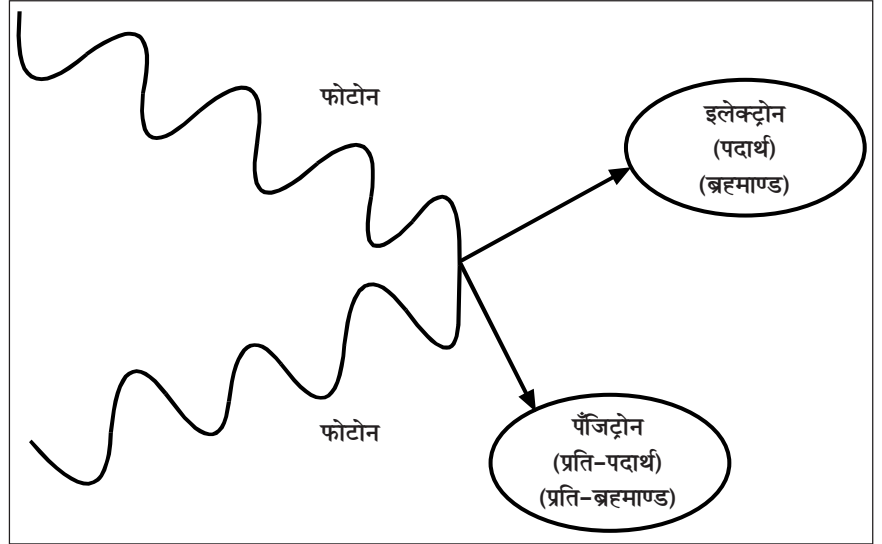


# के प्रति-ब्रह्माण्डको समुपस्थिति छ ?

सनत कुमार शर्मा\*

**कु**नै सुन्दरीको आँचलमा अलङ्कृत सुनौला बुझाजस्ता असङ्ख्य ताराहरू एवम् तारामण्डलहरूद्वारा सुशोभित यस अनन्त तथा व्यापक ब्रह्माण्डको विविधता, विशालता र विशिष्टता आफैँमा अनुपम र अवर्णनीय छ। आफ्नो गर्भमा अथाह तथा अज्ञात एवम् असङ्ख्य रहस्यहरूलाई आवरणमा लुप्त राखेर यसले एकतामा अनेकता तथा अनेकतामा एकता समाहित गर्न सफल भएको छ। कहीं यो घनघोर अन्धकार एवम् असीमित शून्यताको महाजालमा आवद्ध छ, भने कहीं तारापुञ्जहरूको महा-प्रकाशद्वारा यत्र-तत्र आलोकित छ। अदृश्य पदार्थहरू (डार्क म्याटर), पल्सर, कृष्ण छिद्र (ब्ल्याक होल), ग्रह, उपग्रह, सूक्ष्म उपग्रह (एस्ट्रोवायड) पुच्छेतारा (कमेट), उल्का (मेटिअर) तथा अन्य रहस्यमय पिण्डहरूलाई आफूमा समाहित गरेर आफ्नो गूढ रहस्यको आवरणलाई ब्रह्माण्ड स्वयम्ले भन्नु विशिष्टता एवम् विविधता प्रदान गरेको छ। प्रकृतिको यो उत्कृष्ट आवरणभित्र चियाएर हेर्ने प्रत्येक प्रयासले मानवलाई एउटा नवीनतम् चिन्तन, नवीनतम् ज्ञान र नवीनतम् दिशाबोध प्राप्त हुन जान्छ। प्रकृति आफ्नै नियमहरू, आफ्नै विशेषताहरू



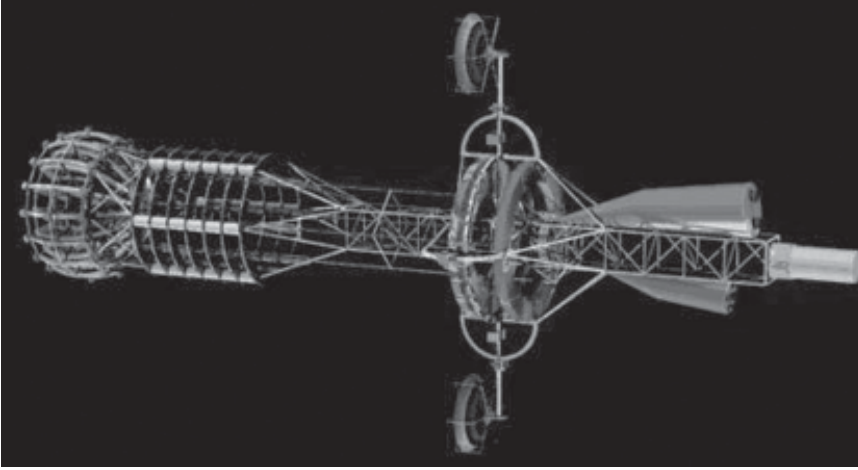
दुइटा फोटोनहरू आपसमा टोकिन पुग्दा एउटा इलेक्ट्रोन र एउटा पॉजिट्रोनको उत्पत्ति हुन जान्छ। शून्य स्थानमा अत्यधिक ऊर्जा प्रवाह गरिएमा विविध कणहरू (पार्टिकल) को प्रादुर्भाव हुन जान्छ।

