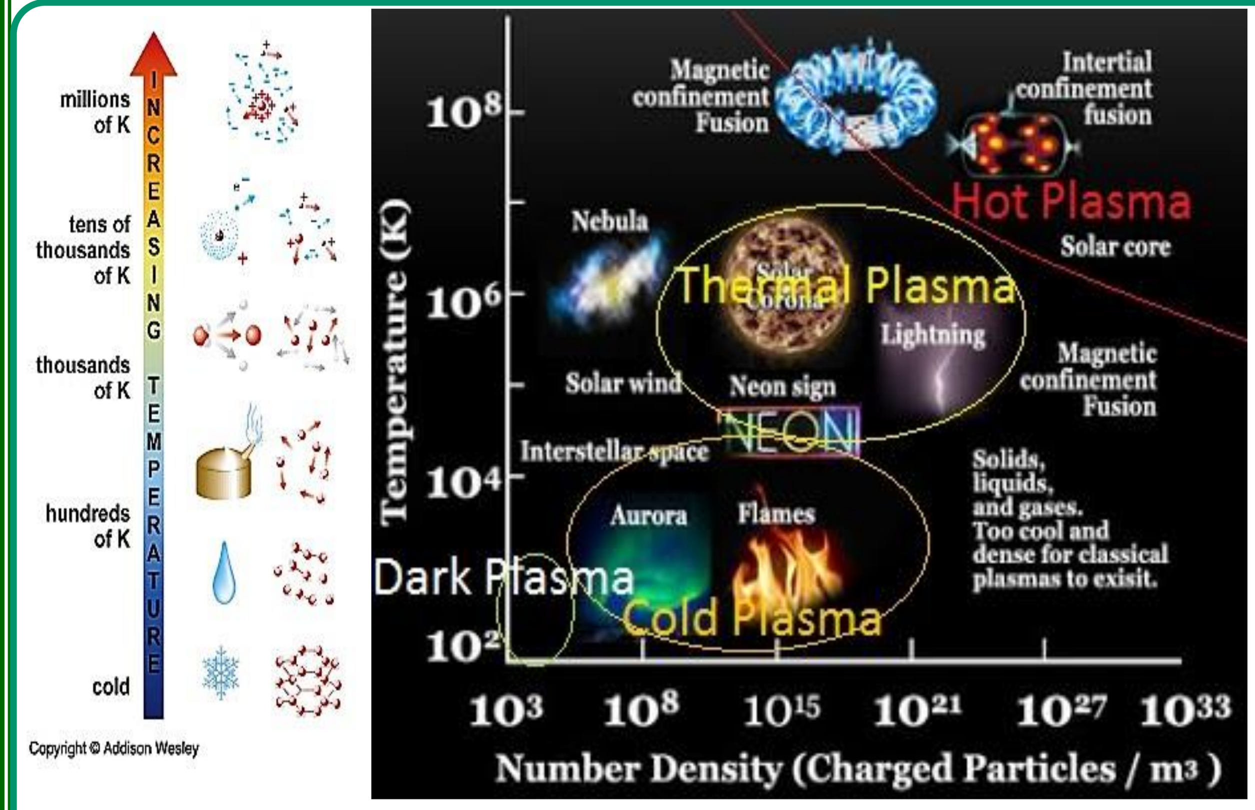
प्लाज़्मा की विशेषतायें

प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर, 382 428, गुजरात (भारत)

