फ़्रीडमन-लेमैट्रे-रोबर्टसन-वाकर ब्रह्माण्ड विज्ञान में असतत उर्जा की परतें[1]

मोहम्मद अबुबकर[2]
हैदराबाद, भारत.
mohdabubakr@hotmail.com

११ अक्तूबर, २००९

संक्षेप

अज्ञात उर्जा (dark energy) और अज्ञात तत्व (dark matter) की संरचना और स्वभाव आधुनिक ब्रह्माण्ड विज्ञान (modern cosmology) के महत्वपूर्ण समस्याओं में से एक है। फ़्रीडमन-लेमैट्रे-रोबर्टसन-वाकर (Friedman-Lemaitre-Robertson-Walker) ब्रह्माण्डीय सिध्दांत के दायरे मे, अज्ञात उर्जा और अज्ञात तत्व की व्याख्या करने के लिए कई संशोधित प्रस्तावो (modified proposals) की रचना की गई है, तथापि सम्पुर्ण समस्या का समाधान प्राप्त नही हुआ है । इस खोज्-पत्र मे, साधारण तत्व, अज्ञात तत्व और अज्ञात ऊर्जा युक्त असतत ऊर्जा परतो (discrete energy bands) की परिकल्पना (hypothesis) की गई है । बलो को सार्वभौमिक (global) तथा सीमित (local) बलो मे वर्गीकरण किया गया है जिसके आधार से, ब्रह्माण्ड में ऊर्जा के असतत परतो की परिकल्पना की गई हैं । अवलोकनीय साक्ष्य (Observational evidence) द्वारा हम असतत ऊर्जा परत की परिकल्पना प्रमाणित करते है।

1 उपक्षेप

MAXIMA-1, BOOMERANG, DASI, COBE/DMR कॉस्मिक माइक्रोवेव बाक्ग्रौंड (CMB) अवलोकन, WMAP तथा SDSS के परिणामो के अनुसार यह स्पष्ट है कि ब्रह्माण्ड सपाट (flat) है और ब्रह्माण्ड के अधिकतर तत्व (95%) किसी अदृश्य रूप में होते है जिसे हम अज्ञात उर्जा और अज्ञात तत्व कहते है [1-4] | अज्ञात उर्जा और अज्ञात तत्व की संरचना और स्वभाव को निर्धारित करना आ धुनिक ब्रह्माण्ड विज्ञान और भौतिकी के महत्वपूर्ण समस्याओं में से एक है। पॉज़िटिव ब्रह्माण्डीय स्थिरांक (positive cosmological constant), क्विन्टेस्सेंस, स्ट्रिंग सिध्दांत (string theory), ब्रेन ब्रह्माण्ड- विज्ञान (Brane cosmology) तथा होलोग्राफिक सिध्दांत (Holographic

---

[1] This is a self-supported work of author and is not sponsored by any organization or institute.

[2] Postal Address: H.No. 8-3-229/D/30, MCH NO 911, Venkatgiri, Yousufguda, Hyderabad – 500045.

principle) आदि अनेक सिध्दांत ने कुछ हद तक अज्ञात ऊर्जा की व्याख्या की है। सामान्य बैरयोनिक तत्व (Baryonic matter) से तालमेल न होने के स्वभाव के कारण अज्ञात तत्व की रचना अटकलों का विषय रहा है। हालिया प्रगति सूचित करती है कि सुपर-सिमेट्रिक सिद्धांत (super-symmetric theory) के दायरे मे कई तत्व शीतल अज्ञात तत्व (cold dark matter) के लिए क्षमतापूर्ण उम्मीदवार हो सक ते है। यह भविष्य के परिशोधनो पर निरभर है कि यह तत्व असल मे पाए जाते है या केवल काल्पनिक है।

हिंदी भाशा में ब्रह्माण्ड विज्ञान के बहुत ही कम स्वस्वीकृत संदर्भो के प्रकाशन और प्रासंगिक जानकारी प्राप्त करने मे कठिनाई को देखते हुए , अनुभाग 2 में फ़्रीडमन समीकरणों और सर्वस्वीकृत ब्रह्मां ड विज्ञान की समीक्षा की जाएगी । ब्रह्माण्ड विज्ञान के सभी विषयो की समीक्षा करना इस खोज पत्र मे असंभव है इसिलि ए केवल मुख्य परिणामों का उल्लेखन किया जा रहा है । अनुभाग 3 मे अज्ञात उर्जा और अनुभाग 4 मे अज्ञात तत्व संबंधित सिध्दांतो की समीक्षा की गई है । 5वे अनुभाग मे हम बलो को वर्गीक्रुत करने की नवीन धारणा प्रस्तुत करते है और बलो को एकीक्रुत करने से सम्बन्धित दो प्रस्तावो का वर्णन करते है । अनुभाग 6 ओपचारिक रूप से उर्जा परत की संरचना का वर्णन करता है जो कि इस खोज पत्र का केन्द्रिय विषय है। 7वे अनुभाग मे अवलोकनीय साक्ष्य द्वारा हम उर्जा परत की परिकल्पना प्रमाणित करेंगे।