र आफ्नै कार्य प्रणालीहरूद्वारा सञ्चालित छ। प्रकृतिको एउटा विशेषता हो - समरूपता। त्यसैले हास्य र रोदन, प्रेम र विरह, सुख र दुःख आदि सबैका भावहरू यसमा विद्यमान छन्।

समरूपता प्रकृतिमा अवस्थित अनुपम विशेषताहरूमा एक उत्कृष्ट विशेषता हो। अझ भनौं भने प्रकृतिमा द्वैधता समुपस्थित छ। त्यसैले यस विश्व-ब्रह्माण्डमा कुनै पनि पदार्थ वा प्राणीको

पृथक अस्तित्व देखिदैन। तसर्थ प्रत्येक विषको प्रतिविष र पुरुषको प्रतिपुरुष (नारी) समुपस्थित रहेको पाइन्छ। यही कारणले गर्दा प्रकृतिमा हास्यसँगै रोदन, प्रेमसँगै विरह, सुखसँगै दुःख विद्यमान छन्। दिनसँगै रात, प्रकाशसँगै अन्धकारको अस्तित्व छ। प्रकृतिको यही सम-अनुरूपता (सिमेट्री) प्रतिको मोह भावले गर्दा नै प्रति-पदार्थ (एन्टी म्याटर) को अस्तित्व पत्ता लाग्न गएको हो।

\* सह-कार्यकारी निर्देशक, वी.पी. कोईराला मेमोरियल, प्लानेटेरियम तथा अञ्जरभेटरी र विज्ञान सङ्ग्रहालय विकास समिति।



कलाकारद्वारा परिकल्पना गरिएको प्रति-पदार्थ इन्धनबाट सञ्चालन गर्न सकिने अन्तरिक्ष यान

## ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

ई.सं. १९२८ मा ब्रिटिश भौतिकशास्त्री पाउल डिराक (Paul Dirac) ले विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्रमा इलेक्ट्रोनको गति सम्बन्धी एउटा सिद्धान्त प्रतिपादन गरे । उक्त सिद्धान्तले आइन्स्टाइनको 'सापेक्षवादको विशेष सिद्धान्त' को प्रभाव समेतलाई समाहित गरेको थियो । 'डिराक समिकरण' को नामले विख्यात उक्त समिकरणलाई 'इलेक्ट्रोनको गति' सम्बन्धी कतिपय क्रियाहरूलाई व्याख्या गर्न सफल भए तापनि उक्त समिकरणलाई हल गर्दा ऋणात्मक ऊर्जाका साथै घनात्मक ऊर्जाको पनि समुपस्थिति देखिन गयो । परिणामस्वरूप प्रथम पटक इलेक्ट्रोनको प्रतिकण अर्थात् 'प्रति-इलेक्ट्रोन' को समुपस्थितिको तथ्य ज्ञात हुन गयो । 'प्रति-इलेक्ट्रोन' को पिण्ड त इलेक्ट्रोन जतिकै रहन्छ तर चार्ज भने घनात्मक रहन्छ (अर्थात् ऋणात्मक इलेक्ट्रोनको विपरित चार्ज घनात्मक चार्ज) । ई.सं. १९३२ मा कार्ल एन्डरसनले प्रथम पटक यस 'प्रति कण' लाई प्रयोगात्मक रूपमा यसको अस्तित्व देखाउन सफल रहेपछि यस प्रतिकणको नामकरण पोजिट्रोन (Positron or anti-electron) गरियो । ई.सं. १९५५ मा प्रति प्रोटोनको अस्तित्व पत्ता लाग्न गयो भने ई.सं. १९९५ मा सर्न [CERN (Conseil Europeen pour la Recherche Nucleaire)] का

वैज्ञानिकहरूले प्रथम पटक पोजिट्रोन र एन्टि-प्रोटोनको आपसी संयोजनबाट प्रयोगशालामा प्रति हाइड्रोजन परमाणु (Atom) को निर्माण गर्न सफल भए ।