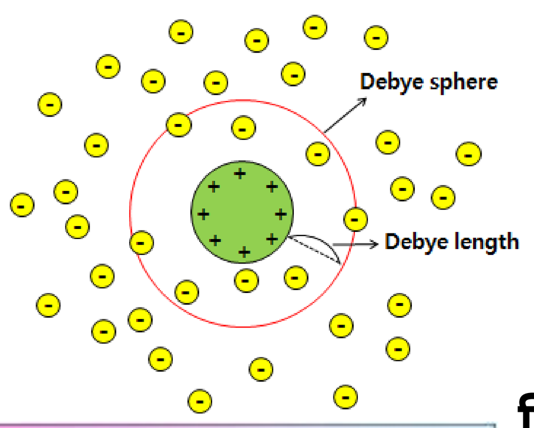
www.ipr.res.in

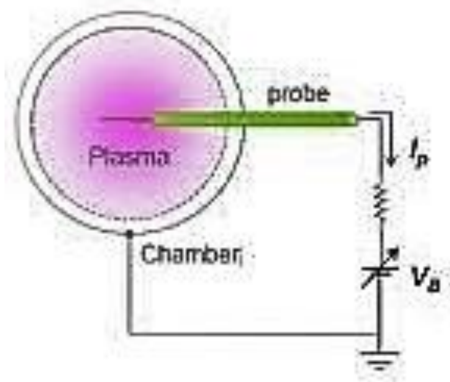


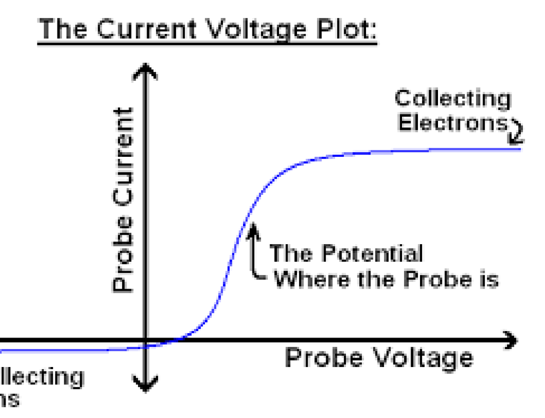
आयनीकरण स्तर और तापमान के आधार पर प्लाज़्मा को विभिन्न तरह से वर्गीकृत किया गया है। सामान्य रूप में शीत प्लाज़्मा 1 eV से 10^4 keV तक। हॉट प्लाज़्मा 1 KeV से ~ 10^7 KeV अत्यधिक ठंडा प्लाज़्मा 1K के तापमान पर होता है।

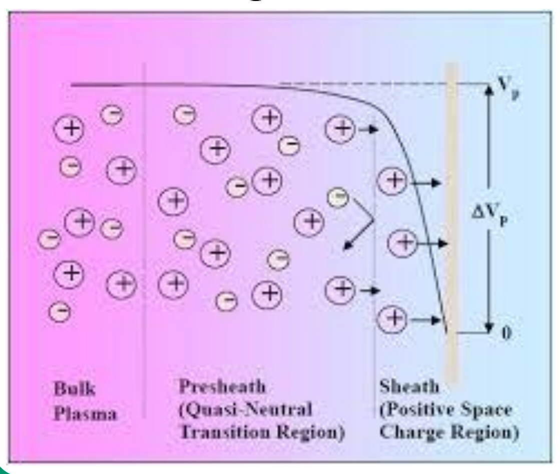
प्लाज़्मा सामान्यतया इलेक्ट्रॉनों, आयनों और उच्च आयनित अवस्था, प्रोटॉन न्यूट्रॉन से युक्त होता है और कई प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है: बहुत उच्च विद्युत चालकता से अनंत तक, विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों के साथ अंत:क्रिया, केवल विभिन्न स्थूल वेगों के कारण प्रदर्शन, बाह्य बलों द्वारा स्थानीय संतुलन के बाधित होने पर असामान्य तीव्र कणों की अधिक संख्या, अत्यधिक उच्च ऊर्जा घनत्व आदि।

प्लाज़्मा, आवेशित कणों, आवेशित क्षेत्रों और विद्युत क्षेत्रों के बावजूद विद्युत रूप से पूरी तरह न्यूट्रल(अनावेशित) रहता है। यह गुण क्वासि-न्यूट्रेलिटि (अर्ध-अनावेशित) के नाम से जाना जाता है - प्लाज़्मा को परिभाषित करने का एक गुण।