2 फ़्रीडमन समीकरणों और सर्वस्वीकृत ब्रह्मांड विज्ञान की समीक्षा

१९२२ में, रुसी गणितज्ञ एलेक्ज़ेंडर फ़्रीडमन ने विशेष को- ओर्डिनेट (co-ordinate) प्रणाली खोज निकाली जिस के उपयोग से आइंस्टाइन के गुरुत्व क्षेत्र समीकरणों (Einstein’s gravitational field equations) को हल किया जा सकता है । फ़्रीडमन के समाधान पूरी तरह से गणित पर आधा रित थे और उनसे ब्रह्माण्ड के स्वभाव की कोई सूचना नहीं मिलती । कुछ वर्ष बाद , बेल्जियन भौतिकशास्त्री लेमैट्रे ने स्वतंत्र रूप से आइंस्टाइन के क्षेत्र समीकरणों के समान समाधानों की खोज की और उन समाधानों का भौतिक अर्थ समझाया । फ़्रीडमन और लेमैट्रे के दिए गए समा धानों का अधिक विश्लेषण कर रॉबर्टसन और वॉकर इस निर्णय पर पहुँचे कि अगर ब्रह्माण्ड बड़े पैमाने पर सजातीय (homogeneous) और अइसोट्रोपिक (isotropic) होता है तभी दिए गए समाधान उचित होंगे। ब्रह्माण्ड के सजातीय और आइसोट्रोपिक होने को ब्रह्माण्डीय नियम कहते है । इन समीकरणों के समूह को अब फ़्रीडमन समीकरण कहा जाता है और ब्रह्माण्ड- संबंधी मॉडल को फ़्रीडमन-लेमैतर-रॉबर्टसन-वॉकर (ऍफ़.एल.आर.डबलयु) मॉडल कहा जाता है [5-8, 12]।

ऍफ़.एल.आर.डबलयु मॉडल प्राप्त करने के लिए, आइंस्टाइन के गुरुत्व क्षेत्र समीकरणों से प्रारंभ किया जाता है

$$\frac{\partial \Gamma^{\lambda}_{\lambda\mu}}{\partial x^{\nu}} - \frac{\partial \Gamma^{\lambda}_{\mu\lambda}}{\partial x^{\lambda}} + \Gamma^{\lambda}_{\mu\sigma}\Gamma^{\sigma}_{\nu\lambda} - \Gamma^{\lambda}_{\mu\nu}\Gamma^{\sigma}_{\lambda\sigma} = -8\pi G(T_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} T^{\lambda}{}_{\lambda})$$

ऊपर दिए गए समीकरण में , $T_{\mu\nu}$ ऊर्जा संवेग टेन्सर (energy momentum tensor) है, $\Gamma^{\lambda}_{\mu\nu}$ अफ्फैं कनेक्शन (affine connection) है और ‘G’ सार्वभौमिक गुरुत्व सतत (Universal gravitational constant) है । इस समीकरण में, गणना सरलता से करने के लिए प्रकाश की गति (c) का मूल्य 1 लिया गया है । U_μ गति

(velocity), ρ उर्जा घनत्व (energy density) तथा P दबाव (pressure) के साथ, श्रेश्ठ तरल (perfect fluid) के लिए,

$$T_{\mu\nu} = (\rho + P)U_{\mu}U_{\nu} + Pg_{\mu\nu}$$

सजातीय और अइसोट्रोपिक शर्तो के अनुकूल होने वाली तीन ज्यामितियाँ (geometries) प्राप्त होती है । वे वृत्तीय (spherical) हो सकते है या युक्लि डियन (Euclidean) या हाइपर स्पेरिकल (Hyperspherical) हो सकते है । वृत्तीय दिक्स्थान ज्यामिति (spherical space geometry) परिमित ब्रह्माण्ड (closed Universe) को प्रतिनिधित्व करता है और युक्लि डियन और हाइपर स्पेरिकल दिक्स्थान स्वाभाविक रूप से अनंत ब्रह्माण्ड (open Universe) को । मगर, शर्तो को लागू कर उनके स्वभाव को परिमित किया जा सकता है । नीचे दिया गया मैट्रिक (metric), जिसे अक्सर रोबर्टसन-वॉकर मैट्रिक कहा जाता है, K के मूल्य के आधार पर इन में से किसी भी ज्यमितियो को प्रतिनिधित्व करता है ।

$$-d\tau^2 = -dt^2 + a(t)^2\, d\sigma^2$$

$$d\sigma^2 = \frac{dr^2}{1-Kr^2} + r^2 d\Omega^2 \;;\; d\Omega^2 = d\theta^2 + sin^2\theta\, d\phi^2$$

जहाँ

$$K = \begin{cases} 1 & \text{(गोलाकार)} \\ -1 & \text{(हाइपर स्पेरिकल)} \\ 0 & \text{(युक्लिदियन)} \end{cases}$$

K	ब्रह्माण्ड का प्रकार	स्थानीय वक्रता	आयतन
-1	खुला	$K a^{-2} < 0$	अनन्त
0	सपाट	0	अनन्त
+1	बन्द	$K a^{-2} > 0$	$2\pi^2 a^3$