डिराकको समिकरण अनुसार प्रकृतिमा प्रत्येक आधारभूत कणहरूको प्रति कणहरू समुपस्थित रहन्छन् र प्रत्येक प्रतिकणहरूको पिण्ड समान तथा अन्य गुणहरू लगभग समान रहे तापनि यिनीहरूको गणितीय चिन्ह र केही गुणहरू विपरित हुन जान्छन् । प्रति-प्रोटोनहरूको, उदाहरणार्थ, पिण्ड प्रोटोनको बराबर रहे तापनि यिनीहरूको विद्युतीय आवेश ठीक विपरित हुन जान्छ । विद्युतीय आवेश नभएका कणहरूको, उदाहरणार्थ, न्यूट्रोनहरूको पनि प्रतिकणहरू हुन्छन् । यिनीहरूमा विद्युत आवेश नभएपनि अन्य गुणहरू (जस्तै चुम्बकीय मोमेन्टम) विपरित भएर जान्छ ।

आधारभूत समरूपताको सिद्धान्तलाई दार्शनिक रूपमा विश्लेषण गर्दा ब्रह्माण्डमा (वा प्रति ब्रह्माण्डमा) पदार्थ र प्रति पदार्थ सम मात्रामा समुपस्थित रहेको हुनु पर्दछ । सैद्धान्तिक भौतिकशास्त्रीहरू महाविष्फोटन हुँदा कण तथा प्रतिकणहरू सम भागमा श्रृष्टि हुन गएको विश्वास गर्दछन् । तथापि प्रतिकणहरूको उपस्थित वर्तमान ब्रह्माण्डमा विरल रहेको सन्दर्भमा विभिन्न परिकल्पनाहरू रहेका छन् ।

आधारभूत  
समरूपताको  
सिद्धान्तलाई दार्शनिक  
रूपमा विश्लेषण गर्दा  
ब्रह्माण्डमा (वा प्रति  
ब्रह्माण्डमा) पदार्थ र प्रति  
पदार्थ सम मात्रामा समुपस्थित  
रहेको हुनु पर्दछ । सैद्धान्तिक  
भौतिकशास्त्रीहरू महाविष्फोटन  
हुँदा कण तथा प्रतिकणहरू सम  
भागमा श्रृष्टि हुन गएको  
विश्वास गर्दछन् । तथापि  
प्रतिकणहरूको उपस्थित  
वर्तमान ब्रह्माण्डमा विरल  
रहेको सन्दर्भमा विभिन्न  
परिकल्पनाहरू  
रहेका छन् ।

एक सिद्धान्त अनुसार महाविष्फोटनमा यदि कणहरू प्रतिकणभन्दा १ भागमा १०० मिलियन भाग बढी हुन गएमा प्रतिकणहरूद्वारा विनाश नभएका यी अतिरिक्त कणहरूद्वारा यस ब्रह्माण्डको निर्माण भएको मान्न सकिन्छ । हाल यस सम्बन्धमा विभिन्न सिद्धान्तहरू प्रतिपादित भए तापनि अनुसन्धानको क्रममा रहेको कुनै ठोस तर्क व्यक्त गर्न सकिने अवस्था छैन ।

ब्रह्माण्ड पदार्थहरूबाट निर्मित छ र पदार्थ परमाणुहरूको समूहबाट निर्मित भएको हुन्छ । परमाणुको केन्द्रमा न्यूक्लियस अवस्थित रहेको हुन्छ । गह्रौँ एवम् घनात्मक आवेश भएका प्रोटोन र आवेशविहीन न्यूट्रोनहरूद्वारा निर्मित यस



