेंटर (SOC) यूसिंग ओपन-सोर्स टूल्स
विजय पटेल, अरविंद एम सिंह, शरद जश
IPR/TR-837/2025 (फ़रवरी 2025)

41. सेटअप एण्ड बेंचमार्क्स ऑफ टाइमस्केल डीबी फॉर टाइम-सीरीज़ बेस्ड सेंसर डेटा
प्रेम कुमार, कीर्ति महाजन
IPR/TR-838/2025 (फ़रवरी 2025)

42. LIGO-बीम ट्यूब: द LI-VISTA एक्सपेरिमेंट
अतुल के प्रजापति, एस सुनील, विजय बेदाकिहाले, सुब्रतो मुखर्जी
IPR/TR-839/2025 (फ़रवरी 2025)

43. लिक्विड हीलियम लेवल मॉनिटरिंग सिस्टम फॉर क्रायोजेनिक्स
दशरथ सोनारा, हिरेन निमावत, विपुल तन्ना
IPR/TR-840/2025 (फ़रवरी 2025)

44. एनालिसिस एण्ड एक्सपेरिमेंटल रिज़ल्ट्स ऑफ कूल डाउन टाइम ऑफ 80K क्रायोपंप फॉर LIGO इंडिया वैक्यूम इंटीग्रेटेड सिस्टम टेस्ट असेंबली (LIVISTA)
नरेश चंद गुप्ता, राकेश कुमार, निमावत एच एण्ड मुखर्जी एस
IPR/TR-841/2025 (मार्च 2025)

45. फिसिबिलिटी स्टडी फॉर अपग्रेडेशन इन सुपरकंडक्टिंग करंट फीडर सिस्टम फॉर SST-1
एन. बैरागी, ए. गर्ग, ए. तोमर, डी. कनाबार, एस. रॉय, जी. महेसुरिया, एच. निमावत, आर. शर्मा, पी. वर्मोरा, एस. जॉर्ज, सी. डोडिया, ए. मकवाना, डी. शर्मा, डी. सी. रावल, जेड. खान, यू. प्रसाद, वी. एल. तन्ना, एण्ड डी. राजू डेनियल
IPR/TR-842/2025 (मार्च 2025)

46. क्यरेक्टराइज़ेशन ऑफ W-बैंड ट्रांस-रिसीवर सिस्टम
वर्षा सिजू, सागर जोपे एण्ड एस.के.पाठक
IPR/TR-843/2025 (मार्च 2025)

47. प्रोटोटाइप इम्प्लीमेंटेशन ऑफ नेटवर्क ऑपरेशंस सेंटर (NOC) यूसिंग ओपन-सोर्स टूल्स
विजय पटेल, अरविंद एम सिंह, शरद जश
IPR/TR-844/2025 (मार्च 2025)

48. आप-ग्रेडेशन ऑफ कॉन्ट्रोलर फॉर DG सेट्स
चिराग भावसार, चंद्र किशोर गुप्ता, जी.के.राजन, सुप्रिया नायर, प्रकाश परमार
IPR/TR-845/2025 (मार्च 2025)

49. हार्डवेयर इन लूप (HIL) टेस्टिंग सिस्टम इन SST-1
जसराज धोंगड़े, अवेग कुमार, आशीष रंजन एण्ड डी. राजू
IPR/TR-846/2025 (मार्च 2025)

50. इंटीग्रेशन ऑफ एक्टिव डाइरेक्टरी सर्वर विथ Wazuh फॉर मॉनिटरिंग इवेंट लॉग्स
अरविंद एम सिंह, विजय पटेल, शरद जश
IPR/TR-847/2025 (मार्च 2025)

51. इस्टैब्लिशमेंट ऑफ साइट-टू-साइट (s2s) टनलिंग बिटवीन टू रिमोट साइट्स
शरद जश, अरविंद एम. सिंह, विजय के. पटेल
IPR/TR-848/2025 (मार्च 2025)

52. डेवलोपमेन्ट एण्ड इवैल्यूएशन ऑफ अ लो-कॉस्ट पोर्टेबल थिन-फिल्म एनालॉग एक्स-रे डिजिटाइज़र
अभिषेक शर्मा, अग्रज अभिषेक, आदित्य कुमार वर्मा, नरेंद्र चौहान, मनिका शर्मा
IPR/TR-849/2025 (मार्च 2025)

53. एनरूट इंस्टॉलेशन, कॉन्फ़िगरेशन एण्ड टेस्टिंग विथ PBS फॉर कंटेनर एप्लिकेशन ऑन हाई परफॉर्मेंस कंप्यूटिंग विथ
मल्टी-नोड-मल्टी-GPU सिस्टम
शिवम पटेल, प्रशांत कुमार, हेमंत जोशी
IPR/TR-850/2025 (मार्च 2025)

54. ब्लॉकचेन बेस्ड डाक्यूमेंट साइनिंग एण्ड वैलिडेशन प्रोसेसस यूसिंग डिसेंट्रलाइस्ड डेटाबेस
ए. अभिषेक, ए. शर्मा, एम. शर्मा
IPR/TR-851/2025 (मार्च 2025)

डी 3. कॉन्फ्रेंस प्रेज़ेंटेशन

इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एडवांसेस इन एयरोस्पेस एंड एनर्जी सिस्टम्स (IAES-2024), लिक्विड प्रोपल्शन सिस्टम्स सेंटर (ISRO), तिरुवनंतपुरम, केरल, 4-6 अप्रैल 2024

पावर बैलेंस इन टोकामैक फ्यूजन रिएक्टर

अरित्रा चक्रवर्ती एट.अल.

कम्प्यूटेशनल फ्लूइड डायनेमिक्स मॉडलिंग एंड वैलिडेशन ऑफ रोटेटिंग डेटोनेशन इंजन
— सुनील बासी एट.अल.

15वें-ITER न्यूट्रॉनिक्स मीटिंग एंड फ्यूजन न्यूट्रॉनिक्स वर्कशॉप - ,2024 ITER हेडक्वार्टर, फ्रांस, 8-10 अप्रैल 2024

रेडिएशन कंडीशन्स इम्प्रूवमेंट इन ITER टोकामैक कॉम्प्लेक्स ड्यू टू लीकेज थ्रू पेनिट्रेशंस
ज्योति अग्रवाल एट.अल.

ओवरव्यू ऑफ IN DA न्यूट्रॉनिक्स एक्टिविटीज
भूमि गज्जर एट.अल.

न्यूक्लियर एनालिसिस रिक्वायरमेंट्स फॉर कॉम्पैक्ट फ्यूजन पायलट प्लांट्स
पी.एन. माया एट.अल.

14 MeV न्यूट्रॉन सोर्स फैसिलिटी एट इंस्टीट्यूट फॉर प्लाज़्मा रिसर्च: कैरेक्टेरिस्टिक्स एंड एप्लीकेशंस
एच. एल. स्वामी एट.अल.
10वें ऑप्टिकल टेहराहर्ट्ज साइंस एंड टेक्नोलॉजी, फिलिप्स यूनिवर्सिटी, मारबर्ग, जर्मनी, 8-12 अप्रैल 2024
जनरेशन ऑफ एस-पोलराइज़्ड टेराहर्ट्ज रेडिएशन फ्रॉम लेजर-प्लाज़्मा इंटरैक्शंस
अंजना के पी एट.अल.

10वां ऑप्टिकल टेराहर्ट्ज़ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, फिलिप्स यूनिवर्सिटी, मारबर्ग, जर्मनी, 8–12 अप्रैल, 2024

जेनरेशन ऑफ़ एस-पोलराइज़्ड टेराहर्ट्ज़ रेडिएशन फ्रॉम लेज़र-प्लाज़्मा इंटरेक्शन्स
अंजना के. पी., मृत्युञ्जय कुंडु

22वें जॉइंट वर्कशॉप ऑन इलेक्ट्रॉन साइक्रोट्रॉन एमिशन (ECE) एंड इलेक्ट्रॉन साइक्रोट्रॉन रेजोनेंस हीटिंग (ECRH), देजॉन, साउथ कोरिया, 22-26 अप्रैल 2024

डिजाइन, डेवलपमेंट एंड कैरेक्टेराइजेशन ऑफ इंडिजेनसली डेवलप्ड हाई टेम्प्रेचर ब्लैक बॉडी सोर्स फॉर कैलिब्रेशन ऑफ ECE डायग्नोस्टिक्स
अभिषेक सिन्हा एट.अल.

रीसेंट रिजल्ट्स फ्रॉम इलेक्ट्रॉन साइक्रोट्रॉन एमिशन (ECE) रेडियोमीटर डायग्नोस्टिक्स इन द प्रेजेंस ऑफ इलेक्ट्रॉन साइक्रोट्रॉन रेजोनेंस हीटिंग (ECRH)
वर्षा सिजू एट.अल.

16वीं इंटरनेशनल रिफ्लेक्टोमेट्री वर्कशॉप (IRW16), मैक्स प्लांक इंस्टिट्यूट फॉर प्लाज़्मा फिजिक्स, ग्राइफ्सवाल्ड, जर्मनी, 13-16 मई 2024

डेन्सिटी प्रोफाइल मेजरमेंट्स फ्रॉम द डेवलप्ड FMCW रिफ्लेक्टोमेट्री सिस्टम फॉर आदित्य-यू टोकामैक
जे. जे. यू. बुच एट.अल.

4वां इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन मेजरमेंट टेक्निक्स फॉर लिक्विड मेटल्स (MTLM2024), ड्रेडेन, जर्मनी, 27-29 मई 2024

डेवलपमेंट ऑफ अ हाईली सेंसिटिव इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फ्लोमीटर फॉर हाई टेम्परेचर लिक्विड मेटल्स
श्रीकांत साहू एट.अल.

प्लास्मोनिका इंटरनेशनल स्कूल ऑन प्लास्मोनिक्स एंड नैनो-ऑप्टिक्स, इंस्टिट्यूट ऑफ एडवांस्ड स्टडीज, कोमो, इटली, 3-7 जून 2024

ट्यूनिंग LSPR एनिसोट्रॉपी इन मेटल नैनोपार्टिकल्स ऐरेस बाई सीक्वेंशियल डिपोजीशन
तरुनदीप के एट.अल.

DAE-BRNS नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन डेवलपमेंट ऑफ RF कॉम्पोनेंट्स फॉर एक्सेलेरेटर्स (DRCA-2024), अनुशक्ति नगर, मुंबई, 20-22 जून 2024

डेवलपमेंट ऑफ CE सर्टिफाइड सिग्नल कंडीशनिंग मॉड्यूल फॉर कंट्रोल & इंस्ट्रूमेंटेशन ऑफ हाई-पावर RF सिस्टम
दीपलकुमारी सोनी एट.अल.

डेवलपमेंट ऑफ वाइडबैंड 10 kW सॉलिड स्टेट पावर एम्प्लीफायर - चैलेंजेस, रेमेडीज एंड टेस्ट रिजल्ट्स
मनोजकुमार पटेल एट.अल.

डेवलपमेंट ऑफ फास्ट प्रोटेक्शन सर्किट्स फॉर ट्यूब बेस्ड हाई पावर RF एम्प्लीफायर
हृषिकेश दलिचा, गजेंद्र सुथार एट.अल.

फैब्रिकेशन एंड RF टेस्ट रिजल्ट्स ऑफ 120 kW एम्प्लीफायर मैन्युफैक्चर्ड थ्रू इंडियन इंडस्ट्री चैलेंजेस, रेमेडीज एंड परफॉर्मेंस
अखिल झा एट.अल.

नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन रीसेंट ट्रेंड्स इन मैटेरियल्स साइंस एंड टेक्नोलॉजी (एनसीएमएसटी-2024), इंस्टीट्यूट ऑफ़ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी, तिरुवनंतपुरम, केरल, 25-27 जून 2024

मल्टीपरपज़ न्यूट्रॉन इर्रेडिएशन फ़ैसिलिटी फ़ॉर न्यूक्लियर एंड स्पेस एप्लिकेशन
एच. एल. स्वामी एट.अल.

10th प्लाज़्मा साइंस सोसायटी ऑफ़ इंडिया–प्लाज़्मा स्कॉलर्स कोलोकोवियम (पीएसएसआई–पीएससी2024), इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी, दिल्ली, 4–6 जुलाई 2024

एक्साइटेशन ऑफ़ प्रीकर्सर सॉलिटॉन्स ड्यू टू चार्ज्ड स्पेस डेब्रिस बेस्ड ऑन द फोर्स्ड कडोम्तसेव–पेटवियाशविली मॉडल
अजाज़ मीर एट.अल.

थ्री-डी प्लाज़्मा स्टार्ट-अप स्टडीज़ विथ स्ट्रक्चर्ड फ़र्स्ट-वॉल पैनल्स ऑफ़ आईटीईआर
अर्जू मलवाल एट.अल.

स्पॉन्टेनियस कन्विक्टिव पैटर्न्स इन अ डस्टी प्लाज़्मा
अंकित ढाका एट.अल.

स्ट्रक्चर ऑफ़ करंट फ़्लो इन द मैग्नेटोस्फ़ीयर ऑफ़ द अक्रिटिंग न्यूट्रॉन स्टार
अनूप सिंह एट.अल.

डायरेक्ट ओ–एक्स–बी मोड कन्वर्ज़न इन स्टार्मा डिवाइस
तुल्छी राम एटअल

स्टडी ऑफ़ टू–इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर प्लाज़्माज़ एंड देयर इन्फ़्लुएंस ऑन आयन एकॉस्टिक सॉलिटॉन इन अ मल्टी–पोल लाइन कस्प मैग्नेटिक फ़ील्ड प्लाज़्मा डिवाइस (एमपीडी)
ज़ुबिन शेख एट.अल.

सरफ़ेस मॉडिफ़िकेशन टू फॉर्म नैनो–फ़ीचर्स यूज़िंग आरएफ़ प्लाज़्मा आयन बीम सोर्स
तरूणदीप के. लांबा एट.अल.

50th यूरोपियन कॉन्फ़्रेंस ऑन प्लाज़्मा फ़िज़िक्स (*EPS*-2024), पालासियो दे कोंग्रेसोस सलामांका, स्पेन, 8 - 12 जुलाई 2024

इन्फ्लुएंस ऑफ़ डस्ट ग्रेन्स एंड एक्सटर्नल मैग्नेटिक फील्ड ऑन द प्रोपगेशन ऑफ़ आयन-एकॉस्टिक वेव्स इन ए टू-इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर प्लाज़्मा
एस. एस. कौशिक एट.अल.

इमर्जेन्स ऑफ़ ए कोनिकल-स्पाइरल वीकली रिलेटिविस्टिक इलेक्ट्रॉन बीम फ्रॉम द लेज़र-क्लस्टर इंटरेक्शन इन एन एम्बिएंट मैग्नेटिक फील्ड
कल्याणी स्वैन एट.अल.

क्वासी-लॉन्गिट्यूडिनल (क्यू.एल.) व्हिस्लर टर्ब्युलेंस इंड्यूस्ड रिड्यूस्ड इलेक्ट्रोस्टैटिक पार्टिकल फ्लक्स इन लार्ज वॉल्यूम प्लाज़्मा डिवाइस
अमूल्या के. सन्यासी एट.अल.

10th आई.ई.ई.ई. इंटरनेशनल कॉन्फ़्रेंस ऑन इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्प्यूटिंग एंड कम्युनिकेशन टेक्नोलॉजीज़ (कोनेक्ट 2024), जे. एन. टाटा ऑडिटोरियम, आई.आई.एस.सी., बैंगलोर, 12-14 जुलाई 2024

सिमुलेशन स्टडी ऑफ़ 4kV, 5A मॉड्यूलर मल्टीलेवल कन्वर्टर ऐज़ ए रेक्टिफ़ायर
मेद्दी थरुण एट.अल.

29th इंटरनेशनल क्रायोजेनिक इंजीनियरिंग कॉन्फ़्रेंस, इंटरनेशनल क्रायोजेनिक मैटीरियल्स कॉन्फ़्रेंस 2024 (आई.सी.ई.सी./आई.सी.एम.सी. 2024), जिनेवा, स्विट्ज़रलैंड, 22-26 जुलाई 2024

डेवलपमेंट, टेस्टिंग एंड एप्लिकेशन ऑफ़ द इंडिजिनसली बिल्ट 80 के. सोर्प्शन क्रायोपंप
विशाल गुप्ता एट.अल.

इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ द थर्मल एमिटेन्स प्रॉपर्टीज ऑफ़ मल्टीलयर इन्सुलेशन यूज़्ड इन क्रायोजेनिक एप्लिकेशन्स
उदय कुमार एट.अल.

डेवलपमेंट ऑफ़ ग्लास फाइबर कम्पोज़िट एक्सियल इन्सुलेटिंग क्रायोजेनिक वैक्यूम बैरियर फ़ॉर सुपरकंडक्टिंग फ़ीडर्स ऑफ़ एस.एस.टी.-1 टोकामैक
राजीव शर्मा एट.अल.

इम्प्लीमेंटेशन एंड एन्हांसमेंट ऑफ़ सेफ़्टी मेज़र्स इन एस.एस.टी.-1 क्रायोजेनिक सिस्टम ऐट 77 K एंड 4.2 K
राजीव शर्मा, एट.अल.

21st इंटरनेशनल कॉन्ग्रेस ऑन प्लाज़्मा फ़िज़िक्स (आई.सी.पी.पी. 2024), घेंट, बेल्जियम, 08-13 सितंबर 2024
वन-डायमेंशनल मॉडल फ़ॉर प्लाज़्मा-फ्लो फ्रॉम द एक्रीशन डिस्क टुवर्ड्स द न्यूट्रॉन-स्टार पोल्स
अनूप सिंह एट.अल.

प्लाज़्मा बाउंड्री सिमुलेशन्स ऑफ़ लिमिटर रैम्प-अप फेज़ ऑफ़ आई.टी.ई.आर.
आरज़ू मलवाल एट.अल.

पल्स्ड हाइड्रोजन प्लाज़्मा स्ट्रीम इंटरेक्शन ऑन टंग्स्टन सब्सट्रेट
टी. के. बोरठाकुर एट.अल.

DAE-BRNS 1st नेशनल कॉन्फ़्रेंस ऑन पल्स्ड पावर साइंस, टेक्नोलॉजी एंड एप्लिकेशन्स (पी.पी.एस.टी.ए.-2024), भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर फ़ैसिलिटीज़, विशाखापट्टनम, 12-14 सितंबर 2024

एन्हैंसिंग हाई हीट फ्लक्स टेस्ट फ़ैसिलिटी परफॉर्मेंस: द पोटेंशियल ऑफ़ इंडिजिनस इलेक्ट्रॉन बीम सिस्टम्स
सुनील बेलसारे एट.अल.

26th इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन ई.सी.आर. आयन सोर्सेज (ई.सी.आर.आई.एस.-2024), डार्मस्टाड्ट, जर्मनी, 15-19 सितंबर 2024

कैरेक्टराइज़ेशन ऑफ़ D+ स्पीशीज़ इन द 2.45 GHz ECRIS फ़ॉर 14-MeV न्यूट्रॉन प्रोडक्शन
एस. वाला एट.अल.

77th एनुअल गैसियस इलेक्ट्रॉनिक्स कॉन्फ़्रेंस *(GEC 2024)*, सैन डिएगो, कैलिफ़ोर्निया, यू.एस.ए., 30 सितंबर 2024 - 04 अक्टूबर 2024

स्पॉन्टेनियस कन्वेक्टिव पैटर्न्स इन ए डस्टी प्लाज़्मा
अंकित धाका एट.अल.

एक्सपेरिमेंट्स एंड कैरेक्टराइज़ेशन स्टडीज़ ऑफ़ 1 kW RF हेलिकॉन प्लाज़्मा थ्रस्टर विद प्लाज़्मा डायग्नॉस्टिक्स टेक्निक्स
रमेश कुमार बुड्डू एट.अल.

66th एनुअल मीटिंग ऑफ़ द ए.पी.एस. डिविज़न ऑफ़ प्लाज़्मा फ़िज़िक्स (ए.पी.एस. डी.पी.पी. 2024), अटलांटा, यू.एस.ए., 7–11 अक्टूबर 2024

ऑन द एक्साइटेशन ऑफ़ नॉनलिनियर आयन एकॉस्टिक वेव्स इन ए टू-इलेक्ट्रॉन टेम्परेचर प्लाज़्मा ऑफ़ मल्टी-पोल लाइन कस्प प्लाज़्मा डिवाइस (MPD)
ज़ुबिन शेख एट.अल.

नॉनलिनियर मोड कपलिंग इन ए 1D डस्टी प्लाज़्मा
अंकित ढाका एट.अल.

2nd टेक्निकल मीटिंग ऑन लॉन्ग पल्स ऑपरेशन ऑफ़ फ्यूज़न डिवाइसेज़, आई.ए.ई.ए. हेडक्वार्टर्स, वियना, ऑस्ट्रिया, 14-18 अक्टूबर 2024

परफॉर्मेंस ऑफ़ PAM लॉन्चर इन आदित्य-यू टोकामैक
पी. के. शर्मा एट.अल.

40th डी.ए.ई. सेफ़्टी एंड ऑक्यूपेशनल हेल्थ प्रोफेशनल्स मीट 2024 (डी.ए.ई.-एस.ओ.एच.पी.एम.), आर.आर.सी.ए.टी., इंदौर, 17-19 अक्टूबर 2024

इम्प्लीमेंटेशन ऑफ़ सेफ़्टी मेज़र्स इन एस.एस.टी.-1 क्रायोजेनिक सिस्टम्स ऐट आई.पी.आर.
राजीव शर्मा एट.अल.

22nd इंटरनेशनल स्फेरिकल टोरस वर्कशॉप (आई.एस.टी.डब्ल्यू.-2024),

रोड्स हाउस, ऑक्सफोर्ड, 21-24 अक्टूबर 2024

इंजीनियरिंग डिज़ाइन ऑफ़ ए प्रोटोटाइप सेंटर स्टैक टोरॉइडल फील्ड कॉइल फ़ॉर स्फेरिकल टोकामक
ए. के. वर्मा एट.अल.

44th आई.टी. पी.ए. एम.एच.डी., डिसरप्शन एंड कंट्रोल (एम.डी.सी.) टॉपिकल ग्रुप मीटिंग, इंस्टिट्यूट फ़ॉर प्लाज़्मा रिसर्च, गांधीनगर, 22-25 अक्टूबर 2024

स्टेबलाइज़ेशन ऑफ़ सॉटूथ इंस्टेबिलिटी बाय शॉर्ट गैस पल्स इंजेक्शन इन आदित्य-यू टोकामक
सुमन डोलुई एट.अल.

4th इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन कूलिंग सिस्टम्स फ़ॉर एच.टी.एस. एप्लिकेशन्स (आई.डब्ल्यू.सी.-एच.टी.एस. 2024), मात्सुए, जापान, 23-25 अक्टूबर 2024

रीसेंट परफॉर्मेंस रिज़ल्ट्स ऑफ़ क्रायोकूलर बेस्ड हीलियम सर्कुलेशन सिस्टम ऐट 55 K
प्रदीप पंचाल एट.अल.

8th एशिया-पैसिफ़िक कॉन्फ्रेंस ऑन प्लाज़्मा फ़िज़िक्स (ए.ए.पी.पी.एस.-डी.पी.पी. 2024), मलक्का, मलेशिया, 3-8 नवम्बर 2024

टोरॉइडल फ्लो एंड टेम्परेचर मेज़रमेंट्स ऑफ़ न्यूट्रल एटम्स इन ऐज रीजन ऑफ़ आदित्य-यू टोकामक यूज़िंग ज़ीमन स्प्लिटिंग
अंकित कुमार एट.अल.

फ्लूइड सिमुलेशन स्टडीज़ ऑफ़ लो टेम्परेचर प्लाज़्माज़ यूज़िंग कॉमसोल मल्टीफिज़िक्स सॉफ़्टवेयर
वाई. पाटिल एट.अल.

कॉन्फ्रेंस ऑन प्लाज़्मा सिमुलेशन (सी.पी.एस.-2024), इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ जियोमैग्नेटिज़्म, नवी मुंबई, 11-13 नवम्बर 2024

प्लाज़्मा ट्रांसपोर्ट स्टडी विद 3D शेप्ड फ़र्स्ट वॉल फ़ॉर लिमिटर स्टार्ट-अप फेज़ ऑफ़ आई.टी.ई.आर.
अर्जू मलवाल एट.अल.

न्यूट्रल गैस पफ ट्रांसपोर्ट मॉडलिंग यूज़िंग डीगास-2 कोड
रूचि वार्ष्णेय एट.अल.

अनस्टेबल आयन एकॉस्टिक मोड्स: ए 1D व्लासोव स्टडी
चिंगांगबम अमुदोन एट.अल.

14th बायनियल कॉन्फ्रेंस ऑफ़ फ़िज़िक्स अकैडमी ऑफ़ द नॉर्थ-ईस्ट (पी.ए.एन.ई.-2024), तेज़पुर यूनिवर्सिटी, असम, 12-14 नवम्बर 2024

एक्सप्लोरिंग प्लाज़्मा–लिक्विड इंटरेक्शन्स फ़ॉर डाइवर्स एप्लिकेशन्स
नगांगम आओमोआ एट.अल.

एक्सपेरिमेंटल स्टडीज़ ऑन द डीकोम्पोज़िशन ऑफ़ CO_2 गैस इन नॉन-थर्मल प्लाज़्माज़
दीपज्योति महांता, डब्ल्यू. जॉयचंद्र सिंह एट.अल.

एफ़िशिएंट एंड कॉस्ट इफेक्टिव ट्रीटमेंट ऑफ़ मिथिलीन ब्लू डाई बाय ए नॉन-थर्मल प्लाज़्मा
फ्लॉसी बी. एफ. च. मराक, डब्ल्यू. जॉयचंद्र सिंह एट.अल.