और a(t) समय पर आधारित सं ख्या है जो रोबर्टसन- वॉकर स्केल फैक्टर (Robertson Walker Scale factor) कहलाता है । फ़्रीडमन समीकरण के व्युत्पत्ति के पश्चात a(t) के बारे में विस्तार से वर्णन किया जाएगा । जब रोबर्टसन-वॉकर मैट्रिक आइंस्टाइन के क्षेत्र समीकरणों पर लागू किया जाता है उसका समाधान फ़्रीडमन समीकरण कहा जाता है और वह है:

$$-\frac{2K}{a^2} - \frac{2}{a^2}\left(\frac{da}{dt}\right)^2 - \frac{1}{a}\frac{d^2a}{dt^2} = -4\pi G(\rho - P) \quad \text{....समीकरण (1)}$$

$$\frac{3}{a}\frac{d^2a}{dt^2} = -4\pi G(3P + \rho) \quad \text{....समीकरण (2)}$$

समीकरण (1) तथा समीकरण (2) से $\frac{d^2a}{dt^2}$ अलग करने पर

$$\left(\frac{da}{dt}\right)^2 + K = \frac{8\pi G\rho\, a^2}{3} \quad \text{....समीकरण (3)}$$

ऊपर के समीकरणों का उपयोग कर किसी भी समय पर ब्रह्माण्ड की स्थिति का पता लगाया जा सकता है । यह समीकरण रोबर्टसन-वॉकर स्केल फैक्टर (a) को ब्रह्माण्ड के ऊर्जा घनत्व (ρ) और दबाव (P) के रूप में परिभाषित करता है । ऊर्जा घनत्व और दबाव के मूल्यों के देने पर , रोबर्टसन-वॉकर स्केल फैक्टर ब्रह्माण्ड की स्थिति का वर्णन करता है जैसे कि ब्रह्माण्ड फैल (expanding) रहा या सिकुड़ (contracting) रहा या फिर स्थिर (static) है ।

फ़्रीडमन समीकरण का वर्णन करने के लिए हम निम्नलिखित उदहारण लेते है । कल्पना कीजिए कि S_1 तथा S_2 भिन्न आकाशगंगा (galaxy) के दो तारे है जो t_o समय पर $D(t_o)$ की दुरी पर है । अगर t_1 समय के बाद उनके बीच की दुरी $D(t_1)$ होती है , $D(t_o)$ तथा $D(t_1)$ के मूल्यों के आधार पर हमें तीन शर्तें (conditions) प्राप्त होते है ।

$$\frac{D(t_1)}{D(t_0)} = \begin{cases} > 1 & \text{ब्रह्माण्ड विस्तारित हो रहा है} \\ = 1 & \text{ब्रह्माण्ड स्थिर है} \\ < 1 & \text{ब्रह्माण्ड सिकुड रहा है} \end{cases}$$

ऊपर दिए गए शर्त का वर्णन रोबर्टसन-वॉकर स्केल फैक्टर के रूप में इस प्रकार कर सकते है

$$\frac{D(t_1)}{D(t_0)} = \frac{a(t_1)}{a(t_0)}$$

१९२९ में, एडविन हब्बल (Edwin Hubble) ने आकाशगंगाए (galaxies) की सापेक्ष गतियाँ (relative velocities) माप कर यह खोज निकाला कि वे एक दुसरे से दूर जा रहीं है जिसके परिणामस्वरुप ब्रह्माण्ड विसतारित (expanding) हो रहा है । इस खोज से पुर्व, यह माना जाता था कि ब्रह्माण्ड स्थिर (static) है । आकाशगंगाए जिस गति (V) से एक दूसरे से दूर जा रही है वह उनके बीच की दूरी (d) के सानुपातिक होती है ।

$V = H_o d$, जहाँ H_o हब्बल स्थिरांक है

हब्बल द्वारा प्राप्त किया गया हब्बल स्थि रांक का मूल्य (500Km/s/Mpc) बहुत ही अधिक था जिससे यह सूचना मिलती है कि ब्रह्माण्ड की आयु (age) केवल 2 अरब वर्ष (2 billion years) है । धरती की आयु 2 अरब वर्षो से अधिक होना ही इस सूचना का प्रत्यक्ष खण्डन करता है । कुछ समय बाद्, उत्तरकालीन अवलोकनो (subsequent observations) से व्यक्त हुआ कि हब्बल स्थिरांक का मूल्य लगभग 70 km/s/Mpc है और ब्रह्माण्ड की आयु लगभग 13.5 अरब वर्ष (13.5 billion years) है । हब्बल स्थिरांक का वर्णन रोबर्टसन-वॉकर स्केल फैकटर के रुप मे इस प्रकार है

$$H_0 = \left(\frac{1}{a}\frac{da}{dt}\right)_{t=t0}$$

ध्यान दे, उपर दिए गए समीकरण मे, हब्बल स्थिरांक H_0 वर्तमान समय t_0 के लिए मूल्यान्कित किया गया है । किसी समय 't' के लिए, यह हब्बल प्राचाल (Hubble parameter) कहलाता है और इस प्रकार प्राप्त किया जाता है

