प्लाज्मा विज्ञान और प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

जीवन और पर्यावरण की सामाजिक अनुप्रयोग बदलने की गुणवत्ता

Applications of Plasma Science and Technology

Societal Applications Transforming Quality of Life and Environment)

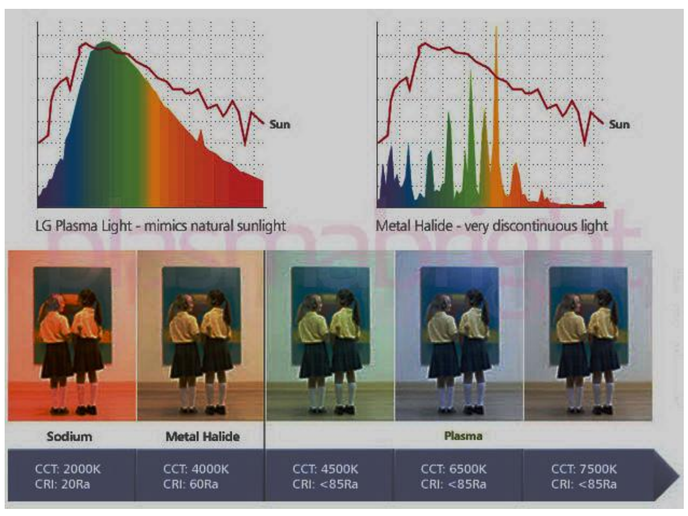
प्लाज्मा रिसर्च संस्थान, गांधीनगर संस्थान, 382 428, गुजरात (भारत)
www.ipr.res.in

रासायनिक परिवर्तनों, मैक्रोमोलेकुलर डिलीशंस और पॉलिमर जैसी सामग्रियों की सतह के संशोधन के लिए प्लाज्मा केमिस्ट्री, नैनोपेक्टिक्स जैसे नैनोस्ट्रक्चर, नॉनोपेट्रिक्स, नैनो टोपोग्राफ़ी, उन्नत सामग्री के गुणों आदि के लिए नैनो कंपोजिट आदि तथा इन तकनीकों की संभावित क्षमताओं को अब तक ज्ञात स्तरों से परे भौतिक गुणों में विस्तार ज्ञान और इसलिए आवेदनों में समाज को और जीवन की गुणवत्ता में क्रांतिकारी लाभ ला रहे हैं। ये विविध क्षेत्रों में पहले से ही प्लाज्मा साइंस और तकनीक के भारी औद्योगिक अनुप्रयोगों के इस्तेमाल से अलग हैं। इसका उल्लेख करने के लिए नियंत्रित परमाणु संलयन की आशाजनक उम्मीद है कि यह सब कुछ संभव बनाने के लिए अटूट ऊर्जा का स्रोत बहुत जरूरी है।

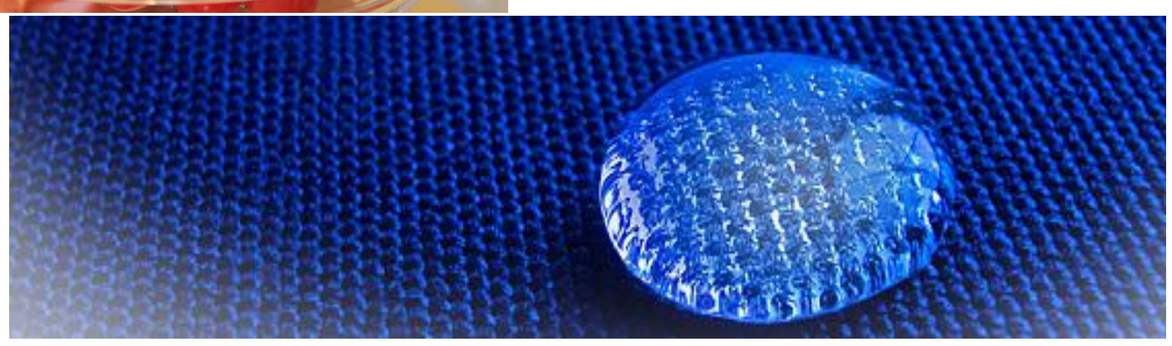
हाइड्रॉक्सियापटाइट (एचए- कैल्शियम फॉस्फेट सिरेमिक) **प्लाज्मा कोटिंग, धातु शरीर प्रत्यारोपण सतहों** पर हड्डी ऊतक के त्वरित विकास और पुनर्निर्माण के लिए सक्षम बनाता है। यह जैव सक्रिय सामग्री हड्डी की संरचनाओं पर टूट जाती है या भंग होने के बिना एकीकृत होती है (ओस्टियो एकीकरण)। एचए कोटिंग्स में पियर्स हैं जो हड्डियों के ऊतकों के विकास को बढ़ाते हैं और अच्छे यांत्रिक स्थिरता देते हैं। जब अतिरिक्त उच्च शक्ति बंधन की आवश्यकता होती है, तब प्लाज्मा सक्षम टाइटेनियम कोट उपयोग किया जाता है। Ti और Ha के संयोजन प्लाज्मा कोटिंग Ti के खुरदरापन और एचए की जैव गतिविधि का लाभ देता है।