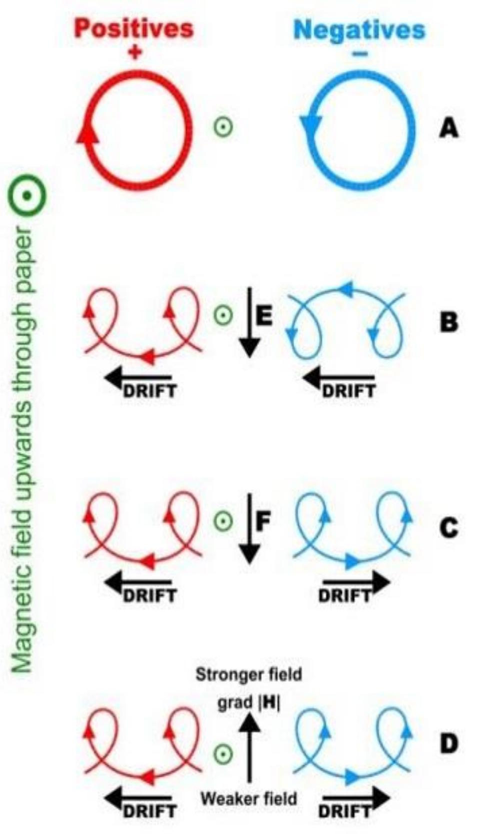






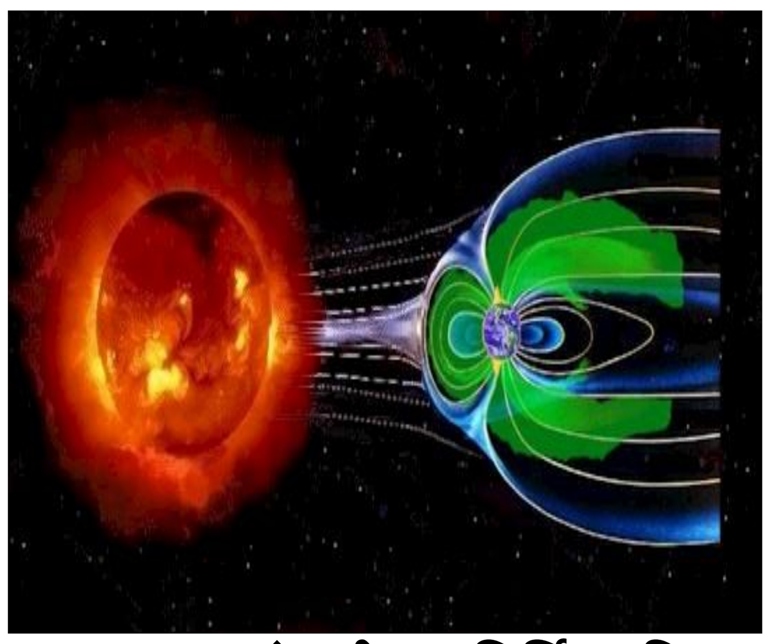
जिस दूरी पर अर्ध-अनावेशित टूट जाता है, वह डिबाई लंबाई या डिबाई क्षेत्र से वर्णित है। यह फ्लोरोसेंट लैंप, टोकामक और आयनोस्फीयर के प्लाज़्मा में एक मिलीमीटर से भी कम है। इंटरप्लेटरी इंटरस्टेलर माध्यमों में लगभग 10 मीटर। अंतरिक्ष स्थान में 10 किमी तक। यह गुण द्विपरत गठन और संबंधित प्रभावों का भी परिणाम होता है।

