प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

Institute for Plasma Research

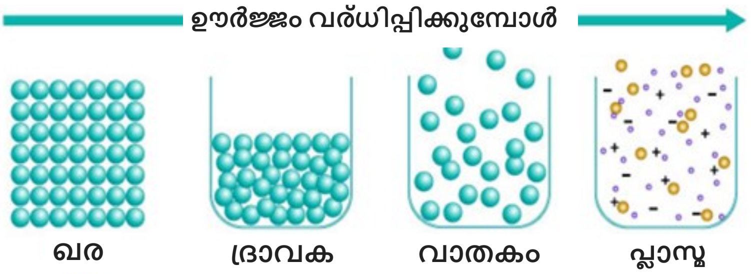
ആമുഖം

ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഫോർ പ്ലാസ്മ റിസർച്ച് (IPR) ഗുജറാത്തിലെ ഗാന്ധിനഗർ ഇന്ദിര ബ്രിഡ്ജിനടുത്തുള്ള സബർമതി നദിയുടെ തീരത്തുള്ള സമാധാനവും പച്ചപ്പുമുള്ള ക്യാമ്പസിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. പ്ലാസ്മ സയൻസ് ആന്റ് ടെക്നോളജിയിൽ ഗവേഷണം നടത്താൻ സയൻസ് ആൻഡ് ടെക്നോളജി ഡിപ്പാർട്ട്മെന്റിന്റെ കീഴിലുള്ള ഒരു സ്വയംഭരണസ്ഥാപനമായി 1986 ലാണ് ഇത് സ്ഥാപിതമായത്. ഈ സ്ഥാപനം അതിവേഗം വളർന്ന് 1995 ൽ ആണവവകുപ്പിന്റെ ഭരണനിർവ്വഹണത്തിനു കീഴിൽ വന്നു.

സ്ഥാപിതമായതുമുതൽ നാളിതുവരെ ഇൻഡസ്ട്രിയൽ, എൻവയോൺമെന്റൽ, സ്ട്രാറ്റജിക് പ്ലാസ്മാ ആപ്ലിക്കേഷനുകൾ കൂടാതെ സൈദ്ധാന്തിക പ്ലാസ്മ ഫിസിക്സ്, കമ്പ്യൂട്ടർ മോഡലിംഗ്, സിമുലേഷൻ, സൂപ്പർകണ്ടക്ടിംഗ് മാഗ്നറ്റ്സ് ആന്റ് ക്രോയോജനിക്സ് ,അൾട്രാ ഹൈ വാക്വം ടെക്നോളജീസ്, ആധുനിക പ്ലാസ്മ ഡയഗണോസ്റ്റിക് സംവിധാനങ്ങൾ, ആർ.എഫ് ആന്റ് ന്യൂട്രൽ ബീം ഹീറ്റിംഗ് സിസ്റ്റംസ്, ഹൈ വോൾട്ടേജ് എൻജിനീയറിങ് സിസ്റ്റംസ്, പൾസഡ് പവർ സിസ്റ്റംസ്, കംപ്യൂട്ടർ അധിഷ്ഠിത ഡാറ്റാ അക്വിസിഷൻ ആൻഡ് കൺട്രോൾ സിസ്റ്റംസ് എന്നീ മേഖലകളിലാണ് ഐ പി ആർ തങ്ങളുടെ മികവ് തെളിയിച്ചിട്ടുള്ളത്. 400-ഓളം ശാസ്ത്രജ്ഞരും ടെക്നോളജിസ്റ്റുകളുമുൾപ്പെടുന്ന വിവിധോദ്ദേശ്യ സംഘമാണ് ഈ ചുമതലകൾ കൈകാര്യം ചെയ്തുവരുന്നത്.

എന്താണ് പ്ലാസ്മ ?