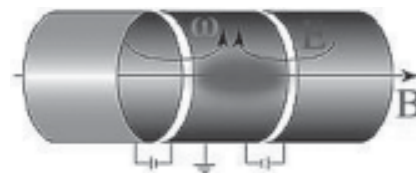
**Penning Trap**

न्यूक्लियसको वरिपरि प्रोटोनको तुलनामा निकै हलुका र ऋणात्मक आवेश भएको इलेक्ट्रोनहरूले परिभ्रमण गरिरहेका हुन्छन्। यी घनात्मक कण प्रोटोन र ऋणात्मक कण इलेक्ट्रोनको आवेशमा पूर्णरूपेण समता भए तापनि घनात्मक आवेश भएका कणहरू जहिले पनि गह्रौं हुने र ऋणात्मक आवेश भएका कणहरू अत्यधिक हलुका हुने हुँदा प्रकृतिको समरूपता प्रतिको मोह भङ्ग हुन गएको जस्तो आभास हुन गएको थियो। यस कुराले वैज्ञानिकहरूलाई निकै नै आश्चर्य चकित तुल्यायो। अत्यधिक सम-अनुरूपता प्रेमी प्रकृतिमा यसरी सम-अनुरूपता विखण्डित हुन जानुको पछि, के कारणहरू लुकेका हुन सक्दछन् भनेर वैज्ञानिकहरू अनुसन्धानरत हुन गए। परिणामस्वरूप सन् १९३२ मा अन्तरिक्ष किरणमा पँजिट्रोन कणको पत्ता लाग्न गयो। यसलाई प्रति-इलेक्ट्रोन पनि भनिन्छ, किनभने यसको पिण्ड त इलेक्ट्रोन जतिकै हुन्छ, तर आवेश भने इलेक्ट्रोनको ठीक विपरित घनात्मक हुन्छ। त्यसै गरी सन् १९८५ मा पार्टिकल एक्सिलरेटरमा प्रति-प्रोटोनको पत्ता लाग्न गयो। जसको पिण्ड भने प्रोटोन जतिकै हुन्छ, तर आवेश ठीक विपरित अर्थात् ऋणात्मक हुन्छ। यसरी यी अन्वेषणहरूले

प्रति-हाइड्रोजन,  
प्रति-अक्सिजन,  
प्रति-कार्बन जस्ता  
जीवनका आधारभूत प्रति-  
तत्वहरूको आपसी  
संयोजनबाट जटिल जैविक  
यौगिकहरूको निर्माण हुन  
सक्दछ र यी रासायनिक  
तत्वहरूबाट (हामी जस्ता  
सामान्य जीवहरू निर्माण भए  
जस्तै) प्रति-जीवको पनि निर्माण  
सम्भव छ। ब्रहमाण्डको कुनै  
भागमा  $10^{49}$  (एकको अगाडि  
५७ वटा शून्य) प्रति-हाइड्रोजन  
परमाणुहरूको समूह र अन्य  
यस्तै प्रति-तत्वहरूको  
समूहबाट हाम्रो सूर्य  
जस्तो प्रति-ताराको  
निर्माण हुन  
सक्दछ।

भौतिकशास्त्रको सौन्दर्य र दर्शनको आपसी समन्वयलाई समष्टिगत रूपमा दर्शाएका छन्।

प्रकृतिको अभै अनौठो विशेषता के छ भने पदार्थ र प्रति-पदार्थको आपसी मिलन नै



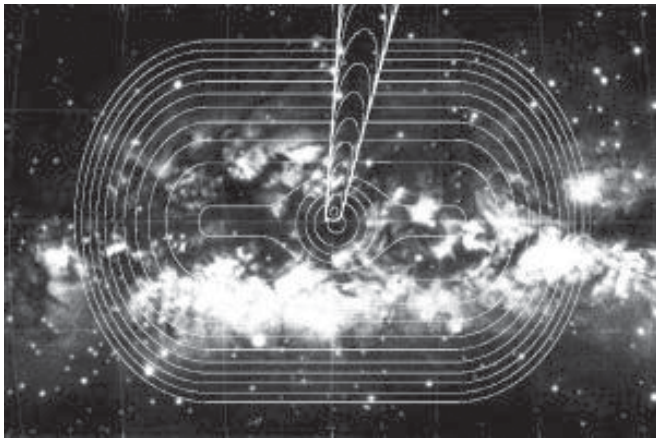
**Penning Trap:** यसमा प्रति-पदार्थलाई तरल नाइड्रोजन, हिलियम तथा चुम्बकीय क्षेत्रको सहायताले पदार्थको सम्पर्कमा नआउने गरी राखिन्छ।

प्रलयकारी हुन सक्दछ। इलेक्ट्रोन र प्रति-इलेक्ट्रोन आपसी सम्पर्कमा आउँदा यिनीहरूले एक अर्कालाई विनाश गरेर अस्थायी एवम् छोटो आयु भएका मेसोनमा परिणत भई पुनः फोटोन, पँजिट्रोन, न्यूट्रिनो आदि कणहरूमा परिणत हुन जान्छन्।