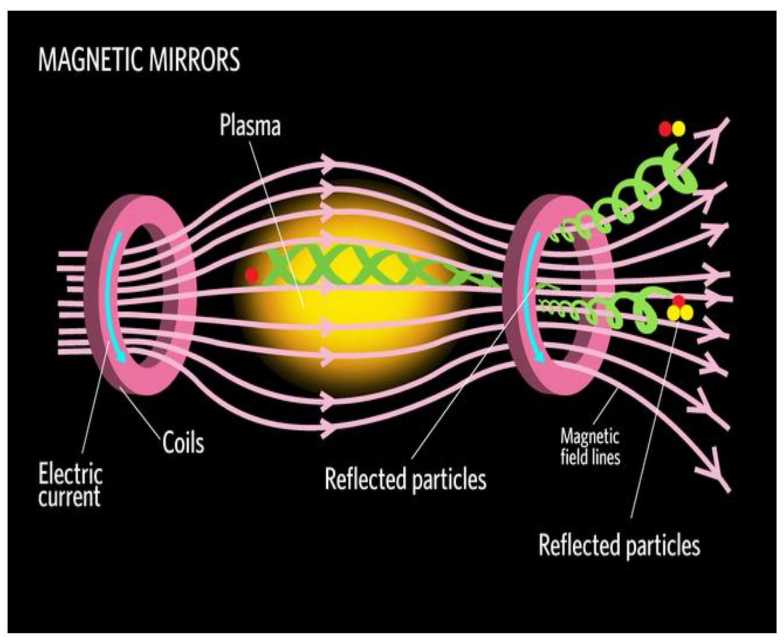
प्लाज़्मा का विशिष्ट विद्युत-चुम्बकीय गुणों का प्रदर्शन: प्लाज़्मा के घटक मजबूती से विद्युत चुम्बकीय शक्तियों के अधीन होते हैं, जैसा कि जेम्स क्लर्क मैक्सवेल और हेन्द्रिक एंटोन लोरेन्ज़ ने व्याख्या की है। विद्युत चुंबकत्व के साथ यह मजबूत अंत:क्रिया प्लाज़्मा की जटिल संरचनाओं और तरंगों को प्रदर्शित करती है।



समांगी चुंबकीय क्षेत्रों में आवेशित कण के अपवाह: (A) केवल चुंबकीय क्षेत्र, कोई बाधित बल नहीं

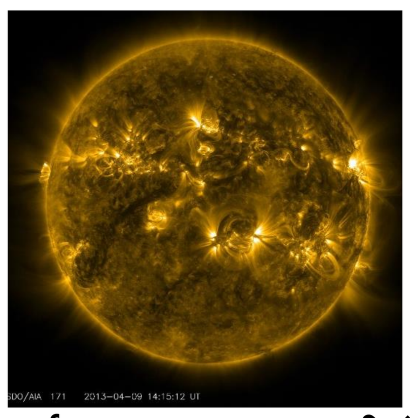
(B) जब विद्युत क्षेत्र प्रयुक्त किया जाता है (C) जब गुरुत्वाकर्षण की तरह एक स्वतंत्र बल के अधीन (डी) एक असमांगी चुंबकीय क्षेत्र में, ग्रेड H

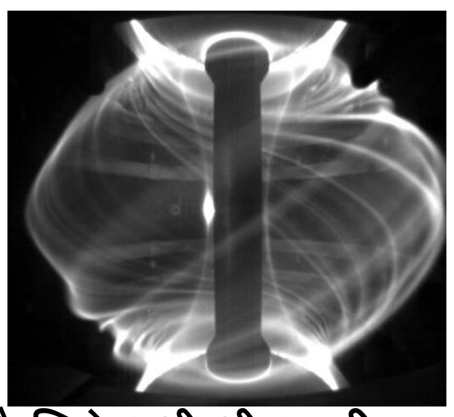




प्लाज़्मा अपने भीतर निर्मित विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों से स्व:क्रियाशील रहता है। विद्युत क्षेत्र प्लाज़्मा कणों को अत्यधिक उच्च ऊर्जा में त्वरित करता है और चुंबकीय क्षेत्र आवेशित कणों के संचालन में सहायक हैं। प्लाज़्मा में, यह पारस्परिक क्रिया सूर्य से परिरक्षण कर पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने का एक कारण है।

प्लाज़्मा चुम्बकीय द्रवगतिकी (एमएचडी-मैग्नेटोफ्लुइड यांत्रिकी या हाइड्रोमग्नेटिक्स) को अत्यधिक प्रदर्शित करता है, जैसा कि विद्युत और चुंबकीय क्षेत्रों की उपस्थिति में सभी विद्युतीय संचरित तरल पदार्थों से अपेक्षित है।