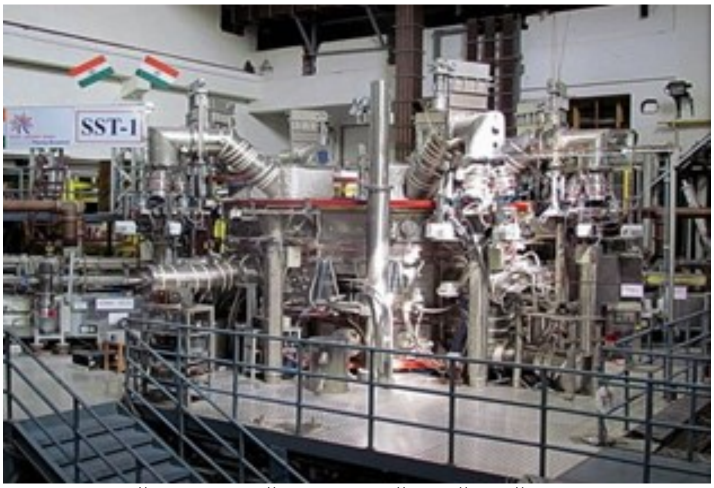
പ്ലാസ്മ എന്നത് ദ്രവ്യത്തിന്റെ നാലാമത്തെ അവസ്ഥയാണ്, മറ്റ് അവസ്ഥകൾ ഖരം, ദ്രാവകം, വാതകം എന്നിവയാണ്. വളരെ ഉയർന്ന ഊഷ്മാവിൽ വാതകം ചൂടാകുമ്പോൾ വാതകത്തിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ ഇലക്ട്രോണുകളും അയോണുകളും പിളർന്ന് പ്ലാസ്മ എന്ന ചാർജിത കണങ്ങളുടെ ഒരു ശേഖരം ഉണ്ടാക്കുന്നു. പ്ലാസ്മ കണങ്ങൾ ചാർജിത കണങ്ങളായതിനാൽ കാന്തിക മണ്ഡലങ്ങൾക്ക് ഇവയെ സ്വാധീനിക്കാനും നിയന്ത്രിക്കാനും കഴിയുന്നു.ഇതാണ് കാന്തിക നിയന്ത്രിത ഫ്യൂഷന് അടിസ്ഥാനമായിട്ടുള്ളത്.



എന്താണ് ന്യൂക്ലിയർ ഫ്യൂഷൻ ?

രണ്ട് ലഘു അയോണുകൾ ഫ്യൂഷന് വിധേയമായാൽ, ഉദാ. ഡ്യൂറ്റേറിയവും ട്രൈറ്റിയവും (ഹൈഡ്രജന്റെ ഐസോട്ടോപ്പുകളാണ്) വൈദ്യുതി ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന ബൃഹത്തായ ഊർജ്ജം ലഭിക്കും. രണ്ടും പോസറ്റീവ് അയോണുകൾ ആയതിനാൽ വികർഷണം അതിജീവിച്ച് ഫ്യൂഷൻ നടക്കണമെങ്കിൽ വളരെ ഉയർന്ന ഊർജ്ജം (താപനില 150Million C) ആവശ്യമാണ്. എന്നാൽസംയോജന, കൂട്ടിയിടിയ്ക്ക് സാധ്യതയുള്ള തണുത്ത അണുസംയോജന സംയോജനത്തിന് താരതമ്യേന കുറഞ്ഞ താപനില മതി. എന്നിരുന്നാലും, ആ താപനിലയിലും ദ്രവ്യം പ്ലാസ്മ അവസ്ഥയിലായിരിക്കും.അങ്ങനെയുള്ള പ്ലാസ്മയുടെ നിയന്ത്രണത്തിന് കാന്തിക കുപ്പികൾ പോലെയുള്ള പ്രത്യേക ക്രമീകരണം ആവശ്യമാണ്.ഉദാ ടോക്കാമാക്സ് - കാന്തിക മണ്ഡലത്തിലെ ടോറിഡൈഡ് ചേമ്പർ എന്നർത്ഥം വരുന്ന ഒരു റഷ്യൻ പദമാണ് ഈ പേരിനാധാരം. ഐപിആർ ഇൽ രണ്ട് ടോക്കമാക് പരീക്ഷണങ്ങൾ ഉണ്ട്: **ആദിത്യ ടോക്കാമാക്**: ഇന്ത്യയിൽ തദ്ദേശജന്യമായി നിർമ്മിച്ച ആദ്യത്തെ ടോക്കമാക് , പ്ലാസ്മ പ്രവർത്തനങ്ങൾ 1989 ൽ ആരംഭിച്ചു, ഇപ്പോഴും പതിവായി പരീക്ഷണങ്ങൾ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു.

