प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

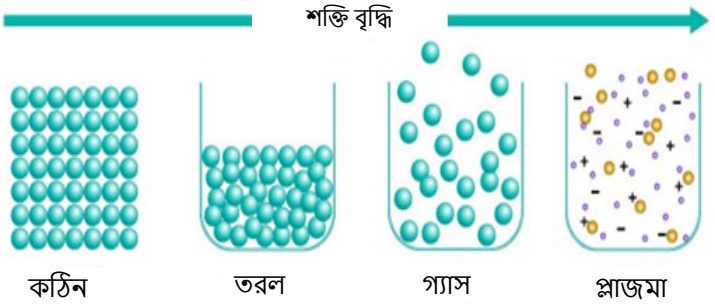
Institute for Plasma Research

ভূমিকা

ইনস্টিটিউট ফর প্লাজমা রিসার্চ (আইপিআর) গুজরাটের গান্ধীনগরের ইন্দিরা ব্রিজের নিকটবর্তী সবরমতী নদীর তীরে একটি শান্তিপূর্ণ ও সবুজ বিদ্যায়তন। এটি ১৯৮৬ সালে বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিভাগের (ডিএসটি) অধীনে স্বায়ত্তশাসিত ইনস্টিটিউট হিসাবে প্লাজমা বিজ্ঞান এবং সংশ্লিষ্ট প্রযুক্তি বিষয়ে গবেষণা চালানোর আদেশের সাথে প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল। ইনস্টিটিউটটি দ্রুত বৃদ্ধি পেয়ে ১৯৯৫ সালে পারমাণবিক শক্তি বিভাগের (ডিএই) প্রশাসনিক ছত্রছায়ায় চলে আসে। কয়েক বছর ধরে, আইপিআর তাত্ত্বিক প্লাজমা পদার্থবিজ্ঞান, কম্পিউটার মডেলিং এবং সিমুলেশন, সুপার কন্ডাক্টিং ম্যাগনেটস এবং ক্রায়োজেনিক্সের মতো উন্নত ক্ষেত্রে দক্ষতা অর্জন করেছে। আল্ট্রা-হাই ভ্যাকুয়াম প্রযুক্তি, উন্নত প্লাজমা ডায়াগনস্টিক সিস্টেম, আর-এফ এবং নিউট্রাল বিম হিটিং সিস্টেম, উচ্চ-ভোল্টেজ ইঞ্জিনিয়ারিং সিস্টেম, পালস-পাওয়ার সিস্টেম, কম্পিউটার ভিত্তিক ডেটা অধিগ্রহণ এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা ছাড়াও শিল্প, পরিবেশগত- এবং কৌশলগত- প্লাজমা ব্যবহারের ক্ষেত্রেও দক্ষতা অর্জন করেছে। বর্তমানে প্রায় ৪০০ (চারশ) বিজ্ঞান-বিশেষজ্ঞ এবং প্রযুক্তিবিদদের একটি বহু-শাখা-প্রশাখা দল এই কাজগুলি সম্মিলিতভাবে সম্পাদন করে।

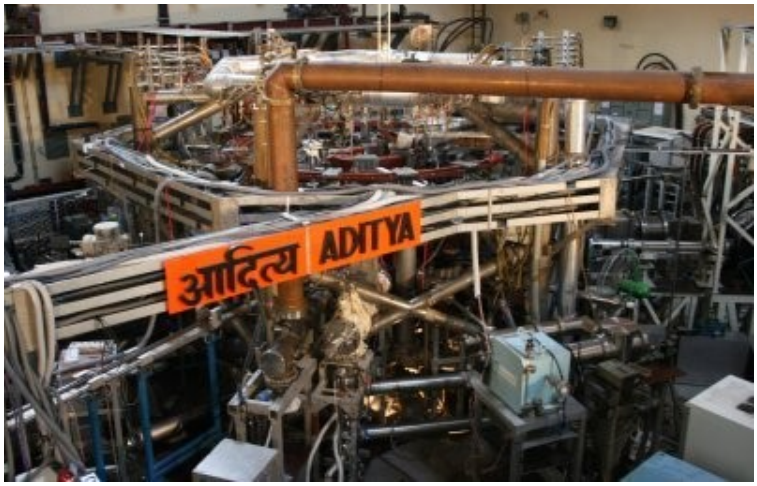
প্লাজমা কী?