प्लाज्मा असिस्टेड फूड प्रोसेसिंग (Plasma Assisted Food Processing) का उपयोग nuts, मांस, मुर्गी, मछली, सूखे दूध, जड़ी बूटियों और मसालों, प्रसंस्करण के उपकरण और पैकेजिंग सामग्री जैसे कच्चे खाद्य पदार्थों को नष्ट करने के लिए किया जा सकता है। कोई भी जहरीले अवशेषों और प्रतिकूल प्रभावों के साथ ये सूखे और तेज़ी से उन्नत पास्तूराइजेशन विधियां कम ऊर्जा का उपभोग करती हैं और बायोफिल्म गठन को रोक सकती हैं।

प्लाज्मा मेडिसिन: प्लाज्मा के कई चिकित्सीय अनुप्रयोगों को सत्यापित और उपयोग में किया गया है। ऊतक पुनर्जनन को उत्तेजित करते हुए आसपास के ऊतकों को प्रभावित किए बिना यह जीवित कोशिकाओं में एंटीसेप्टिक के रूप में काम करता है। त्वचाविज्ञान, दंत चिकित्सा और घाव भरने के क्षेत्र में संभावनाएं हैं। **इलेक्ट्रो सर्जरी में आर्गन प्लाज्मा जमावट (एपीसी)** को कटने, रक्तस्राव को रोकने और ऊतकों के चयनात्मक विनाश में भी प्रयोग किया जाता है।

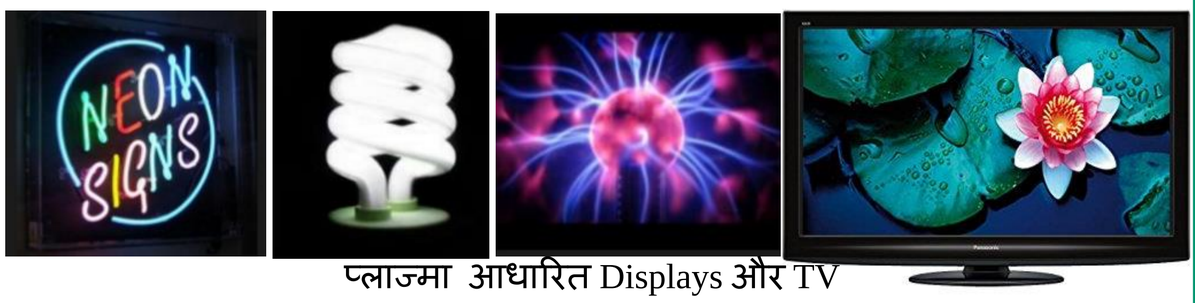


प्लाज्मा लाइट सिस्टम (Plasma light Systems) अगले पीढ़ी के क्रांतिकारी प्रकाश प्रणालियों होने जा रहे हैं, जो न्यूनतम ऊर्जा खपत के लिए उच्चतम लुमिनेसिसेंस, सबसे कुशल, पर्यावरण के अनुकूल, लंबे जीवन और वास्तव में झिलमिलाहट मुक्त हैं। **निकटतम मानव निर्मित प्रकाश स्रोत**, जो पूर्ण रूप से पूर्ण तरंग दैर्ध्य वर्णक्रम में सूर्य के प्रकाश के समान होता है, जो प्राकृतिक आकृति और रंगों में चीजों को देखने के लिए मानव आंखों को सक्षम बनाता है।

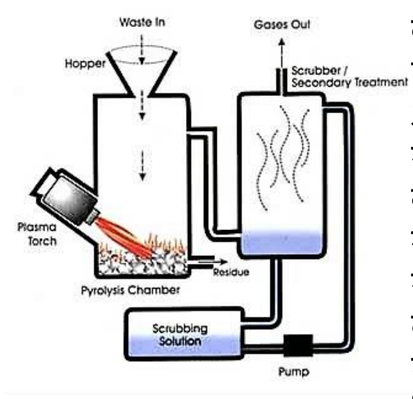


टेक्सटाइल का वांछित कार्यात्मककरण (Desired functionalization of textiles) जहां कपड़े की बायोएक्टिव सतहों को स्व-सफाई और लौ हटाना गुण आदि किया जा सकता है। प्लाज्मा के उपचार में रेशों के साथ तेज और टिकाऊ संबंधों की अनुमति देने वाले फाइबर और यार्न की बारीकियों में सुधार होता है। सतहों को हाइड्रोफोबिक और गंदगी-विकर्षक में परिवर्तित किया जा सकता है। यह पारंपरिक तरीकों की तुलना में कम महंगा है। इंस्टीट्यूट ऑफ प्लाज्मा रिसर्च (आईपीआर) ने एक अत्याधुनिक तकनीक का प्रदर्शन किया है जो 100% अंगोरा यार्न को स्पिन कर सकता है जो बेहद कठिन और अत्यधिक मूल्यवान फाइबर के बेकार (waste) थे।