पार्टिकल-इन-सेल सिमुलेशन ऑफ़ रेडियो-फ़्रीक्वेंसी प्लाज़्मा डिस्चार्जेज़
राकेश मौलिक एट.अल.

8th क्यू.एस.टी. इंटरनेशनल सिम्पोज़ियम, आओमोरी, जापान, 14-15 नवम्बर 2024

डिज़ाइन एंड कमीशनिंग ऑफ़ एक्सपेरिमेंटल हीलियम कूलिंग लूप (ई.एच.सी.एल.)
अंकित गांधी एट.अल.

नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एमर्जिंग ट्रेंड्स इन वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक डिवाइसेज़ एंड एप्लिकेशन्स (वेदा-2024), सी.एस.आई.आर.-सी.ई.ई.आर.आई., पिलानी, राजस्थान, 18-20 नवम्बर 2024

डेवलपमेंट ऑफ़ एनोड पावर सप्लाई फ़ॉर जाइरोट्रॉन
रसेश दवे एट.अल.

9th इंटरनेशनल सिम्पोज़ियम ऑन नेगेटिव आयन्स, बीम्स एंड सोर्सेज़ (एन.आई.बी.एस.2024), ईटर-इंडिया, इंस्टिट्यूट फ़ॉर प्लाज़्मा रिसर्च, गांधीनगर, 19-22 नवम्बर 2024

मास स्पेक्ट्रोमेट्री ऑफ़ एन ई.सी.आर. बेस्ड लार्ज वॉल्यूम नेगेटिव आयन बीम सिस्टम
बिबेकानंद नायक, एम. बंद्योपाध्याय एट.अल.

ओवरव्यू ऑफ़ एक्टिविटीज़ ऐट द ईटर न्यूट्रल बीम टेस्ट फ़ैसिलिटी (एन.बी.टी.एफ.) इन व्यू ऑफ़ द ईटर एन.बी.आई.
डी. मार्कुज़ी, एम. सिंह एट.अल.

असेसमेंट ऑफ़ सिग्नल रिकंस्ट्रक्शन टेक्निक्स फ़ॉर क्रिटिकल सिग्नल्स इन हाई पावर नेगेटिव आयन बेस्ड प्लाज़्मा सोर्सेज़
एच. त्यागी एट.अल.

न्यूट्रल बीम्स इन रोबिन: प्रेज़ेंट स्टेटस एंड फ्यूचर प्लैन्स
के. पंड्या एट.अल.

नेगेटिव आयन सोर्स R&D इन आई.पी.आर.: मॉडलिंग कॉन्ट्रिब्यूशन्स
एम. बंद्योपाध्याय एट.अल.

प्लाज़्मा डेंसिटी इस्टीमेशन यूज़िंग मशीन लर्निंग फ़ॉर हाई पावर आयन सोर्स
एच. त्यागी एट.अल.

प्रोबिंग इन्टू स्पेस चार्ज इंटरेक्शन्स ऑफ़ नेगेटिव आयन बीम्स थ्रू इमेजिंग डायग्नॉस्टिक्स
सिद्धार्थ दाश एट.अल.

29वां नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन क्रायोजेनिक्स एंड सुपरकंडक्टिविटी (एनसीसीएस-29), इंटर-यूनिवर्सिटी एक्सेलेरेटर सेंटर, न्यू दिल्ली, 26-29 नवंबर 2024

परफ़ॉर्मेंस रिज़ल्ट्स ऑफ़ अपग्रेडेड क्रायोजेनिक सिस्टम विथ 4 क्रायो-कंडेन्सेशन पम्प्स ड्यूरिंग 0.2 टू 0.7 मेगावाट पॉज़िटिव न्यूट्रल बीम ऑपरेशन
च. चक्रपाणि एट.अल.

स्टडी ऑफ़ MgB_2 बेस्ड सुपरकंडक्टिंग करंट फ़ीडर्स सिस्टम फ़ॉर फ़्यूज़न डिवाइसेज़
नितिन बैरागी

पिरियोडिक टेस्टिंग ऑफ़ लिक्विड नाइट्रोजन स्टोरेज वेसल्स
एल. एन. श्रीकांत. जी एट.अल.

कॉन्सेप्चुअल डिज़ाइन ऑफ़ करंट लीड्स फ़ॉर लिक्विड नाइट्रोजन कूल्ड कॉपर कॉइल्स इन एसएसटी-1
अतुल गर्ग एट.अल.

हाई टेम्परेचर सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट फ़ॉर मैग्नेटिक फ़्यूज़न: आर एंड डी अपडेट एंड प्लान
उपेन्द्र प्रसाद एट.अल.

एप्लिकेशन ऑफ़ क्रायोजेनिक्स इन डेवलपिंग पैलेट इंजेक्टरस् फ़ॉर फ़्यूलिंग एंड प्लाज़्मा कंट्रोल इन मैग्नेटिकली कन्फ़ाइंड फ़्यूज़न डिवाइसेज़
ज्योति शंकर मिश्रा एट.अल.

3rd इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन कम्युनिकेशन कंट्रोल एंड इंटेलिजेंट सिस्टम्स (सीसीआईएस 2024), जीएलए यूनिवर्सिटी, मथुरा, 6-7 दिसंबर 2024

डिज़ाइन अपग्रेडेशन ऑफ़ इलेक्ट्रॉनिक्स फ़ॉर पीएमटी सेंसर बेस्ड सिस्टम्स इन अदित्य-यू टोकामक
मिन्शा शाह एट.अल.

13वां ईटर इंटरनेशनल स्कूल (आईआईएस 2024), नागोया, जापान, 9-13 दिसंबर 2024

टोरॉइडल इलेक्ट्रॉन प्लाज़्मा टेम्परेचर डायग्नॉस्टिक्स इन SMARTEX-C पार्टियल टोरस
निखिल मोहुर्ले एट.अल.

डिज़ाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ़ गैस पफ इमेजिंग डायग्नॉस्टिक फ़ॉर अदित्य-यू टोकामक
रुचि वार्ष्णेय एट.अल.

आईईईई माइक्रोवेव, एंटेनाज़ एंड प्रोपेगेशन कॉन्फ्रेंस (मैपकॉन 2024), हैदराबाद इंटरनेशनल कन्वेंशन सेंटर (एचआईसीसी) ,हैदराबाद, 09-13 दिसंबर 2024

डिज़ाइन, सिमुलेशन एंड टेस्टिंग ऑफ़ वेव कलेक्शन एंड ट्रांसपोर्ट सिस्टम फ़ॉर माइकेलसन इंटरफेरोमीटर डायग्नॉस्टिक
अभिषेक सिन्हा एट.अल.

वाइड बैंड रिकॉन्फ़िगरेबल सॉल्ट वॉटर कॉलम एंटेना फ़ॉर आरएफ कम्युनिकेशन
ए. शारदा श्री एट.अल.

34वां एनुअल कॉन्फ्रेंस एंड एग्ज़िबिशन ऑन नॉन डेस्ट्रक्टिव इवैल्युएशन एंड एनेबलिंग टेक्नॉलॉजीज़, चेन्नई, 12-14 दिसंबर 2024

नॉन-डेस्ट्रक्टिव एग्ज़ामिनेशन ऑफ़ एक्टिवली कूल्ड हाई हीट फ्लक्स कंपोनेंट्स प्रोड्यूस्ड बाय वैक्यूम ब्रेज़िंग
रवि पांडे एट.अल.

नॉन-डेस्ट्रक्टिव एग्ज़ामिनेशन एंड टेस्टिंग ऑफ़ इंटीग्रेटेड वैक्यूम वेसल कंपोनेंट्स
अतुल के. प्रजापति एट.अल.

1st इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन कोल्ड प्लाज़्मा एंड पल्स पावर टेक्नोलॉजीज़ फ़ॉर फ़ूड, हेल्थ, एंड एग्रीकल्चर (*COFHA*- ,(2024आईआईटी जोधपुर, 21-22 दिसंबर 2024

एंटीबैक्टीरियल कोटिंग्स ऑन यार्न एंड फ़ैब्रिक यूज़िंग प्लाज़्मा बेस्ड मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग
रामकृष्ण राणे एट.अल.

कोरिलेशन ऑफ़ हीलियम मोल फ़्रैक्शन फ़ॉर प्लाज़्मा जेट्स एट वैरियस एंगल्स
अक्षय वैद एट.अल.

एप्लिकेशन ऑफ़ कोल्ड प्लाज़्मा फ़ॉर स्टेरिलाइज़ेशन ऑफ़ मेडिकल इक्विपमेंट
कुशाग्र निगम एट.अल.

24वां डीएई-बीआरएनएस सिम्पोज़ियम ऑन थर्मल एनालिसिस (थर्मैन्स- ,(2024भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर, मुंबई, 16-18 जनवरी 2025

पेबल बेड थर्मल एक्सपैंशन एंड सिंटरिंग इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ लिथियम टाइटनेट फ़ॉर फ़्यूज़न ब्लैंकेट एप्लिकेशन
अरोह श्रीवास्तव एट.अल.

इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एनर्जी कन्वर्ज़न एंड स्टोरेज (आईईसीएस 2025), इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी मद्रास, चेन्नई, 27-29 जनवरी 2025

ए स्टेप टुवर्ड्स ईको-फ्रेंडली इलेक्ट्रोपॉलिशिंग ऑफ़ SS304L स्टेनलेस स्टील फ़ॉर न्यूक्लियर फ़्यूज़न एप्लिकेशंस
उदय कुमार एट.अल.

13वां इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन फ़ोटॉनिक्स, ऑप्टिक्स एंड लेज़र टेक्नोलॉजी (*PHOTOPTICS* 2025), पुर्तगाल, 22-24 फ़रवरी 2025

सीक्वेन्शियल डिपॉज़िशन ऑफ़ एजी एनपीज़ ऑन रिपल्ड सिलिकॉन पैटर्न फ़ॉर एसईआरएस एप्लिकेशन
तरुंदीप कौर लांबा

33वां डीएई-बीआरएनएस नेशनल लेज़र सिम्पोज़ियम (एनएलएस- ,(33मेडि-कैप्स यूनिवर्सिटी, इंदौर, 6-9 मार्च 2025

एनालिसिस ऑफ़ लिब्स सिग्नल्स ऑन लेज़र इंड्यूस्ड टेक्सचर्ड सरफ़ेस
पी. चन्द्रकान्ता सिंह एट.अल.

पुरस्कार और उपलब्धियाँ

श्री विनोद सैनी, शोध छात्र, आई.पी.आर. को **"बेस्ट पेपर अवॉर्ड"** प्राप्त हुआ, जो उन्हें "इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एडवांसेज़ इन एयरोस्पेस ऐंड एनर्जी सिस्टम्स (आई.ए.ई.एस.–2024)" में प्रदान किया गया। यह सम्मेलन 04–06 अप्रैल, 2024 के दौरान "लिक्विड प्रोपल्शन सिस्टम्स सेंटर (एल.पी.एस.सी.)", तिरुवनंतपुरम, केरल में आयोजित किया गया था। यह पुरस्कार उनके शोधपत्र "न्यूमेरिकल सिमुलेशन ऑफ ऐन एक्सपैंडिंग मैग्नेटिक फील्ड प्लाज़्मा थ्रस्टर यूज़िंग आयोडीन फ्यूल" के लिए प्रदान किया गया।

डॉ. स्वर्णिमा सिंह को वर्ष 2023 के लिए **"आउटस्टैंडिंग स्टूडेंट अवॉर्ड"** भौतिक विज्ञान के क्षेत्र में होमी भाभा नेशनल इंस्टीट्यूट द्वारा उनके पीएच.डी. शोधकार्य "एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ ए क्वासी टू-डायमेंशनल कॉम्प्लेक्स प्लाज़्मा" के लिए प्रदान किया गया। उन्होंने यह पीएच.डी. कार्य आई.पी.आर. में डॉ. पिंटू बनर्जी के निर्देशन में पूर्ण किया। वर्तमान में वे "यूनिवर्सिटी ऑफ कैलिफोर्निया, सैन डिएगो, यू.एस.ए." में पोस्ट-डॉक्टरल फेलो के रूप में कार्यरत हैं।

डॉ. विकास राठौर को वर्ष 2023 के लिए **"जे.बी. जोशी रिसर्च फाउंडेशन इनोवेशन अवॉर्ड"** इंजीनियरिंग विज्ञान के क्षेत्र में होमी भाभा नेशनल इंस्टीट्यूट द्वारा उनके पीएच.डी. शोधकार्य "स्टडी ऑफ प्लाज़्मा एक्टिवेशन ऑफ वाटर ऐंड इट्स एप्लिकेशंस इन एंटीमाइक्रोबियल ऐंड एग्रीकल्चरल एक्टिविटीज़" के लिए प्रदान किया गया। उन्होंने यह पीएच.डी. कार्य आई.पी.आर. में डॉ. एस.के. नेमा के निर्देशन में पूर्ण किया। वर्तमान में वे आई.पी.आर. में पोस्ट-डॉक्टरल फेलो के रूप में "प्लाज़्मा हाइड्रोपोनिक्स" और "वर्टिकल फार्मिंग" के क्षेत्र में कार्य कर रहे हैं।

सुश्री गीथिका बी. आर. ने "**एनिसोट्रॉपिक एमिशन फ्रॉम लेज़र प्रोड्यूस्ड एल्युमिनियम प्लाज़्मा**" विषय पर "**10वां प्लाज़्मा साइंस सोसाइटी ऑफ इंडिया – प्लाज़्मा स्कॉलर्स कोलोकीयम (पी.एस.एस.आई.–पी.एस.सी. 2024)**", भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली में 4 से 6 जुलाई, 2024 के दौरान व्याख्यान प्रस्तुत किया और उन्हें "**बेस्ट ओरल प्रेज़ेंटेशन अवॉर्ड**" प्राप्त हुआ। [सह-लेखक: जिन्टो थॉमस, मिलान पटेल, रेंजित कुमार आर, एच. सी. जोशी]

सुश्री कोमल ने "इन्वेस्टिगेटिंग द इफेक्ट ऑफ इम्प्यूरिटी सीडिंग ऑन द मैग्नेटिक एंड इलेक्ट्रोस्टैटिक एज फ्लक्चुएशंस इन अदित्य-यू टोकामॅक" विषय पर "10वां प्लाज़्मा साइंस सोसाइटी ऑफ इंडिया – प्लाज़्मा स्कॉलर्स कोलोकीयम (पी.एस.एस.आई.–पी.एस.सी. 2024)", भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली में 4 से 6 जुलाई, 2024 के दौरान पोस्टर प्रस्तुति दी और उन्हें "**बेस्ट पोस्टर अवॉर्ड**" प्राप्त हुआ। [सह-लेखक: एच. राज, आई. हक, एस. बनर्जी, ए. कुमावत, बी. हेगड़े, ए. कुमार, के. सिंह, एस. दोलुई, आर. कुमार, एस. एइच, एस. पटेल, ए. कनिक, के. एम. पटेल, के. गलोडिया, के. ए. जाडेजा, लक्ष्मीकांत प्रधान, अंकित पटेल, आर. एल. तन्ना, जे. घोष]

डॉ. अमरीन आरा हुसैन ने "**एनहैंस्ड ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक डिवाइसेज़ इंजीनियर्ड विथ लेड (पी.बी.) ऑर लेड-फ्री हैलाइड पेरोव्स्काइट्स टेलर्ड फॉर एनवायरनमेंटल स्टैबिलिटी**" विषय पर "**इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एनर्जी एंड एनवायरनमेंटल मैटेरियल्स (ई2एम–2024)**", भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, इंदौर में 11 से 13 जुलाई, 2024 के दौरान व्याख्यान प्रस्तुत किया और उन्हें "**बेस्ट प्रेज़ेंटर अवॉर्ड**" प्राप्त हुआ।

स्वच्छता पखवाड़ा के लिए डीएई "उत्कृष्टता प्रमाण पत्र"।

"**स्वच्छता पखवाड़ा**" का आयोजन सभी परमाणु ऊर्जा विभाग (डी.ए.ई.) की इकाइयों में 16 फरवरी से 28 फरवरी, 2024 के दौरान किया गया। "**स्वच्छता पखवाड़ा अवार्ड्स 2024**" के मूल्यांकन हेतु गठित समिति ने डी.ए.ई. की विभिन्न इकाइयों द्वारा किए गए गतिविधियों का आकलन किया। आई.पी.आर. को "**सर्टिफिकेट ऑफ एक्सीलेंस**" (संवेदना पुरस्कार) से सम्मानित किया गया है, जो स्वच्छता पखवाड़े के दौरान अपनाई गई इसकी नवोन्मेषी पहलों की सराहना में प्रदान किया गया। यह पुरस्कार एक नया मानदंड स्थापित करता है तथा और बेहतर कार्य करने, परिवेश को स्वच्छ बनाए रखने एवं ऐसे स्वच्छता अभियानों के माध्यम से समाज में जागरूकता फैलाने के लिए प्रेरणा प्रदान करता है।

सुश्री प्रतिभा गुप्ता को 16 अक्टूबर, 2024 को धर्मशाला, हिमाचल प्रदेश में आयोजित "इंडियन एसोसिएशन ऑफ फिजिक्स टीचर्स (आई.ए.पी.टी.) नेशनल कम्पटीशन ऑन एसे राइटिंग इन फिजिक्स (एन.सी.ई.डब्ल्यू.पी.-2024)" में "दि फिजिक्स बिहाइंड मेलोडियस म्यूज़िक" विषय पर निबंध लेखन प्रतियोगिता में **तृतीय पुरस्कार** प्राप्त हुआ।

श्री सौविक मोंडल ने 3 से 8 नवम्बर, 2024 के दौरान मलक्का, मलेशिया में आयोजित "8वां एशिया–पैसिफिक कॉन्फ्रेंस ऑन प्लाज़्मा फिजिक्स (ए.ए.पी.पी.एस.–डी.पी.पी. 2024)" में "दि डायनामिक्स ऑफ ब्लॉब मर्जिंग इन द टोकामॅक स्क्रैप–ऑफ लेयर रीजन" विषय पर व्याख्यान प्रस्तुत किया तथा उन्हें **"बेस्ट पोस्टर अवॉर्ड"** प्राप्त हुआ। [सह–लेखक: एन. बिसाई, ए. सेन, आई. बंद्योपाध्याय]

डॉ. ज्योति शंकर मिश्र ने 26 से 29 नवम्बर, 2024 के दौरान इंटर–यूनिवर्सिटी एक्सेलेरेटर सेंटर, नई दिल्ली में आयोजित "29वीं नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन क्रायोजेनिक्स एंड सुपरकंडक्टिविटी (एन.सी.सी.एस.–29)" में "एप्लीकेशन ऑफ क्रायोजेनिक्स इन डेवलपिंग पैलेट इंजेक्टरस् फॉर फ्यूलिंग एंड प्लाज़्मा कंट्रोल इन मैग्नेटिकली कन्फ़ाइंड फ्यूज़न डिवाइसेज़" विषय पर व्याख्यान प्रस्तुत किया तथा उन्हें **"बेस्ट पेपर प्रेज़ेंटेशन अवॉर्ड"** प्राप्त हुआ।

एचटीटीडी के श्री केदार भोपे को "एडी करंट थर्मोग्राफ़ी टेक्नीक फ़ॉर He-कूल्ड प्लाज़्मा फ़ेसिंग कॉम्पोनेंट्स" शीर्षक शोधपत्र के लिए सर्वश्रेष्ठ पोस्टर प्रस्तुति पुरस्कार प्राप्त हुआ। यह पुरस्कार चेन्नई में 12–14 दिसंबर 2024 के दौरान आयोजित 34वीं वार्षिक सम्मेलन एवं प्रदर्शनी — *नॉन-डिस्ट्रक्टिव इवैल्युएशन एंड एनेबलिंग टेक्नोलॉजीज़ (NDE-2024)* — में प्रदान किया गया। इस सम्मेलन का आयोजन ISNT चेन्नई चैप्टर द्वारा किया गया था। सह-लेखक: मयूर मेहता, अल्पेश पटेल, शैलेश कानपरा, समीर खिरवडकर, सुनील बेलसारे, तुषारकुमार पटेल, प्रकाश मोकड़िया।

श्री अंकित कुमार ने "इम्प्यूरिटी सीडिंग का एड्ज़ टोरोइडल रोटेशन पर प्रभाव इन अदित्य-यू टोकामैक" शीर्षक व्याख्यान प्रस्तुत किया। यह व्याख्यान 17–20 दिसंबर 2024 को पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गांधीनगर में आयोजित 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024) के दौरान दिया गया। उन्हें इस प्रस्तुति के लिए **बूटी यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड** से सम्मानित किया गया।

श्री भावेश आर. काडिया ने पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गांधीनगर में 17–20 दिसंबर 2024 के दौरान आयोजित 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024) में "डेवलपमेंट ऑफ़ –5 केवी, 1 ए हाई-वोल्टेज डुअल-मोड पावर सप्लाई फ़ॉर 1 किलोवॉट, 2.45 गीगाहर्ट्ज़ मैग्नेट्रॉन सोर्स" शीर्षक व्याख्यान प्रस्तुत किया और इसके लिए उन्हें इस कार्य के लिए **ज़ेड. एच. शोलापुरवाला अवॉर्ड** से सम्मानित किया गया। सह-लेखक: किरीट परमार, शिवम शर्मा, सुनील कुमार तथा हाई पावर ICRH सिस्टम्स डिवीजन।

डॉ. ज्योति शंकर मिश्रा ने पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गांधीनगर में 17–20 दिसंबर 2024 के दौरान आयोजित 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024) में "डिज़ाइन एंड एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ़ ए डिफरेंशियल पम्पिंग सिस्टम फ़ॉर हाइड्रोजन पेलेट इंजेक्टर" शीर्षक व्याख्यान प्रस्तुत किया और इसके लिए उन्हें ज़ेड एच शोलापुरवाला अवॉर्ड से सम्मानित किया गया।

डॉ. ममता ने पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गांधीनगर में 17–20 दिसंबर 2024 के दौरान आयोजित 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024) में "इंटरैक्शन ऑफ़ ऑब्लिकली इन्सिडेंट इंटेन्स लेज़र विद इनहोमोजीनियस प्लाज़्मा एंड वैलिडेशन ऑफ़ इलेक्ट्रोमैग्नेटिक फ़ील्ड्स फ़ॉर डिफ़रेंट पोलराइज़ेशन" शीर्षक पोस्टर प्रस्तुति दी और इसके लिए उन्हें **PSSI पोस्टर अवॉर्ड (फ़ंडामेंटल प्लाज़्मा)** से सम्मानित किया गया। सह-लेखक: शक्ति कुशवाहा, निधि राठी, मृत्युञ्जय कुंडू, भावेश पटेल और सुदीप सेनगुप्ता।

श्री वृशांक मेहता ने पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गांधीनगर में 17–20 दिसंबर 2024 के दौरान आयोजित 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024) में "वेरियस एनएफ़3 गैस एबेटमेंट टेक्नीक्स फ़ॉर द एनएफ़3 आरएफ़ ग्लो डिस्चार्ज प्लाज़्मा एचिंग सिस्टम" शीर्षक पोस्टर प्रस्तुति दी और इसके लिए उन्हें **पोस्टर अवॉर्ड (प्लाज़्मा एप्लिकेशन)** से सम्मानित किया गया।

श्री सोमेश्वर दत्ता ने "रनअवे इलेक्ट्रॉन डायनैमिक्स इन अ टोकामैक अंडर द इन्फ्लुएंस ऑफ लोकल मैग्नेटिक फ़ील्ड पर्टर्बेशन" विषय पर 39वीं राष्ट्रीय प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी (PLASMA 2024), पंडित दीनदयाल ऊर्जा विश्वविद्यालय (PDEU), गाँधीनगर, 17–20 दिसम्बर 2024 में अपना

पोस्टर प्रस्तुतिकरण दिया, तथा इसके लिए उन्हें "**पोस्टर अवॉर्ड (सिम्युलेशन प्लाज़्मा)**" प्राप्त हुआ।

सुश्री गीतिका बी. आर. ने "कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ पोलराइज़्ड एमिशन फ़्रॉम लेज़र प्रोड्यूस्ड प्लाज़्मा" विषय पर अपना व्याख्यान 24वीं राष्ट्रीय परमाणु एवं आणविक भौतिकी सम्मेलन (NCAMP 2025), भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, धनबाद, 8–11 जनवरी 2025 में प्रस्तुत किया, तथा इसके लिए उन्हें "**बेस्ट पोस्टर अवॉर्ड**" प्राप्त हुआ।
[सह-लेखक: जिंटो थॉमस, रेंजित कुमार आर तथा हेम चन्द्र जोशी]

डॉ. सेबिन ऑगस्टाइन, आईपीआर पोस्ट-डॉक्टोरल फेलो, ने आईआईटी गांधीनगर द्वारा 16–17 जनवरी 2025 को आयोजित फोटॉनिक्स फ़ॉर एनर्जी, सेंसिंग एंड एजुकेशन विषयक कार्यशाला में अपने पोस्टर शीर्षक "सेल्फ-ऑर्गनाइज़्ड ऑर्डर्ड नैनोपार्टिकल्स फ़ॉर एस.ई.आर.एस. एप्लिकेशन" के लिए **"फ़र्स्ट प्राइज़"** प्राप्त किया।
डॉ. सेबिन ने इससे पूर्व आईपीआर में डीजीएफ़एस फेलो के रूप में अपना पीएच.डी. पूर्ण किया था।

ईटर–भारत के हमारे तीन सहकर्मी — **हिमांशु कपूर**, **अनुज कुमार गर्ग**, तथा **आदित्य प्रकाश सिंह** — वर्ष 2024 के **"ईटर स्टार अवार्ड"** के लिए चयनित हुए हैं।