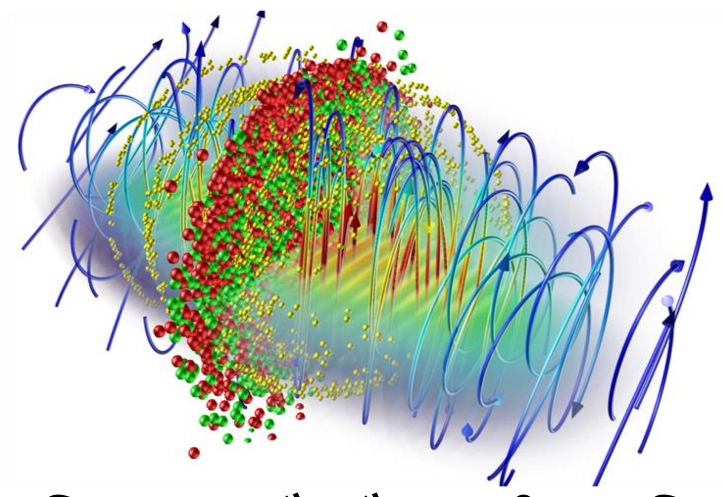




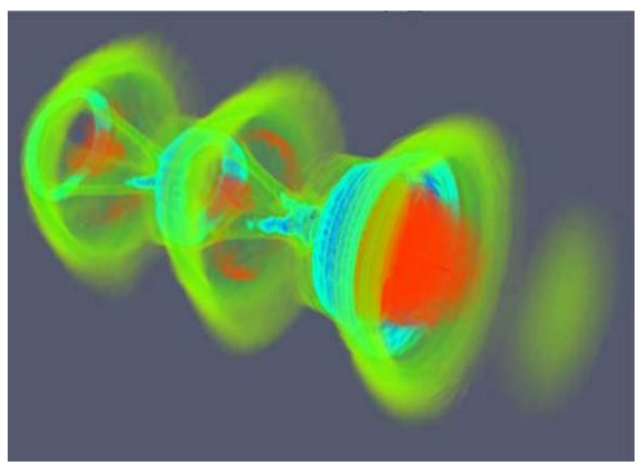
सूर्य एक MHD प्रणाली है जिसे अभी भी अच्छी तरह से समझना है! दायीं ओर दिखाए गए MAST टोकामक के अंदर प्लाज़्मा की एक 3D छवि है।

प्लाज़्मा में स्वयं उत्पन्न और बाह्य विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्रों के अनुप्रयोग से इसकी परिघटना का व्यापक परिसर प्रदर्शित किया जाता है।

पक्षियों, मछलियों और जानवरों के झुंड की तरह प्लाज़्मा सामूहिक व्यवहार दर्शाता है!

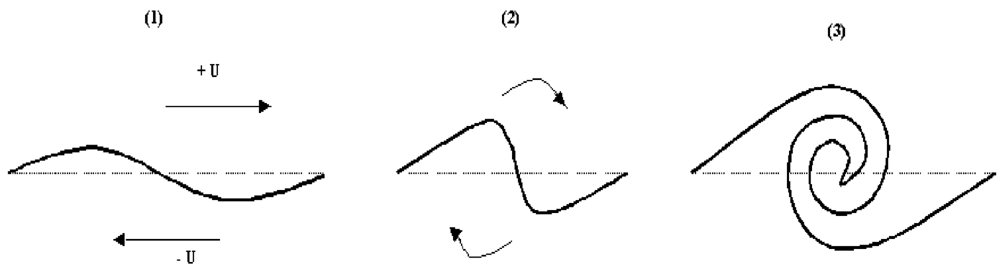


फिलामेंटेशन(तंतुकरण) प्लाज़्मा में नियमित घटना है और इसकी उत्पत्ति मुक्त इलेक्ट्रॉनों के उपलब्ध होने से होती है। प्लाज़्मा में आवेशित कण जब गति करते हैं तो विद्युत धारा के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की एक रिंग(अंगूठी) का गठन होता है, जो फिलेमेंट्री धारा के तारों को संकुचित(पिंच) कर सकता है।