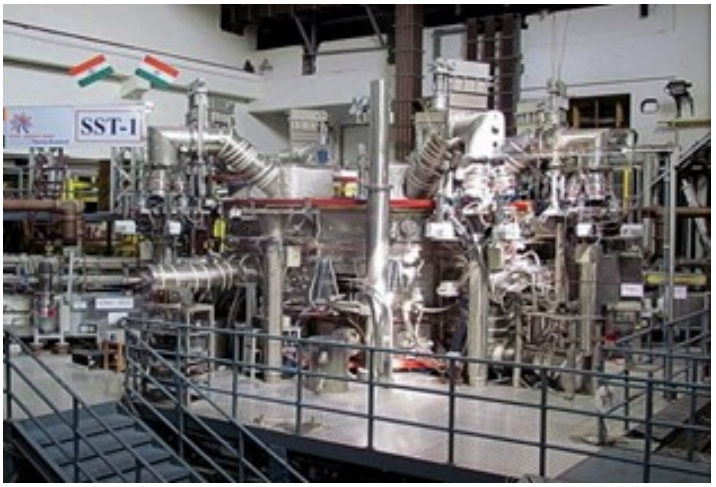
এটি পদার্থের চতুর্থ অবস্থা, যেমনটি পদার্থের অন্যান্য অবস্থা: কঠিন, তরল এবং গ্যাস। যখন কোনও গ্যাস খুব উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়, তখন গ্যাস-পরমাণুর ইলেক্ট্রন (বা ইলেক্ট্রন গুলি) তাদের প্যারেন্ট আয়নিক বাঁধন থেকে আলাদা হয়ে যায় এবং প্লাজমা নামক চার্জযুক্ত কণার সংকলন তৈরি করে। আরও পরিষ্কার ভাবে বললে, প্লাসমা হলো পদার্থের চার্জযুক্ত অবস্থা যেখানে ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কনাগুলি নির্দিষ্ট মাত্রায় বর্তমান; কিন্তু কঠিন, তরল এবং গ্যাস হলো পদার্থের চার্জ নিরপেক্ষ অবস্থা। চার্জযুক্ত প্লাজমা কণাগুলি সভাবতই বৈদ্যুতিক এবং চৌম্বকীয় ক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয়। চৌম্বকীয় ক্ষেত্রগুলি দ্বারা প্লাজমা কণাগুলির গতি সীমিত করে, চৌম্বকীয়-সীমাবদ্ধতার ভিত্তিতে ম্যাগনেটিক কনফাইনমেন্ট ফিউশন ধারণার জন্ম নেয়।



নিউক্লিয়ার ফিউশন ?

দুটি হালকা আয়ন ফিউজ করা হলে, উদাঃ ডিউটিরিয়াম এবং ট্রিটিয়ামের (হাইড্রোজেনের আইসোটোপস) আয়ন, প্রচুর শক্তি নির্গত হতে পারে যা বিদ্যুত উত্পাদনে ব্যবহার করা যেতে পারে। উভয় আয়নই ধনাত্মক চার্জযুক্ত হওয়ায়, তাদের বিকর্ষণ কাটিয়ে উঠতে খুব উচ্চ শক্তি (তাপমাত্রা প্রায় ১৫০০ লক্ষ ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড) দরকার হয়। তবে থার্মো-পারমাণবিক ফিউশন এর জন্য, যার মধ্যে ফিউজিং সংঘর্ষগুলি সম্ভাবনাযুক্ত, কিছুটা কম তাপমাত্রার প্রয়োজন। এখনও সেই তাপমাত্রায় পদার্থটি প্লাজমা অবস্থায় থাকবে এবং তাদের অনেক্ষন ধারণ করার জন্য চৌম্বকীয় বোতলেরমতো বিশেষ ব্যাবস্থার প্রয়োজন, যেমন টোকামাক - এটি রাশিয়ান শব্দ যার প্রতিশব্দ 'চৌম্বকীয় ক্ষেত্রে টরয়ডাল চেম্বার'। আইপিআর-তে দুটি টোকামাক-এ গবেষণার করার সুযোগ রয়েছে: **আদিত্য টোকামাক**: ভারতে আঞ্চলিকভাবে নির্মিত এটি প্রথম টোকামাক ১৯৮৯ সালে প্লাজমা অপারেশন শুরু করে এবং এখনও পরীক্ষাগুলি নিয়মিতভাবে চালানো হয়। **স্টেডি স্টেট সুপারকন্ডাক্টিং টোকামাক-১ (এসএসটি -১):** এটি বিশ্বের কয়েকটি অবিচলিত-অবস্থা সম্পন্ন টোকামাক গুলির মধ্যে একটি যা ক্রায়োজেনিকভাবে ৪.৫ ডিগ্রী কেলভিন তাপ মাত্রায় ঠান্ডা করা তরল হীলিয়াম্ দ্বারা পরিচালিত নিওবিয়াম-টাইটানিয়াম মিশ্রণের তৈরি বিশাল সুপারকন্ডাক্টিং চুম্বকগুলির সাহায্যে কাজ করে।