$$H = \left(\frac{1}{a}\frac{da}{dt}\right)$$

फ़्रीडमन समीकरण को हब्बल प्राचाल का उपयोग कर संशोधित करने पर:

$$H^2 + K = \frac{8\pi G\rho}{3}$$

उपर का समीकरण, हब्बल प्राचाल तथा ब्रह्माण्ड की उर्जा घनत्व के सम्बन्ध को परिभाषित करता है । लगभग सपाट ब्रह्माण्ड (flat universe) के लिए, K=1, हम ब्रह्माण्ड के क्रान्तिक घनत्व (critical density) की गण्ना इस प्रकार करते है:

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

ब्रह्माण्ड के कुल ऊर्जा घनत्व की परिभाषा अज्ञात ऊर्जा, असापेक्षतावाद (non-relativistic) तत्व तथा विकिरण तत्व के ऊर्जा घनात्वों से सम्बंधित इस प्रकार दिया जा सकता है |

$$\rho = \frac{3H_0^2}{8\pi G}\left[\Omega_\Lambda + \Omega_M\left(\frac{a_0}{a}\right)^3 + \Omega_R\left(\frac{a_0}{a}\right)^4\right]$$

$$\rho = \rho_c\left[\Omega_\Lambda + \Omega_M\left(\frac{a_0}{a}\right)^3 + \Omega_R\left(\frac{a_0}{a}\right)^4\right]$$

जहाँ Ω_Λ, Ω_M तथा Ω_R अज्ञात उर्जा, असापेक्षतावाद तत्व और विकिरण तत्व के आंशिक राशियों को प्रतिनिधित्व करते है | अज्ञात उर्जा, असापेक्षतावाद तत्व तथा विकिरण तत्व के उर्जा घनत्व को क्रांतिक घनत्व के रूप में इस प्रकार दिया जाता है |

$$\rho_\Lambda = \frac{3H_0^2}{8\pi G}\Omega_\Lambda \; ; \; \rho_M = \frac{3H_0^2}{8\pi G}\Omega_M \; ; \rho_R = \frac{3H_0^2}{8\pi G}\Omega_R$$

a(t) के मूल्य की गणना निम्नलिखित ब्रह्मांडीय रेड-शिफ्ट समीकरण से की जाती है |

$$\frac{a(t_0)}{a(t_1)} = \frac{\lambda(t_0)}{\lambda(t_1)} = 1 + z$$

जहाँ $\lambda(t_1)$, t_1 समय पर उत्सर्जित तरंग की तरंग दैर्ध्य (wavelength) है, और $\lambda(t_0)$ प्रस्तुत समय (t_o) पर प्राप्त की गई तरंग दैर्ध्य है । अगर ब्रह्मांड सिकुड़ रहा होता, तब $\lambda(t_1)$, $\lambda(t_0)$ से अधिक होना चाहिए , तथापि $\lambda(t_0)$ के मूल्य हमेशा $\lambda(t_1)$ से अधिक है, जो ब्रह्मांड के विस्तार का संकेत है | अधिक विश्लेषण से निम्नलिखित समीकरण पाया गया है, जो dz/dt_o के रूप में प्रकाश उत्सर्जन (light emission) के समय विस्तार दर (emission rate) के मूल्यांकन की गणना करने में मदद करता है |

$$H(t_1) = H_0(1+z) - \frac{dz}{dt_0}$$

समीकरण (२) में $w = P/\rho$, प्रतिस्थापन करने पर राय चौदरी समीकरण (Raychaudari equation) प्राप्त होता है |

$$\frac{3}{a}\frac{d^2a}{dt^2} = -4\pi G(3P+\rho) = -4\pi G\rho(3w+\rho)$$

'w' के उपयोग से दबाव तथा उर्जा घनत्व के रूप में अज्ञात उर्जा , अज्ञात तत्व और सामान्य तत्व के विभिन्न प्रस्तावों के कारण ऊपर दिया गया समीकरण महत्वपूर्ण है ।

3 अज्ञात उर्जा

टैप Ia सुपरनोवा (Type Ia supernova) SnIa से पाए गए रेड-शिफ्ट्स (red-shifts) पर हुए हालिया अवलोकनो से व्यक्त होता है कि ब्रह्माण्ड त्वरित विस्तरण (accelerated expansion) की दशा मे प्रवेश कर चुका है [15-16] । यदि ब्रह्माण्ड केवल सामान्य तत्व तथा सकारात्मक दबाव (positive pressure) से बना है तब ऍफ़.एल.आर डबलयु ब्रह्माण्ड विज्ञान मे ब्रह्माण्ड का त्वरित विस्तरण का कोई हल नही है । इसका यह मतलब होता है कि ब्रह्माण्ड मे कुछ ऐसी उर्जा अस्तित्व मे है जिसका दबाव नाकारात्मक (negative) है । अधिक गणना करने पर व्यक्त होता है कि त्वरण के प्राप्त मुल्य के विवरण के लिए ब्रह्माण्ड के तीन भागो मे दो से अधिक भाग नाकारात्मक दबाव वाली उर्जा से भरे होने चाहिए । इस उर्जा को अज्ञात उर्जा कहा जाता है [9, 11, 14] ।