प्रति-पदार्थको निर्माण कसरी सम्भव छ त? प्रकृतिको सम-अनुरूपताप्रतिको आशक्तिलाई विश्लेषण गर्दा प्रति-प्रोटोन र पँजिट्रोनलाई सँगै ल्याउँ भन्ने (सामान्य पदार्थमा परमाणुको निर्माण भए जस्तै) यिनीहरूले एउटा प्रति-परमाणुको निर्माण गर्न पुग्दछन् भन्ने कुरा सजिलैसँग अनुमान गर्न सकिन्छ। एउटा सामान्य पदार्थको परमाणुमा जस्तै प्रति-इलेक्ट्रोनहरू प्रति-प्रोटोनको वरिपरि एउटा स्थायी कक्ष निर्माण गरेर परिभ्रमण गर्न थाल्दछन्। फलतः प्रति-हाइड्रोजन परमाणुको सृष्टि हुन जान्छ। यस प्रति-हाइड्रोजन परमाणुको गुण सामान्य हाइड्रोजनको जस्तै हुन्छ। दुईवटा प्रति-प्रोटोनहरू र दुईवटा प्रति-इलेक्ट्रोनहरूको आपसी संयोजनबाट एउटा प्रति-हाइड्रोजन अणुको निर्माण सम्भव हुन जान्छ। यसरी पर्याप्त मात्रामा प्रति-हाइड्रोजन अणुहरूको निर्माणद्वारा प्रति-हाइड्रोजन ग्याँस बनाउन सकिन्छ। त्यसरी नै आठवटा प्रति-इलेक्ट्रोन, आठवटा प्रति-प्रोटोन र आठवटा प्रति-न्यूट्रोनहरूको आपसी संयोजनबाट प्रति-अक्सिजनको निर्माण गर्न सकिन्छ। प्रति-हाइड्रोजनको दुईवटा परमाणु र प्रति-अक्सिजनको एउटा परमाणुको संयोजनबाट (सामान्य जलमा दुई भाग हाइड्रोजन र एक भाग अक्सिजन विद्यमान रहन्छ) प्रति-जल वा प्रति-पानी भन्ने एक तरल पदार्थको निर्माण गर्न सकिन्छ। जुन  $100^{\circ}\text{C}$  मा उम्लेर प्रति-वाष्प र  $0^{\circ}\text{C}$  मा जमेर प्रति-वरफ बन्न जान्छ। पानी र प्रति-पानीमा कुनै विशेष अन्तर नभए तापनि यी दुवै आपसी सम्पर्कमा आए भने विशाल विष्फोटन हुनुको साथै अत्यधिक मात्रामा शक्ति प्रवाह हुन जान्छ। प्रति-पानीमा उपस्थित प्रति-न्यूट्रोन, प्रति-प्रोटोन र प्रति-इलेक्ट्रोनले क्रमशः पानीमा रहेका न्यूट्रोन, प्रोटोन र

इलेक्ट्रोनलाई विनाश गरेर अथाह शक्ति प्रवाह गर्दछन् । एउटा हाइड्रोजन बम जत्तिकै तौल भएको पानी र प्रति-पानी आपसी सम्पर्कमा आउँदा त्यस हाइड्रोजन बमको विष्फोटन हुँदा उत्पन्न हुने शक्ति भन्दा कैयौँ गुणा बढी शक्ति उत्पन्न हुन जान्छ ।

प्रति-हाइड्रोजन, प्रति-अक्सिजन, प्रति-कार्बन जस्ता जीवनका आधारभूत प्रति-तत्वहरूको आपसी संयोजनबाट जटिल जैविक यौगिकहरूको निर्माण हुन सक्दछ र यी रासायनिक तत्वहरूबाट (हामी जस्ता सामान्य जीवहरू निर्माण भए जस्तै) प्रति-जीवको पनि निर्माण सम्भव छ । ब्रह्माण्डको कुनै भागमा १०<sup>१०</sup> (एकको अगाडि ५७ वटा शून्य) प्रति-हाइड्रोजन परमाणुहरूको समूह र अन्य यस्तै प्रति-तत्वहरूको समूहबाट हाम्रो सूर्य जस्तो प्रति-ताराको निर्माण हुन सक्दछ । यसको केन्द्रमा नाभकीय प्रतिक्रिया सम्पन्न भएर यसले हाम्रो सूर्यले जस्तो विकिरण प्रवाह गर्न सक्दछ । त्यसैगरी यस्ता असङ्ख्य प्रति-ताराहरूको निर्माण भएमा यिनीहरूको समूहबाट प्रति-आकाश गङ्गा (मिल्की वे) को रचना र यस्ता असङ्ख्य



ब्रह्माण्डमा यत्र तत्र प्रति-पदार्थको प्रादुर्भाव भएर पदार्थको सम्पर्कमा आएर नष्ट भइरहेको हुन्छ ।