श्री **हिमांशु कपूर** आईएनडीए स्कोप के अंतर्गत ईटर क्रायोलाइनों तथा वॉर्मलाइनों के तकनीकी उत्तरदायी अधिकारी हैं। वे ईटर स्थल पर मैग्नेट कोल्ड टेस्ट बेंच सुविधा के लिए आवश्यक क्रायोलाइनों के डिज़ाइन तथा विनिर्माण के निष्पादन में अपनी तकनीकी विशेषज्ञता प्रदान करने में भी सक्रिय रूप से संलग्न हैं।

श्री अनुज कुमार गर्ग, ईटर–भारत क्रायो–डिस्ट्रिब्यूशन प्रणाली के आई एंड सी उत्तरदायी अधिकारी हैं। वे वर्तमान में ऑक्ज़िलरी कोल्ड बॉक्स तथा टीएससीएस हेतु कंट्रोल क्यूबिकल्स के डिज़ाइन, विनिर्माण, निष्पादन तथा निरीक्षण/स्वीकृति के कार्यों पर कार्यरत हैं। इसके अतिरिक्त, वे ईटर मैग्नेट कोल्ड टेस्ट बेंच (एमसीटीबी) के लिए सॉफ़्टवेयर टास्क एग्रीमेंट से संबंधित गतिविधियों में भी संलग्न हैं।

श्री आदित्य प्रकाश सिंह वर्तमान में टोकामॅक परिसर एवं सहायक भवनों के भीतर ईटर कूलिंग वॉटर सिस्टम नेटवर्क की स्थापना हेतु इंजीनियरिंग वर्क पैकेज तैयार करने की ज़िम्मेदारी निभा रहे हैं। इसके साथ ही वे सुरक्षा–महत्वपूर्ण अवयवों की क्वालिफ़िकेशन तथा क्रय–प्रक्रिया से संबंधित कार्यों के लिए भी उत्तरदायी हैं।

डॉ. डब्ल्यू. जॉयचन्द्र सिंह ने "प्लाज़्मा असिस्टेड सिन्थेसिस ऑफ़ CuO पार्टिकल्स फ़ॉर फ़ोटो–कैटेलिटिक एप्लिकेशन टुवर्ड्स डाई डिग्रेडेशन" विषय पर अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला कोल्ड प्लाज़्मा टेक्नोलॉजी एंड एप्लिकेशन्स (सी–पी–टी–ए 2025), बिट मेसरा, जयपुर कैम्पस, 6–8 फ़रवरी 2025 में एक व्याख्यान प्रस्तुत किया, और **"बेस्ट रिसर्च पेपर अवॉर्ड" ऑन *सोसाइअटल प्लाज़्मा एप्लिकेशन्स*** प्राप्त किया।
[सह–लेखक: डॉ. नगोंगम आमोआ]

D 4. आईपीआर स्टाफ द्वारा आमंत्रित व्याख्यान

रामकृष्ण राणे
"प्लाज़्मा सरफ़ेस इंजीनियरिंग फ़ॉर बायोमेडिकल एप्लिकेशन्स" विषय पर फ़र्स्ट ग्लोबल फ़ोरम अँड इंटरनेशनल वर्कशॉप (हाइब्रिड मोड) ऑन इंडस्ट्रियल प्लाज़्मा प्रोसेसेज़ ऐंड डायग्नॉस्टिक्स (आई–पी–पी–डी 2024) में कीनोट व्याख्यान दिया, जिसका आयोजन डिपार्टमेंट ऑफ़ एनर्जी साइंस ऐंड इंजीनियरिंग, आई–आई–टी दिल्ली द्वारा 9–10 मई 2024 को किया गया।
"नॉन–थर्मल प्लाज़्मा असिस्टेड सरफ़ेस मॉडिफ़िकेशन्स फ़ॉर बायोमेडिकल एप्लिकेशन्स" विषय पर डीएई—बी–आर–एन–एस थीम मीटिंग ऑन एडवांस्ड एप्लिकेशन्स इन थर्मल ऐंड नॉन–थर्मल प्लाज़्मा (ए–ए–टी–एन–टी 2024) में आमंत्रित व्याख्यान दिया, जिसका आयोजन बीम टेक्नोलॉजी डेवलपमेंट ग्रुप, बार्क, मुंबई द्वारा 8 जून 2024 को किया गया।

सुदीप सेनगुप्ता
"ब्रेकिंग ऑफ़ रिलेटिविस्टिकली इंटेन्स प्लाज़्मा वेव्स" विषय पर इंटरनेशनल डे ऑफ़ लाइट – 2024, न्यूक्लियर फ़ोटॉनिक्स सिम्पोज़ियम, टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ़ फ़ंडामेंटल रिसर्च (टी–आई–एफ़–आर), हैदराबाद में 16–17 मई 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"शीट सिम्यूलेशन ऑफ़ अपर हाइब्रिड ऑस्सिलेशन्स इन ऐन इनहोमोजीनियस मैग्नेटिक फ़ील्ड" विषय पर कॉन्फ्रेंस ऑन प्लाज़्मा सिम्यूलेशन (सी–पी–एस–2024), इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ जियोमैग्नेटिज़्म, नवी मुंबई में 11–13 नवम्बर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"एक्साइटेशन ऑफ़ इलेक्ट्रोस्टैटिक स्टैन्डिंग वेव इन अ कोल्ड मैग्नेटाइज़्ड प्लाज़्मा यूज़िंग सर्कुलर्ली पोलराइज़्ड लेज़र पल्सेज़" विषय पर 33वीं डीएई–बीआरएनएस नेशनल लेज़र सिम्पोज़ियम (एन–एल–एस–33), मेडिकैप्स यूनिवर्सिटी, इन्दौर में 6–9 मार्च 2025 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

पी. के. शर्मा
"आरएफ टेक्नोलॉजीज़ फ़ॉर क्लाइस्ट्रॉन बेस्ड लोअर हाइब्रिड करंट ड्राइव (एल–एच–सी–डी) सिस्टम ऐट आई–पी–आर" विषय पर डीएई –बीआरएनएस नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन डेवलपमेंट ऑफ़ आरएफ कॉम्पोनेंट्स फ़ॉर एक्सेलेरेटर्स (डी–आर–सी–ए 2024), अणुशक्ति नगर, मुम्बई में 20–22 जून 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

मुकेश रंजन
"प्लाज़्मा फ़ॉर मैटेरियल प्रोसेसिंग ऐंड इंडस्ट्रियल एप्लिकेशन्स" विषय पर 10वाँ प्लाज़्मा साइंस सोसाइटी ऑफ़ इंडिया – प्लाज़्मा स्कॉलर्स कोलोक्वियम (पीएसएसआई–पीएससी 2024), भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली में 4–6 जुलाई 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"सेमिकंडक्टर प्रोसेसिंग यूज़िंग प्लाज़्मा ऐंड आयन बीम्स" विषय पर इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन सेमिकंडक्टर टेक्नोलॉजीज़ – मटेरियल्स टू चिप्स (आईसीएसटी 2024), एमिटी इंस्टिट्यूट फ़ॉर एडवांस्ड रिसर्च ऐंड स्टडीज़ (मैटेरियल्स ऐंड डिवाइसेज़), नोएडा में 18–20 सितंबर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"सीक्वेन्शियल ग्रोथ ओवर पैटर्न्स ए वे टू मिनिमाइज़ ऑप्टिकल एनीसोट्रॉपी" विषय पर थर्ड इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन फ़ंक्शनल मैटेरियल्स ऐंड एप्लाइड फ़िज़िक्स (एफएमएपी 2024), एसवीएनआईटी सूरत में 18–19 अक्टूबर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"आयन बीम–इंड्यूज़्ड नैनोरिपल्स पैटर्न्स फ़ॉर एस–ई–आर–एस बेस्ड सलाइवा एनालिसिस टू डिटेक्ट ओरल कैविटी कैंसर" विषय पर "परस्पेक्टिव ऐंड चैलेंजेज़ ऑफ़ क्लीनिकल वाइब्रेशनल स्पेक्ट्रोस्कोपी इन पॉइंट–ऑफ़–केयर यूज़" पर केंद्रित इंडो–फ्रेंच बैठक में आमंत्रित व्याख्यान दिया, जिसे ए–सी–टी–आर–ई–सी, मुंबई द्वारा 28–30 अक्टूबर 2024 को आयोजित किया गया।

"सीक्वेन्शियल ग्रोथ ऑफ़ मेटल नैनोपार्टिकल्स ऑन लो एनर्जी आयन प्रोड्यूस्ड रिपल पैटर्न्स फ़ॉर द आइसोट्रॉपिक प्लाज़्मॉनिक रिस्पॉन्स ऐंड वेटेबिलिटी स्टडीज़" शीर्षक विषय पर नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन फ्रंटियर्स ऑफ़ आयन बीम साइंस (एफ़आईबीएस 2024), इंस्टिट्यूट ऑफ़ फ़िज़िक्स (आइओपी), भुवनेश्वर में 4–7 नवम्बर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया ।

"ग्रोथ डायनेमिक्स ऑफ़ मेटल नैनोपार्टिकल्स एरेज़ ऐंड देयर ऑप्टिकल प्रॉपर्टीज़" विषय पर इंटरनेशनल यूनियन ऑफ़ मटेरियल्स रिसर्च सोसाइटीज़–

इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस इन एशिया (आईयूएमआरएस–आईसीए–2024), इन्दौर में 3–6 दिसम्बर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

"Ar प्लाज़्मा नैनोस्ट्रक्चरिंग ऑन पीटीएफ़ई सरफ़ेसेज़ फ़ॉर द वेट्टेबिलिटी ट्रांज़िशन ऐंड सेंसिंग एप्लिकेशन्स" विषय पर फ़र्स्ट इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन कोल्ड प्लाज़्मा ऐंड पल्स पावर टेक्नोलॉजीज़ फ़ॉर फ़ूड, हेल्थ ऐंड एग्रीकल्चर (COFHA 2024), आईआईटी जोधपुर में 21–22 दिसम्बर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

वर्कशॉप ऑन फ़ोटॉनिक्स फ़ॉर एनर्जी, सेंसिंग ऐंड एजुकेशन, आईआईटी गांधीनगर में 16–17 जनवरी 2025 को "डिटेक्शन ऑफ़ हैज़र्डस मॉलीक्यूल्स विथ डेंस नैनोपार्टिकल्स एरेज़" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन कोल्ड प्लाज़्मा टेक्नोलॉजी ऐंड एप्लिकेशंस (CPTA 2025), BIT मेसरा कैंपस, जयपुर में 06–08 फ़रवरी 2025 को "Ar प्लाज़्मा नैनोस्ट्रक्चरिंग ऑन PTFE सरफ़ेसेज़ फ़ॉर द सेल्फ़-क्लीनिंग ऐंड सेंसिंग एप्लिकेशन इन फ़ूड, एग्रीकल्चर ऐंड मेडिकल साइंस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

नेशनल वर्कशॉप ऑन शेपिंग द फ़्यूचर विथ नैनोटेक्नोलॉजी: एनर्जी स्टोरेज ऐंड CO_2 यूटिलाइज़ेशन, सेंट ज़ेवियर्स कॉलेज, अहमदाबाद में 29–30 मार्च 2025 को "रिड्यूसिंग कार्बन फुटप्रिंट्स यूटिलाइज़िंग प्लाज़्मा प्रोसेसिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

सूर्यकांत गुप्ता
प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान में 8–9 अगस्त 2024 को "विक्सित भारत 2047 हेतु प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान का संभावित योगदान" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

डीएई बीआरएनएस फर्स्ट नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन "पल्स्ड पावर साइंस, टेक्नोलॉजी ऐंड एप्लिकेशंस" (PPSTA 2024), बार्सीएफ फ़ैसिलिटी, अच्चूतापुरम, विशाखापट्टनम में 12–14 सितम्बर 2024 को "इंडिजिनस्ली डेवलप्ड पल्स्ड पावर सोर्सेज़ फ़ॉर नॉनइक्विलिब्रियम प्लाज़्मा एप्लिकेशंस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया (सह-लेखक: कीना कलारिया, नरेश वाघेला, घनश्याम झाला, अक्षय वैद, अल्फ़ोंसा जोसेफ़, पूर्वी दवे, एस. के. नेमा और सुब्रोतो मुखर्जी)।

सँवाद 2024: ऐनुअल सिम्पोज़ियम, सिल्वर ओक यूनिवर्सिटी, अहमदाबाद में 5 दिसम्बर 2024 को "इमर्जिंग रोल ऑफ़ प्लाज़्मा टेक्नोलॉजी इन मल्टिडिसिप्लिनरी रिसर्च" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

7th लैटिन अमेरीकन वर्कशॉप ऑन प्लाज़्मा फ़िज़िक्स, सैंटियागो, चिली में 20–23 जनवरी 2025 को "ईएसडी ऐंड इट्स डेट्रिमेंटल इफ़ेक्ट्स ऑन स्पेसक्राफ़्ट चार्जिंग ऐंड आर्क मिटिगेशन टेक्निक्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

एस. सुनील
सेकंड नेशनल सेमिनार ऑन डिस्कवरी ऐंड डिटेक्शन ऑफ़ ग्रैविटेशनल वेव्स, जयपुर नेशनल यूनिवर्सिटी, जयपुर में 14 सितम्बर 2025 को "रोल ऑफ़ वैक्यूम इन ग्रैविटेशनल वेव डिटेक्शन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

मीटिंग विथ लाइगो–इंडिया नोडल इंस्टिट्यूट्स ऐंड लाइगो–यूएस पर्सोनल विज़िटिंग IUCAA, पुणे में 6 मार्च 2025 को "लाइगो–इंडिया: वैक्यूम इक्विपमेंट लेआउट" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

शांतनु करकरी
डीएई–बीआरएनएस फ़र्स्ट नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन पल्स्ड पावर साइंस, टेक्नोलॉजी ऐंड एप्लिकेशन्स (PPSTA 2024), भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर फ़ैसिलिटीज़, विशाखापट्टनम में 12–14 सितम्बर 2024 को "कोऐक्सियल प्लाज़्मा एक्सेलरेटर: एप्लिकेशन्स इन फ़्यूज़न टेक्नोलॉजी" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

हिमांशु त्यागी
9th इंटरनेशनल सिम्पोज़ियम ऑन नेगेटिव आयन्स, बीम्स ऐंड सोर्सेज़ (NIBS2024), आईटीईआर–इंडिया, इंस्टिट्यूट फ़ॉर प्लाज़्मा रिसर्च, गांधीनगर में 19–22 नवम्बर 2024 को "असेसमेंट ऑफ़ सिग्नल रिकंस्ट्रक्शन टेक्निक्स फ़ॉर क्रिटिकल सिग्नल्स इन हाई पावर नेगेटिव आयन–बेस्ड प्लाज़्मा सोर्सेज़" तथा "हाई पावर आयन सोर्स के लिए प्लाज़्मा डेंसिटी एस्टीमेशन यूज़िंग मशीन लर्निंग" विषयों पर प्लेनरी व्याख्यान दिए।

उपेंद्र प्रसाद
इंटर–यूनिवर्सिटी एक्सेलरेटर सेंटर, नई दिल्ली में 26–29 नवम्बर 2024 को आयोजित 29वीं नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन क्रायोजेनिक्स ऐंड सुपरकंडक्टिविटी (एनसीसीएस–29) में "हाई टेम्प्रेचर सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट्स फ़ॉर मैग्नेटिक फ़्यूज़न: आर ऐंड डी अपडेट ऐंड प्लान" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

नितिन शाह
29वीं नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन क्रायोजेनिक्स ऐंड सुपरकंडक्टिविटी (एनसीसीएस–29), इंटर–यूनिवर्सिटी एक्सेलरेटर सेंटर, नई दिल्ली में 26–29 नवम्बर 2024 को "इंडियाज़ कॉन्ट्रिब्यूशन टू द ITER क्रायोजेनिक सिस्टम ऐंड प्रेज़ेंट स्टेटस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

39वें नेशनल सिम्पोज़ियम ऑन प्लाज़्मा साइंस ऐंड टेक्नोलॉजी (प्लाज़्मा 2024), पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी (पीडीयूई), गांधीनगर में 17–20 दिसम्बर 2024 को आमंत्रित व्याख्यान दिए गए।

श्री शांतनु करकरी ने "रीविज़िटिंग द बेसिक्स इन फ़्यूज़न रिसर्च थ्रू लीनियर प्लाज़्मा डिवाइसेज़" विषय पर व्याख्यान दिया।
श्री शिशिर देशपांडे ने "ए स्टेज्ड अप्रोच टू इंडियन डेमो: द रोल ऑफ़ ऐन इंटीग्रेटेड टेस्ट फ़ैसिलिटी ऐंड $Q_E \leq 1$ पायलट प्लांट" विषय पर व्याख्यान दिया।

डॉ. जॉयदीप घोष ने "टोकामैक ऑपरेशन विद लो-एज सेफ़्टी फ़ैक्टर ($q_{edge} < 2$) वैल्यू: कैन इट बी स्केल्ड टू अ फ़्यूज़न रिएक्टर?" विषय पर व्याख्यान दिया।

अरुण चक्रवर्ती ने "इंडिया इन ईटर – टेक्निकल एंड मैनेजमेंट पर्सपेक्टिव्ज़ फ़्रॉम अ कोलैबोरेशन ऑफ़ 18+ ईयर्स" विषय पर व्याख्यान दिया।

सुब्रोतो मुखर्जी ने "लेज़र इंटरफ़ेरोमीटर ग्रैविटेशनल वेव ऑब्ज़र्वेटरी (लाइगो) – डेवलपमेंट्स इन इंडिया" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

राकेश तन्ना ने "कन्फ़ाइनमेंट इम्प्रूवमेंट, डिसरप्शन ऐंड रनअवे इलेक्ट्रॉन मिटिगेशन्स एक्सपेरिमेंट्स इन अदित्य/अदित्य-यू टोकामॅक्स" विषय पर व्याख्यान दिया।

टी. के. बोरठाकुर ने "ईएलएम रिलिवेंट हीट लोडिंग स्टडीज़ यूज़िंग पल्स्ड प्लाज़्मा एक्सेलरेटर ऐट सीपीपी–आईपीआर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

एस. के. नेमा ने "डेवलपमेंट ऑफ़ प्लाज़्मा टेक्नोलॉजीज़ फ़ॉर इंडस्ट्रीज़ ऐंड सोसाइटी" विषय पर व्याख्यान दिया।

एस. के. नेमा ने "डेवलपमेंट ऑफ़ प्लाज़्मा टेक्नोलॉजीज़ फ़ॉर इंडस्ट्रीज़ ऐंड सोसाइटी" विषय पर व्याख्यान दिया।

सरोज दास
“बैलेंसिंग द श्रिंक ऐंड सर्ज़: चैलेंजेज़ फ़ॉर लाइब्रेरीज़” विषय पर 10 जनवरी 2025 को टाटा मेमोरियल हॉस्पिटल द्वारा बॉम्बे साइंस लाइब्रेरियंस एसोसिएशन (BOSLA) के सहयोग से आयोजित नेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन रीइमैजिनिंग लाइब्रेरीज़ (ReIL-2025): बैलेंसिंग ट्रेडिशन ऐंड इनोवेशन इन अ डिजिटल एरा में आमंत्रित व्याख्यान दिया।

राजीव शर्मा
“ग्लास फ़ाइबर कॉम्पोज़िट्स मैटेरियल फ़ॉर वैक्यूम, क्रायोजेनिक, स्पेस ऐंड फ़्यूज़न एप्लिकेशंस” विषय पर 5वें इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन रीसेंट एडवांसेज़ इन मेकैनिकल इन्फ्रास्ट्रक्चर (ICRAM 2025), आईआईटीआरएएम, अहमदाबाद में 10–12 जनवरी 2025 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

पी. ए. रायजादा
“इलेक्ट्रॉन स्पेक्ट्रोस्कोपी ऐंड इलेक्ट्रॉनिक स्ट्रक्चर ऑफ़ मैटेरियल्स” विषय पर नेशनल सिम्पोज़ियम ऑन एडवांस्ड मैटेरियल प्रोसेसिंग ऐंड कैरेक्टराइज़ेशन (NSAMPC 2025), सरदार पटेल यूनिवर्सिटी, वल्लभ विद्यनगर में 4 मार्च 2025 को आमंत्रित व्याख्यान दिया।

D.5 आईपीआर में प्रतिष्ठित आगंतुकों द्वारा दी गई वार्ताएं

डॉ. रोहित कुमार श्रीवास्तव, जेपी इंस्टीट्यूट ऑफ इंफॉर्मेशन टेक्नोलॉजी (JIIT), नोएडा, ने 12 अप्रैल 2024 को " एक्ससाइटेशन ऑफ़ टेराहर्ट्ज़ सर्फ़ेस प्लाज़्मॉन्स बाय लेज़र्स एंड इलेक्ट्रॉन बीम " पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. देबकुमार चक्रवर्ती, यूनिवर्सिटी ऑफ कलकत्ता, कोलकाता, ने 19 अप्रैल 2024 को "एनालिटिकल एंड कम्प्यूटेशनल स्टडीज़ ऑफ़ सम नॉनलिनियर वेव प्रोसेसेज़ इन प्लाज़्माज़" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. जयंत दत्ता, हरीश-चंद्र रिसर्च इंस्टीट्यूट, प्रयागराज, ने 26 अप्रैल 2024 को "फोरमेशन एण्ड इवोल्यूशन ऑफ द वेरी फ़र्स्ट स्टार्स (प्राइमॉर्डियल स्टार्स) इन द यूनिवर्स” पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. मनोज कुमार, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, राउरकेला, ने 3 मई 2024 को "डिज़ाइन एण्ड देवलोपमेंट ऑफ क्रायोजेनिक टर्बोएक्सपैंडर, इंडीजीनस हीलियम लिक्विफायर एण्ड इट्स मेजर कोम्पोनेंट्स” पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अखिल खजूरिया, डॉ. बी.आर. अम्बेडकर नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, जालंधर, ने 10 मई 2024 को "इफैक्ट ऑफ बोरॉन मोड़िफिकेशन ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर इन HAZ ऑफ P91 स्टील फॉर बेट्टर रेसिसटन्स टु टाइप IV क्रैकिंग” पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. बार्टी मालवी, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, गांधीनगर, ने 13 मई 2024 को "यूस ऑफ स्टेबल आइसोटोप्स फॉर फ़ेल्युर डिटेक्शन एण्ड ट्रेसिंग ऑफ बायोमटेरियल्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. देबाश्रिता महाना, अकादमी ऑफ साइंटिफिक एण्ड इन्नोवेटिव रिसर्च (AcSIR), CSIR-HRDC कैंपस, गाजियाबाद, ने 07 जून 2024 को "डेवलपमेंट एण्ड कैरेक्टराइजेशन ऑफ CuO थीन फिल्म्स एण्ड ZnO/CuO हेटरोस्ट्रक्चर बाय PVD प्रोसैस फॉर CO गैस सेन्सिंग एप्लिकेशंस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. डी. के. असवाल, ग्रुप डाइरेक्टर ऑफ हैल्थ, सेफ़्टी, एण्ड एनवायरनमेंट एट BARC, मुंबई, ने 13 जून 2024 को "रेडिएशन, न्यूक्लियर एनर्जी, एण्ड एनवायरनमेंट" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. कमलाक्कन्नन, यूनिवर्सिटी ऑफ मद्रास, चेन्नई, ने 14 जून 2024 को "डिफ़ेक्ट्स स्टडीस इन लॉ एनर्जी आयन-इंप्लांटेड सिलिकॉन कार्बाइड" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अंबा शंकर के एन, PSG कॉलेज ऑफ आर्ट्स एण्ड साइंस, कोयंबटूर, ने 21 जून 2024 को "कार्बन-बेस्ड नैनोमटेरियल्स फॉर एप्लिकेशंस इन एनर्जी जेनेरेशन एण्ड स्टोरेज" पर एक व्याख्यान दिया।

श्री. आनंद प्रकाश, रमन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बैंगलोर, ने 28 जून 2024 को "एंड-कैप टाइप पॉल ट्रैप फॉर प्रिसिजन स्पेक्ट्रोस्कोपी एण्ड आयन-क्रिस्टल एक्सपेरीमेंट्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. दीपांशु वार्ष्णेय, अलीगढ मुस्लिम यूनिवर्सिटी, अलीगढ, ने 02 जुलाई 2024 को "इफेक्ट ऑफ नैनोमटेरियल्स ऑन द डाइइलेक्ट्रिक एण्ड इलेक्टरों-ऑप्टिकल प्रोपर्टिस ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स एण्ड देयर एप्लिकेशंस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. विनीत कुमार शुक्ला, यूनिवर्सिटी ऑफ इलाहाबाद, प्रयागराज, उत्तर प्रदेश, ने 05 जुलाई 2024 को " रिलेटिव अबुन्डन्स ऑफ़ एलेमेंट्स इन जियोलॉजिकल मैटेरियल यूज़िंग स्पेक्ट्रोस्कोपिक टेक्नीक्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. सतीश कुमार, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कानपुर, ने 12 जुलाई 2024 को "हाई स्ट्रेंथ एंड डक्टाइल मिक्स्ड फेज़ स्टील्स फ्रॉम मॉडिफाइड 9Cr1Mo स्टील विद एन्हांस्ड वियर एंड करोज़न रेसिस्टेंस" पर एक व्याख्यान दिया।

प्रो. सनत कुमार तिवारी, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, जम्मू, ने 16 जुलाई 2024 को "टर्ब्युलेंट वॉर्टेक्स फ्लो इन डस्टी प्लाज़्मा" पर एक व्याख्यान दिया।

श्री. पी आर दानी, मेम्बर-सेक्रटेरी, DAE इंटेल्लेक्युयल इंटेलेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट्स सेल, ने 18 जुलाई 2024 को “ओवरव्यू ऑन इंटेलेक्चुअल प्रॉपर्टी एंड एचबीएनआई आईपी पॉलिसी” पर एक व्याख्यान दिया।

