

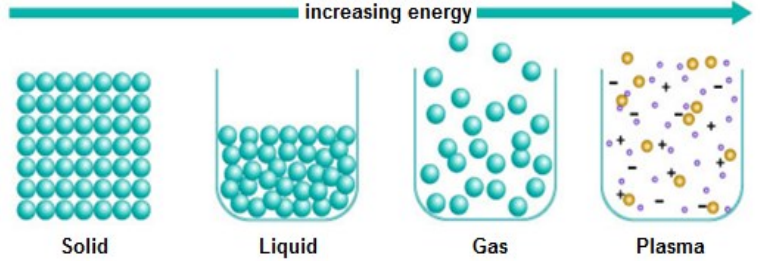


### परिचय

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गुजरात के गांधीनगर क्षेत्र में इन्दिरा पुल के निकट साबरमती नदी के किनारे शांत वातावरण एवं हरेभरे परिसर में स्थित है। प्लाज़्मा विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र में अनुसंधान कार्य को आगे बढ़ाने के उद्देश्य से सन् 1986 में विज्ञान एवं तकनीकी विभाग के अंतर्गत एक स्वायत्तशासी संस्थान के रूप में इसकी स्थापना की गई थी। आगे चलकर यह संस्थान तेजी से विकसित हुआ और सन् 1995 में यह परमाणु ऊर्जा विभाग की प्रशासनिक छत्रछाया में आ गया। इस अवधि के दौरान आईपीआर ने सैद्धांतिक प्लाज़्मा भौतिकी, कंप्यूटर मॉडलिंग एवं अनुकरण, सुपरकंडक्टिंग चुम्बक एवं क्रायोजेनिक्स, अति उच्च निर्वात तकनीकियाँ, प्रगतिशील प्लाज़्मा नैदानिक प्रणालियाँ, आरएफ एवं अनावेशी पुँज तापन प्रणालियाँ, उच्च वोल्टता इंजीनियरिंग प्रणालियाँ, स्पंदित शक्ति प्रणालियाँ, कंप्यूटर आधारित आंकड़ा अधिग्रहण एवं नियंत्रण प्रणालियों के अलावा औद्योगिक पर्यावरणमय एवं महत्वपूर्ण प्लाज़्मा अनुप्रयोगों जैसे उन्नत क्षेत्रों में सक्षमता विकसित की है। तकरीबन 400 वैज्ञानिकों एवं तकनीकी विशेषज्ञों के समूह ने इन लक्ष्यों को अंजाम दिया है।

### प्लाज़्मा क्या है ?

प्लाज़्मा पदार्थ की चौथी अवस्था है। पदार्थ की अन्य अवस्थाएँ हैं - द्रव, ठोस एवं गैस। जब गैस को बहुत अधिक तापमान पर गरम किया जाता है, जब गैस से इलेक्ट्रॉन और आयन निकलकर अलग हो जाते हैं और आवेशित कणों का एक समूह बनता है, तब उसे प्लाज़्मा कहते हैं। आवेशित हुए प्लाज़्मा कणों को चुम्बकीय परिसीमन संलयन के आधार पर चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा प्रभावित एवं सीमित किया जा सकता है।