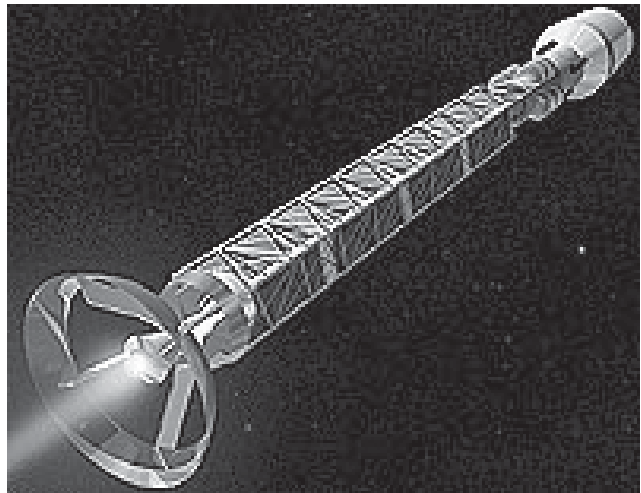
प्रतिआकाश गङ्गाहरूको समूहबाट प्रति-तारापुञ्ज र प्रति-तारापुञ्जहरूको समूहबाट प्रति-महातारापुञ्जको रचना भई यिनीहरूको समूहबाट प्रति-ब्रह्माण्डको प्रादुर्भाव हुन जानु कुनै अनौठो कुरो हुन सक्दैन । 'त्यस' विलक्षण प्रति-

ब्रह्माण्डमा हाम्रो पृथ्वी जस्तो अद्भूत प्रति-पृथ्वीको पनि समुपस्थिति हुन सक्दछ र 'त्यस' प्रति-पृथ्वीमा हामी जस्ता प्रति-मानवहरू पनि जन्मिन सक्दछन् । प्रति-विश्वका प्रति-मानवलाई समय-समयमा एउटा नयाँ मार्ग निर्देशन, एउटा नयाँ दृष्टि एवम् कर्तव्यबोधको शिक्षा दिने

प्रति-कृष्ण, प्रति-बुद्ध, प्रति-जीसस, प्रति-आइन्स्टाइन जस्ता प्रति-महामानवहरूको अवतरण हुन सक्दछ । जब प्रति-इलेक्ट्रोन, प्रति-प्रोटोन, प्रति-पदार्थ, प्रति-ब्रह्माण्डको सृष्टि सम्भव छ भने प्रत्येक सामान्य मानव (वा नारी) को प्रति-मानव (प्रति-नारी) समुपस्थित रहनु पर्दैन होला र ?

पृथ्वीमा प्राकृतिक रूपमा प्रति-पदार्थको उपस्थिति भएको भए यो सामान्य पदार्थको सम्पर्कमा आउने बित्तिकै एकले अर्कालाई विनाश गरेर शक्ति प्रवाहसँगै ठूलो विष्फोटन हुन सक्ने थियो । तर यसो नहुनाले पृथ्वीमा प्रति-पदार्थको अस्तित्व नरहेको कुरा ज्ञात हुन जान्छ ।

त्यसैगरी हाम्रो सौरमण्डलमा पनि प्राकृतिक रूपमा प्रति-पदार्थको उपस्थिति रहेको छैन । किनभने सौरमण्डलका विभिन्न ग्रह र उपग्रहमा हाम्रो अन्तरिक्ष यानहरू पुगिसकेका छन् र ती यानहरूलाई कुनै प्रकारको क्षति पुग्न गएको



परिकल्पना गरिएको प्रति-पदार्थद्वारा परिचालित गर्न सकिने अन्तरिक्ष यान । यो अन्तरिक्ष यानको आकार लिनियर एक्सिलेटर जस्तै रहेको छ ।

छैन- यदि त्यहाँ प्रति-पदार्थ भएको भए यानको पदार्थ प्रति-पदार्थको सम्पर्कमा आइ विनाश हुन सक्ने थियो । सूर्यबाट प्रवाहित भएको सूर्य-वायुमा (सोलर विन्ड) प्रति-पदार्थ भएको भए यो पदार्थको सम्पर्कमा आउँदा विष्फोटन हुने थियो र आकाशमा गामा-विकिरण देखिने थियो । तर यसो नहुनाले हाम्रो सम्पूर्ण सौरमण्डल नै सामान्य पदार्थबाट निर्मित भएको प्रष्ट हुन जान्छ । तैपनि ब्रह्माण्डको सम-अनुरुपताप्रतिको प्रेमाभावलाई दृष्टिगोचर गर्दा हामी के परिकल्पना गर्न सक्दछौं भने ब्रह्माण्डको कुनै अज्ञात भागमा प्रति-पदार्थको समुपस्थिति रहेको हुनु पर्दछ ।