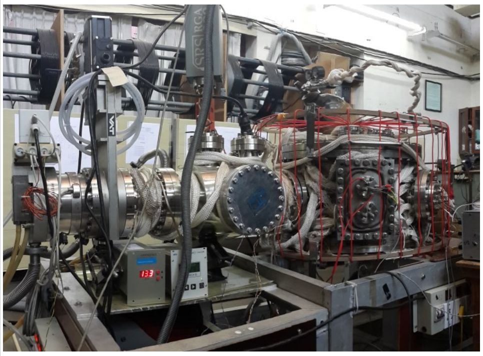
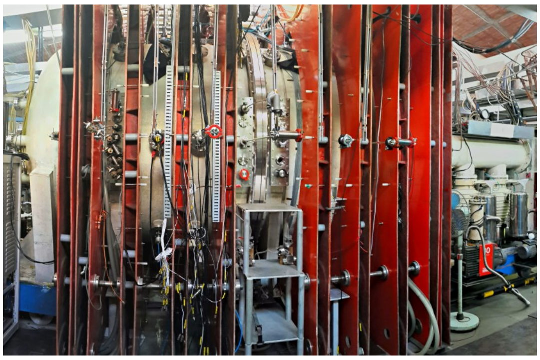
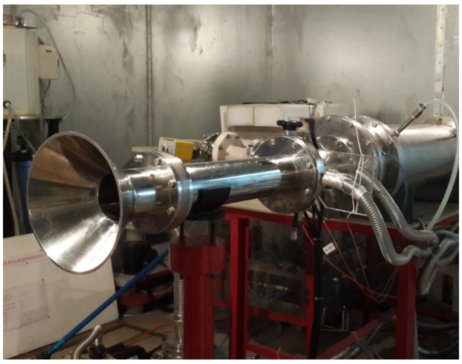
സ്റ്റെഡി-സ്റ്റേറ്റ് സൂപ്പർകണ്ടക്ടിംഗ് ടോക്കാമാക്ക് അല്ലെങ്കിൽ എസ് എസ് ടി -1: 4.5K ലുള്ള ദ്രാവക ഹീലിയം കൊണ്ട് തണുപ്പിച്ച നിയോബിയം-ടൈറ്റാനിയം അലോയാൽ നിർമ്മിച്ച ബൃഹത്തായ സൂപ്പർകണ്ടക്ട്രിക് മാഗ്നറ്റുകളാൽ പ്രവർത്തനക്ഷമമായ ലോകത്തിലെ ചുരുക്കം ചില സുസ്ഥിര ടോകമാക്കുകളിൽ ഒന്നാണിത്.



ഇന്ത്യയിലെ ആദ്യത്തെ തദേശീയ ടോക്കാമക് "ആദിത്യ", സൂപ്പർകണ്ടക്ടിംഗ് സ്റ്റെഡിസ്റ്റേറ്റ് ടോകാമാക്ക് (എസ് എസ് ടി -1)

അടിസ്ഥാന പ്ലാസ്മ ഫിസിക്സ്

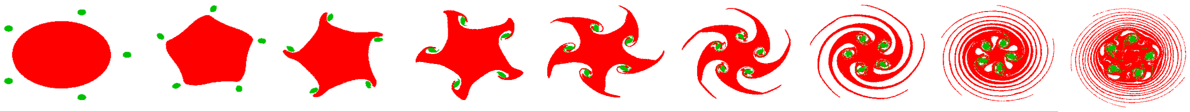
ഈ പ്രപഞ്ചത്തിൽ നിലനിൽക്കുന്ന ദ്രവ്യത്തിൽ 99% അല്ലെങ്കിൽ അതിലധികം പ്ലാസ്മാവസ്ഥയിലാണ് എന്നതിനാൽ, അടിസ്ഥാന പ്ലാസ്മ ഗുണങ്ങൾ സംബന്ധിച്ച പഠനങ്ങൾ വളരെ ആവേശമുണർത്തുന്നതും ഉപയോഗപ്രദവുമാണ്. ഈ സ്ഥാപനത്തിൽ നിരവധി രസകരമായ പരീക്ഷണ സംവിധാനങ്ങൾ ഉണ്ട്: ലാർജ് വോള്യം പ്ലാസ്മാ ഡിവൈസ് (LVPD), ടോറോയിഡൽ അസംബ്ലിയിലെ അടിസ്ഥാന പരീക്ഷണങ്ങൾ (ബീറ്റ), ഉയർന്ന ഊർജ്ജ മൈക്രോവേവ് പ്ലാസ്മ പരസ്പരവ്യവഹാരം,കാന്തിക ബീം-പ്ലാസ്മ പരസ്പരവ്യവഹാര പഠനം, ഉയർന്ന പവർ പ്ലാസ്മ "ടോർച്ച്", "പൊടി" പ്ലാസ്മ, മൾട്ടികസ്പ് പ്ലാസ്മ, മുതലായവ അവയിൽ ചിലതു മാത്രം.