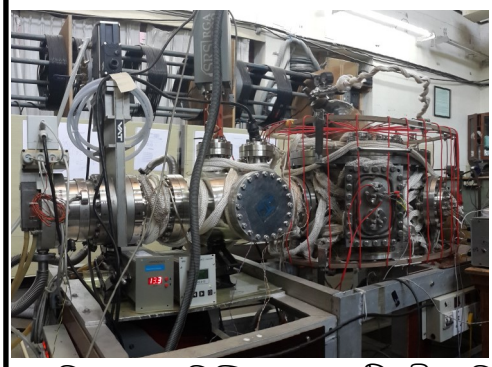
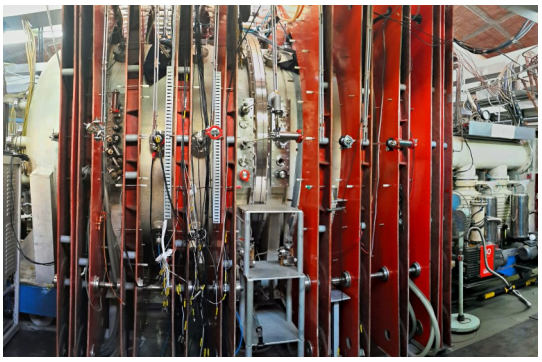
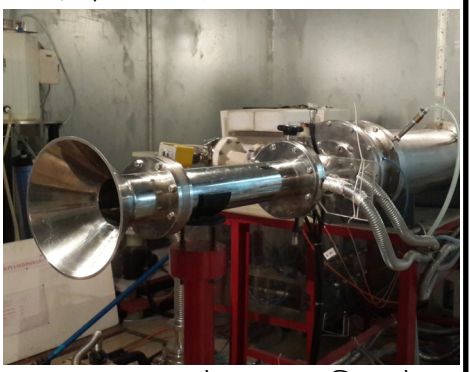




(বামে) আদিত্য টোকামাক (ডান) স্টেডি স্টেট সুপারকন্ডাক্টিং টোকামাক-১ (এসএসটি -১)

মৌলিক প্লাজমা ফিজিক্স

যেহেতু এই মহাবিশ্বে বিদ্যমান প্রত্যাশিত ৯৯% বা তারও বেশি উপাদান প্লাজমা অবস্থায় রয়েছে তাই প্লাজমা অবস্থার মৌলিক বৈশিষ্ট্যগুলি নিয়ে অধ্যয়ন কেবল খুব উত্তেজনাপূর্ণ নয়, এটি খুবই প্রয়োজনীয়। এই ইনস্টিটিউটে কয়েকটি আকর্ষণীয় পরীক্ষামূলক ব্যবস্থা রয়েছে: বৃহত-আয়তন প্লাজমা ডিভাইস (এলভিপিডি), টোরয়ডাল অ্যাসেমব্লিতে বেসিক এক্সপেরিমেন্টস (বিটা), উচ্চ-শক্তি মাইক্রোওয়েভ প্লাজমা ইন্টারঅ্যাকশন, চৌম্বকীয় বিম প্লাজমা ইন্টারঅ্যাকশন, উচ্চ-বিদ্যুত প্লাজমা টর্চ, প্লাজমা-ওয়েক-ফিল্ড এক্সিলারেশন পরীক্ষাগুলি, টোরয়ডাল ট্র্যাপে নন-নিউট্রাল প্লাজমা, ডাস্টি-প্লাজমা, মাল্ট-কাসপস প্লাজমা ইত্যাদি।

বেসিক প্লাজমা ফিজিক্সের কয়েকটি পরীক্ষা-নিরীক্ষা (বামে) অনিরপেক্ষ প্লাজমা, (মধ্যম) বৃহত-আয়তন প্লাজমা, (ডান) মাইক্রোওয়েভ ভিড়কেটর

তত্ত্ব এবং অনুকরণ

দেশের অন্যতম সেরা কম্পিউটিং সুবিধা সহ, প্লাজমা অবস্থার বিভিন্ন পদার্থবিজ্ঞানের বিবর্তনগুলির প্রাসঙ্গিক তত্ত্বগুলির সাথে অনুকরণ এবং গণনা করা হয়। বর্তমান আকর্ষণীয় বিষয়গুলির মধ্যে রয়েছে ফিউশন রিঅ্যাক্টর অধ্যয়ন, টোকামাক পদার্থবিজ্ঞানে টিয়ারিং মোড, ব্লব ডায়নামিক্স, তরল এবং আণবিক সিমুলেশন, লেজার-প্লাজমা ইন্টারঅ্যাকশন অধ্যয়ন, পর্যায় স্থানান্তর অধ্যয়ন, গাইরো-গাইনেটিক সিমুলেশন, নন-লিনিয়ার অধ্যয়নের পাশাপাশি বিভিন্ন অস্থায়িত্ব অবস্থা ইত্যাদি। নীচে দেখানো হয়েছে।