### नाभिकीय संलयन क्या है ?

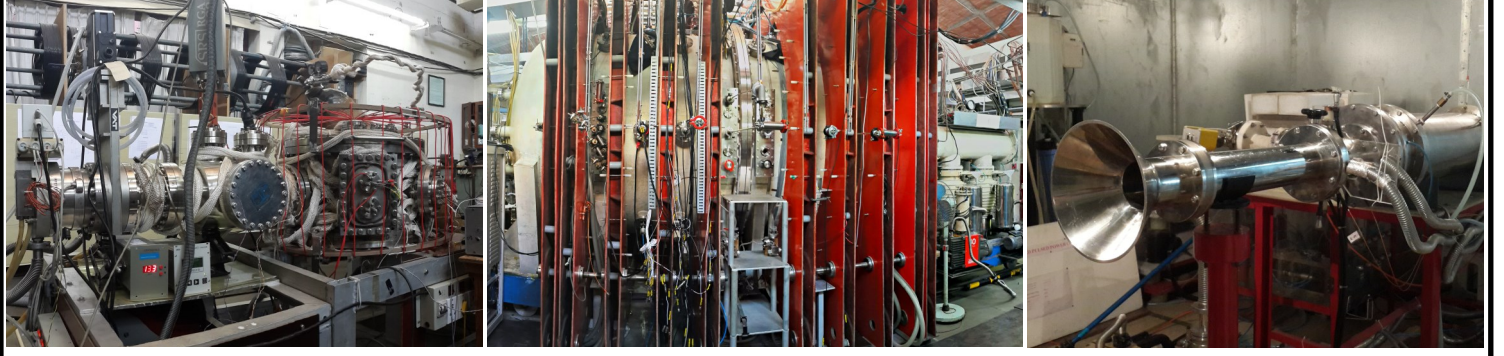
दो हल्के आयनों को फ्यूज करने से काफी मात्रा में ऊर्जा प्राप्त हो सकती है, जिसका उपयोग बिजली को उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है। उदाहरण के लिए ड्यूटेरियम एवं ट्रिशियम (हाईड्रोजन के आइसोटोप)। धनात्मक रूप से आवेशित किये गए दोनों आयनों को एक साथ फ्यूज करने के लिए उनके प्रतिकर्षण को खत्म करना पड़ता है। इसके लिए बहुत अधिक ऊर्जा (तापमान 150M C) की आवश्यकता होती है। पदार्थ उस तापमान पर प्लाज़्मा अवस्था में होता है और उसे सीमित रखने के लिए विशेष व्यवस्था करनी पड़ती है, उनमें से एक है, चुम्बकीय बोटलिंग यानी टोकामक। यह एक रूसी शब्द है, जिसका पर्याय है 'चुम्बकीय क्षेत्र में टोराइडल चैम्बर'। आईपीआर में दो टोकामक प्रयोग व्यवस्था में हैं: **आदित्य टोकामक**: यह भारत में स्वदेशीय विकसित पहला टोकामक है। सन् 1989 से इसमें प्लाज़्मा ऑपरेशन शुरू कर दिये गये थे और अभी भी नियमित रूप से इसमें प्रयोग किये जा रहे हैं। **स्थिर-अवस्था अतिचालक टोकामक-1 (एसएसटी-1)**: यह विश्व में बहुत कम प्रचालनरत टोकामकों में से एक है, जिसमें नियोबियम-टाइटेनियम मिश्रधातु से बने विशाल सुपरकंडक्टिंग चुम्बकों से प्रयोग किये जा रहे हैं, जो 4.5 K पर द्रव हीलियम द्वारा क्रायोजेनिक रूप से शीतलित किये जा रहे हैं।



भारत का पहला स्वदेशीय विकसित "आदित्य" टोकामक एवं अतिचालक स्थिर अवस्था (एसएसटी-1) टोकामक

### आधारभूत प्लाज्मा भौतिकी

चूंकि ब्रह्मांड में मौजूद 99% से अधिक पदार्थ प्लाज्मा अवस्था में है, इसलिए आधारभूत प्लाज्मा की विशेषताओं पर अध्ययन न केवल रोमांचक है, बल्कि काफी उपयोगी भी है। इस संस्थान में कुछ रोचक प्रयोगात्मक प्रणालियाँ हैं। जैसे, बृहद आयतन प्लाज्मा युक्ति (एलवीपीडी), टोरोइडल असेम्बली में मौलिक प्रयोग (बीटा), उच्च शक्ति सूक्ष्मतरंग प्लाज्मा अंतःक्रिया, चुम्बकित किरण पुँज प्लाज्मा अंतःक्रिया अध्ययन, उच्च शक्ति प्लाज्मा टॉर्च, प्लाज्मा वेक-फिल्ड त्वरण प्रयोग, टोरोइडल ट्रेप में नॉन-न्यूट्रल प्लाज्मा, डस्टी प्लाज्मा, मल्टी-कस्प प्लाज्मा आदि।



मौलिक प्लाज्मा भौतिकी के कुछ प्रयोग (बायें से दायें: नॉन-न्यूट्रल प्लाज्मा, एलवीपीडी, सूक्ष्मतरंग वर्कटर)

### सिद्धांत एवं अनुकरण

देश की सबसे अच्छी कम्प्यूटिंग सुविधाओं में से एक सुविधा की सहायता से प्लाज्मा अवस्था के विभिन्न भौतिकी विकास को संबंधित सिद्धांतों के साथ सिमुलेट किया जा रहा है एवं अभिकलन किया जा रहा है। इसके अंतर्गत वर्तमान के रोचक विषयों में संलयन रिएक्टर अध्ययन, टियरिंग मोड्स एवं टोकामक भौतिकी में ब्लॉब गतिकी, तरल एवं आप्टिक अनुकरण, फेज़ (चरण) ट्रांजिशन अध्ययन, जाइरो-गतिक अनुकरण, अरेखिक अध्ययनों के साथ विभिन्न अस्थिरताओं का अध्ययन आदि शामिल हैं। वॉरटेक्स क्रिस्टल के विकास का अनुकरण नीचे दर्शाया गया है।