प्रो. अर्चना लखानी, UGC-DAE कंसोर्टियम फॉर साइंटिफिक रिसर्च (UGC-DAE-CSR), इंदौर, ने 19 जुलाई 2024 को "इंट्रोडक्शन टू क्वांटम मैटेरियल्स एट द इंटरफेस ऑफ़ फिज़िक्स एंड टेक्नोलॉजी: अ मैग्नेटो-ट्रांसपोर्ट स्टडी" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. शांतनु बनर्जी, प्रिंसटन प्लाज्मा फिसक्स लेबोरेटरी, USA, ने 30 जुलाई 2024 को "द रोल ऑफ़ एज न्यूट्रल्स इन एक्साइटिंग टियरिंग

मोड एक्टिविटी एंड अचीविंग फ्लैट टेम्परेचर प्रोफाइल्स इन एलटीएक्स-β" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. निमिता के विजय, महात्मा गांधी यूनिवर्सिटी, कोट्टायम, केरल, ने 14 अगस्त 2024 को "ऑन द ग्रोथ एण्ड स्टक्चर ऑफ नैनो-स्ट्रक्चर्ड जिंक ऑक्साइड थीन फिल्म्स इन सोल-जेल स्पिन कोटिंग" पर एक व्याख्यान दिया।

प्रो. निगम दवे, पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर, ने 16 अगस्त 2024 को "एंटी-रैगिंग" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अंकित माथुर, भारथिअर यूनिवर्सिटी, कोयंबटूर, ने 23 अगस्त 2024 को "डाइनामिक सेल्यूलर प्लास्टिसिटी इन कैंसर: EMT ट्रांसिशंस एण्ड स्टेम सेल डिफ़रेन्शिएशन स्ट्रेटेजिस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. मितेश सोलंकी, PDEU, गांधीनगर, ने 30 अगस्त 2024 को "एक्सपेरिमेंटल एण्ड थियोरेटिकल कैरेक्टराइजेशन ऑफ प्लाज़्मा फेसिंग XCrCu (X=Zr, Nb, Mo, एण्ड Tc) फॉर कोरोशन-रेसिस्टंट मटीरियल" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अमित कुमार, मॉडर्न इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एण्ड रिसर्च सेंटर, अलवर, राजस्थान, ने 06 सितम्बर 2024 को "स्टडी ऑफ इलेक्ट्रोस्टैटिक एण्ड इलेक्ट्रोमग्नेटिक वेव्स इंस्टेबिलिटीस इन प्लाज़्मा एण्ड कॉम्प्लेक्स प्लाज़्मा" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. संजू रानी, नेशनल फिसिकल लबोरेटोरी, न्यू दिल्ली, ने 20 सितम्बर 2024 को "गैस सेन्सिंग परफ़ोर्मेंस बेस्ड ऑन टिन सेलेनाइड्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अंकिता सक्सेना, अलीगढ़ मुस्लिम यूनिवर्सिटी, उत्तर प्रदेश, ने 20 सितम्बर 2024 को "स्पेक्ट्रल इंवेस्टिगेशन ऑफ मल्टीप्लाई आयोनाइज्ड सिल्वर एटम्स: Ag III-IV" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. नवीन शर्मा, देवी अहिल्या यूनिवर्सिटी, इंदौर, ने 27 सितम्बर 2024 को "इंवेस्टिगेशन ऑफ ड़ाइइलेक्ट्रिक बेरियर डिस्चार्ज बेस्ड कोल्ड प्लाज़्मा सोर्सेस फॉर द जेनेरेशन ऑफ रिएक्टिव ऑक्सीजन एण्ड नाइट्रोजन स्पीशीस एण्ड वैक्यूम अल्ट्रावायोलेट VUV)/ अल्ट्रावायलेट (UV) रेडिएशन" पर एक व्याख्यान दिया।

प्रो. शांतनु भट्टाचार्य, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, राउरकेला, ने 30 सितम्बर 2024 को "सिरेमिक टेक्नॉलजी: आर्ट, साइंस, टेक्नॉलजी, ऑर इन्नोवेशन?" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. आर के शर्मा, भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर (BARC), मुंबई, ने 16 अक्टूबर 2024 को "हाई वोल्टेज एनर्जी स्टोरज केपेसीटर्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. मुकेश जेवरिया, काउंसिल ऑफ साइंटिफिक एण्ड इंडस्टियल रिसर्च (CSIR), न्यू दिल्ली, ने 17 अक्टूबर 2024 को "टेराहर्ट्ज़ कोंप्युटेड टोमोग्राफी एण्ड इट्स प्रोस्पेक्टस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. त्यागराजन मधु, वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, तमिलनाडु, ने 18 अक्टूबर 2024 को "सिंथेसिस, ग्रोथ एण्ड फिज़िक – केमिकल इंवेस्टिगेशन्स ऑन मॉर्फोलिनियम बेस्ड क्रिस्टल्स फॉर नॉन-लिनियर एप्लीकेशन" पर एक व्याख्यान दिया।

श्री. विवेक जोशी, राष्ट्रीय रक्षा यूनिवर्सिटी, गांधीनगर, ने 18 अक्टूबर 2024 को "साइबर सिक्योरिटी अवेयरनेस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. शशांक सिंह, पंजाब यूनिवर्सिटी, चंडीगढ़, ने 25 अक्टूबर 2024 को "फ्रेग्मेंटेशन, मल्टीपल आयोनाइज़ेशन एण्ड डिहाइड्रोजिनेशन ऑफ PAHs मोलिक्युल्स बाय द इम्पेक्ट ऑफ स्विफ्ट प्रोटॉन्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. श्यामापद पात्रा, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, भुवनेश्वर, ने 25 अक्टूबर 2024 को "आयन बीम इण्ड्युस्ड मोड़िफिकेशन ऑफ वेट्टिंग एण्ड ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक प्रोपर्टिस ऑफ फंक्शनल नैनोमटेरियल्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. शर्विल पटेल, पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी (PDEU), गांधीनगर, ने 07 नवंबर 2024 को "स्टडी ऑफ सॉटूथ क्रैश इण्ड्युस्ड हीट पल्स प्रोपेगेशन एण्ड फास्ट डॉपलर स्पेक्ट्रोस्कोपी डायग्नोस्टिक फॉर आदित्य-यू टोकामॅक" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. विभूति आर वाशी, एम एस यूनिवर्सिटी बरोड़ा, वडोदरा, ने 08 नवंबर 2024 को "स्टडी ऑफ़ रिएक्शन क्रॉस-सेक्शन्स फॉर एडवांस्ड रिएक्टर्स एंड एस्ट्रोफिज़िकल एप्लिकेशन्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. कौसिक मकुर, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, हैदराबाद, ने 29 नवंबर 2024 को "फास्ट इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट इन द लेज़र-प्लाज़्मा इंटरेक्शन: स्टडीस ऑफ द आयन एक्सीलरेशन एण्ड एक्स-रेस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. योगिता दहिया, मालवीय नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, जयपुर, ने 29 नवंबर 2024 को "MOF-डिराइव्ड ट्रांज़िशन मेटल कंपाउंड्स ऐज़ ऐनोड मैटेरियल्स फॉर ऑल-सॉलिड-स्टेट लिथियम-आयन बैट्टरिस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. आदिल रशीद, अलीगढ़ मुस्लिम यूनिवर्सिटी, उत्तर प्रदेश, ने 05 दिसंबर 2024 को "एटोमिक स्ट्रक्चर स्टडीस ऑफ आयोनाइज्ड मरक्यूरी एटम्स: Hg III - Hg VI" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. नीलम कुमारी आर्य, अलीगढ़ मुस्लिम यूनिवर्सिटी, उत्तर प्रदेश, ने

06 दिसंबर 2024 को "स्पेक्ट्रल स्टडीज़ ऑफ़ मॉडरेटली आयोनाइज़्ड बिस्मथ एटम्स: बीआई (III–VI)" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. रोहित जैन, हाई टेम्प्रेचर सुपरकंडक्टर्स इंक., कैलिफ़ोर्निया, ने 09 दिसंबर 2024 को "मेटालोऑर्गेनिक केमिकल वेपर डिपोसिशन ऑफ REBCO ऑन वेरियस सब्सट्रेट्स एण्ड कोरिलेशन ऑफ इट्स सुपरकण्डकटिंग प्रोपर्टिस फॉर हाई फ्रीक्वेंसी एण्ड फंक्शनल एप्लिकेशंस" पर एक व्याख्यान दिया।

प्रो. अर्चना भट्टाचार्य, फोरमर डाइरेक्टर, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ जिओमाग्नेटिस्म, मुंबई, ने 10 दिसंबर 2024 को "इवोल्यूशन ऑफ इक्वाटोरियल प्लाज़्मा बबल्स एस सीन थ्रू आईनोस्फेरिक सिंटिल्लेशन ओबसरवेशन्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. मनोज कुमार, CSIR-नेशनल फिजिकल लेबोरेटरी, न्यू दिल्ली, ने 13 दिसंबर 2024 को "एक्सप्लोरिंग टिन-सेलेनाइड फॉर ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक एण्ड थर्मोइलेक्ट्रिक एप्लिकेशंस" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. सिबा प्रसाद आचार्य, साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फ़िज़िक्स, कोलकाता, ने 03 जनवरी 2025 को "नॉन-लिनियर वेव्स एण्ड कियोस इन डिफरेंट प्लाज़्मा सिस्टम्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. महेश चौधरी, बनारस हिंदू यूनिवर्सिटी, वाराणसी, ने 10 जनवरी 2025 को "स्टडी ऑफ अनसर्टेनिटी क्वांटिफ़िकेशन एण्ड पैरामीटर एस्टिमेशन थ्रू न्यूक्लियर रिएक्शन" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. हरीश चरण, डरहम यूनिवर्सिटी, यूनाइटेड किंगडम, ने 13 जनवरी 2025 को "वॉट कोजेस ए ट्रांसिशन फ्रोम स्टेटिक टु डाइनामिक फ्रिक्शन?" पर एक व्याख्यान दिया।

श्री. पैट्रिक नोवाक वेल नोवाकोव्स्की, डिपार्टमेन्ट ऑफ माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक्स एण्ड कंप्यूटर साइंस (DMCS), लॉड्ज़ यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी, पोलैंड, ने 16 जनवरी 2025 को "फ़र्स्ट टेस्टिंग रिजल्ट्स ऑफ द प्रोटोटाइप ITER HXR-मॉनीटर ऑन आदित्य-अपग्रेड टोकामॅक" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. थंगजाम ऋषिकांत सिंह, पांडिचेरी यूनिवर्सिटी, पुदुचेरी, ने 17 जनवरी 2025 को "इंटरप्ले बिटवीन एलेक्ट्रोन एण्ड आयोन प्लाज़्मा वेव्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. के एम राखी, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी रोपड़, पंजाब, ने 27 जनवरी 2025 को "डाइनामिकल इवोल्यूशन ऑफ सेल्फ-ओरगेनाइज्ड नेनो स्ट्रक्चर्स प्रोड्यूस्ड बाय अन्कन्वेन्शनल आयन बीम इरेड़िएशन टेकनिक्स" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. इप्सिता चिन्या, CSIR- सेंट्रल ग्लास एण्ड सिरेमिक रिसर्च इंस्टीट्यूट (CSIR–CGCRI), कोलकाता, ने 21 फ़रवरी 2025 को "डेवलपमेंट ऑफ़ पॉलीमर नैनो-कॉम्पोज़िट्स ऐज़ सेल्फ-पावर्ड सेंसर्स, ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स, एंड फ्लेक्सिबल एनर्जी हार्वेस्टर एंड स्टोरेज" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. अमित के भोजानी, इंस्टीट्यूट ऑफ इंफ्रास्ट्रक्चर टेक्नोलॉजी रिसर्च एण्ड मैनेजमेंट (IITRAM), अहमदाबाद, ने 28 फ़रवरी 2025 को "एड्वान्सिंग एनर्जी मटीरियल्स थ्रू कम्प्यूटेशनल एण्ड एक्सपेरिमेंटल सिनर्जी" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. इप्सिता दास, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर, ने 07 मार्च 2025 को "डिज़ाइन एस्पेक्ट्स ऑफ हाई-टेम्प्रेचर सुपरकंडक्टिंग पावर केबल" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. जॉन पॉल, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी तिरुचिरापल्ली, तमिलनाडु, ने 21 मार्च 2025 को "ग्राफीन ऑक्साइड इन्कॉरपोरेटेड, पोस्ट-ट्रांज़िशन मेटल डोप्ड ज़िंक ऑक्साइड थिन फिल्म्स एंड नैनोरोड्स फॉर एफिशिएंट डाई डीग्रेडेशन" पर एक व्याख्यान दिया।

डॉ. ज्योति पांडे, एक्सट्रीम लाइट इन्फ्रास्ट्रक्चर-न्यूक्लियर फिज़िक्स (ELI-NP), रोमानिया, ने 28 मार्च 2025 को "न्यूक्लियर डेटा फॉर फ्यूज़न एण्ड एस्ट्रोएप्लिकेशंस" पर एक व्याख्यान दिया।

E.6 आईपीआर में प्रस्तुत वार्तालाप

प्रो. रघुनाथ चेलाकोट, डिपार्टमेंट ऑफ फिजिक्स, IIT बॉम्बे, ने 11 जून 2024 को "नॉन-इक्विलिब्रियम फेज़ेज़ इन एक्टिव ब्राउनियन पार्टिकल्स" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #336)

डॉ. विश्व बंधु पाठक, स्कूल फॉर एडवांस्ड साइंसेज, VIT, वेल्लोर, ने 25 जून 2024 को "ऑल-ऑप्टिकल कंट्रोल ऑन एक्सेलेरेशन लेन्थ टु ओप्टिमाइज़ लेज़र वेकफील्ड एक्सेलेरेशन" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #337)

प्रो. अविनाश खरे, इंडियन नेशनल साइंस अकादमी, न्यू दिल्ली, ने 03 अक्टूबर 2024 को "शैल स्टेबिलाइज्ड स्फेरिकल टोकामॅक" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #338)

प्रो. रमित भट्टाचार्य, फिज़िकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद, ने 06 दिसंबर 2024 को "डेटा-कंस्ट्रेन्ड मैग्नेटोहाइड्रोडायनामिक सिम्युलेशन ऑफ़ सोलर कोरोना ट्रांज़िएंट्स" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #339)

प्रो. सादिक रंगवाला, रमन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलुरु, ने 10 दिसंबर 2024 को "इंटरएक्शन्स विद ट्रैप्ड आयन्स" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #340)

प्रो. यू. ए. याज्ञिक, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, गांधीनगर, ने 20 फरवरी 2025 को "कॉस्मिक कननड्रम्स एंड देयर पार्टिकल फिज़िक्स सोल्यूशन्स" पर एक व्याख्यान दिया (वार्तालाप #341)

E7. आईपीआर द्वारा आयोजित वैज्ञानिक बैठकें

आईपीआर में शैक्षणिक भ्रमण (अप्रैल-मई 2024)

5 अप्रैल 2024 को श्री गुरु गोविंद विश्वविद्यालय, गोधरा, गुजरात के बीएससी/एमएससी के 21 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर

का दौरा किया। 8-9 अप्रैल 2024 को एलडी कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, अहमदाबाद के बीई (इलेक्ट्रिकल) के 67 छात्र और 6 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का भ्रमण किया। 23 अप्रैल 2024 को गवर्नमेंट इंजीनियरिंग कॉलेज, गांधीनगर से बीई (मेटलर्जी) के 17 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

इसरो के युविका (युवा विज्ञानी कार्यक्रम) कार्यक्रम में भाग लेने वाले विद्यार्थियों ने 20 मई 2024 को आईपीआर का दौरा किया। भारत के पश्चिमी राज्यों से चुने गए ये 50 छात्र इसरो के विभिन्न केंद्रों में कुछ सप्ताह बिताते हैं। आईपीआर में युविका के छात्रों को डॉ. ए वी रवि कुमार द्वारा प्लाज़्मा पर एक परिचयात्मक व्याख्यान दिया गया और फिर जनजागरूकता टीम द्वारा उन्हें प्लाज़्मा से संबंधित विभिन्न प्रदर्शनियां दिखाई गईं। उन्हें आदित्य और एसएसटी-1 दोनों टोकामॅक को देखने के लिए भी ले जाया गया।

5 अप्रैल 2024 को, श्री गुरु गोविंद विश्वविद्यालय, गोधरा, गुजरात के बीएससी/एमएससी के 21 छात्रों और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 8-9 अप्रैल 2024 को, बीई (इलेक्ट्रिकल) के 67 छात्रों और एल.डी. कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, अहमदाबाद के 6 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 23 अप्रैल 2024 को, बीई (धातुकर्म) के 17 छात्रों और सरकारी इंजीनियरिंग कॉलेज, गांधीनगर के 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

इसरो के युविका (युवा वैज्ञानिक कार्यक्रम) कार्यक्रम के छात्र प्रतिभागियों ने 20 मई, 2024 को आईपीआर का दौरा किया। भारत के पश्चिमी राज्यों से चुने गए इन 50 छात्रों को इसरो केंद्रों में कुछ सप्ताह बिताने का मौका मिलता है। आईपीआर में, युविका छात्रों को डॉ. ए वी रवि कुमार द्वारा प्लाज्मा पर एक परिचयात्मक व्याख्यान दिया गया और फिर उन्हें आउटरीच टीम द्वारा प्लाज्मा पर विभिन्न प्रदर्शन दिखाए गए। उन्हें आदित्य और एसएसटी-1 टोकामक दोनों का दौरा भी कराया गया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में प्लाज़्मा भौतिकी और इसके अनुप्रयोगों पर संगोष्ठी सहकार्यशाला:

अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) की जनजागरूकता सेल ने 5 अप्रैल 2024 को माधवदेव विश्वविद्यालय, नारायणपुर, असम में "प्लाज़्मा भौतिकी और इसके अनुप्रयोगों पर संगोष्ठी सह कार्यशाला" का आयोजन किया। इस कार्यक्रम में विश्वविद्यालय के लगभग 10 शिक्षक और 90 छात्रों ने भाग लिया, जिनमें काजीरंगा विश्वविद्यालय, जोरहाट, असम और नॉर्थ ईस्टर्न रीजनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (एनईआरआईएसटी), ईटानगर, अरुणाचल प्रदेश के कुछ छात्र भी शामिल थे। तकनीकी सत्र के दौरान, डॉ. राकेश मौलिक ने प्लाज़्मा भौतिकी के परिचय पर एक व्याख्यान दिया, जिसके बाद डॉ. एस. एस. कौसिक ने धूलयुक्त प्लाज़्मा में ऋणात्मक आयन उत्पादन पर चर्चा की। तकनीकी सत्र का समापन डॉ. नगांगोम ओमोआ द्वारा प्रायोगिक प्लाज़्मा भौतिकी की मूल बातों पर व्याख्यान के साथ हुआ। तकनीकी सत्र II के दौरान, प्रतिभागियों को ग्लो डिस्चार्ज प्लाज़्मा, आर्क प्लाज़्मा, डीबीडी प्लाज़्मा, जैकब्स लैडर और प्लाज़्मा ग्लोब दिखाया गया। इन प्लाज़्माओं के कार्य सिद्धांत और उनके अनुप्रयोगों को प्रतिभागियों को समझाया गया।

उदयपुर (राजस्थान) में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

द्वारा गीतांजलि इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्निकल स्टडीज़ (जीआईटीएस), उदयपुर (राजस्थान) के सहयोग से 15–19 अप्रैल 2024 के दौरान "पदार्थ की चौथी अवस्था – प्लाज़्मा" पर एक प्रदर्शनी का आयोजन किया गया। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के अंतर्गत भारत के विभिन्न राज्यों में आयोजित की जा रही आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधियों का एक भाग था। कार्यक्रम का उद्घाटन जीआईटीएस के निदेशक डॉ. नरेंद्र सिंह राठौर द्वारा किया गया। इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा एवं उसके अनुप्रयोगों पर प्रदर्शनी, छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान तथा विज्ञान शिक्षकों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल थे। जीआईटीएस के प्रथम वर्ष के 61 इंजीनियरिंग छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनों की जानकारी देने हेतु प्रशिक्षित किया गया। विज्ञान शिक्षकों के प्रशिक्षण कार्यक्रम में उदयपुर के 60 से अधिक शिक्षकों ने भाग लिया, जिन्हें संसाधन सामग्री एवं टोकोटॉय (Tokotoy) प्रदान किए गए। इसके अतिरिक्त, स्कूली छात्रों के लिए प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता तथा स्वयंसेवकों के लिए टोकामैक असेंबली प्रतियोगिता भी आयोजित की गई। उदयपुर के 50 से अधिक विद्यालयों एवं महाविद्यालयों के लगभग 4000 छात्रों ने इस प्रदर्शनी का अवलोकन किया। इस पूरे आयोजन का समन्वय जीआईटीएस की डॉ. हिना ओझा तथा डॉ. विशाल जैन द्वारा किया गया।

आईपीआर और पीडीईयू के बीच एमओयू

प्रतिष्ठित प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर) और पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी (पीडीईयू) के बीच प्लाज़्मा विज्ञान, प्रौद्योगिकी और संबंधित विषयों के प्रगतिशील अन्वेषण और विकास के लिए शैक्षणिक और वैज्ञानिक अनुसंधान को आगे बढ़ाने हेतु एक समझौता ज्ञापन (एमओयू) स्थापित किया गया है। आईपीआर के पास समाज की जरूरतों को पूरा करने के उद्देश्य से फ्यूज़न और प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों में स्वदेशी विशेषज्ञता को बढ़ावा देने के लिए एक व्यापक अनुसंधान एवं विकास (आरएंडडी) रोडमैप है। विशेष रूप से, आईपीआर में अटल इनक्यूबेशन सेंटर की स्थापना स्टार्टअप्स और इनोवेटर्स के लिए इसके समर्थन ढांचे को और मजबूत करती है, जो फ्यूज़न और व्यापक सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों के त्वरित विकास की सुविधा प्रदान करती है।

पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी (पीडीईयू) अपनी इंजीनियरिंग, कला और प्रबंधन जैसे विविध शैक्षणिक क्षेत्रों में व्यापक पाठ्यक्रमों और सुदृढ़ अनुसंधान एवं विकास तंत्र के लिए जानी जाती है। ऊर्जा, पर्यावरण, एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग और 3-डी प्रिंटिंग जैसे अत्याधुनिक क्षेत्रों पर पीडीईयू का विशेष ध्यान, नवाचार और ज्ञान-विनिमय के प्रति उसकी प्रतिबद्धता को रेखांकित करता है।

आईपीआर और पीडीईयू के बीच यह सहयोग अनुसंधान, शिक्षण एवं कौशल-विकास के क्षेत्रों में परस्पर लाभकारी तालमेल को बढ़ावा

देगा। साथ ही, यह साझेदारी प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों के त्वरित कार्यान्वयन, कुशल मानव संसाधन के विकास, तथा शैक्षणिक, तकनीकी एवं सामाजिक क्षेत्रों में परिवर्तनकारी प्रगति की दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी।

राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस 2024

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), गांधीनगर (गुजरात) ने गुजरात साइंस सिटी, अहमदाबाद और गुजकॉस्ट के सहयोग से 11 मई 2024 को गुजरात साइंस सिटी, अहमदाबाद में "विकसित भारत के लिए प्रौद्योगिकी" विषय के साथ कार्यक्रमों की एक श्रृंखला के माध्यम से राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस मनाया। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। इस कार्यक्रम का उद्घाटन डॉ. नरोत्तम साहू, सलाहकार और सदस्य सचिव, गुजकॉस्ट ने किया।

इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान और विज्ञान शिक्षकों, छात्रों और जनता के लिए प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों और परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। एमजी साइंस कॉलेज अहमदाबाद के स्नातक छात्रों ने प्रदर्शनी के लिए छात्र स्वयंसेवकों के रूप में भाग लिया। साइंस सिटी में आने वाले 1500 से अधिक लोगों ने भी इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

ग्रीष्मकालीन विद्यालय कार्यक्रम (एसएसपी-2024) के छात्रों के लिए अभिविन्यास

वर्ष 2024 के लिए ग्रीष्मकालीन विद्यालय कार्यक्रम (आईपीआर एसएसपी - 2024) 27 मई 2024 से संस्थान में शुरू हुआ, जिसमें सेमिनार हॉल में स्वागत और पंजीकरण समारोह आयोजित किया गया। ग्रीष्मकालीन विद्यालय के छात्र देश भर से विभिन्न विश्वविद्यालयों, राष्ट्रीय संस्थानों आदि से इस कार्यक्रम में शामिल हुए। कुल 25 छात्रों ने इस कार्यक्रम में भाग लिया, जिनमें से 19 छात्र भौतिकी से, 2 छात्र इलेक्ट्रिकल से, 2 छात्र इलेक्ट्रॉनिक्स और इंस्ट्रूमेंटेशन से तथा 1-1 छात्र मैकेनिकल और कंप्यूटर विषयों से हैं।