आइन्स्टैन के गुरुत्व क्षेत्र समीकरणो मे एक छोटे से ब्रह्मा ण्डीय स्थिरांक को परिचय करने पर , कुछ हद तक अज्ञात उर्जा का समाधान प्राप्त हो सकता है [19]। विरोधाभासीय आइन्स्टैन ने स्थिर ब्रह्माण्ड के समाधान को प्राप्त करने के लिए गुरुत्व क्षेत्र समीकरणो मे ब्रह्माण्डीय स्थिरांक का परिचय किया था [10] तथापि, हब्बल के विस्तारित ब्रह्माण्ड की खोज के पश्चात , क्षेत्र समीकरण से ब्रह्माण्डीय स्थिरांक को निकाल दिया गया । ब्रह्माण्डीय स्थिरांक के साथ आइन्स्टैन के गुरुत्व क्षेत्र समीकरण इस प्रकार दिए जाते है:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \Lambda g_{\mu\nu} = -8\pi G T^{M}_{\mu\nu}$$

जहाँ Λ ब्रह्माण्डीय स्थिरांक कहलाता है और उसका मुल्य $8\pi G \rho_{\Lambda}$ है ।

क्वांटम क्षेत्र सिध्दांत के अनुसार, क्वांटम अस्थिरता के कारण उर्जा घनत्व का मुल्य 10^{27} g/cm^3 है । क्वांटम क्षेत्र सिध्दान्तो की शब्दावली मे इसे निर्वात उर्जा (Vacuum energy) कहते है । यह देखते हुए कि , अवलोकित अज्ञात ऊर्जा घनत्व का मूल्य 10^{-29} g/cm3 है, 56 दशमलव स्थानों के अंतर का पालन अजीब है । तथापि, कई क्वांटम क्षेत्र सिद्धांतकार अस्थिरता के कारण किसी अज्ञात योगदान से 56 दशमलव स्थानों को रद्द करने की धारणा प्रकट करते है । देखना यह है कि क्या क्वांटम सिद्धांत क्षेत्र में निर्वात ऊर्जा के इतने कम मूल्य का वर्णन करने के लिए कुछ सुधार लाया जा सकता है [12]।

अज्ञात ऊर्जा के स्वभाव को समझाने के लिए कई स्केलार क्षेत्र (scalar field) सिद्धांतो का प्रस्ताव किया गया हैं जिन में क्विन्टेस्सेंस, के-एससेन्स, टयक्यौंस, फ़ैटम तथा डईअटोनिक सिद्धांत सुप्रसिध हैं [14]।

4 अज्ञात तत्व

भिन्न प्रका र के सामान्य तत्वों के विषय की जानकारी विकिरण की तरंगदैर्ध्यो (radiation wavelengths) से मिलती है । उदहारण के लिए, अति गर्म वायु रूप द्रव्य एक्स किरणों (X-rays) को उत्सर्जित (emit) करते है, सफ़ेद तारे प्रकाशिक तरंगदैर्ध्यो (optical wavelengths) के किरणों को उत्सर्जित करते है तथा तारो के बीच के दिक्स्थान (interstellar space) में आणविक वायु रूप द्रव्य (molecular gases) रेडियो तरंगदैर्ध्यो (radio wavelengths) की किरणों को उत्स र्जित करते है । सीधे विकिरण से पता लगाए गए अन्तरिक्ष के द्रव्यमान (mass) की तुलना गुरुत्व गतिकी के लिए जरुरी द्रव्यमान से की जाती है , उनमे बहुत अंतर है । अंतरिक्ष के भीतर होने वाली गुरुत्व गतिकी के लिए विद्युत चुम्बकीय मापन से पाए गए द्रव्यमान से कई अधिक द्रव्यमान की आवश्यकता होती है । लापता द्रवमान, जिस की जाँच केवल गुरुत्व प्रभाव से ही की जा सकती है, वह् अज्ञात तत्व [13] कहलाता है । 1933 मे, ज़्विकी (Zwicky) ने पहचाना कि कोमा क्लस्टर (Coma cluster) का 95% द्रवमान अदृश्य रुप मे उपस्थित है जो अज्ञात तत्व के अस्तित्व की कल्पना का आधार बना । 1970 मे, रुबिन,