അടിസ്ഥാനപരമായ പ്ലാസ്മ ഭൗതിക പരീക്ഷണങ്ങൾ : നോൺ ന്യൂട്രൽ പ്ലാസ്മ, എൽവിപിഡി, മൈക്രോവേവ് വിർഗേറ്റർ

സിദ്ധാന്തവും സിമുലേഷനും

രാജ്യത്തെ ഏറ്റവും മികച്ച സൂപ്പർ കമ്പ്യൂട്ടിംഗ് സൗകര്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച്, പ്ലാസ്മ അവസ്ഥയിലെ വിവിധ ഭൗതികശാസ്ത്ര പരിണാമങ്ങൾ അനുബന്ധ സിദ്ധാന്തങ്ങളുമായി സംയോജിപ്പിക്കുകയും കണക്കാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഫ്യൂഷൻ റിയാക്ടർ പഠനങ്ങൾ, ടോക്കമാക് ഫിസിക്സിൽ ടിയറിങ്ങ് മോഡുകളും, ബ്ളോബ് ഡൈനാമിക്സും, ദ്രാവകവും മോളിക്യുലർ മുലേഷൻസും, ഫേസ് ട്രാൻസിഷൻ സ്റ്റഡീസ്, ഗൈറോ-കൈനെറ്റിക് സിമുല്യൂഷൻസ്, നോൺ-ലീനിയർ സ്റ്റഡീസിനൊപ്പം നിരവധി അസ്ഥിരതകൾ തുടങ്ങിയവയാണ് നിലവിലുള്ള രസകരമായ വിഷയങ്ങൾ. . വോർട്ടെക്സ് പരവലയത്തിന്റെ പരിണാമ സിദ്ധാന്തം താഴെ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.



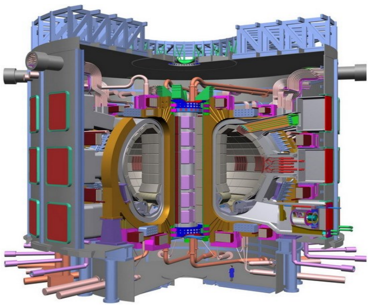
ഫെസിലിറ്റേഷൻ സെന്റർ ഫോർ ഇൻഡസ്ട്രിയൽ പ്ലാസ്മാ ടെക്നോളജീസ് (എഫ് സി ഐ പി ടി)

പ്ലാസ്മാ ടെക്നോളജിയുടെ സാമൂഹ്യ ഗുണങ്ങൾ വളരെയേറേയാണ്- പരിസ്ഥിതി സൗഹൃദ പ്ലാസ്മ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള പ്രക്രിയകൾ ഉപയോഗിച്ച് പദാർത്ഥപ്രതലങ്ങളുടെ പരിഷ്കരണം മുതൽ മാലിന്യ സംസ്കരണം വരെ. മാലിന്യനിർമാർജനത്തിൽ നിന്നും പ്ലാസ്മ ടെക്നോളജികളിൽ നിന്നുള്ള സാമൂഹ്യ ആനുകൂല്യങ്ങൾ വളരെ വലിയവയാണ്. ഫെസിലിറ്റേഷൻ സെന്റർ ഫോർ ഇൻഡസ്ട്രിയൽ പ്ലാസ്മാ ടെക്നോളജീസ് (ജിഐഡിസി, ഗാന്ധിനഗർ എന്നിവിടങ്ങളിൽ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള എഫ്.സി.ഐപിടി) ഈ സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ വികസിപ്പിക്കുകയും അവരെ വിവിധ സൈറ്റുകളിൽ വിന്യസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. വലപ്പ്മെന്റ്, ഇൻകുബേഷൻ, ഡെമോൺസ്ട്രേഷൻ, സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ ഡെലിവറി എന്നീ ഘട്ടങ്ങളിലെല്ലാം സംരംഭകരുമായി എഫ് സി ഐ പി ടി അടുത്തിടപഴുകുന്നു.