छात्रों को आईपीआर की समग्र गतिविधियों, आईपीआर पुस्तकालय और आईपीआर जनजागरूकता कार्यक्रमों के बारे में अभिविन्यास दिया गया। कार्यक्रम के छात्रों को निदेशक, आईपीआर द्वारा संस्थान की समग्र गतिविधियों और लक्ष्यों के बारे में संबोधित किया गया, इसके बाद डीन, अकादमिक एवं छात्र कल्याण, डीन, प्रशासन और डीन, अनुसंधान एवं विकास के व्याख्यान हुए। छात्रों ने संस्थान में संबंधित अनुसंधान एवं विकास क्षेत्रों के विशेषज्ञों द्वारा दिए गए लोकप्रिय व्याख्यानों में भाग लिया और साथ ही एसएसटी - 1, आदित्य -यू, बीटा, ईटर भारत और एफसीआईपीटी सहित प्रयोगशालाओं का भ्रमण किया। छात्रों ने इसरो में अंतरिक्ष अनुसंधान गतिविधियों के बारे में अधिक जानने के लिए अहमदाबाद में विक्रम साराभाई अंतरिक्ष प्रदर्शनी (वीएसएसई) केंद्र का भी दौरा किया। छात्र वर्तमान में अपने-अपने क्षेत्रों में परियोजना कार्य के लिए विभिन्न अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं तथा सिद्धांत एवं सिमुलेशन समूहों में कार्यरत हैं।"

कार्यक्रम का समापन 3 जुलाई 2024 को मौखिक प्रस्तुतियों के साथ हुआ, इसके बाद 4 जुलाई 2024 को छात्रों द्वारा पोस्टर प्रस्तुतियां दी गईं। पोस्टर सत्र आईपीआर के कर्मचारी सदस्यों के लिए अवलोकन किया गया। समापन समारोह 5 जुलाई 2024 को आयोजित किया गया, जिसमें पोस्टर प्रस्तुति के विजेताओं को पुरस्कार वितरण और भाग लेने वाले छात्रों को प्रमाणपत्र और स्मृति चिन्ह दिए गए।

विश्व पर्यावरण दिवस - 2024

विश्व पर्यावरण दिवस (डब्ल्यूईडी) 2024 को आईपीआर में 5 जून 2024 को मनाया गया। विशेष रूप से आमंत्रित अतिथि, श्री आर.डी. कंबोज और श्री इंदरसिंह के. बारड, दोनों सेवानिवृत्त आईएफएस अधिकारी, डब्ल्यूईडी में उपस्थित थे। सेवानिवृत्त आईएफएस अधिकारी श्री आर.डी. कंबोज द्वारा "जैव विविधता - इसके नुकसान के कारण और परिणाम" पर एक विशेष व्याख्यान आईपीआर में आयोजित किया गया। आईपीआर स्टाफ क्लब द्वारा पौधों का वितरण और वृक्षारोपण की भी व्यवस्था की गई।

आईपीआर और निरमा विश्वविद्यालय के बीच एमओयू

आईपीआर और निरमा विश्वविद्यालय (एनयू) के बीच 7 जून 2024 को वैज्ञानिक अनुसंधान सहयोग और शैक्षणिक साझेदारी को बढ़ावा देने के लिए एक समझौता ज्ञापन (एमओयू) पर हस्ताक्षर किए गए। इस सहयोग का उद्देश्य आपसी हितों को संबोधित करना और प्लाज़्मा विज्ञान, प्रौद्योगिकी और संबद्ध क्षेत्रों में कुशल मानव पूंजी विकसित करना है। आईपीआर के पास समाज की जरूरतों को पूरा करने के लिए फ्यूज़न और प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों में स्वदेशी विशेषज्ञता के विकास पर केंद्रित एक व्यापक आर एंड डी रोडमैप है।

आईपीआर ने स्टार्टअप्स और इनोवेटर्स को मार्गदर्शन और बुनियादी ढांचा सहायता प्रदान करने, फ्यूज़न और व्यापक अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों के तेजी से विकास को बढ़ावा देने के लिए एक अलग सेक्शन-8 कंपनी (एआईसी-प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन, जिसे अटल इनोवेशन मिशन, नीति आयोग द्वारा एआईसी के रूप में मान्यता प्राप्त है) भी स्थापित की है।

निरमा विश्वविद्यालय (एनयू) इंजीनियरिंग, विज्ञान, कला और प्रबंधन में अपने विविध शैक्षणिक कार्यक्रमों और मजबूत अनुसंधान एवं विकास बुनियादी ढांचे के लिए प्रसिद्ध है। निरमा विश्वविद्यालय (एनयू) जैव प्रौद्योगिकी, फार्मास्यूटिकल्स, जीवन विज्ञान, अंतरिक्ष क्षेत्र, इंजीनियरिंग, प्रौद्योगिकी और डिज़ाइन जैसे अनुसंधान क्षेत्रों में सक्रिय रूप से संलग्न रहा है। पूर्व में, निरमा विश्वविद्यालय (एनयू) ने बीआरएफएसटी/बीआरएनएस और डीएसटी जैसी सरकारी एजेंसियों द्वारा वित्त पोषित विभिन्न वैज्ञानिक परियोजनाओं पर आईपीआर के साथ सहयोग किया है।

इस सहयोग का उद्देश्य सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों के त्वरित विकास के लिए दोनों संगठनों की शक्तियों का लाभ उठाना और इन लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए एक कुशल कार्यबल तैयार करना है। यह साझेदारी शैक्षणिक, तकनीकी और सामाजिक क्षेत्रों में परिवर्तनकारी प्रगति की महत्वपूर्ण संभावनाएं रखती है।

अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस (आईडीवाई) - 2024

आईपीआर में 21 जून 2024 को अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस (आईडीवाई-2024) को मनाया गया। बड़ी संख्या में कर्मचारियों ने योग और प्राणायाम करके उत्साहपूर्वक भाग लिया। गुजरात राज्य योग बोर्ड के योग प्रशिक्षक श्री अमृतसिंह माली और उनकी टीम ने एक निर्देशित सत्र का संचालन किया। इस सत्र में प्रतिभागियों ने विभिन्न प्रकार के आसनों का अभ्यास किया।

आईपीआर में शैक्षणिक भ्रमण (जून - जुलाई 2024)

5 जून 2024 को सेंट जेवियर्स कॉलेज, अहमदाबाद के बीएससी/एमएससी भौतिकी/अनुप्रयुक्त भौतिकी के 52 छात्रों ने आईपीआर का दौरा किया; 12 जून 2024 को एलडीआरपी इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड रिसर्च, गांधीनगर के बीई कंप्यूटर इंजीनियरिंग के 57 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 19 जून 2024 को यूनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, बांसवाड़ा, राजस्थान के बीई/एमई के 56 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 21 जून 2024 को शिवाशीष वर्ल्ड स्कूल, अहमदाबाद के 11वीं और 12वीं कक्षा के 65 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

02 जुलाई 2024 को निरमा विश्वविद्यालय, अहमदाबाद के 25 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 18 जुलाई 2024 को विदुष सोमानी इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड रिसर्च (वीएसआईटीआर), काडी, गुजरात के बीई के 50 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 23 जुलाई 2024 को एलडीआरपी-इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड रिसर्च, गांधीनगर के बीई (ईसी) के 35 छात्र और 3 संकाय सदस्यों तथा सरदार वल्लभभाई ग्लोबल यूनिवर्सिटी - यूसीपी इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, अहमदाबाद के बीई (आईटी) के 27 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 24 जुलाई 2024 को बीई (सीएस) के 75 छात्र और 2 संकाय सदस्य; 25 जुलाई 2024 को बीई (आईटी) के 75 छात्र और 2 संकाय सदस्य तथा 26 जुलाई 2024 को श्री स्वामीनारायण इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, भाट, गांधीनगर के बीई के 77 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

कॉटन विश्वविद्यालय के छात्रों का प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में शैक्षणिक भ्रमण (जून 2024)

कॉटन विश्वविद्यालय के चार छात्रों ने 25 से 27 जून 2024 तक प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) का दौरा किया और विभिन्न गतिविधियों में भाग लिया। डॉ. राकेश मौलिक ने मूल प्लाज़्मा भौतिकी पर और डॉ. नगांगोम ओमोआ ने प्रायोगिक प्लाज़्मा भौतिकी पर व्याख्यान दिया। प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) के नवस्थापित जनजागरूकता प्रदर्शनी हॉल में छात्रों को ग्लो डिस्चार्ज प्लाज़्मा, आर्क प्लाज़्मा, डीबीडी प्लाज़्मा, जैकब्स लैडर और प्लाज़्मा ग्लोब दिखाया गया। इन प्लाज़्माओं के कार्य सिद्धांत और उनके अनुप्रयोगों को भी उन्हें समझाया गया। उन्होंने ग्लो डिस्चार्ज सेटअप का उपयोग करके पासचेन वक्र और गैस डिस्चार्ज की आई-वी विशेषताओं की प्लॉटिंग पर प्रयोग भी किए। अंत में, उन्होंने विभिन्न प्रयोगशालाओं का दौरा किया और सीपीपी-आईपीआर के शोध विद्वानों और वैज्ञानिकों के साथ बातचीत की।

श्रीमती पी.डी. श्रॉफ संस्कारदीप विद्यालय, अंकलेश्वर में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), गांधीनगर (गुजरात) ने श्रीमती पी. डी. श्रॉफ संस्कारदीप विद्यालय, अंकलेश्वर (गुजरात) के सहयोग से 09-11 जुलाई 2024 के दौरान "पदार्थ की चौथी अवस्था" प्लाज़्मा पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। इस कार्यक्रम का उद्घाटन जिला कलेक्टर श्री तुषार सुमेरा ने किया।

इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान और विज्ञान शिक्षकों के लिए प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों और परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। मेजबान स्कूल के 9वीं और 10वीं कक्षा के 32 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। अंकलेश्वर और भरूच के 17 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 1700 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

"बौद्धिक संपदा और एचबीएनआई आईपी नीति का अवलोकन" पर व्याख्यान

18 जुलाई 2024 को पऊवि आईपीआर सेल के सदस्य-सचिव श्री दानी राजैया द्वारा "बौद्धिक संपदा और एचबीएनआई आईपी नीति का अवलोकन" पर एक व्याख्यान आयोजित किया गया। वक्ता ने आईपी का अवलोकन दिया और पेटेंटिंग के माध्यम से आविष्कारों की सुरक्षा के महत्व पर प्रकाश डाला। उन्होंने एचबीएनआई आईपी नीति पर भी चर्चा की। इस संवादात्मक सत्र में 60 से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया।

आईपीआर में शैक्षणिक भ्रमण (अगस्त - सितंबर 2024)

1 अगस्त 2024 को दिव्य ज्योत स्कूल, शेला, अहमदाबाद के कक्षा 9 और 10 के 92 छात्र और 5 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया; 5 अगस्त 2024 को सिल्वर ओक यूनिवर्सिटी, अहमदाबाद के बीई (केमिकल) के 39 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने तथा 7 अगस्त 2024 को बीई (इलेक्ट्रिकल) के 38 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 12 अगस्त 2024 को द मिलेनियम स्कूल, सूरत से कक्षा 11 और 12 के 8 छात्र और 2 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया।

21 अगस्त 2024 को दिल्ली पब्लिक स्कूल (डीपीएस), बोपल, अहमदाबाद के 73 छात्र और 02 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया; 22 अगस्त 2024 को नेशनल फोरेंसिक साइंस यूनिवर्सिटी,

गांधीनगर के बीएससी के 25 छात्र और 02 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 06 सितंबर 2024 को गांधीनगर इंजीनियरिंग कॉलेज (जीईसी), गांधीनगर के बीटेक के 12 छात्र और 02 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 12 सितंबर 2024 को चरोतर यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चंगा के बीटेक (इलेक्ट्रिकल) के 45 छात्र और 02 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 18 सितंबर 2024 को चरोतर यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, छांगा के बीटेक (मेक) के 47 छात्र और 02 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

पार्वथनेनी ब्रह्मय्या सिद्धार्थ कॉलेज ऑफ आर्ट्स एंड साइंस, विजयवाड़ा, आंध्र प्रदेश में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर गांधीनगर ने पार्वथनेनी ब्रह्मय्या सिद्धार्थ कॉलेज ऑफ आर्ट्स एंड साइंस, विजयवाड़ा (आंध्र प्रदेश) के सहयोग से 05-09 अगस्त 2024 के दौरान "प्लाज़्मा: पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा था। इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान और प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों और परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। मेजबान कॉलेज के 72 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। विजयवाड़ा और आसपास के 72 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 5000 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

पूर्वोत्तर में एआईसी - आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन जागरूकता कार्यक्रम

एआईसी–आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन द्वारा नॉर्थ ईस्ट सेंटर फॉर टेक्नोलॉजी एप्लीकेशन एंड रीच (नेक्टार) के सहयोग से शिलांग स्थित नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (एनआईटी) मेघालय और गुवाहाटी स्थित कॉटन विश्वविद्यालय में क्रमशः 6 और 8 अगस्त 2024 को "उद्यमिता के लिए प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियां" विषय पर एक जागरूकता कार्यक्रम आयोजित किया गया। एनआईटी मेघालय में स्वागत भाषण प्रो. पिनाकेश्वर महंत, निदेशक, एनआईटी मेघालय द्वारा तथा कॉटन विश्वविद्यालय में प्रो. रमेश चंद्र डेका, कुलपति, कॉटन विश्वविद्यालय द्वारा दिया गया। इन कार्यक्रमों के दौरान, डॉ. अरुण कुमार शर्मा, महानिदेशक, नेक्टार ने कार्यक्रम की रूपरेखा प्रस्तुत की और पूर्वोत्तर भारत में प्लाज़्मा के विभिन्न संभावित अनुप्रयोगों पर प्रकाश डाला। डॉ. निरव जमनापारा ने आईपीआर के अटल इनक्यूबेशन सेंटर और विभिन्न प्लाज़्मा आधारित प्रौद्योगिकियों के बारे में बताया, जिनका उपयोग स्टार्टअप्स द्वारा किया जा सकता है। श्री सरोज दास ने सूचना प्रबंधन और आईपीआर टीटीआईपी समिति की गतिविधियों पर चर्चा की। श्री दानी पी. राजैया, सदस्य सचिव, पऊवि आईपीआर सेल ने बौद्धिक संपदा अधिकारों और पेटेंट के महत्व पर चर्चा की। डॉ. नगांगोम आओमोआ, सीपीपी-आईपीआर ने सीपीपी-आईपीआर में की जा रही अनुप्रयोग आधारित अनुसंधान गतिविधियों का अवलोकन प्रस्तुत किया।

एनआईटी मेघालय में आयोजित कार्यक्रम में शिलांग के विभिन्न कॉलेजों, एनआईटी मेघालय और नॉर्थ ईस्टर्न हिल यूनिवर्सिटी के छात्रों और संकाय सदस्यों सहित लगभग 70 प्रतिभागियों ने भाग लिया। कॉटन विश्वविद्यालय में गुवाहाटी और आसपास के विभिन्न कॉलेजों और विश्वविद्यालयों के छात्रों एवं संकाय सदस्यों सहित लगभग 60 प्रतिभागियों ने कार्यक्रम में भाग लिया।

7 अगस्त 2024 को सीपीपी-आईपीआर में स्टार्टअप्स और पेटेंटिंग पर एक जागरूकता कार्यक्रम आयोजित किया गया। इस कार्यक्रम के दौरान श्री पी. आर. दानी, सदस्य सचिव, पऊवि आईपीआर सेल ने पेटेंट पर व्याख्यान दिया और पऊवि के पेटेंटिंग अनुभव पर चर्चा की। डॉ. निरव जमनापारा ने आईपीआर के अटल इनक्यूबेशन सेंटर के बारे में बताया, जबकि श्री सरोज दास ने आईपीआर में पेटेंटिंग और प्रकाशन प्रक्रियाओं पर चर्चा की। इस कार्यक्रम में सीपीपी-आईपीआर के शोध विद्वानों, पीडीएफ तथा वैज्ञानिकों सहित लगभग 40 प्रतिभागियों ने भाग लिया।भवन्स विवेकानंद कॉलेज, सिकंदराबाद, तेलंगाना में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर गांधीनगर ने भवन्स विवेकानंद कॉलेज, सिकंदराबाद (तेलंगाना) के सहयोग से 12-14 अगस्त 2024 के दौरान "प्लाज़्मा: पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा था। इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान और प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों और परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। मेजबान कॉलेज के 76 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। सिकंदराबाद और आसपास के 19 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 1750 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

भवन विवेकानंद कॉलेज, सिकंदराबाद, तेलंगाना में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर गांधीनगर ने भवन विवेकानंद कॉलेज, सिकंदराबाद (तेलंगाना) के सहयोग से 12-14 अगस्त, 2024 के दौरान "प्लाज़्मा: पदार्थ की चौथी अवस्था" विषय पर एक प्रदर्शनी का आयोजन किया। यह कार्यक्रम "परमाणु ऊर्जा विभाग के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक पहुँच गतिविधि का एक हिस्सा था। इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा और उसके अनुप्रयोगों पर एक प्रदर्शनी, साथ ही अतिथि छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक वार्ता और प्लाज़्मा, उसके अनुप्रयोगों और नाभिकीय संलयन पर एक प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। मेजबान कॉलेज के 76 छात्रों को आईपीआर कर्मचारियों द्वारा विभिन्न प्रदर्शनों के बारे में अतिथि जनता को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। सिकंदराबाद और उसके आसपास के 19 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 1750 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने प्रदर्शनी का दौरा किया।

रैगिंग विरोधी पखवाड़ा

छात्रों, संकाय सदस्यों और कर्मचारियों में रैगिंग की रोकथाम के प्रति जागरूकता फैलाने के लिए, आईपीआर ने 12–18 अगस्त 2024 के दौरान रैगिंग विरोधी दिवस/सप्ताह मनाया। डीन (अकादमिक), डीन (प्रशासन) और डीन (अनुसंधान एवं विकास) ने आईपीआर की रैगिंग विरोधी समिति और छात्रावास समिति के साथ मिलकर रैगिंग विरोधी दिवस पर रैगिंग प्रथा के विरुद्ध शपथ दिलाई। सप्ताह के दौरान नारा लेखन, लोगो डिज़ाइन और पोस्टर निर्माण जैसी विभिन्न प्रतियोगिताएँ आयोजित की गईं। सप्ताह का समापन प्रो. दवे के जागरूकता व्याख्यान और प्रतियोगिता के विजेताओं एवं उपविजेताओं को पुरस्कार वितरण के साथ हुआ।

मुक्तजीवन इंग्लिश स्कूल, मणिनगर, अहमदाबाद में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर गांधीनगर ने मुक्तजीवन इंग्लिश स्कूल, मणिनगर, अहमदाबाद के सहयोग से 21-23 अगस्त 2024 के दौरान "प्लाज़्मा: पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में गुजरात के ग्रामीण क्षेत्रों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा था। इस कार्यक्रम का उद्घाटन मुक्तजीवन समूह शिक्षा के निदेशक ने किया। इस कार्यक्रम में प्लाज़्मा एवं उसके अनुप्रयोगों पर प्रदर्शनी, परिचयात्मक व्याख्यान और प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों तथा परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल थे। मेज़बान विद्यालय की 11वीं और 12वीं कक्षा के 32 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों ने आगंतुकों को प्रदर्शनी समझाने के लिए प्रशिक्षित किया। आसपास के विद्यालयों के 1200 से अधिक छात्र और शिक्षक इस प्रदर्शनी में सम्मिलित हुए।

गुजरात विद्यापीठ में प्लाज़्मा पर लोकप्रिय व्याख्यान

23 अगस्त 2024 को राष्ट्रीय अंतरिक्ष दिवस के अवसर पर चंद्रमा की सतह पर विक्रम लैंडर की लैंडिंग की पहली वर्षगांठ मनाने के लिए गुजरात विद्यापीठ में आईपीआर के जनजागरूकता प्रभाग के श्री मनु बाजपेयी द्वारा प्लाज़्मा के परिचय पर हिंदी में एक लोकप्रिय व्याख्यान दिया गया। व्याख्यान में ब्रह्मांड में प्लाज़्मा की प्रचुरता, इसके घरेलू और औद्योगिक अनुप्रयोगों और भविष्य की संभावनाओं विशेष रूप से फ्यूज़न ऊर्जा को शामिल किया गया। इस अवसर पर उपस्थित गणमान्य व्यक्तियों में प्रो. निखिल एस. भट्ट (रजिस्ट्रार), प्रो. नीरज टी. शेठ (डीन), प्रो. कौशिक आर. पटेल, प्रो. डी. श्रीनिवास मूर्ति और अन्य संकाय सदस्य शामिल थे। दर्शकों में शोध विद्वान और विज्ञान के स्नातक एवं स्नातकोत्तर पाठ्यक्रमों के छात्र, मुख्य रूप से सूक्ष्म जीव विज्ञान और बायोगैस अनुसंधान से जुड़े छात्र भी शामिल थे।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) जनजागरूकता द्वारा प्लाज़्मा फिजिक्स और इसके अनुप्रयोगों पर कार्यशाला

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) की जनजागरूकता प्रभाग ने 3 सितंबर 2024 को असम के जोरहाट के दो कॉलेजों में "प्लाज़्मा भौतिकी और इसके अनुप्रयोगों पर कार्यशाला" आयोजित की। सुबह के सत्र में देवीचरण बरुआ, गर्ल्स कॉलेज में कार्यशाला आयोजित की गई, जिसमें कॉलेज के 8 संकाय सदस्य और 40 छात्र तथा नंदा नाथ सैकिया कॉलेज, टीटाबर, असम के 12 छात्रों ने भाग लिया। दोपहर के सत्र में जगन्नाथ बरुआ विश्वविद्यालय (पूर्व में जेबी कॉलेज) में कार्यशाला आयोजित की गई, जिसमें कॉलेज के 10 संकाय सदस्यों और 100 छात्रों ने भाग लिया। कार्यशाला के दौरान डॉ. बी. जे. सैकिया ने श्रोताओं को प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) के संक्षिप्त इतिहास और सीपीपी जनजागरूकता प्रभाग की गतिविधियों के बारे में संबोधित किया। डॉ. राकेश मौलिक ने प्लाज़्मा भौतिकी के परिचय पर व्याख्यान दिया, इसके बाद डॉ. नगांगोम ओमोआ ने प्रायोगिक प्लाज़्मा भौतिकी की बुनियादी बातों पर चर्चा की। प्रतिभागियों को ग्लो डिस्चार्ज प्लाज़्मा, आर्क प्लाज़्मा, डीबीडी प्लाज़्मा, जैकब्स लैडर और प्लाज़्मा ग्लोब दिखाया गया। इन प्लाज़्माओं के कार्य सिद्धांत और उनके अनुप्रयोगों को प्रतिभागियों को समझाया गया।

नव नियुक्त कर्मचारी सदस्यों के लिए प्रेरण कार्यक्रम

जनजागरूकता प्रभाग - आईपीआर ने 13 सितंबर 2024 को नव नियुक्त कर्मचारी सदस्यों के लिए एक प्रेरण कार्यक्रम आयोजित किया। प्रेरण कार्यक्रम का उद्देश्य संस्थान में चल रही गतिविधियों के बारे में जागरूकता लाना और उन भूमिकाओं एवं जिम्मेदारियों के बारे में बताना था जिनका हमें संस्थान के कर्मचारी के रूप में पालन करना होगा।

स्वच्छता पखवाड़ा 2024

आईपीआर ने 17 सितंबर से 1 अक्टूबर 2024 तक 'स्वच्छता ही सेवा' अभियान मनाया। पऊवि के दिशानिर्देशों के अनुसार, संस्थान ने सभी परिसरों - आईपीआर, एफसीआईपीटी, ईटर-भारत और प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में विभिन्न कार्यक्रम आयोजित किए, जिनमें प्रतिज्ञा लेना, पदयात्रा, स्वच्छता कर्मचारियों के लिए स्वास्थ्य जागरूकता व्याख्यान, वृक्षारोपण, जागरूकता व्याख्यान आदि शामिल थे।

आईपीआर एआईसी-प्लाज़्माटेक फाउंडेशन एजीएम और इनक्यूबेशन समझौते

आईपीआर ने एक सेक्शन-8 कंपनी, एआईसी-आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन (एआईसी-प्लाज़्माटेक) की स्थापना की है। बोर्ड की पहली वार्षिक आम बैठक (एजीएम) 25 सितंबर 2024 को आयोजित की गई। एजीएम के बाद दो स्टार्ट-अप्स के साथ इनक्यूबेशन समझौतों पर हस्ताक्षर किए गए: एक्सकार्बन प्राइवेट लिमिटेड और इकोप्लाज़्मा टेक्नोलॉजी प्राइवेट लिमिटेड। एक्सकार्बन अपशिष्ट-से-ऊर्जा अनुप्रयोगों पर ध्यान केंद्रित करता है और आईपीआर की रौद्र प्लाज़्मा पायरोलिसिस प्रौद्योगिकी के व्यावसायीकरण के लिए इनक्यूबेट किया गया है। इकोप्लाज़्मा का उद्देश्य डेयरी उद्योग में उपयोग किए जाने वाले कंटेनरों की कीटाणुशोधन और सफाई के साथ-साथ फसलों के लिए जैव-पोषण

और जैव-उर्वरक जैसे कृषि अनुप्रयोगों के लिए आईपीआर की पेटेंट प्लाज़्मा एक्टिवेटेड वॉटर तकनीक पर आधारित उत्पाद विकसित करना है।

इनके अलावा, एआईसी-प्लाज़्माटेक ने पहले एलबीआईएस रिसर्च प्राइवेट लिमिटेड के साथ प्लाज़्मा प्रसंस्करण का उपयोग करके बायोडिग्रेडेबल फाइबर पर कांच जैसे कोटिंग्स विकसित करने के लिए एक इनक्यूबेशन समझौते पर हस्ताक्षर किए थे। ऐसा करके, उद्देश्य एक टिकाऊ खाद्य पैकेजिंग समाधान प्राप्त करना है जो पैकेजिंग कंटेनरों से कोटिंग सामग्री के रिसाव के कारण खाद्य संदूषण की समस्या को हल करेगा। अब कुल तीन स्टार्ट-अप आईपीआर के इनक्यूबेशन सेंटर में इनक्यूबेट हैं, जो सभी विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा-आधारित प्रौद्योगिकियों के व्यावसायीकरण पर केंद्रित हैं। 6 अन्य स्टार्ट-अप्स से इनक्यूबेशन आवेदन वर्तमान में प्रसंस्करण के उन्नत चरण में हैं।