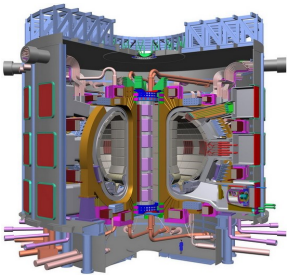
শিল্প প্লাজমা টেকনোলজিস (এফসিআইপিটি) সুবিধার্থে কেন্দ্র

পরিবেশ-বান্ধব প্লাজমা ভিত্তিক প্রক্রিয়া ব্যবহার করে পদার্থের বিভিন্ন তলসমূহের পরিবর্তন থেকে শুরু করে বর্জ্য-পদার্থের অপসারণে প্লাজমা-প্রযুক্তিগুলির ব্যবহারের সামাজিক সুবিধা প্রচুর। শিল্পকৌশল প্লাজমা-প্রযুক্তির সুবিধাকেন্দ্র (এফসিআইপিটি, জিআইডিসি, গান্ধীনগরে অবস্থিত) এই প্রযুক্তিগুলি বিকাশ করে, বিভিন্ন স্থানে তাদের স্থাপন করে, এবং ইনকিউবেশন, প্রদর্শন ও বিতরণ পর্যায়ের মাধ্যমে উদ্যোক্তাদের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে যোগাযোগ করে।

(বামে) প্লাসমা নাইট্রাইডিং, (মধ্যম) প্লাসমা পপাইরোলিসিস, (ডান) প্লাসমা টর্চ

আইটিআর - ভারত

ইন্টারন্যাশনাল থার্মোনোক্লিয়ার এক্সপেরিমেন্টাল রিঅ্যাক্টর (আইটিইআর) ফ্রান্সে নির্মিত একটি আন্তর্জাতিক প্রকল্প এবং ফিউশন শক্তি থেকে ভবিষ্যতে বিদ্যুতের উত্পাদনের দিকে এক বড় পদক্ষেপ। এই বহুজাতিক প্রচেষ্টাতে ভারত এক অন্যতম অংশীদার দেশ (সাতটি দেশের মধ্যে)। আইটিইআর নির্মাণে ব্যয়ের প্রায় 10% অবদান রাখবে ভারত (অর্থের বিপরীতে পণ্য বা পরিষেবা প্রদানের মাধ্যমে)। আইটিইআর-ইন্ডিয়া (জিআইডিসি, গান্ধী-নগরে অবস্থিত) হল ভারতীয় ঘরোয়া সংস্থা, এটি ভারতীয় অবদানকে আইটিইআর-এর আদেশ অনুসারে দায়বদ্ধ করার দায়িত্ব নিয়ে গঠিত হয়েছিল।



ফিউশন প্রযুক্তি

আইটিইআর-এ অংশগ্রহণের মাধ্যমে আন্তর্জাতিকভাবে নিজেকে প্রকাশ করার সাথে, আইপিআর ফিউশন রিঅ্যাক্টরের জন্য প্রয়োজনীয় সমস্ত শিল্পের প্রযুক্তি বোধগম্য করার জন্য এবং দেশীয়করণের জন্যও কাজ করছে। ইনস্টিটিউটে সুপার কন্ডাক্টিং চুম্বক, ট্রিটিয়াম প্রজননের জন্য কম্বল-মডিউল, নিরপেক্ষ -বিম প্রযুক্তি, ক্রায়োজেনিক্স, ক্রায়ো-পাম্পস, ডাইভার্টর এবং অন্যান্য ফার্স্ট-ওয়াল প্রযুক্তি, রিমোট হ্যান্ডলিং ইত্যাদির মতো সমস্ত বড় প্রযুক্তির উন্নয়নমূলক কাজ শুরু করা হয়েছে। পারমাণবিক শক্তি বিভাগের বিভিন্ন তহবিল সংস্থার মাধ্যমে আরও বেশি ভারতীয় প্রতিষ্ঠান ও শিল্পকে ফিউশন প্রযুক্তির আওতায় আনার চেষ্টাও চলছে।

ইনস্টিটিউট ফর প্লাজমা রিসার্চ (আইপিআর), গ্রাম: ভাট, ইন্দিরা সেতুর নিকটে, , গান্ধীনগর ৩৮২৪২৮, গুজরাট
Tel : +91-79-23962000 Fax : +91-79-23962277 : Web : www.ipr.res.in Email : outreach@ipr.res.in