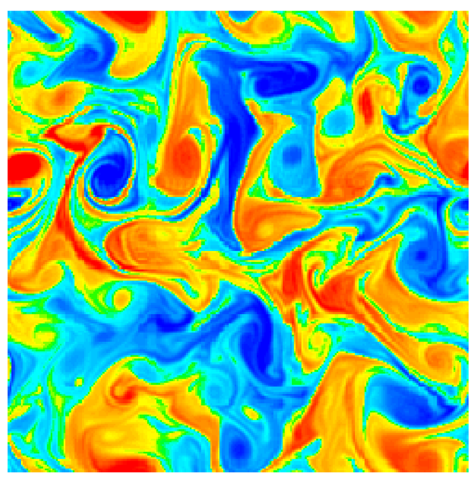


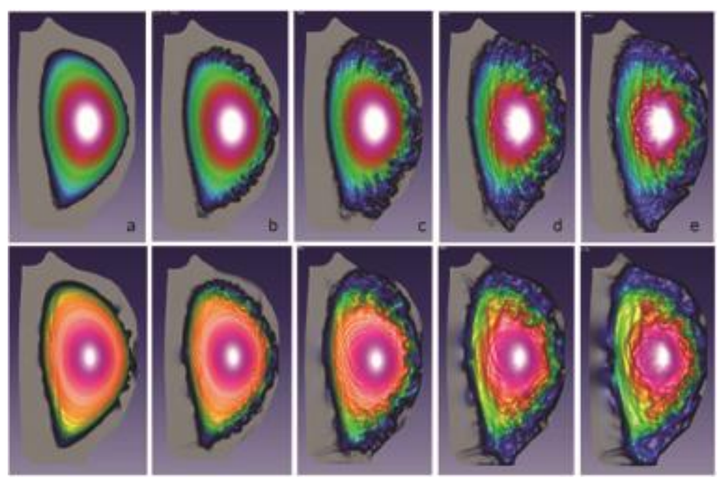
शॉकवेव्स प्लाज़्मा में विभिन्न तरीकों से प्रेरित होते हैं। बायीं ओर प्रदर्शित अनुकरण बताता है कि जब शक्तिशाली लेजर को प्लाज़्मा में प्रज्जवलित किया गया था, तब क्या हुआ था। नीचे दायीं ओर दिये गये हबल स्पेस टेलीस्कोप से खींचे गये इस चित्र में सुपरनोवा 1987A के चारों ओर t शॉकवेव को दर्शाया गया है।

अव्यवस्थित अस्थिरताएँ एवं अरैखिताएँ: अव्यवस्थित अस्थिरताओं एवं अरैखिताओं से प्लाज़्मा आसानी से बाधित हो जाता है। एक अकेले तत्व की गति पूरे प्लाज़्मा को अलग-अलग तरीकों से उत्तेजित कर सकती है। प्रकृति में ये अस्थिरताएँ हाईड्रोडायनामिक या गतिक है। प्लाज़्मा में शुद्ध बल नए त्वरणों को पैदा करते हैं और छोटे उतार-चढ़ाव बढ़ते हैं और पूरे प्लाज़्मा को अस्थिर कर देते हैं, जिसके कारण ऊर्जा की हानि और प्लाज़्मा का विनाश होता है। कुछ प्रसिद्ध अस्थिरताएं डिकोट्रॉन अस्थिरता, किंक अस्थिरता, सॉसेज अस्थिरता आदि हैं।