(L-R) പ്ലാസ്മ നൈട്രൈഡ്, പ്ലാസ്മ പൈറോളിസിസ്, പ്ലാസ്മ ടോർച്ച്

ഐ. ടി. ഇ. ആർ. (ITER) - ഇന്ത്യ

ഇന്റർനാഷണൽ തെർമോന്യൂക്ലിയർ പരീക്ഷണ റിയാക്റ്റർ (ITER) ഫ്രാൻസിൽ നിർമ്മിക്കുന്ന ഒരു അന്താരാഷ്ട്ര ദ്ധതിയാണ്. ഫ്യൂഷൻ ഊർജ്ജത്തിൽ നിന്നുള്ള വൈദ്യുതിയുടെ ഭാവി ഉല്പാദനത്തിലേക്കുള്ള ഒരു ചുവടുവെപ്പാണിത്. ഇതിന്റെ ബഹുരാഷ്ട്ര പങ്കാളിത്ത പ്രവർത്തന രാജ്യങ്ങളിൽ(7 രാജ്യങ്ങളിൽ) ഒന്നാണ് ഇന്ത്യ . ITER നിർമ്മാണചെലവുകളിൽ ഏകദേശം 10% ഇൻഡ്യ സംഭാവന നൽകും. ITER-India (ഗാന്ധിനഗറിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്) ഇന്ത്യൻ ആഭ്യന്തര ഏജൻസിയാണ്, ITER mandate ന്റെ ഇന്ത്യൻ സംഭാവന നിർവഹിക്കാനുള്ള ഉത്തരവാദിത്തത്തോടെ രൂപീകരിക്കപ്പെട്ടതാണിത്.



ഫ്യൂഷൻ സംബന്ധിച്ചുള്ള നൂതന സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ

ഐ.ടി.ഇ. ആർ (ITER) പങ്കാളിത്തത്തിലൂടെ അന്തർദ്ദേശീയ എക്സ്പോഷർ വഴി ഐപിആർ ഒരു ഫ്യൂഷൻ റിയാക്ടറിൽ ആവശ്യമായ എല്ലാ നൂതന സാങ്കേതിക വിദ്യകളും ഉൾക്കൊള്ളാനും തദ്ദേശീയമായി രൂപീകരിക്കാനും ശ്രമിക്കുന്നു. സൂപ്പർകണ്ടക്ടിങ് മാഗ്നറ്റ്, ട്രിഷിയം ബ്രീഡിങിനുള്ള ബ്ലാങ്കറ്റ് മോഡ്യൂൾ, ന്യൂട്രൽ ബീം ടെക്നോളജി, ക്രിജെനിക്സ്, ക്രയോ പമ്പുകൾ, ഡൈവേർട്ടേസ്, മറ്റ് പ്രാരംഭ ടെക്നോളജീസ്, റിമോട്ട് ഹാൻഡിലിംഗ് തുടങ്ങി എല്ലാ പ്രധാന സാങ്കേതികവിദ്യകളുടെയും വികസന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഐപിആർ ആരംഭിച്ചു. ആണവോർജ്ജ വകുപ്പിന്റെ കീഴിലുള്ള വിവിധ ഫണ്ടിംഗ് ഏജൻസികൾ വഴി കൂടുതൽ ഇന്ത്യൻ സ്ഥാപനങ്ങളും വ്യവസായങ്ങളും ഫ്യൂഷൻ ടെക്നോളജിയുടെ കുടക്കീഴിലേക്ക് കൊണ്ടുവരാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ നടക്കുന്നു.

Institute for Plasma Research, Bhat, near Indira Bridge, Gandhinagar 382 428, Gujarat (India)
Tel : +91-79-23962000 Fax : +91-79-23962277 : Web : www.ipr.res.in Email : outreach@ipr.res.in