प्रति-पदार्थ पृथ्वीमा प्राकृतिक रूपमा समुपस्थित रहेको पाइँदैन; यद्यपि 'रेडियो धर्मी क्षय' वा ब्रह्माण्डीय किरणमा अतीव सूक्ष्म रूपमा तथा मात्रामा समुपस्थित रहेको हुन सक्छ । किनकी प्रति-पदार्थ पदार्थको सम्पर्कमा आउने बित्तिकै एकले अर्कालाई क्षय गरेर ऊर्जामा रूपान्तरण हुन पुग्दछन् । प्रयोगशालामा अतीव न्यून मात्रामा प्रति-पदार्थ (जस्तै प्रति-हाइड्रोजन) को निर्माण गर्न सकिन्छ । प्रति-प्रोटोनलाई न्यून मात्रामा उच्च ऊर्जा एक्सिलेटरबाट कणहरूलाई कुनै ठोस लक्ष्यमा ठोकाउँदा प्राप्त गर्न सकिन्छ ।

ई.सं. १९९५ मा सर्न (CERN) का वैज्ञानिकहरूले प्रति-हाइड्रोजन परमाणुहरू तथा

प्रति-ड्युटेरियम न्यूक्लियसको निर्माण गर्न सफल भए । फर्मी प्रयोगशाला (Fermi lab) ले पनि सर्नका वैज्ञानिकहरूले गरेको कार्यलाई स्वयम्ले गरेर सो तथ्यको पुष्टि गरे । तथापि प्रति-ड्युटेरियम भन्दा जटिल परमाणुहरूको हालसम्म पनि निर्माण गर्न सकिएको छैन । प्रति-पदार्थ उत्पादन गर्न अन्य विविध समस्याहरूको साथै यसको उत्पादन पछि सङ्ग्रह गरेर राख्न नसक्नु ठूलो समस्या हुन गएको छ । किनभने प्रति-पदार्थ पदार्थको सम्पर्कमा आउने वित्तिकै एकले अर्कालाई विनाश गरेर विशाल ऊर्जामा परिणत हुन पुग्दछन् । तसर्थ प्रति-इलेक्ट्रोन तथा प्रति-प्रोटोनहरूलाई सङ्ग्रहणका लागि 'Penning Trap' नामक संयन्त्रको निर्माण गरिएको छ । उक्त संयन्त्रमा चूम्बकीय क्षेत्र तथा विद्युतीय क्षेत्रको सहायताबाट प्रति-कणहरूलाई शून्यता निर्माण गरेर त्यस शून्यतामा भुण्ड्याएर राख्न सकिन्छ ।

विश्वमा सबभन्दा महङ्गो पदार्थको रूपमा प्रति-पदार्थ रहेको छ । हालसम्म ज्ञात शक्ति उत्पन्न गर्ने प्रक्रियाहरूमा पदार्थ प्रति-पदार्थको प्रतिक्रिया नै सबभन्दा बढी प्रभावकारी रहेको छ । त्यसैले नै वैज्ञानिकहरू अन्तरिक्ष अन्वेषण तथा परिवहनका लागि 'प्रति-पदार्थ' इन्जिन निर्माण गर्ने कार्यमा अग्रसर भइरहेका छन् । प्रोटोन र प्रति-प्रोटोन एकअर्काको सम्पर्कमा आएपछि गामा-किरणका साथै अन्य द्वितीयक (सेकेण्डरी) कणहरूको पनि उत्पादन हुन्छ । यसरी उत्पन्न द्वितीयक कणहरूले हालका रकेटहरूमा प्रयोग भएका इन्धन जस्तै अन्तरिक्ष यानलाई अगाडि धकेल्न सक्दछन् । 'उच्च ऊर्जा एक्सलेटर' हरूबाट प्रति-प्रोटोन उत्पादन गर्न सकिन्छ, र यिनीहरूलाई Penning Trap मा पदार्थको सम्पर्कमा नआउने गरी राख्न सकिन्छ । तर यो कार्य हाललाई अत्यधिक खर्चिलो कार्यको रूपमा लिन सकिन्छ । वर्तमान समयमा प्रति-पदार्थ पृथ्वीको सबभन्दा महङ्गो वस्तुको रूपमा रहेको छ र यसको एक ग्रामको मूल्य ६२५०००००००००००००००० अमेरिकी