फ्रीमन और पीबल्स (Rubin, Freeman and Peebles) ने कई क्लस्टर्स (clusters) का अवलोकन कर अज्ञात तत्व के अस्तित्व को प्रमाणित किया। तब से, कई आकाशगंगाओ का विश्लेषण किया गया और यह सामंजस्य पर पहुँचे कि आकाशगंगा मे collision-less अदृश्य रुप के तत्व उपस्थित है। तारकीय प्रणाली (stellar system) के द्रव्यमान की गणना वैरल सिध्दांत (viral theorem) द्वारा करना सब से सरल तकनीको मे से एक है। सन्तुलित तथा स्थिर स्थिति के किसी प्रणाली के लिए, गतिज (kinetic) तथा स्थितिज (potential) उर्जा इस प्रकार दिया जाता है:

$$2K + W \approx 0$$

जहाँ गतिज (K) और स्थितिज(W) उर्जा इन समीकरणों से दिए जाते है:

$$K = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} m_i \vec{v}_i^2 = \frac{1}{2}M\langle v^2\rangle$$

$$W = -\frac{G}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j\neq 1}\frac{m_i m_j}{\vec{r_i} - \vec{r_j}} = -\frac{1}{2}GM^2\,\langle\frac{1}{r}\rangle$$

कोमा क्लस्टर जैसे गोलाकार आकशगंगा (spherical galaxy) का द्रवमान की गणना वैरल सिध्दांत द्वारा जब की जाए, यह सिध्द होता है कि बहुत द्रवमान अदृश्य (invisible) है और विकिरण द्वारा प्रमाणित नही होता। इस अदृश्य द्रवमान का अंशभूत (composition) का पता लगाना भौतिकशास्त्रियो (physicists) के आगे एक चुनौती है। इसके अस्तित्व पर कुछ सिध्दांतों की रचना की गई है जिसके अनुसार ब्रह्माण्ड मे नॉन-बेरियोनिक ग्रह (non-baryonic planets) या फिर ब्रौन ड्वार्फ्स (brown dwarfs) अधिकतर संख्या मे है। महा विस्फोटक केन्द्रीय संश्लेषण (Big Bang Nucleosynthesis) के गणना के अनुसार नॉन-बेरियोनिक ग्रह या ब्रौन ड्वार्फ्स का ब्रह्माण्ड मे इतने ज़्यादा संख्या मे होना असम्भव है। महा विस्फोटक केन्द्रीय संश्लेषण की गणना हैड्रोजन गैस (hydrogen gas) के बादलो मे मौलिक ड्युटिरियम (primordial deuterium) के अंश के माप पर आधारित है जो क्वसार (quasars) से उत्पन्न होने वाली प्रकाश (light) पर प्रयोग करने से पता चलता है। प्रयोगात्मक अनिश्चितता (experimental uncertainty) और कुछ सन्निकटन (approximation) के साथ प्राप्त मूल्य जब महा विस्फोटक केन्द्रीय संश्लेषण पर लागू किया जाता है तब ब्रह्माण्ड मे बेरियोनिक सामाग्री का पूर्वानुमान प्राप्त होता है। इस गणना का प्राप्त मूल्य है $\Omega_B H_0^2 = 0.02 \pm 0.002$, जहाँ '$H_0$' हब्बल स्थिरांक है। इस गणना का मूल्य स्वतंत्र रूप से विलकिनसन मिक्रोवेव एनैसोट्रोपी प्रोब (WMAP) ने कॉसमिक मिक्रोवेव बैकग्रौन्ड के प्रेक्षण के माध्यम से पुष्टि की है। अगर H_0 का मूल्य 70Km/s/Mpc है तो ब्रह्माण्ड में बेरियोनिक सामाग्री का मूल्य केवल 4% है। WMAP उपग्रह के मापन से यह भी पता चला है कि वर्तमान ब्रह्माण्ड में अज्ञात तत्व की ऊर्जा घनत्व का मूल्य 22% है।

अज्ञात तत्व के अंशभूत का पता लगाना कठिन है क्योकि अज्ञात तत्व सामान्य तत्व से केवल गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा संपर्क (interact) करता है । अवलोकन से पता चला है कि अज्ञात तत्व के उम्मीदवार कण के कुछ महत्वपूर्ण विशेषताए है [17]:

1. अज्ञात तत्व के उम्मीदवार कण विद्युत -चुम्बकीय बल और प्रबल अन्योन्य (strong) बल से तटस्थ (neutral) है ।
2. अज्ञात तत्व के उम्मीदवार कण अत्यधिक स्थिर (stable) होना चाहिए
3. इन कणों का द्रव्मान विशाल होना चाहिए (non-relativistic)

तापमान विशेश्ताओ (Thermal properties) के अनुसार, अज्ञात तत्व को अकसर उग्र, उष्ण तथा शीत (hot, warm and cold) अज्ञात तत्व नामक तीन भिन्न श्रेणियों (fields) में विभाजित किया जाता है । अज्ञात तत्व को तापमान (temperature) व्यवहार के आधार पर वर्गीक्रुत किया गया है । क्योकि ब्रह्माण्ड मे स्वभाविक रूप से न्युट्रिनोस (neutrinos) बाहुल्य मात्रा (large number, abundance) मे होने और उन के स्वभाव के बारे मे कुछ जानकारी न होने के कारण, न्युट्रिनोस अज्ञात तत्व से संघटित होने की परिकल्पना की गई थी । न्युट्रिनोस के उग्र तापमान विशेष्ताओ के कारण इस प्रकार के अज्ञात तत्व को उग्र अज्ञात तत्व कहते है ।