सर प्रताप स्कूल, ईडर, गुजरात में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर गांधीनगर ने सर प्रताप स्कूल, ईडर, गुजरात के सहयोग से 25-27 सितंबर 2024 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान शामिल थे। मेजबान स्कूल के 50 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। ईडर और आसपास के 22 से अधिक स्कूलों के 2000 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

सीपीपी-आईपीआर- हिंदी पखवाड़ा – 2024

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) ने 26 सितंबर से 1 अक्टूबर 2024 के बीच हिंदी पखवाड़ा - 2024 मनाया। कर्मचारी सदस्यों के बीच कई प्रतियोगिताएं आयोजित की गईं, जिनमें हिंदी कविता पाठ, स्व-रचित हिंदी कविता लेखन, हिंदी में कहानी सुनाना और श्रुतलेख शामिल थे। श्री देवेंद्र मोदी, वैज्ञानिक अधिकारी-एफ, आईपीआर ने 26 सितंबर 2024 को सामान्य सुरक्षा दिशानिर्देशों पर एक आमंत्रित व्याख्यान दिया। डॉ. शर्मिला तायें, सहायक निदेशक (भाषा), राजभाषा विभाग, मालीगांव, गुवाहाटी ने 1 अक्टूबर 2024 को समापन समारोह के दौरान राजभाषा के रूप में हिंदी के महत्व पर एक आमंत्रित व्याख्यान दिया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में शैक्षणिक दौरा (सितंबर - अक्टूबर 2024)

27 सितंबर 2024 को गुवाहाटी विश्वविद्यालय के भौतिकी विभाग से एमएससी के 06 छात्रों ने प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) का दौरा किया; 29 अक्टूबर 2024 को रॉयल ग्लोबल यूनिवर्सिटी, गुवाहाटी, असम के गणित विभाग के एमएससी और बीएससी के 39 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) का दौरा किया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में मूल प्लाज़्मा भौतिकी पर कार्यशाला

27 सितंबर 2024 को प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में बुनियादी प्लाज़्मा भौतिकी पर एक कार्यशाला आयोजित की गई। डॉन बोस्को विश्वविद्यालय, असम के पांच संस्थानों के 38 छात्रों और 3 संकाय सदस्यों ने कार्यशाला में भाग लिया। कार्यशाला के दौरान, छात्रों ने प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) जनजागरूकता प्रदर्शनी हॉल और मूल प्लाज़्मा भौतिकी प्रयोगशाला का दौरा किया।

नोबल यूनिवर्सिटी, जूनागढ़, गुजरात में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर) गांधीनगर ने नोबल यूनिवर्सिटी, जूनागढ़, गुजरात के सहयोग से 8-10 अक्टूबर 2024 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान शामिल थे। मेजबान स्कूल के 50 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। जूनागढ़ और आसपास के 31 से अधिक स्कूलों के 4300 से अधिक छात्रों और 151 शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में छात्रों के लिए प्लाज़्मा भौतिकी का बुनियादी प्रशिक्षण

यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी मेघालय, बरिदुआ के पांच छात्रों ने 14 - 25 अक्टूबर 2024 तक प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) का दौरा किया। छात्रों को प्लाज़्मा भौतिकी पर व्याख्यान दिए गए और उन्होंने प्रदर्शनी हॉल और प्रयोगशालाओं का दौरा किया। छात्रों ने प्रदर्शनी हॉल में प्लाज़्मा उपकरणों के साथ विभिन्न प्रयोग भी किए।

प्रयोगों में पासचेन वक्र की प्लॉटिंग, पासचेन नियम से विचलन का प्रायोगिक प्रमाण, गैस डिस्चार्ज की आई-वी विशेषताओं की प्लॉटिंग, प्लाज़्मा प्रतिरोध का मापन, प्लाज़्मा का उपयोग करके नैनोकणों का संश्लेषण और रंगद्रव्यो समाधानों का प्लाज़्मा उपचार शामिल हैं।

साइबर सुरक्षा जागरूकता पर व्याख्यान

आईपीआर में 18 अक्टूबर 2024 को साइबर सुरक्षा जागरूकता पर एक व्याख्यान का आयोजन किया गया। यह व्याख्यान श्री विवेक

जोशी, स्कूल ऑफ इन्फॉर्मेशन टेक्नोलॉजी, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस एंड साइबर सिक्योरिटी, राष्ट्रीय रक्षा विश्वविद्यालय, अहमदाबाद द्वारा दिया गया। वक्ता ने फिशिंग पर केस स्टडीज के साथ साइबर सुरक्षा के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा की। उन्होंने साइबर खतरों से निपटने के उपायों पर भी प्रकाश डाला।

आईपीआर में शैक्षणिक दौरे (अक्टूबर - नवंबर 2024)

15 अक्टूबर 2024 को, विश्वकर्मा गवर्नमेंट इंजीनियरिंग कॉलेज के 60 छात्रों (पावर इलेक्ट्रॉनिक्स) और 02 फैकल्टी सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 16 अक्टूबर 2024 को, जेम्स जेनेसिस इंटरनेशनल स्कूल, अहमदाबाद के 55 छात्रों (9-12 वीं कक्षा) और 03 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया; 23 अक्टूबर 2024 को, इंस्टीट्यूट ऑफ इंफ्रास्ट्रक्चर, टेक्नोलॉजी, रिसर्च एंड मैनेजमेंट, मणिनगर, अहमदाबाद के 33 छात्रों (इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग) और 03 फैकल्टी सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

23 नवंबर 2024 को, भाविका-गुजकॉस्ट, अहमदाबाद, गुजरात के 101 छात्रों (8वीं, 9वीं और 10वीं कक्षा) और 6 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया; 26 नवंबर 2024 को, जवाहर नवोदय, वडनगर के 56 छात्रों (10वीं कक्षा) और 3 शिक्षकों, तथा श्री स्कूल जवाहर नवोदय विद्यालय, काठलाल, खेड़ा, गुजरात के 38 छात्रों (10वीं और 12वीं कक्षा) और 2 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया।

आईटीपीए एमएचडी, डिसरप्शन एंड कंट्रोल टॉपिकल ग्रुप (आईटीपीए-एमडीसी-टीजी) बैठक

आईपीआर ने 22-25 अक्टूबर 2024 तक इंटरनेशनल टोकामॅक फिजिक्स एक्टिविटी मैग्नेटोहाइड्रोडायनामिक्स (एमएचडी), डिसरप्शन एंड कंट्रोल टॉपिकल ग्रुप (आईटीपीए-एमडीसी टीजी) की 44वीं बैठक की मेजबानी की। बैठक में व्यक्तिगत रूप से और वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग के माध्यम से दूर से भी भाग लिया गया। कुल 34 प्रतिभागी व्यक्तिगत रूप से उपस्थित थे - 27 आईपीआर/बीएआरसी से और 6 विदेश से, जबकि सभी इटर पार्टनर्स से 38 प्रतिभागियों ने वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग के माध्यम से दूर से भाग लिया। साढ़े 3 दिनों में कुल 42 प्रस्तुतियाँ हुईं, जिसमें 3 विशेष सत्र शामिल थे - वीडीई और डिसरप्शन मॉडलिंग पर (5 प्रस्तुतियाँ), डिसरप्शन और रनअवे इलेक्ट्रॉन (आरई) शमन के लिए शैटर्ड पेलेट इंजेक्शन (एसपीआई) के अनुकूलन पर (4 प्रस्तुतियाँ) और डिसरप्शन प्रिडिक्शन एंड अवॉयडेंस पर (9 प्रस्तुतियाँ)। इनके अलावा, आईटीपीए-एमडीसी संयुक्त प्रयोगों और संयुक्त गतिविधियों पर 11 प्रस्तुतियाँ और 9 योगदान प्रस्तुतियाँ थीं, जिनमें आईपीआर से 4 प्रस्तुतियाँ (2 फैकल्टी द्वारा और 2 वरिष्ठ शोध छात्रों द्वारा) और इलेक्ट्रोमैग्नेटिक पेलेट इंजेक्टर विकास पर बीएआरसी से एक प्रस्तुति शामिल थी। सभी प्रस्तुतियाँ बहुत उच्च गुणवत्ता की थीं और प्रत्येक सत्र के बाद गहन चर्चा हुई, जिसमें स्थानीय भारतीय प्रतिभागियों ने भी सक्रिय रूप से भाग लिया। बैठक का उद्घाटन सत्र डॉ. माइकल लेहनेन की स्मृति को समर्पित किया गया, जिनका जून 2024 में निधन हो गया था और वे आईटीपीए-एमडीसी-टीजी के उप-अध्यक्षों में से एक थे। वर्तमान में डॉ. इंद्रनील बंद्योपाध्याय, इटर-इंडिया, आईपीआर से 2024-2026 के लिए आईटीपीए-एमडीसी-टीजी के अध्यक्ष हैं और उन्होंने इस बैठक की अध्यक्षता भी की। आईपीआर में आईटीपीए एमडीसी बैठक आयोजित करने का एक मुख्य कारण आईपीआर के अधिक संख्या में स्थानीय प्रतिभागियों को विचार-विमर्श में भाग लेने की सुविधा प्रदान करना था और यह अपने उद्देश्य में सफल रहा।

आईपीआर में सतर्कता जागरूकता सप्ताह

संस्थान ने 28 अक्टूबर - 3 नवंबर 2024 के दौरान सतर्कता जागरूकता सप्ताह-2024 मनाया। इसकी शुरुआत 28 अक्टूबर 2024 को निदेशक और मुख्य सतर्कता अधिकारी (सीवीओ) द्वारा दी गई ईमानदारी की शपथ से हुई। सीवीओ द्वारा एक व्याख्यान दिया गया जिसमें सीवीओ के कार्यों और जिम्मेदारियों के साथ-साथ क्या करें और क्या न करें और इसलिए सतर्कता मंजूरी के महत्व को विस्तार से बताया गया। वीएडब्ल्यू 2024 के दौरान विभिन्न कार्यक्रम और प्रोग्राम आयोजित किए गए और इसे बीच में आने वाली त्योहारों की छुट्टियों को समायोजित करने के लिए 15 नवंबर 2024 तक बढ़ा दिया गया। कर्मचारियों में सतर्कता के बारे में जागरूकता लाने और संवेदनशील बनाने के लिए क्विज, कार्टून बनाना, बहस (भ्रष्टाचार के बारे में अनुभव साझा करने के साथ), नारा लेखन आदि जैसी प्रतियोगिताएं भी आयोजित की गईं। 14 नवंबर 2024 को सीसीएस आचरण नियमों पर श्री जी. वेंकटेसन (पूर्व-निदेशक, एटीआई, पऊवि) द्वारा एक व्याख्यान आयोजित किया गया। अंत में, 14 नवंबर 2024 को पोर्च क्षेत्र में आईपीआर स्टाफ द्वारा एक नुक्कड़ नाटक "यम पे भारी - घपला लाल की अनोखी कहानी" प्रस्तुत किया गया, जिसे दर्शकों ने खूब सराहा।

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, गांधीनगर में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर ने 9-10 नवंबर 2024 के दौरान भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी), गांधीनगर द्वारा आयोजित वार्षिक प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी "अमलथिया 2024" में भाग लिया। अमलथिया एक छात्र-संचालित वार्षिक तकनीकी शिखर सम्मेलन है। कार्यक्रम में रोबोटिक्स, एआई और मोबिलिटी आधारित नवाचारों सहित कई तकनीकी प्रदर्शनियां शामिल थीं। कई उद्योग और राष्ट्रीय अनुसंधान एवं विकास संस्थानों ने कार्यक्रम में भाग लिया। आईपीआर ने टोकामॅक, ईटर, विग्लर प्रयोग, प्लाज़्मा फॉर ग्रूमिंग और आयन थ्रस्टर से संबंधित कार्यशील और स्थिर मॉडल प्रदर्शित किए। कार्यक्रम के दौरान स्कूलों, कॉलेजों और उद्योग से लगभग 800 आगंतुकों ने आईपीआर प्रदर्शनी स्टॉल का दौरा किया।

बी. सी. रॉय इंजीनियरिंग कॉलेज, दुर्गापुर, पश्चिम बंगाल में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर ने बी. सी. रॉय इंजीनियरिंग कॉलेज, दुर्गापुर, (पश्चिम बंगाल) के सहयोग से, 12-14 नवंबर, 2024 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी का आयोजन किया। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर एक प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आगंतुक छात्रों और शिक्षकों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान शामिल था। दुर्गापुर और

आसपास के 12 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 1000 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने प्रदर्शनी का दौरा किया।

रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर ने रानी दुर्गावती विश्वविद्यालय, जबलपुर (मध्य प्रदेश) के सहयोग से 18-21 नवंबर 2024 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। इस कार्यक्रम का उद्घाटन सांसद (जबलपुर), श्री आशीष दुबे ने किया। कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों और शिक्षकों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान शामिल थे। जबलपुर और आसपास के 40 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों के 1600 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में प्लाज़्मा भौतिकी पर राज्य स्तरीय कार्यशाला

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) के जनजागरूकता प्रभाग ने कॉलेज के भौतिकी और गणित विभाग के सहयोग से 26 नवंबर 2024 को मोरीगांव कॉलेज, मोरीगांव, असम में "प्लाज़्मा भौतिकी पर राज्य स्तरीय कार्यशाला" आयोजित की। कार्यशाला में कॉलेज के प्राचार्य, उप-प्राचार्य, 8 संकाय सदस्यों और 91 छात्रों ने भाग लिया। कार्यशाला के दौरान डॉ. राकेश मौलिक ने प्लाज़्मा भौतिकी के परिचय पर व्याख्यान दिया, इसके बाद डॉ. नगांगोम ओमोआ ने प्रायोगिक प्लाज़्मा भौतिकी की बुनियादी बातों पर चर्चा की। इसके बाद, प्रतिभागियों को ग्लो डिस्चार्ज प्लाज़्मा, आर्क प्लाज़्मा, डीबीडी प्लाज़्मा, जैकब्स लैडर और प्लाज़्मा ग्लोब दिखाया गया। इन प्लाज़्माओं के कार्य सिद्धांत और उनके अनुप्रयोगों को प्रतिभागियों को समझाया गया।

श्री सरदार पटेल और स्वामी विवेकानंद हाई स्कूल, मणिनगर, अहमदाबाद में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर ने श्री सरदार पटेल और स्वामी विवेकानंद हाई स्कूल, मणिनगर, अहमदाबाद (गुजरात) के सहयोग से 28-29 नवंबर 2024 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। कार्यक्रम में प्लाज़्मा पर प्रदर्शनी, इसके अनुप्रयोगों के साथ-साथ आने वाले छात्रों के लिए प्लाज़्मा पर परिचयात्मक व्याख्यान और विज्ञान शिक्षकों के लिए प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोगों और परमाणु संलयन पर प्रशिक्षण कार्यक्रम शामिल था। मेजबान स्कूल के 9वीं और 10वीं कक्षा के छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। 20 से अधिक स्कूलों और 7 कॉलेजों के 2150 से अधिक छात्रों और शिक्षकों ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया और इसकी अत्यधिक सराहना की।

भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ) 2024 में प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) की भागीदारी

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) ने 30 नवंबर – 03 दिसंबर 2024 तक आईआईटी गुवाहाटी, असम में आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ2024) की विज्ञान-प्रौद्योगिकी-रक्षा-अंतरिक्ष प्रदर्शनी में भाग लिया। भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ) विज्ञान भारती के सहयोग से भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय की एक पहल है। विभिन्न उत्पादन तंत्रों और प्लाज़्मा अनुप्रयोगों को प्रदर्शित करने वाले विभिन्न प्लाज़्मा उपकरण दिखाए गए। इनके अलावा, सीपीपी-आईपीआर की विभिन्न गतिविधियों पर पोस्टर भी प्रदर्शित किए गए। स्टॉल को अन्य संस्थानों के छात्रों, शिक्षकों, वैज्ञानिकों और सामान्य आगंतुकों सहित लगभग 500 आगंतुकों ने देखा और विभिन्न प्लाज़्मा उत्पादन तंत्रों के प्रदर्शन के लिए इसकी अच्छी सराहना की गई।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में शैक्षणिक भ्रमण (नवंबर 2024 - फरवरी 2025)

19 नवंबर 2024 को शंकरदेव शिशु विद्या निकेतन, मलयबारी, असम से कक्षा 11 और 12 के 44 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने सीपीपी-आईपीआर का दौरा किया; 21 नवंबर 2024 को रंगिया कॉलेज, असम के भौतिकी विभाग के बीएससी के 9 छात्र और 1 संकाय सदस्य ने सीपीपी-आईपीआर का दौरा किया। 21 फरवरी 2025 को रॉयल ग्लोबल यूनिवर्सिटी, गुवाहाटी, असम के भौतिकी विभाग से एमएससी के 32 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने सीपीपी-आईपीआर का दौरा किया।

आईपीआर में दो दिवसीय हैंड्स-ऑन (प्रायोगिक) बेसिक साइंस कैंप

जनजागरूकता प्रभाग द्वारा 7 और 8 दिसंबर 2024 (शनिवार और रविवार) को आईपीआर के जनजागरूकता हॉल में कक्षा 10वीं से 12वीं तक के स्कूली छात्रों के लिए पहला 2-दिवसीय हैंड्स-ऑन (प्रायोगिक) बेसिक साइंस कैंप आयोजित किया गया। इस हैंड्स-ऑन कैंप की थीम बिजली, विद्युत चुंबकत्व और विद्युत चुंबकीय प्रेरण थी। पहले कैंप के लिए आईपीआर के कर्मचारियों के बच्चों को आमंत्रित किया गया था। 22 छात्रों ने पंजीकरण कराया और 20 छात्रों ने दोनों दिनों में भाग लिया। छात्रों को प्रायोगिक पुस्तिका, लेखन सामग्री, प्रत्येक प्रयोग के बारे में संक्षिप्त विवरण प्रदान किया गया।

प्रयोगों को आईपीआर के वैज्ञानिकों की देखरेख में चार अर्ध-दिवसीय सत्रों में आयोजित किया गया: श्री सुनील बेलसारे, श्री प्रकाश परमार, डॉ. ज्योति शंकर मिश्रा, सुश्री प्रमिला, सुश्री प्रवीणा, सुश्री मिनशा शाह, श्री दीपक कुमार, श्री अभिषेक, श्री राहुल कुमार, श्री प्रीतेश कुमार रे, श्री सौरव कुमार, सुश्री प्रियंका पटेल और जनजागरूकता प्रभाग के

सदस्यों: डॉ. निरव जमनापरा, श्री मनु बाजपेयी, श्री नरेंद्र चौहान, श्री राहुल विश्वकर्मा, श्री आनंद कुमार और श्री गट्टू रमेश बाबू। इस विज्ञान शिविर के लिए सुपरकंडक्टिंग और तापमान निर्भरता प्रयोग विकसित करने के लिए श्री दशरथ सोनारा और सुश्री अनीश को विशेष धन्यवाद।

पीडीईयू में प्लाज़्मा विज्ञान और प्रौद्योगिकी पर 39वां संगोष्ठी (प्लाज़्मा - 2024)

प्लाज़्मा विज्ञान और प्रौद्योगिकी पर 39वीं संगोष्ठी 17 दिसंबर से 20 दिसंबर 2024 के दौरान प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), गांधीनगर और प्लाज़्मा साइंस सोसाइटी ऑफ इंडिया (पीएसएसआई) द्वारा संयुक्त रूप से पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी (पीडीईयू), गांधीनगर में आयोजित की गई। 16 दिसंबर 2024 को विश्वविद्यालय के छात्रों और प्लाज़्मा विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में काम कर रहे प्रारंभिक चरण के शोधकर्ताओं/संकाय सदस्यों के लिए एक पूर्व-सम्मेलन कार्यशाला आयोजित की गई।

उद्घाटन सत्र में श्री के एन व्यास, पूर्व सचिव और अध्यक्ष, परमाणु ऊर्जा विभाग, डॉ. शशांक चतुर्वेदी, पूर्व निदेशक, आईपीआर, डॉ. एस. सुंदर मनोहरन, महानिदेशक, पीडीईयू, गांधीनगर, डॉ. आर. के. श्रीवास्तव, रजिस्ट्रार, पीडीईयू, डॉ. धवल पुजारा, निदेशक, एसओटी, पीडीईयू, डॉ. जी पी पांडे, एचओडी, ईसीई, पीडीईयू, डॉ. पवन शर्मा, एचओडी, आईसीटी, पीडीईयू, डॉ. अभिषेक कुमार (सह-संयोजक), डॉ. मनीष कुमार (संयोजक) और डॉ. अमूल्य कुमार संयासी, सचिव, पीएसएसआई उपस्थित थे।

सत्र -1 (खगोलभौतिकीय और अंतरिक्ष प्लाज़्मा) प्रो. बिमला बूटी की स्मृति को समर्पित था और 2024 में दिवंगत हुए प्रतिष्ठित प्लाज़्मा भौतिकविदों प्रो. ए एन अयंगर और प्रो. एम एस सोढ़ा को श्रद्धांजलि दी गई। संगोष्ठी के दौरान कुल 19 आमंत्रित व्याख्यानओं और 28 मौखिक प्रस्तुतियों के साथ नौ (9) सत्र आयोजित किए गए। संगोष्ठी में कुल 319 पोस्टर भी प्रस्तुत किए गए। इन विषयगत सत्रों के अलावा, 17 दिसंबर 2024 को बूटी यंग साइंटिस्ट अवार्ड के लिए 5 युवा संभावित आवेदकों ने अपना काम प्रस्तुत किया। इसके बाद ऑनलाइन मोड में परवेज गुजदार अवार्ड प्रस्तुतियां दी गईं।

आईपीआर में शैक्षणिक भ्रमण (जनवरी - फरवरी 2025)

02 जनवरी 2025 को महाराजा सयाजीराव यूनिवर्सिटी ऑफ बड़ौदा से एमएससी भौतिकी के 25 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 17 जनवरी 2025 को निरमा विश्वविद्यालय, अहमदाबाद से ईई के 74 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 20 जनवरी 2025 को निरमा विश्वविद्यालय, अहमदाबाद से ईई के 80 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 21 जनवरी 2025 को लालन कॉलेज, भुज, कच्छ से बीएससी (भौतिकी) के 35 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 22 जनवरी 2025 को साकार इंग्लिश स्कूल, चांदखेड़ा, अहमदाबाद से कक्षा 7वीं के 60 छात्र और 2 शिक्षकों ने आईपीआर का दौरा किया; 03 फरवरी 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से सीएसई के 145 छात्र और 4 संकाय सदस्यों (2 बैच) ने आईपीआर का दौरा किया; 4 फरवरी 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से सीएसई के 149 छात्र और 4 संकाय सदस्यों (2 बैच) ने आईपीआर का दौरा किया; 05 फरवरी 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से सीएसई के 79 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 17 फरवरी 2025 को यू.वी. पटेल कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, गणपत यूनिवर्सिटी से एमई/एमसी/एई के 87 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 18 फरवरी 2025 को यू.वी. पटेल कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, गणपत यूनिवर्सिटी से ईई के 71 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

आईपीआर में गुणवत्ता आश्वासन के ज्ञान को बढ़ाने के लिए कार्यशाला

आईपीआर के कर्मचारी सदस्यों के बीच गुणवत्ता आश्वासन (क्यूए) प्रथाओं की समझ और कार्यान्वयन को मजबूत करने के लिए, आईपीआर और इटर-आईएन ने संयुक्त रूप से एक समर्पित कार्यशाला आयोजित की। इस पहल का उद्देश्य क्यूए सिद्धांतों, मानकों और प्रथाओं के लिए गहरी समझ को बढ़ावा देना था, जो परियोजना निष्पादन और संगठनात्मक संचालन में उत्कृष्टता प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

प्रभाग प्रमुखों और अनुभाग प्रमुखों के लिए कार्यशाला-पूर्व सत्र:

मुख्य कार्यक्रम से पहले, 17 जनवरी 2025 को आईपीआर में प्रभाग प्रमुखों और अनुभाग प्रमुखों के लिए एक विशेष सत्र आयोजित किया गया। इस सत्र में कार्यशाला के उद्देश्यों, एजेंडा और विभिन्न परियोजनाओं और प्रभागों में क्यूए की महत्वपूर्ण भूमिका पर व्यापक ब्रीफिंग दी गई।

कार्यशाला में दो विशेषज्ञ वक्ताओं ने भाग लिया: श्री पंकज मोकरिया (क्यूए, इटर-आईएन) और श्री जिगर रावल (आईक्यूएस, एमईएसडी, आईपीआर)। उन्होंने आकर्षक सत्र आयोजित किए, जिसमें गुणवत्ता नियंत्रण, गुणवत्ता आश्वासन और वास्तविक दुनिया के केस स्टडीज के माध्यम से क्यूए के अनुप्रयोग जैसी प्रमुख अवधारणाओं को समझाया। इन सत्रों ने निरंतरता बनाए रखने, अनुपालन सुनिश्चित करने और परिचालन सफलता प्राप्त करने में क्यूए के महत्व को उजागर किया।

दो दिवसीय कार्यशाला की मुख्य बातें

20-21 जनवरी 2025 के दौरान आईपीआर में आयोजित मुख्य कार्यशाला विशेष रूप से एसओ-सी और टीओ-सी कर्मचारी सदस्यों के लिए क्यूए पद्धतियों के ज्ञान को गहरा करने के लिए तैयार की गई थी। कार्यक्रम की शुरुआत प्रो. सुब्रतो मुखर्जी (डीन – प्रशासन) के उद्घाटन भाषण से हुई, जिन्होंने संगठनात्मक उत्कृष्टता प्राप्त करने में क्यूए के महत्व पर जोर दिया। श्री उज्ज्वल कुमार बरुआ (निदेशक – इटर-आईएन) ने एक सारगर्भित संबोधन के साथ कार्यशाला के लक्ष्यों और उद्देश्यों को रेखांकित किया और आगामी सत्रों के लिए माहौल तैयार किया।