**“उच्च  
ऊर्जा एक्सलेटर”  
हरूबाट प्रति-प्रोटोन  
उत्पादन गर्न सकिन्छ र  
यिनीहरूलाई Penning  
Trap मा पदार्थको सम्पर्कमा  
नआउने गरी राख्न सकिन्छ ।  
तर यो कार्य हाललाई अत्यधिक  
खर्चिलो कार्यको रूपमा लिन  
सकिन्छ । वर्तमान समयमा  
प्रति-पदार्थ पृथ्वीको सबभन्दा  
महङ्गो वस्तुको रूपमा रहेको  
छ र यसको एक ग्रामको  
मूल्य ६२५०००००००००००००००  
०००००० अमेरिकी  
डलर पर्न जान्छ ।**

डलर पर्न जान्छ ।

ई.सं. १९९८ मा प्रति-पदार्थको उपस्थितिलाई अन्वेषण गर्नका निमित्त स्पेस सटल 'डिस्कभरी' मा सिलिकन माइक्रोचिप सहितको प्रति-पदार्थको समुपस्थिति पत्ता लगाउने सूक्ष्म संयन्त्र राखेर अन्तरिक्षमा पठाइएको थियो । १० दिनको समयवाधिसम्म उक्त संयन्त्र अन्तरिक्षमा रहेर अन्वेषण गर्दा उक्त संयन्त्रले पदार्थहरूको ३० लाख न्यूक्लियसहरूको अध्ययन गरेको थियो । तर कुनै पनि न्युक्लियसले प्रति-पदार्थको समुपस्थिति देखिएन । त्यसैगरी गामा-किरण वेधशालाहरूले (पृथ्वी तथा अन्तरिक्ष दुवैमा रहेका) पनि प्राकृतिक रूपमा उपस्थित रहेका प्रति-पदार्थको उपस्थिति हालसम्म ज्ञात गर्न

सकेको छैन ।

विभिन्न नाभकीय प्रतिक्रियाहरूमा प्रति-कणहरू ब्रह्माण्डको यत्र-तत्रमा उत्पादित भइरहेका हुन्छन् । अत्यधिक ऊर्जा भएका ब्रह्माण्डीय किरणहरू पृथ्वीको वायुमण्डलसँग ठोक्दा सूक्ष्म मात्रामा प्रति-पदार्थको निर्माण हुन जान्छ, जुन सामान्यमा रहेको पदार्थको सम्पर्कमा आएर नष्ट भएर जान्छन् । तद्अनुरूप प्रति-पदार्थ आकाश गङ्गाहरूको केन्द्र वा ग्यालक्सहरूको केन्द्र जस्ता अत्यधिक ऊर्जापूर्ण क्रियाकलापमा उत्पन्न भइरहेको हुन्छन् । यसरी उत्पादित प्रति-पदार्थ पदार्थको सम्पर्कमा आउँदा गामा-किरण उत्पादन हुने हुँदा, गामा-किरणको उपस्थितिले प्रति-पदार्थ उत्पादन भएको तथ्य ज्ञात हुन आउँदछ ।

### प्रति-पदार्थको उपयोग

प्रति-इलेक्ट्रोनको प्रयोग मेडिकल इमेजिङ्ग प्रविधिमा प्रयोग गरिन्छ, जसलाई 'पँजिट्रोन इमिशन टोमोग्राफी' भनिन्छ ।

पदार्थ प्रति-पदार्थको आपसी प्रतिक्रियाबाट अथाह मात्रामा ऊर्जा प्रवाह हुने भएकोले वैज्ञानिकहरूले यसलाई भविष्यमा रकेटहरूमा प्रयोग हुने इन्धनको विकल्पको रूपमा लिन थालेका छन् । किनभने १ किलो पदार्थ र १ किलो प्रति-पदार्थको आपसी प्रतिक्रियाबाट १.८ × १०<sup>१७</sup> जुल शक्ति उत्पादन हुन जान्छ । यो ऊर्जा उत्तिकै पिण्ड भएको हाइड्रोजनको नाभकीय फ्युजन हुँदा उत्पादन हुने ऊर्जाभन्दा ३५ गुणा बढी छ । जुन शक्ति ६.२ विलियन लिटर पेट्रोलियम पदार्थ बाल्दा उत्पन्न हुने ऊर्जा बराबर छ । नासाले यसलाई भविष्यमा रकेटहरूको इन्धनको रूपमा प्रयोग गर्नका लागि अनुसन्धान जारी राखेको छ । तसर्थ यस प्रक्रियाबाट थोरै पिण्डबाट अत्यधिक मात्रामा ऊर्जा प्रवाह हुने हुँदा अन्तरिक्षमा लामो यात्राको लागि यस प्रकारको इन्धनको प्रयोग विचारणीय देखिन्छ ।