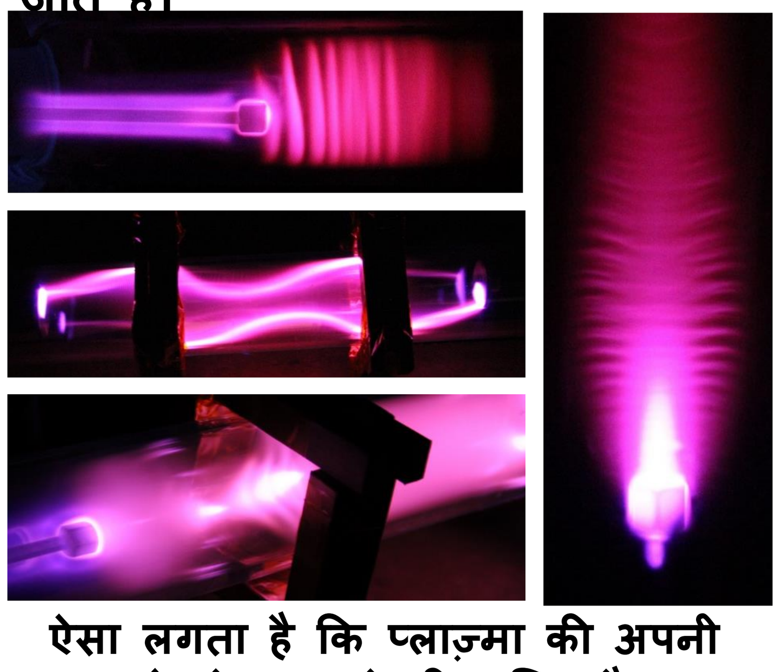
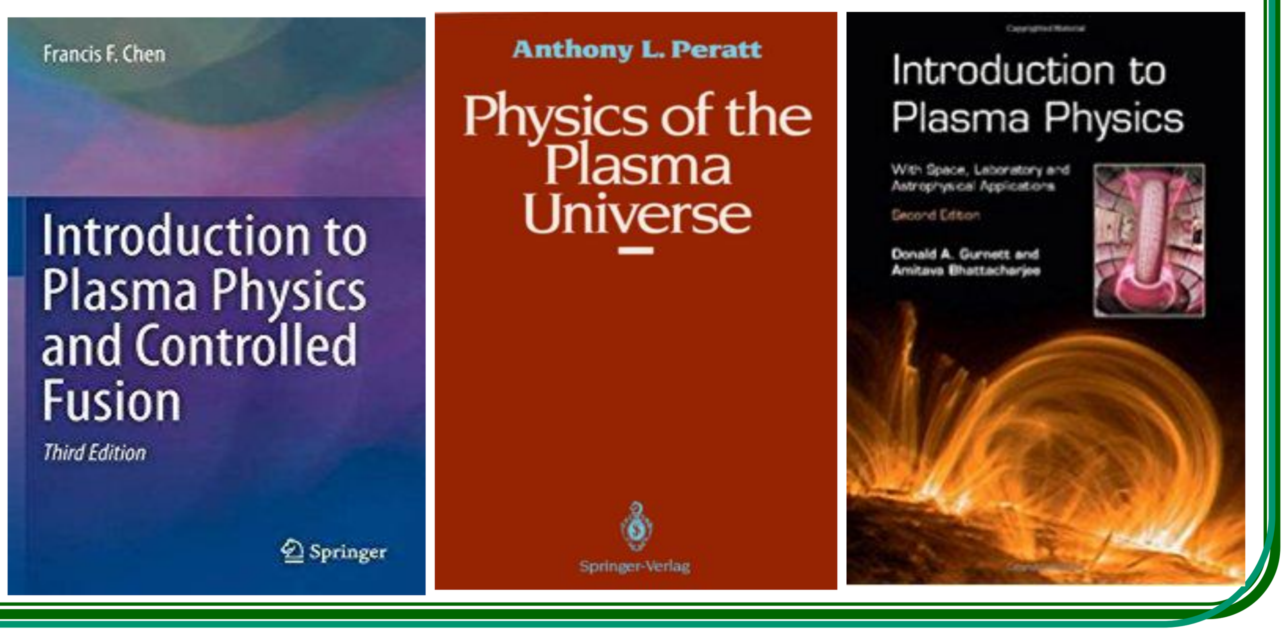
तरल पदार्थों में केल्विन-हेल्महोल्टज़ अस्थिरता प्लाज़्मा में डिकोट्रॉन अस्थिरता के समान है





सॉसेज अस्थिरता तब निर्मित होती है जब उच्च विद्युत धारा प्लाज़्मा से गुजरती है। प्रेरित चुंबकीय क्षेत्रों और धारा के कारण यह बिंदु संकुचित हो जाते हैं।

प्लाज़्मा में प्रक्षोभ होना सहज कारक है। टोकामक के प्लाज़्मा नियंत्रण में यह प्रमुख चिंता का विषय है। इसके कारण संलयन प्रक्रिया में ऊष्मा की बहुत हानि होती है। पानी के भंवर इस परिघटना का एक उदाहरण है।



ऐसा लगता है कि प्लाज़्मा की अपनी सोचने समझने की शक्ति है!