कण भौतिकी मे शीत अज्ञात तत्व (cold dark matter- CDM) के सम्भावित विकल्प कण पर अनेक प्रस्ताव दिए गए है । अज्ञात तत्व को संघटित करने वाले कणो को CDM दुर्बल बल द्वारा आक र्षित करने वाले स्थूल कण(Weakly Interacting Massive Particles- WIMPs) तथा स्थूल ठोस प्रभामण्डल पदार्थ (Massive Compact Halo Objects- MACHOs) नामक दो सामान्य वर्गो मे विभाजित करने की परिकल्पना करता है । WIMPs स्वभाव मे भारी होते है और सामान्य तत्व को केवल गुरुत्वाकर्षण तथा दुर्बल बलो द्वारा आकर्षित करते है । अक्ज़िओन्स (Axions) [20-22], ग्रविटिनोस (Gravitonos) [18], न्युट्रालिनों (neutralino) [24], अक्ज़िनोस (Axinos) [25] तथा क्रिपटान (Crypton) [26] आदि WIMPs के उम्मीदवार कण है ।

5 सार्वभौमिक (Global) और सीमित (Local) बल

प्रकृति के कई गुण असतत (discrete) रूप में होने के कई उदहारण है । एक प्रसिद्ध उदाहरण है विद्युत चार्ज (electric charge), जो पहले निरंतर माना जाता था; लेकिन मिल्लिकन ऑइल ड्रॉप प्रयोग (Millikan Oil-drop experiment) [23] ने साबित कर दिया कि यह असतत है और 'e' के अभिन्न मूल्यों में आता है, जहां 'e' इलेक्ट्रॉन (electron) का चार्ज है |बीसवीं सदी में क्वांटम यांत्रिकी (quantum mechanics) के खोज से पता

चला के इलेक्ट्रॉन परमाणु का बीर्जकेंद्र (nucleus) के असतत कक्षाओं (discrete orbits) में निरंतर ऊर्जा के स्तर के बजाय असतत ऊर्जा स्तर (discrete energy levels) के साथ घूमते है | परमाणु संरचना (atomic structure) में असतत उर्जा स्तरों के विचार को बाद में प्रयोग द्वारा प्रमाणित किया गया और परमाणु संरचना की इस विशेषता के आधार पर काम करने वाले कई यंत्र जैसे लेजर (laser) का आविष्कार किया गया | पहले परमाणु का बीर्जकेंद्र को प्राथमिक कण माना जा ता था जिसकी कोई आंतरिक संरचना न हो; लेकिन कण भौतिकी (particle physics) के प्रयोगों से पता चलता है कि परमाणु का बीर्जकेंद्र क्वार्क्स (quarks) नामक असतत उप- प्राथमिक कणों (sub-elementary particles) से बनते है बजाय एक ही प्राथमिक कण के | सैद्धांतिक भौतिकी (theoretical physics) के विभिन्न सैद्धांतिक मॉडल में पृथक्ता के प्रस्तावना करने से मिली सफलता को मद्देनजर रखते हुए, हम ब्रह्मांड में मौजूद ऊर्जा के विभिन्न रूपों में इस विचार का विस्तार करना चाहते है | 'उर्जा' शब्द से हमारा मतलब, सामूहिक रूप से तत्व (matter) तथा अतत्व (anti-matter) के रूप में उर्जा, अज्ञात तत्व, अज्ञात उर्जा आदि है |

हम ब्रह्माण्ड 'U' को पृथक प्रणाली (isolated system) की तरह उपचार करते है जिसकी कुल उर्जा 'E' संरक्षित (conserved) है | प्रणाली की कुल उर्जा में सभी रूप के उर्जा जैसे विकिरण , तत्व, नॉन-बारयोनिक तत्व, अज्ञात उर्जा आदि शामिल है | कल्पना कीजिए कि कुल उर्जा 'N' कणों में फैला हुआ है जहाँ 'N' संरक्षित नहीं है अर्थात कण का सृजन (creation) या विनाश (annihilation) किया जा सकता है |

U के भीतर डाले गए बलों के समूह का वर्णन करने के लिए हम इस प्रकार का निम्नलिखित संकेतन अपनाते है | 'Fi', जो 'i' प्रकार के बल को दरशाता है जहाँ $i \in (1, K)$ और 'K' ब्रह्माण्ड के भीतर स्थित कुल बलों की संख्या है और Ui ब्रह्माण्ड के भीतर कणों के समूह को दरशाता है जो Fi प्रकार के बल को अनुभव करते है |

(Let F_i denotes the force of type 'i', where $i \in (1, K)$ and K is the total number of forces existing within U and let U_i be the set of particles within U that experience a force of type F_i.)