दो दिनों के दौरान, निम्नलिखित प्रमुख विषयों को शामिल करते हुए कुल आठ सत्र आयोजित किए गए:

• गुणवत्ता आश्वासन और गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली (क्यूएमएस) का परिचय – क्यूए के मूल सिद्धांत और मानकों को बनाए रखने में क्यूएमएस की भूमिका।

• विनिर्देश विकास के लिए गुणवत्ता परिप्रेक्ष्य – परियोजनाओं में गुणवत्ता से संबंधित विनिर्देशों को परिभाषित करने के लिए सर्वोत्तम प्रथाएं।

• गुणवत्ता ऑडिट – अनुपालन सुनिश्चित करने के लिए ऑडिट की योजना बनाने और संचालन करने की रणनीतियां।

• आईएसओ 9001 और एएसएमई एनक्यूए-1 आवश्यकताएं – अंतर्राष्ट्रीय क्यूए मानकों और उनके कार्यान्वयन का अवलोकन।

• अनुबंध निष्पादन के दौरान दस्तावेज़ीकरण प्रबंधन – अनुबंध जीवनचक्र के दौरान दस्तावेज़ीकरण अखंडता बनाए रखने के लिए सर्वोत्तम प्रथाएं।

• सामग्री निरीक्षण और स्वीकृति प्रक्रियाएं – व्यवस्थित निरीक्षण प्रक्रियाओं के माध्यम से सामग्री की गुणवत्ता सुनिश्चित करने के तरीके।

• आईएईए जीएसआर-2 के अनुसार सामान्य सुरक्षा नियम – परियोजनाओं में सुरक्षा प्रोटोकॉल और नियामक अनुपालन को समझना।

कुल 51 कर्मचारी सदस्यों ने कार्यशाला में भाग लिया, जो उनकी क्यूए क्षमताओं को बढ़ाने के लिए डिज़ाइन की गई चर्चाओं और व्यावहारिक अभ्यासों में सक्रिय रूप से भाग लिया।

कार्यशाला का समापन डॉ. परितोष चौधुरी(डीन – आर एंड डी) के समापन भाषण के साथ हुआ, जिन्होंने संगठन की संस्कृति और दैनिक संचालन में क्यूए प्रथाओं को शामिल करने के महत्व को रेखांकित किया। उन्होंने प्रतिभागियों के उत्साह की सराहना की और उन्हें अपनी-अपनी भूमिकाओं में अपनी सीख को लागू करने का आग्रह किया।

कार्यशाला का सफल निष्पादन डॉ. राजेश कुमार (एसोसिएट डीन – आर एंड डी) और डॉ. (इंजी.) मनोज कुमार गुप्ता (प्रमुख – एमईएसडी) के अमूल्य समर्थन के माध्यम से संभव हुआ, जिन्होंने कार्यक्रम की योजना और आयोजन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। उनके प्रयासों ने सुनिश्चित किया कि कार्यशाला न केवल सूचनात्मक थी बल्कि सभी उपस्थित लोगों के लिए प्रभावशाली भी थी।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में प्लाज़्मा भौतिकी में छात्रों के लिए बुनियादी प्रशिक्षण

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) की जनजागरूकता सेल ने प्लाज़्मा भौतिकी में छात्रों के लिए बुनियादी प्रशिक्षण आयोजित किया। कार्यक्रम में प्लाज़्मा भौतिकी और पायथन प्रोग्रामिंग भाषा पर व्याख्यान, विभिन्न प्लाज़्मा उपकरणों के साथ प्रयोग करना और प्रयोगशाला भ्रमण शामिल था। प्रयोगों में पाशेन वक्र की प्लॉटिंग, पाशेन नियम से विचलन का प्रायोगिक प्रमाण, गैस डिस्चार्ज की आई-वी विशेषताओं की प्लॉटिंग, प्लाज़्मा प्रतिरोध का मापन, प्लाज़्मा का उपयोग करके नैनोकणों का संश्लेषण और रंग समाधानों का प्लाज़्मा उपचार शामिल थे। जगन्नाथ बरुआ विश्वविद्यालय, जोरहाट, असम और सेंट जोसेफ यूनिवर्सिटी, दिमापुर, नागालैंड के छात्रों ने 9-20 दिसंबर 2024 के दौरान प्रशिक्षण में भाग लिया; और सेंट एडमंड्स कॉलेज, शिलांग, मेघालय के छात्रों ने 6-22 जनवरी 2025 के दौरान प्रशिक्षण में भाग लिया।

राष्ट्रीय स्टार्टअप दिवस 2025

राष्ट्रीय स्टार्टअप दिवस 2025 को 16 जनवरी 2025 को एंटरप्रेन्योरशिप डेवलपमेंट इंस्टीट्यूट ऑफ इंडिया (ईडीआईआई) में उद्यमशीलता की भावना, प्रौद्योगिकी व्यावसायीकरण और उद्योग को नवाचार से जोड़ने पर विशेष ध्यान देते हुए मनाया गया। इस कार्यक्रम में सम्मानित गणमान्य व्यक्ति, उद्यमी नेता, शोधकर्ता और स्टार्टअप संस्थापक एक साथ आए और ज्ञान के आदान-प्रदान, नेटवर्किंग और अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों को प्रदर्शित करने के लिए एक जीवंत मंच तैयार किया। सम्मानित अतिथि वक्ताओं में श्री हितेश एस. मकवाना, आईएएस, सर्वेयर जनरल ऑफ इंडिया; श्री आर डी भरथट, संयुक्त आयुक्त उद्योग - गुजरात सरकार; डॉ. अरविंद सी. रानाडे, निदेशक - राष्ट्रीय नवाचार फाउंडेशन (एनआईएफ), डॉ. निरव जमनापरा, प्रमुख - एआईसी-आईपीआर और डॉ. सुरेश कुमार मोज्जाड़ा, मुख्य तकनीकी अधिकारी - मेरीकल्चर, आईसीएआर-सीएमएफआरआई शामिल थे। डॉ. निरव जमनापारा ने प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान में विकसित प्रौद्योगिकियों और आईपीआर के अटल इनक्यूबेशन सेंटर (एआईसी-आईपीआर) के माध्यम से स्टार्टअप्स को दिए जा रहे इनक्यूबेशन समर्थन के बारे में परिचय दिया। इस कार्यक्रम में इच्छुक उद्यमियों, शोधकर्ताओं और उद्योग जगत के नेताओं सहित 100 से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया। यह अंतर-क्षेत्रीय ज्ञान आदान-प्रदान के लिए एक शक्तिशाली मंच के रूप में कार्य किया, जिसने प्रतिभागियों को कार्रवाई योग्य जानकारी और संभावित सहयोग प्रदान किया।

चारुतर विद्या मंडल (सीवीएम) यूनिवर्सिटी, वल्लभ विद्यानगर, आनंद, गुजरात में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

आईपीआर, गांधीनगर (गुजरात) ने चारुतर विद्या मंडल (सीवीएम) यूनिवर्सिटी, वल्लभ विद्यानगर, आनंद, गुजरात के सहयोग से 31 जनवरी-01 फरवरी 2025 के दौरान प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। कार्यक्रम में आने वाले छात्रों और आम जनता के लिए प्लाज़्मा, इसके अनुप्रयोग और फ्यूज़न प्रौद्योगिकीपर प्रदर्शनी शामिल थी। मेजबान कॉलेज के 48 छात्रों को आईपीआर के कर्मचारियों द्वारा आगंतुकों और छात्रों को विभिन्न प्रदर्शनियों को समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। वल्लभ विद्यानगर, आनंद, गुजरात और आसपास के 12000 से अधिक छात्रों, शिक्षकों और आम जनता ने इस प्रदर्शनी का दौरा किया।

प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके सतह संशोधन पर एक

दिवसीय संगोष्ठी (एसएमपीटी-2025)

प्लाज़्मा-आधारित प्रौद्योगिकियों के व्यावसायीकरण के लिए चल रहे प्रयासों के हिस्से के रूप में, प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान और एआईसी -आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन ने गुजरात चैंबर ऑफ कॉमर्स एंड इंडस्ट्रीज (जीसीसीआई) के सहयोग से 4 फरवरी 2025 को एफसीआईपीटी, गांधीनगर में "प्लाज़्मा प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके सतह संशोधन (एसएमपीटी-2025)" विषय पर एक दिवसीय संगोष्ठी आयोजित की। संगोष्ठी का उद्देश्य शोधकर्ताओं और उद्योगों को प्लाज़्मा-आधारित प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके सतह संशोधन के क्षेत्र में अपनी चल रही गतिविधियों और परिणामों को प्रदर्शित करने के लिए एक मंच देना था। संगोष्ठी में शामिल विषय थे प्लाज़्मा नाइट्राइडिंग, प्लाज़्मा कार्बराइजिंग प्रक्रिया, प्लाज़्मा सहायता प्राप्त भौतिक और रासायनिक वाष्प जमाव, सुपर हाइड्रोफोबिसिटी के लिए नैनो टेक्सचर्ड सतहें, कपड़ा और पॉलिमर का प्लाज़्मा सतह संशोधन और कृषि अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा सतह संशोधन आदि।

संगोष्ठी का उद्घाटन मुख्य अतिथि श्री आर.डी. भरथट, संयुक्त आयुक्त उद्योग, गुजरात सरकार ने किया, और सम्मानित अतिथि श्री राजेशभाई गांधी, वरिष्ठ उपाध्यक्ष, जीसीसीआई थे। उद्घाटन सत्र में, डीन (एडमिन), डॉ. एस. मुखर्जी और डीन (आर एंड डी) डॉ. परितोष चौधरी द्वारा अतिथियों का सम्मान किया गया। विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए प्लाज़्मा सतह संशोधन पर कुल 02 सत्र आयोजित किए गए। एक अतिरिक्त सत्र में स्टार्टअप्स के लिए वित्तपोषण के अवसर, एआईसी-आईपीआर और एआईसी-आईपीआर में इनक्यूबेशन आदि को कवर किया गया। उद्योगों, विश्वविद्यालयों, अनुसंधान संस्थानों से लगभग 60 प्रतिभागियों ने इस कार्यक्रम में भाग लिया। संगोष्ठी में 12 आमंत्रित व्याख्यान (06 बाहर से + 06 आईपीआर से) थे। तकनीकी सत्रों के बाद, पैनल चर्चा आयोजित की गई जहां उद्योगों, शैक्षणिक संस्थानों, स्टार्टअप का प्रतिनिधित्व करने वाले प्रतिनिधियों ने दर्शकों के साथ सक्रिय रूप से बातचीत की और मूल्यवान प्रतिक्रिया और सुझाव दिए। पैनल चर्चा के बाद एक प्रयोगशाला भ्रमण आयोजित किया गया।

प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 2025

सेंटर ऑफ प्लाज़्मा फिजिक्स – प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) ने 5 फरवरी 2025 को दिन भर की गतिविधियों के साथ राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया। इस अवसर को चिह्नित करने के लिए स्कूली छात्रों के लिए निबंध लेखन, चित्रकला, प्रश्नोत्तरी और आशुभाषण जैसी कई प्रतियोगिताएं आयोजित की गईं। 8 स्कूलों के लगभग 70 छात्रों और शिक्षकों ने परिसर का दौरा किया और विभिन्न कार्यक्रमों में भाग लिया। प्लाज़्मा भौतिकी केंद्र-प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (सीपीपी-आईपीआर) के कर्मचारियों के लिए नारा लेखन प्रतियोगिता भी आयोजित की गई। डॉ. राकेश मौलिक ने प्लाज़्मा भौतिकी पर एक लोकप्रिय व्याख्यान भी दिया। प्रो. दीपाली सरकार, प्रमुख, भौतिकी विभाग, गौहाटी विश्वविद्यालय कार्यक्रम की मुख्य अतिथि थीं।

कॉर्पोरेट सोशल रिस्पॉन्सिबिलिटी (सीएसआर) फंड्स पर व्याख्यान

05 फरवरी 2025 को एफसीआईपीटी में श्री मनुज त्रिपाठी (सीएसआईआर-आईएमटेक में प्रमुख वैज्ञानिक) द्वारा "कॉर्पोरेट सोशल रिस्पॉन्सिबिलिटी (सीएसआर) के माध्यम से अनुसंधान एवं विकास को आगे बढ़ाना" पर एक व्याख्यान आयोजित किया गया। व्याख्यान भारत के अनुसंधान एवं विकास (आर एंड डी) पारिस्थितिकी तंत्र में सीएसआर फंड के अल्प उपयोग पर केंद्रित था। व्याख्यान ने अनुसंधान एवं विकास के संदर्भ में सीएसआर परिदृश्य, सीएसआर परियोजना प्रस्तावों, फंडिंग चक्र के ज्ञान को बढ़ाया और संगठनों में कुछ सर्वोत्तम प्रथाओं से सीखने का मार्ग तैयार किया।

कॉर्पोरेट सोशल रिस्पॉन्सिबिलिटी (सीएसआर) फंड्स पर व्याख्यान

05 फरवरी 2025 को एफसीआईपीटी में श्री मनुज त्रिपाठी (सीएसआईआर-आईएमटेक में प्रमुख वैज्ञानिक) द्वारा "कॉर्पोरेट सोशल रिस्पॉन्सिबिलिटी (सीएसआर) के माध्यम से अनुसंधान एवं विकास को आगे बढ़ाना" पर एक व्याख्यान आयोजित किया गया। व्याख्यान भारत के अनुसंधान एवं विकास (आर एंड डी) पारिस्थितिकी तंत्र में सीएसआर फंड के अल्प उपयोग पर केंद्रित था। व्याख्यान ने अनुसंधान एवं विकास के संदर्भ में सीएसआर परिदृश्य, सीएसआर परियोजना प्रस्तावों, फंडिंग चक्र के ज्ञान को बढ़ाया और संगठनों में कुछ सर्वोत्तम प्रथाओं से सीखने का मार्ग तैयार किया।

आईपीआर में 54वां राष्ट्रीय सुरक्षा सप्ताह 2025

54वां राष्ट्रीय सुरक्षा सप्ताह 4-10 मार्च 2025 तक आईपीआर में मनाया गया। इस वर्ष की थीम "विकसित भारत के लिए सुरक्षा और कल्याण महत्वपूर्ण" थी। सप्ताह के दौरान, संस्थान ने आईपीआर, एफसीआईपीटी और आईटीईआर-इंडिया में अपने कर्मचारियों के बीच सुरक्षा जागरूकता पैदा करने के लिए विभिन्न कार्यक्रम और प्रतियोगिताएं आयोजित कीं। तय विषय के आधार पर गुजराती, हिंदी और अंग्रेजी भाषाओं में नारा, प्रश्नोत्तरी और निबंध लेखन जैसी प्रतियोगिताएं आयोजित की गईं। विभिन्न प्रतियोगिताओं के लिए कर्मचारियों से अच्छी प्रतिक्रिया मिली।

सप्ताह के दौरान, कर्मचारियों के साथ-साथ सुरक्षा कर्मियों के लिए आईपीआर और एफसीआईपीटी में अग्निशमन उपकरण का प्रदर्शन किया गया। सुरक्षा अधिकारी श्री देवेंद्र मोदी द्वारा एक सुरक्षा जागरूकता व्याख्यान भी आयोजित की गई।

समापन सत्र 10 मार्च 2025 को आयोजित किया गया, जिसमें श्री अंकित गांधी द्वारा "आईपीआर में उच्च दबाव उच्च तापमान प्रयोगात्मक हीलियम कूलिंग लूप में सुरक्षा उपाय" पर एक व्याख्यान दिया गया। डॉ. सुब्रतो मुखर्जी, डीन (एडमिन) ने सुरक्षा पर अपने विचार साझा किए। उन्होंने जोर देकर कहा कि सुरक्षा कार्य संस्कृति का एक अभिन्न अंग होनी चाहिए। उन्होंने यह भी बताया कि यदि कोई सिस्टम काफी लंबे समय तक काम नहीं करता है तो उचित सुरक्षा उपायों का ध्यान रखा जाना चाहिए। उन्होंने विभिन्न प्रतियोगिताओं के विजेताओं और इस कार्यक्रम के आयोजन के लिए सुरक्षा समिति को बधाई दी। डॉ. राजेश कुमार, सुरक्षा समिति के सह-अध्यक्ष द्वारा

सुरक्षा प्रतिज्ञा दिलाई गई।इसके बाद विभिन्न प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कार वितरण किया गया। सुरक्षा समिति के सदस्य श्री सुधीरसिंह वाला ने धन्यवाद ज्ञापन दिया।

आईपीआर में शैक्षणिक भ्रमण (मार्च 2025)

5 मार्च 2025 को बहाउद्दीन साइंस कॉलेज, जूनागढ़, गुजरात से बीएससी के 12 छात्र और 5 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 12 मार्च 2025 को बीवीएम कंप्यूटर इंजीनियरिंग कॉलेज, आनंद से सीएसई के 66 छात्र और 3 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 17 मार्च 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से आईसीटी के 141 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 18 मार्च 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से आईसीटी के 129 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 20 मार्च 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से ईसीटी के 137 छात्र और 4 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 21 मार्च 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से ईसीटी के 59 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया; 28 मार्च 2025 को पंडित दीनदयाल एनर्जी यूनिवर्सिटी, गांधीनगर से सीएसई के 38 छात्र और 2 संकाय सदस्यों ने आईपीआर का दौरा किया।

"क्या एक शोधकर्ता एक अच्छा उद्यमी बन सकता है?" पर विशेषज्ञ व्याख्यान

शैक्षणिक समुदाय के भीतर नवाचार और उद्यमिता को बढ़ावा देने के लिए चल रहे प्रयासों के हिस्से के रूप में, एआईसी-आईपीआर प्लाज़्माटेक इनोवेशन फाउंडेशन ने एचबीएनआई इंस्टीट्यूट इनोवेशन काउंसिल के सहयोग से 13 मार्च 2025 को "क्या एक शोधकर्ता एक अच्छा उद्यमी बन सकता है? – एक प्रौद्योगिकी अनुवाद और डिज़ाइन परिप्रेक्ष्य" विषय पर एक सारगर्भित व्याख्यान आयोजित किया । सत्र का उद्देश्य प्रौद्योगिकी अनुवाद के महत्व और प्रयोगशाला -आधारित नवाचारों से बाजार के लिए तैयार उत्पादों की यात्रा के बारे में जागरूकता फैलाना था।

सत्र डॉ. सुरेश नायर, प्रबंध निदेशक, अमरा राजा डिज़ाइन अल्फा प्राइवेट लिमिटेड द्वारा प्रस्तुत किया गया, जो एक कुशल डोमेन विशेषज्ञ और उद्यमी हैं, जिन्होंने प्रौद्योगिकी विकास और व्यावसायीकरण के क्षेत्रों में अपने व्यापक अनुभव को साझा किया। अपने संबोधन के दौरान, डॉ. सुरेश ने प्रयोगशाला अनुसंधान और बाजार की जरूरतों के बीच की खाई को पाटने में शोधकर्ताओं की महत्वपूर्ण भूमिका पर विस्तार से चर्चा की। उन्होंने उत्पाद विकास प्रक्रिया का विस्तृत अवलोकन प्रदान किया, जिसमें प्रौद्योगिकी तैयारी, बाजार मूल्यांकन, डिज़ाइन रणनीतियों और सफल व्यावसायीकरण के मार्ग जैसे आवश्यक घटकों को उजागर किया गया।

व्याख्यान में छात्रों, संकाय सदस्यों और कर्मचारियों की सक्रिय और उत्साही भागीदारी देखी गई, जिन्होंने सार्थक चर्चाओं में भाग लिया और इस बारे में मूल्यवान जानकारियां प्राप्त कीं कि कैसे शोध-संचालित विचारों को प्रभावशाली उद्यमशीलता उद्यमों में बदला जा सकता है। सत्र ने शोधकर्ताओं को अपने नवाचारों के व्यावहारिक अनुप्रयोग के लिए उद्यमशीलता के रास्ते पर विचार करने के लिए प्रोत्साहित करने के लिए एक मूल्यवान मंच के रूप में कार्य किया।

आईआईटी जम्मू में प्लाज़्मा प्रदर्शनी

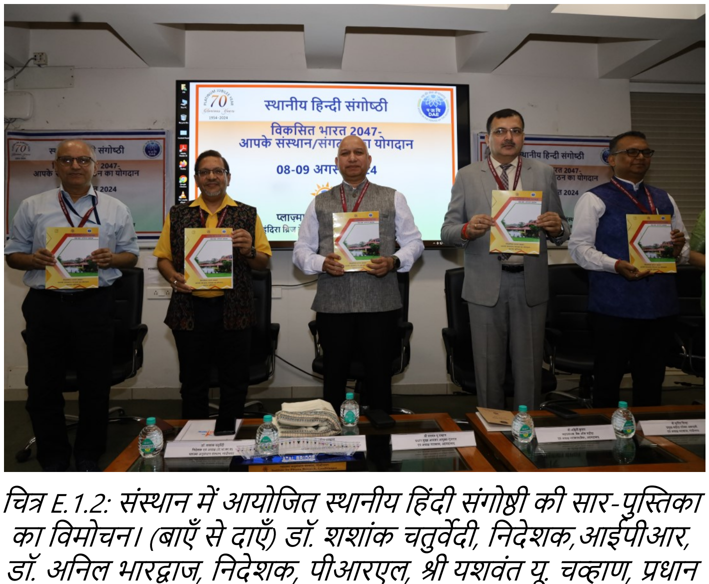
आईपीआर, गांधीनगर ने आईआईटी-जम्मू (जे एंड के) के सहयोग से 17-21 मार्च 2025 के दौरान आईआईटी-जम्मू में प्लाज़्मा, "पदार्थ की चौथी अवस्था" पर एक प्रदर्शनी आयोजित की। यह कार्यक्रम "पऊवि के 70 वर्ष" समारोह के तत्वावधान में भारत के विभिन्न राज्यों में आईपीआर की वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधि का हिस्सा है। 19 स्कूलों के 1500 से अधिक छात्रों और शिक्षकों तथा आम जनता ने प्रदर्शनी का दौरा किया। इस प्रदर्शनी के दौरान स्थिर और कार्यशील मॉडल और संसाधन सामग्री को समझाने के लिए मेजबान संस्थान से 30 शिक्षकों को प्रशिक्षित किया गया।