### औद्योगिक प्लाज्मा प्रौद्योगिकी सुविधा केन्द्र (एफसीआईपीटी)

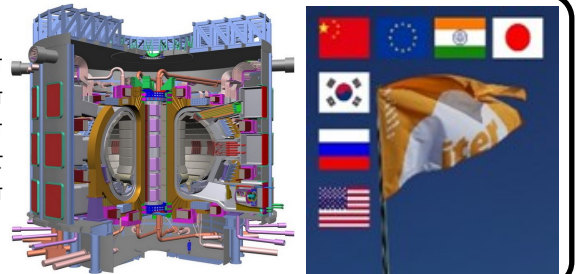
प्लाज्मा तकनीकियों से कई सामाजिक लाभ होते हैं - पदार्थों की सतहों के संशोधन से लेकर पर्यावरण अनुकूल प्लाज्मा आधारित प्रक्रियाओं का इस्तेमाल करके अपशिष्ट का निपटारा किया जा सकता है। औद्योगिक प्लाज्मा प्रौद्योगिकी सुविधा केन्द्र (एफसीआईपीटी) जो जीआईडीसी, गांधीनगर में स्थित है। इस प्रकार की तकनीकियों को विकसित करता है एवं देश में विभिन्न स्थानों पर इसे स्थापित करता है। एफसीआईपीटी, इन तकनीकियों के विकास, इन्क्यूबेशन, प्रदर्शन एवं सुपुर्दगी के चरण के दौरान उद्यमियों से मिलकर सूचना का आदान-प्रदान करता है।



(बायें से दायें): प्लाज्मा नाइट्राइडिंग, प्लाज्मा पाइरोलिसिस, प्लाज्मा टॉर्च

### इटर-भारत

अंतर्राष्ट्रीय तापनाभिकीय प्रायोगिक रिएक्टर (इटर) एक अंतर्राष्ट्रीय परियोजना के अन्तर्गत विकसित की जा रही मशीन है, जिसका निर्माण फ्रांस में किया जा रहा है। यह परियोजना भविष्य में संलयन ऊर्जा से बिजली के उत्पादन की दिशा में एक सशक्त कदम है। यह परियोजना बहुराष्ट्रीय प्रयास है, जिसमें 7 देश भागीदार हैं। भारत भी इस परियोजना में एक भागीदार है। इटर निर्माण में भारत का योगदान कुल लागत का लगभग 10% है जो कि अधिकतर अवयवों (कॉम्पोनेंट/सिस्टम) के रूप में दिया जाएगा। इटर-भारत, जीआईडीसी, गांधीनगर में स्थित, एक भारतीय डोमस्टिक एजेंसी है, जो इटर अधिदेश के अन्तर्गत भारतीय योगदान का दायित्व निर्वाह करने हेतु गठित की गई है।



### संलयन तकनीकियों

आईपीआर, इटर में प्रतिभागिता के माध्यम से अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर पहुँचने के साथ-साथ, संलयन रिएक्टर के लिए उपलब्ध सभी आवश्यक अत्याधुनिक तकनीकियों को ग्रहण करने एवं स्वदेशीय तकनीकों को विकसित करने के लिए भी कार्य कर रहा है। सुपरकंडक्टिंग चुम्बक, ट्रिशियम ब्रिडिंग के लिए ब्लैंकेट मॉड्यूल, अनावेशी किरण पुँज तकनीकियाँ, क्रायो-पम्प, डायवर्टर एवं अन्य प्रथम भित्ति तकनीकियाँ, रिमोट हैंडलिंग आदि जैसी सभी प्रमुख तकनीकियों पर विकासात्मक कार्यों को संस्थान में शुरू कर दिया गया है। साथ ही परमाणु ऊर्जा विभाग की विभिन्न वित्तपोषी एजेंसियों के माध्यम से भारत के संस्थानों एवं उद्योगों को संलयन तकनीकियों के क्षेत्र में एकजुट करने के भी प्रयास किये जा रहे हैं।

प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, भाट, निकट इन्दिरा पुल, गांधीनगर-382 428, गुजरात (भारत)

Tel : +91-79-23962000 Fax : +91-79-23962277 Web : www.ipr.res.in ई-मेल : outreach@ipr.res.in