पर्यावरण नियंत्रण (Environmental Control), प्लाज्मा अनुप्रयोगों का एक विशाल क्षेत्र है। इनमें से सबसे प्रमुख **उपचार और पानी की शुद्धि** एक बहुत ही कुशल, लागत प्रभावी, स्वच्छ और ऊर्जा-कुशल तरीके हो सकता है। **अपशिष्ट जल उपचार, अलवणीकरण** भी सामाजिक कल्याण के लिए बहुत महत्वपूर्ण आवेदन है।



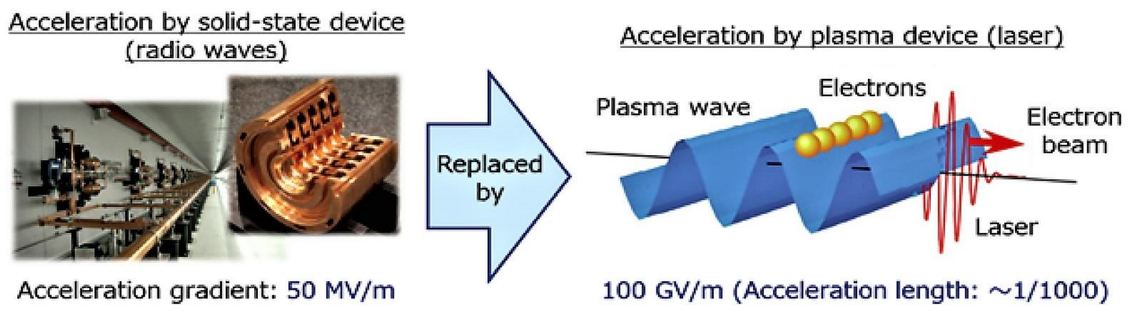
प्लाज्मा आधारित Displays और TV



इलेक्ट्रॉनिक और बायोमेडिकल कचरे का निपटान (Disposal of electronic & biomedical wastes): ई-कचरा में विषाक्त पदार्थों में सीसा, बेरियम, आर्सेनिक एंटीमॉनी आदि शामिल हैं, जो सामान्य भस्म होने पर अस्थिर वाष्प उत्पन्न करते हैं जो सार्वजनिक स्वास्थ्य के खतरों का कारण है। Pyrolysis के आधार पर प्लाज्मा कचरा निपटान सभी प्रकार की खतरनाक सामग्री के लिए सबसे अच्छा उपाय है। इस प्रक्रिया में तीव्र यूवी विकिरण खतरनाक अस्पताल अपशिष्ट निपटान के लिए आदर्श बनाता है। इस तकनीक का उपयोग प्राकृतिक ठोस ईंधन के गैसीकरण और कचरे से बिजली उत्पन्न करने के लिए भी किया जा सकता है।

एयरोस्पेस संरचनाएं और अंतरिक्ष यात्राएं (Aerospace structures and Space voyages) : प्लाज्मा के साथ छेड़छाड़ किए गए कंपोजिट्स ने भौतिक गुणों में भारी सुधार दिखाया है जो अगली पीढ़ी के एयरोस्पेस शिल्प के निर्माण का मार्गदर्शन करेंगे। **प्लाज्मा पॉलीमराईकरण** का सबसे बड़ा फायदा यह है कि इसे वांछित सतहों से सीधे जुड़ा हो सकता है जबकि चेन अभी भी बढ़ रहे हैं। **प्लाज्मा प्रणोदन इंजन** पारंपरिक प्रणाली पर व्यापक फायदे प्रदान करते हैं जिससे उन्हें लंबे समय तक दूरी वाले ग्रहों के लिए अंतरिक्ष यात्रा मिशन के लिए उपयुक्त बनाया जा सकता है।

प्लाज्मा आधारित कण त्वरक (Plasma Based Particle accelerator) प्रौद्योगिकी, यह ऊर्जा के स्तर के साथ तालिका शीर्ष आकार अत्यंत उच्च ऊर्जा त्वरक के लिए संभव बनाता है, जो वर्तमान आरएफ गुहा आधारित विशाल मशीनों तक पहुंचने के लिए सीमाएं हैं। इस संभावना में वैज्ञानिक शोध और चिकित्सा, रक्षा आदि में कई अन्य अनुप्रयोगों में बहत अधिक संभावनाएं हैं...



नियंत्रित परमाणु संलयन (Controlled Nuclear Fusion) : प्रचुर मात्रा में ऊर्जा और स्वच्छ ऊर्जा की उपलब्धता का अतुलनीय स्रोत मानव कल्याण के लिए सबसे महत्वपूर्ण मानदंड है। संलयन में ऊर्जा अनुपात के लिए ईंधन बहुत अधिक है: 2.5 पौंड ड्यूटेरियम और ट्रिटियम, 1000 मेगावाट की बिजली पैदा करने के लिए 9000 टन कोयले के बराबर है और यह 30000 टन CO_2 के मुकाबले सिर्फ 2 किलो हानिरहित हीलियम गैस का उत्सर्जन करता है। फ्यूजन ईंधन हजारों वर्षों के लिए उपलब्ध है ताकि भारी मात्रा में ऊर्जा की बढ़ती आवश्यकता को पूरा किया जा सके।