E.1 राजभाषा कार्यान्वयन

- नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, गांधीनगर की 22वीं छमाही बैठक दिनांक 30 अप्रैल 2024 को बड़ौदा एपैक्स अकादमी, गांधीनगर में आयोजित हुई, जिसमें प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान को वर्ष 2023-24 के लिए राजभाषा कार्यान्वयन में उत्कृष्ट कार्य हेतु प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान को स्वायत्त संस्थान/शैक्षणिक संगठन श्रेणी में द्वितीय पुरस्कार (राजभाषा शील्ड) प्रदान किया गया।
- पऊवि की अटोलिस प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत संस्थान के स्टाफ सदस्यों को हिंदी में कार्य करने के लिए निरंतर प्रोत्साहित किया गया। इस योजना के तहत अप्रैल–जून 2024 में ₹41,500, जुलाई–सितंबर 2024 में ₹41,900 तथा अक्टूबर–दिसंबर 2024 तिमाही में ₹42,400 और जनवरी–मार्च 2025 तिमाही में ₹42,200 की कुल राशि नकद पुरस्कार के रूप में हिंदी में कार्य करने वाले कर्मचारियों को प्रदान की गई।
- संस्थान द्वारा दिनांक 8 एवं 9 अगस्त 2024 को "विकसित भारत 2047 – आपके संस्थान/संगठन का योगदान" विषय पर दो दिवसीय स्थानीय हिंदी संगोष्ठी का आयोजन किया गया। इस संगोष्ठी में नराकास गांधीनगर, नराकास अहमदाबाद (कार्यालय) एवं नराकास अहमदाबाद (बैंक) के सदस्य कार्यालयों के प्रतिनिधियों ने भाग लिया। संगोष्ठी में कुल 41 प्रस्तुतियाँ दी गईं, जिसमें 2 विशिष्ट व्याख्यान, 8 आमंत्रित व्याख्यान, 12 मौखिक व्याख्यान एवं 19 पोस्टर प्रस्तुतियाँ शामिल थीं। यह संगोष्ठी यूट्यूब पर भी लाइव प्रसारित की गई, जिससे लगभग 450 श्रोतागण जुड़े।
- संस्थान में 17 से 27 सितंबर 2024 तक हिंदी पखवाड़ा आयोजित किया गया। इस दौरान संस्थान के तीनों परिसरों में विविध प्रतियोगिताएं जैसे तकनीकी/गैर-तकनीकी लेख लेखन, श्रुत लेखन, टिप्पण, पत्र लेखन एवं अनुवाद, वर्ग पहेली, हिंदी कंप्यूटर टाइपिंग, हिंदी प्रश्नोत्तरी, रोचक प्रसंग प्रस्तुति, वीडियो प्रतियोगिता, स्वरचित कविता पाठ, गीत गायन आदि का आयोजन किया गया, जिसमें संस्थान के कर्मचारियों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया।
- इस अवधि के दौरान हिंदी अनुभाग द्वारा हर तिमाही में कर्मचारियों को हिंदी में कार्य करने हेतु प्रशिक्षित करने के उद्देश्य से हिंदी कार्यशाला का आयोजन किया गया। दिनांक 26.04.2024 को सेमिनार हॉल में "साइबर सुरक्षा जागरूकता" पर एक कार्यशाला" का आयोजन किया गया । इस कार्यशाला में बड़ी संख्या में संस्थान के अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने भाग लिया। कार्यशाला की वक्ता श्रीमती कीर्ति महाजन, वैज्ञानिक अधिकारी – एच, तथा संस्थान के आईटी प्रभाग के वैज्ञानिक अधिकारी श्री गोविंद लोखण्डे थे। हिंदी पखवाड़ा समारोह 2024 के अंतर्गत दिनांक 20 सितंबर 2024 को 'अभिव्यक्ति – रचनात्मक लेखन व प्रभावी प्रस्तुति' विषय पर हिंदी कार्यशाला के अंतर्गत एक विशिष्ट व्याख्यान का आयोजन किया गया। इस सत्र में सुश्री वृंदा राठी (Creative Trainer – Story Teller) ने प्रशिक्षण प्रदान किया। हिंदी अनुभाग द्वारा दिनांक 28 नवंबर 2024 को वर्ष 2024 में नियुक्त हुए कर्मचारियों के लिए एक हिंदी कार्यशाला का आयोजन हुआ, जिसमें राजभाषा नीति, टिप्पणी एवं पत्राचार, कंप्यूटर पर हिंदी प्रयोग हेतु उपयोगी टूल्स, संस्थान में हिंदी में कार्य करने हेतु लागू प्रोत्साहन योजना आदि के बारे में जानकारी दी गई । दिनांक 11 दिसम्बर 2024 को आयोजित कार्यशाला में संस्थान के वरिष्ठ वैज्ञानिक अधिकारी–'एच' (सेवानिवृत्त) डॉ. प्रमोद कुमार शर्मा द्वारा "प्लाज़्मा अनुसंधान में तीन दशकों की वैज्ञानिक यात्रा – अनुभव एवं प्रेरणा" विषय पर हिन्दी में व्याख्यान दिया।
- संस्थान की हिंदी गृह पत्रिका 'प्लाज़्मा ज्योति' के 32वें एवं 33वें अंक ई-प्रकाशित किए गए तथा हिंदी मासिक समाचार पत्रिका 'प्लाज़्मा समाचार' के कुल 12 अंक (अप्रैल 2024 से मार्च 2025) ई-प्रकाशित किए गए, जो संस्थान की वेबसाइट पर उपलब्ध हैं।
- हिंदी प्रशिक्षण योजना के अंतर्गत संस्थान के 5 कार्मिकों को प्रशिक्षण प्रदान किया गया, जिनमें से 1 ने प्राज्ञ एवं 4 ने प्रवीण परीक्षा उत्तीर्ण की। इसके अतिरिक्त, हिंदी अनुभाग द्वारा हिंदी परीक्षा हेतु नामित कर्मचारियों को नियमित प्रशिक्षण प्रदान किया गया। इसके उपरांत जुलाई-नवम्बर, 2025 के हिंदी भाषा प्रशिक्षण के लिए संस्थान के अधिकारियों को हिंदी परीक्षा (प्रबोध-2, प्रवीण-2, प्राज्ञ-1, पारंगत-3) प्रशिक्षण हेतु नामित किया गया है।
- 10 जनवरी 2025 को संस्थान में आयोजित विश्व हिंदी दिवस के अवसर पर डॉ. कुलवंत सिंह, वैज्ञानिक एच, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई द्वारा "भारतीय परमाणु कार्यक्रम में मटेरियल साइंस का योगदान" विषय पर हिंदी व्याख्यान दिया गया। इसके अतिरिक्त 12 दिसंबर 2024 को सेवानिवृत्त होने वाले वैज्ञानिक अधिकारी डॉ. प्रमोद कुमार शर्मा द्वारा ''आईपीआर में साढ़े तीन दशकों का मेरा ''सुहाना'' सफर'' विषय पर व्याख्यन दिया गया।
- परमाणु ऊर्जा विभाग (पऊवि) के प्लेटिनम जुबली समारोह के उपलक्ष्य में संस्थान में 15-16 फरवरी, 2025 को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस का आयोजन किया गया, जिसमें 57 स्कूलों के 350 से अधिक छात्रों और 60 शिक्षकों ने भाग लिया। दो दिवस के कार्यक्रम में पोस्टर, निबंध, नाटक, वाद-विवाद प्रतियोगिताएँ अंग्रेजी, हिंदी एवं गुजराती भाषा में आयोजित की गईं।
- हिंदी व्याख्यान श्रृंखला के अंतर्गत सेवानिवृत्त होने वाले अधिकारियों द्वारा व्याख्यान दिये गये। 24 मई 2024 को डॉ. ए.वि. रवि कुमार द्वारा "मेरी प्लाज़्मा की रोचक यात्रा" विषय पर, 12 दिसंबर 2024 को वैज्ञानिक अधिकारी डॉ. प्रमोद कुमार शर्मा द्वारा ''आईपीआर में साढ़े तीन दशकों का मेरा ''सुहाना'' सफर'' विषय पर अनुभव आधारित प्रेरणादायी व्याख्यान दिए गए।
- 'तकनीक के साथ, विज्ञान की बात' व्याख्यान श्रृंखला के अंतर्गत वर्ष 2024–25 में दो उल्लेखनीय व्याख्यान आयोजित किए गए। 4 जुलाई 2024 को श्री राजेश कुमार त्रिवेदी द्वारा "ICRF सोर्स – अनुसंधान एवं विकास चरण के परिणाम" तथा 19 मार्च 2025 को श्री विनय मेनन द्वारा "टोकामॅक संचालन के मूलभूत सिद्धांत एवं संलयन में इसका अनुप्रयोग" विषय पर व्याख्यान दिए गए।
- दिनांक 1 अक्टूबर 2024 को, नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति के तत्त्वाधन में, प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान द्वारा संसदीय राजभाषा समिति निरीक्षण प्रश्नावली को सही तरीके से भरने एवं अधिकारियों के मार्गदर्शन के लिए एक ऑनलाइन कार्यशाला आयोजित की गई, जिसमें गांधीनगर न.रा.का.स के विभिन्न कार्यालयों के हिन्दी अधिकारियों/अनुवादकों/हिंदी प्रभारियों ने भाग लिया। इस कार्यशाला में श्री अचलेश्वर सिंह, निदेशक (राजभाषा),परमाणु ऊर्जा विभाग, मुंबई ने संसदीय राजभाषा समिति निरीक्षण प्रश्नावली पर प्रशिक्षण दिया।

- दिनांक 19 सितंबर 2024 को प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान में 'अनुबंध श्रम कानून एवं कार्यप्रणाली' विषय पर एक इंटरैक्टिव व्याख्यान सत्र का आयोजन किया गया। इस सत्र में श्रम प्रवर्तन अधिकारी (केंद्रीय) श्री संजीव द्वारा उपस्थित अधिकारियों एवं कर्मचारियों को श्रम कानूनों की प्रक्रिया, प्रवर्तन एवं व्यावहारिक पहलुओं पर जानकारी दी गई।
- संस्थान में स्वच्छता पखवाड़ा 16 से 28 फरवरी 2025 तक मनाया गया, जिसके अंतर्गत निबंध लेखन प्रतियोगिता तथा अपशिष्ट प्रबंधन विषय पर हिंदी में व्याख्यान आयोजित किया गया।
- 'अंतर्राष्ट्रीय महिला दिवस 2025' के उपलक्ष्य में संस्थान में 12 मार्च 2025 को प्रो. नीरजा गुप्ता द्वारा 'भारत का आध्यात्मिक भूगोल' विषय पर हिंदी में व्याख्यान दिया गया।

चित्र E.1.1: राजभाषा के क्षेत्र में उत्कृष्ट कार्यान्वयन के लिए निदेशक द्वारा अंतर-अनुभागीय शील्ड प्राप्त करते हुए पुस्तकालय अनुभाग के सदस्य।



चित्र E.1.2: संस्थान में आयोजित स्थानीय हिंदी संगोष्ठी की सार-पुस्तिका का विमोचन। (बाएँ से दाएँ) डॉ. शशांक चतुर्वेदी, निदेशक,आईपीआर, डॉ. अनिल भारद्वाज, निदेशक, पीआरएल, श्री यशवंत यू. चव्हाण, प्रधान मुख्य आयकर आयुक्त, गुजरात एवं अध्यक्ष, नराकास (अहमदाबाद); श्री अश्विनी कुमार, महाप्रबंधक एवं क्षेत्रीय प्रमुख, अहमदाबाद, बैंक ऑफ़ बड़ौदा एवं अध्यक्ष, नराकास (अहमदाबाद–बैंक); तथा श्री सुनील सिन्हा, प्रमुख, बड़ौदा एपेक्स अकादमी एवं अध्यक्ष, (गांधीनगर)।

- दिनांक 27 अगस्त 2024 को राजा रामन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केंद्र, इंदौर (म.प्र.) में 'अमृतकाल: विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की भूमिका' विषय पर 'अखिल भारतीय हिन्दी वैज्ञानिक संगोष्ठी-2024' का आयोजन किया गया। इस संगोष्ठी में संस्थान के डॉ. सूर्यकान्त गुप्ता, वैज्ञानिक अधिकारी-जी ने व्याख्यान दिया।"
- राष्ट्रीय व्यावसायिक स्वास्थ्य संस्थान(NIOH) में दिनांक 27 सितंबर 2024 को हिंदी पखवाड़ा समारोह 2024 के अवसर पर श्री राज सिंह, वैज्ञानिक अधिकारी-एच ने "नेट जीरो एमिशन और इसमें परमाणु ऊर्जा का योगदान" विषय पर हिंदी में व्याख्यान दिया।
- केन्द्रीय लोक निर्माण विभाग, गांधीनगर द्वारा दिनांक 6 सितंबर 2024 को आयोजित हिंदी कार्यशाला में संस्थान की हिंदी अधिकारी ने "हिंदी टिप्पण, आलेखन एवं कंप्यूटर पर हिंदी प्रयोग" विषय पर कार्मिकों को प्रशिक्षण प्रदान दिया।
- सॉफ्टवेयर टेक्नॉलोजी पार्कस ऑफ इंडिया, गांधीनगर द्वारा दिनांक 25 सितंबर 2024 को आयोजित हिंदी कार्यशाला में संस्थान की हिंदी अधिकारी ने "कंप्यूटर पर हिंदी प्रयोग हेतु सॉफ्टवेयर/टूल्स" विषय पर कार्मिकों को प्रशिक्षण प्रदान दिया।
- इस अवधि के दौरान नराकास, गांधीनगर के सौजन्य से विभिन्न सदस्य कार्यालयों CPWD, NFSU, होटल प्रबंधन संस्थान, बड़ौदा एपेक्स अकादमी आदि द्वारा आयोजित कार्यशालाओं, प्रश्नोत्तरी, संगोष्ठियों एवं प्रतियोगिताओं में संस्थान के कार्मिकों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया एवं पुरस्कार प्राप्त किए।
- नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, गांधीनगर द्वारा प्रकाशित पत्रिका 'गांधीनगरी' के अप्रैल 2024 एवं सितंबर 2024 अंकों में प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान के अधिकारियों/कर्मचारियों द्वारा लिखी गई कविताएँ एवं आलेख प्रकाशित हुए। अप्रैल अंक में श्री पराग पंचाल की कविता 'हिसाब क्या रखना?', श्री अमित मौर्य का लेख 'महिलाओं की गौरवशाली गाथा', श्री नीरव जमनापरा का लेख 'आम जीवन में प्लाज़्मा का महत्व' तथा श्री आयुष मणि त्रिपाठी की कविता 'जिंदगी का सफर' शामिल हैं। सितंबर अंक में सुश्री प्रतिभा

चित्र E.2.1: सौर सप्ताह का आयोजन

गुप्ता की कविता 'सृजन चक्र' प्रकाशित हुई।

- वर्ष 2024–25 के दौरान राजभाषा कार्यान्वयन निरीक्षण हेतु प्रशासन अनुभाग-2 (31 मई), क्रय अनुभाग (18 सितंबर) तथा प्रशासन अनुभाग-3 (18 मार्च 2025) का निरीक्षण किया गया। निरीक्षण के दौरान हिंदी प्रलेखन, पत्राचार एवं कंप्यूटर पर हिंदी उपयोग की स्थिति का आकलन किया गया तथा सुधार हेतु आवश्यक निर्देश प्रदान किए गए।
- हिंदी विज्ञान साहित्य परिषद की तिमाही हिंदी पत्रिका ''वैज्ञानिक'' में संस्थान की सुश्री प्रतिभा गुप्ता, वैज्ञानिक अधिकारी-एफ की पाँच रचनाएँ प्रकाशित हुई हैं।
- अनुवाद कार्य: वार्षिक रिपोर्ट 2023-24 का अनुवाद, परिणामी बजट का अनुवाद, धारा 3(3) के अंतर्गत आने वाले दस्तावेज़ों का अनुवाद एवं विभिन्न पत्राचारों का अनुवाद कार्य किया गया।
- राजभाषा के प्रचार-प्रसार हेतु किए गए इन प्रयासों के माध्यम से प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान में हिंदी को कार्य-संस्कृति का स्थायी हिस्सा बनाने की प्रक्रिया और मजबूत हुई है।

E2. जनजागरूकता प्रभाग

संस्थान के जनजागरूकता प्रभाग ने इस अवधि के दौरान पूरे देश में (ग्रामीण और शहरी दोनों क्षेत्रों में) कई वैज्ञानिक जनजागरूकता गतिविधियाँ संचालित कीं। जनजागरूकता गतिविधियों के अंतर्गत, प्लाज़्मा प्रदर्शनी राजस्थान, गुजरात, पश्चिम बंगाल, मध्य प्रदेश, जम्मू, तेलंगाना और ओडिशा सहित देशभर के 16 स्थानों पर आयोजित की गईं। इन आयोजनों में प्लाज़्मा, उसके अनुप्रयोग तथा नाभिकीय संलयन पर आधारित प्रदर्शनी शामिल थी, जिसमें 25 से अधिक प्रदर्शित सामग्री थीं, जिनमें से अधिकांश कार्यशील एवं इंटरैक्टिव थीं।

चित्र E.2.2: ऐमालथिया आयोजन की छवियाँ

इसके अतिरिक्त, आम जनता के लिए प्लाज़्मा एवं उसके अनुप्रयोगों पर लोकप्रिय और संवादात्मक व्याख्यान भी आयोजित किए गए। इन आयोजनों के दौरान विज्ञान शिक्षकों के लिए प्लाज़्मा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पर प्रशिक्षण कार्यक्रम भी आयोजित किए गए।

मेज़बान संस्थानों के 800 से अधिक छात्रों को प्रदर्शनी के दौरान आगंतुकों को प्रदर्शित सामग्रियों के बारे में समझाने के लिए प्रशिक्षित किया गया। इन आयोजनों में कुल मिलाकर 4 लाख से अधिक आगंतुकों की उपस्थिति रही, जिनमें लगभग 50,000 छात्र और शिक्षक शामिल थे, जो 800 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों से आए थे। जनजागरूकता कार्यक्रमों के दौरान लगभग 50 शिक्षकों को प्लाज़्मा और उसके अनुप्रयोगों में प्रशिक्षण दिया गया।

अधिक छात्रों की भागीदारी सुनिश्चित करने के लिए प्रश्नोत्तरी, टोकामॅक गेमिंग तथा टोकामॅक असेंबली जैसी प्रतियोगिताएँ भी आयोजित की गईं, जिसमें सबने अत्यंत उत्साह के साथ भाग लिया। संस्थान के जनजागरूकता प्रभाग ने गुजरात साइंस सिटी, अहमदाबाद के सहयोग से मई 2024 में टेक्नोलॉजी डे कार्यक्रम भी मनाया। इस कार्यक्रम में गुजरात राज्य भर के 1500 से अधिक इंजीनियरिंग छात्रों ने भाग लिया।

जनजागरूकता प्रभाग द्वारा राष्ट्रीय अंतरिक्ष दिवस (23 अगस्त 2024) पर गुजरात विद्यापीठ में प्लाज़्मा पर हिंदी में लोकप्रिय व्याख्यान दिया गया, जो विक्रम लैंडर के चंद्रमा पर उतरने की उपलब्धि को समर्पित था। इस व्याख्यान में प्लाज़्मा की प्रचुरता, अनुप्रयोग और संलयन संभावनाओं पर चर्चा की गई। लगभग 200 प्रतिभागियों में सूक्ष्मजीव विज्ञान और बायोगैस विषयों के शिक्षक, शोधकर्ता और छात्र शामिल थे।

जनजागरूकता प्रभाग की वेबसाइट पर आयोजनों की अद्यतन जानकारी के साथ-साथ छात्रों के लिए संसाधन सामग्री और प्रदर्शनी की जानकारी का भंडार भी उपलब्ध है, जिसे छात्र डाउनलोड करके उपयोग कर सकते हैं।

संस्थान के जनजागरूकता प्रभाग द्वारा एक सौर वेधशाला भी स्थापित की गई है। संस्थान के परिसर में तथा ग्रामीण स्कूलों के परिसरों में सौर अवलोकन आयोजित किया गया। सौर अवलोकन सप्ताह में 6 स्कूलों के लगभग 1000 छात्र और 70 शिक्षक शामिल हुए और उन्होंने सौर विशिष्टताएँ (गैस के लाल चमकते हुए लूप), फ़िलामेंट्स (सूर्य की सतह पर देखे जाने वाले काले, धागे जैसी संरचनाएँ), और स्पिक्यूल्स (गैस के छोटे, जेट जैसे स्पाइक्स) का अवलोकन किया (चित्र E.2.3)।

चित्र E.2.3: राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 2025 समारोह

इस अवधि के दौरान, संस्थान के जनजागरूकता प्रभाग ने मुख्य परिसर/एफसीआईपीटी में 56 स्कूलों/कॉलेजों के छात्रों के लिए 60 से अधिक शैक्षणिक दौरे आयोजित किए, जिनमें 3000 से अधिक छात्र शामिल हुए। इसके अतिरिक्त, संस्थान में प्लाज़्मा जागरूकता सप्ताह भी आयोजित किया गया, जिसमें 5 स्कूलों से लगभग 300 छात्रों ने भाग लिया।

जनजागरूकता प्रभाग ने 10 नवंबर 2024 को आईआईटी गांधीनगर में छात्रों द्वारा आयोजित तकनीकी सम्मेलन के 16वें संस्करण '**ऐमलथीया**' में भाग लिया और एक्जीबिट तथा पोस्टर प्रदर्शित किए (चित्र E.2.2)। अगले महीने (दिसंबर 2024) में PDEU गांधीनगर

में 39वें राष्ट्रीय प्लाज़्मा संगोष्ठी के दौरान प्लाज़्मा प्रदर्शनी आयोजित की गई।

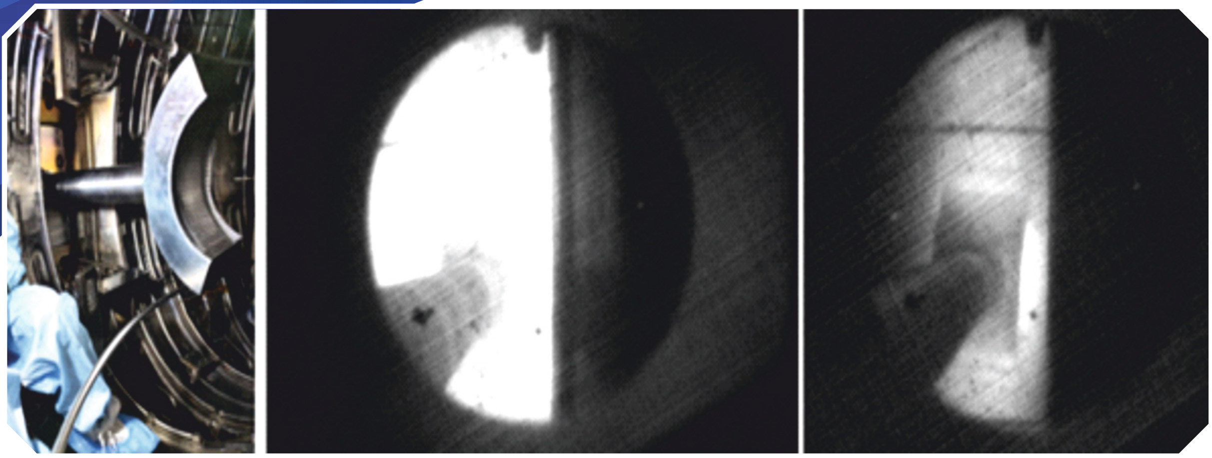
संस्थान में पहली बार, नए कर्मचारियों के लिए सितंबर 2024 में अभिमुखीकरण कार्यक्रम आयोजित किया गया, जिसमें प्रशासनिक कार्यों और प्रयोगशाला दौरे को शामिल किया गया। संस्थान में पहली बार दिसंबर 2024 में एक बेसिक साइंस कैम्प भी आयोजित किया गया, जिसमें 10वीं से 12वीं कक्षा के लगभग 20 छात्रों ने बिजली और चुंबकत्व पर आधारित व्यावहारिक प्रयोगों में भाग लिया।

फरवरी 2025 में, संस्थान ने पूरे गुजरात राज्य के स्कूली छात्रों के लिए राष्ट्रीय विज्ञान दिवस आयोजित किया। इस कार्यक्रम में 57 स्कूलों के 2500 से अधिक छात्र और शिक्षकों ने भाग लिया। कार्यक्रम में निबंध प्रतियोगिता, प्रश्नोत्तरी, नाटक, वक्तृत्व और छात्रों एवं शिक्षकों द्वारा वैज्ञानिक मॉडलों की प्रतियोगिताएँ शामिल थीं (आकृति E.2.3)।

जनजागरूकता प्रभाग द्वारा प्लाज़्मा और संलयन से संबंधित वर्चुअल रियलिटी सामग्री विकसित की जा रही है, ताकि छात्रों को विभिन्न प्रायोगिक प्रणालियों और संलयन की अवधारणाओं को दिखाया जा सके। नियमित रूप से छात्रों और आगंतुकों को SST-1 के अंदरूनी और बाहरी दृश्य दिखाए गए, जिससे उन्हें टोकामॅक की सामान्य समझ प्राप्त हो। जनजागरूकता प्रभाग ने अक्टूबर 2024 में नाइज़र भुवनेश्वर में आयोजित डिएई कॉन्क्लेव में भी भाग लिया।

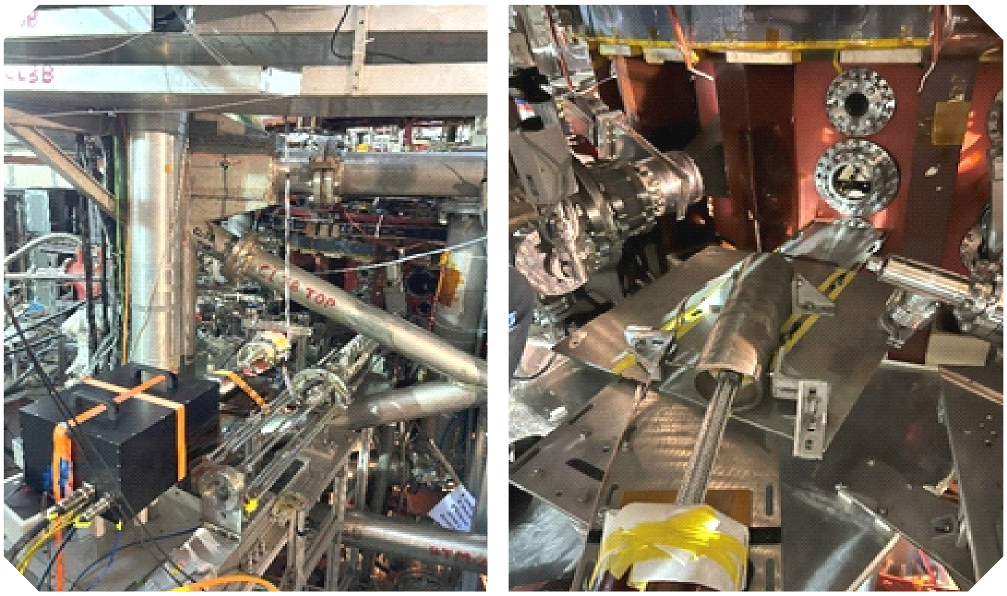
E3. सूचना का अधिकार

रिपोर्ट अवधि 2024–2025 के दौरान कुल 101 आरटीआई आवेदन प्राप्त हुए, जिनमें से 89 नए आरटीआई आवेदन थे, जबकि शेष 12 अपील संबंधी थे। सभी आवेदनों का निस्तारण संबंधित लोक सूचना अधिकारी एवं अपीलीय प्राधिकारी द्वारा निर्धारित समय-सीमा के भीतर कर दिया गया।



एसएसटी-1 में स्थापित एंटीना का दृश्य तथा दृश्य कैमरे द्वारा कैद किए गए प्लाज़्मा उत्पादन का स्नैपशॉट

A view of installed antenna in SST-1 and snapshot of plasma production by visible camera



आदित्य- अपग्रेड टोकॉमक पर स्थापित प्रोटोटाइप ईटर एचएक्सआरएम

Prototype ITER HXRM installed on the ADITYA-Upgrade tokamak

हीलियम-शीतित ब्रीडिंग ब्लैंकेट और डायवर्टर मॉक-अप से ऊष्मा निष्कर्षण के अध्ययन हेतु बनी प्रायोगिक हीलियम शीतलन लूप ईएचसीएल सुविधा

Experimental Helium Cooling Loop (EHCL) facility for studies on heat extraction from helium cooled breeding blanket and divertor mock-ups

प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी फ्रांस के राष्ट्रपति श्री इमैनुएल मैक्रोन के साथ
फ्रांस स्थित ईटर स्थल के दौरे पर

Prime Minister Shri Narendra Modi along with his French counterpart
President Emmanuel Macron during their
visit at the ITER site, France on 12 February 2025