हम सार्वभौमिक तथा सीमित बल की परिभाषा को परिभाषित करते है जो 'U' के भीतर अस्तित्व करते है

- Fi सार्वभौमिक बल तभी कहा जाता है जब Ui, U के सामान हो (F_i is said to be a 'Global force', if and only if U_i is equal to U)
- Fi सीमित बल तभी कहा जाता है जब Ui-U रिक्त सेट न हो (F_i is said to be a 'Local force', if and only if $U - U_i$ is not a null set)

1. सार्वभौमिक बल

परिभाषा के अनुसार, सार्वभौमिक बल ब्रह्माण्ड U के भीतर स्थित सभी कणों पर कार्य कर ता हैं, अर्थात U के भीतर उपस्थित कोई कण सार्वभौमिक बल के लिए तटस्थ नहीं है | हम सार्वभौमिक बल को अन्य बलों से अलग करने के लिए F_g के रूप में निरूपित करते है | F_g को इस प्रकार भी परिभाषित किया जा सकता है,

$$\forall P_x, P_y \in U, \exists F_g \text{ between } P_x \text{ and } P_y, \ni F_g \neq 0.$$

2. सीमित बल

परिभाषा के अनुसार, सीमित बल केवल U_i कणों के समूह पर अपना प्रभाव दिखाता है , जहाँ $U - U_i \neq \varnothing$ | कणो को, उन पर डाले गए सीमित बल के आधार पर, उर्जा परतो में विभाजित किए जा सकते है | U_i तथा U_j पर डाले गए किसी भी दो बल F_i तथा F_j के लिए हम उर्जा परतो को इस तरह परिभाषित करते है

- यदि $U_i \cap U_j = \varnothing$, तब कणो के समूह दो भिन्न उर्जा परतो U_i , U_j से सम्बन्धित होते है ।
- यदि $U_i \cap U_j \neq \varnothing$, तब $U_i \cup U_j$ दोनो एक ही परत के हिस्से होते है ।

अब हम, सार्वभौमिक और सीमित बलों के स्वभाव पर दो नियमों का प्रस्ताव करते है |

1. सभी सार्वभौमिक बल एकीकृत सार्वभौमिक बल में सम्मिलित किए जा सकते है और उर्जा परत के सभी सीमित बल एक उर्जा परत के एकीकृत सीमित बल में सम्मिलित किए जा सकते है|
2. सीमित बल और सार्वभौमिक बल एक एकीकृत बल के रूप में एकीकृत नहीं किए जा सकते है|

प्रसताव 1, परिभाषित करता है कि ब्रह्माण्ड पर अपना प्रभाव डालने वाले सारे सार्वभौमिक बल एक एकीक्रुत सार्वभौमिक बल मे एकीक्रुत किए जा सकते है । यह एकीक्रुत सार्वभौमिक बल ब्रह्माण्ड के सभी कणो पर प्रभाव डालता है । उर्जा परत के सारे सीमित बल एक एकीक्रुत बल मे एकीक्रुत किए जा सकते है लेकिन दो भिन्न उर्जा परतो के सीमित बल एक एकीक्रुत बल मे एकीक्रुत नही किए जा सकते । यह मुख्य परिणाम है जो दो भिन्न उर्जा परतो को विभेदित करता है ।

कल्पना कीजिए कि, F_i, F_j तथा F_k , U_i, U_j तथा U_k पर अपना प्रभाव डाल रहे है और यदि ऐसी दशा सिध्द होती है जहाँ $U_i \cap U_j \neq \varnothing$, $U_j \cap U_k \neq \varnothing$ तथा $U_i \cap U_k = \varnothing$, तब वो यह सूचित करता है कि पहले तो F_i तथा F_j को एकीक्रुत करने की आवशकता है जैसे कि $U_{ij} \cap U_k \neq \varnothing$ और फिर एकीक्रुत बल F_{ij} को F_k से एकीक्रुत करना चाहिए । ध्यान दे कि, $U_i \cup U_j \cup U_k$ एकाकी उर्जा परत की रचना करता है।

प्रसताव 2, सिध्दांतिक भौतिकी और ब्रह्माण्ड वि ज्ञान के लिए मुख्य परिणाम प्रदान करता है । सभी बलो का एकीकरण कई सम य से सिध्दांतिक भौतिकी का लक्ष्य रहा है और इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए कई

सिध्दांत जैसे सुपरस्ट्रिंग सिध्दांत की प्रसतावना की गई है । तथापि, प्रसताव 2 यह उल्लेख करता है कि सीमित तथा सार्वभौमिक बल एकीक्रुत नही किए जा सकते ।

6 असतत उर्जा परते

एकीक्रुत सीमित बलें ब्रह्माण्ड के कणो को असतत उर्जा परतो मे विभाजित करते है । प्रति उर्जा परत फिर से उप-उर्जा परतो मे विभाजित किए जा सकते है । किसी उर्जा परत मे निहित होने वाले दर्शक (observer) की द्रुश्टिकोण (prospective) O से, वह दर्शक सभी उर्जा परतो पर प्रभाव डालने वाले सार्वभौमिक बल F_G परिमित संख्या मे पाएगा और उर्जा परत E_x पर प्रभाव डालने वाले सीमित बल F_{LX} परिमित संख्या मे पाएगा । E_x के अतिरिक्त दूसरे उर्जा परतो की जानकारी F_{LX} द्वारा प्राप्त ज्ञापन से अप्रत्यक्ष है क्योकि E_x पर प्रभाव डालने वाला F_L, एक सीमित बल है । तथापि दूसरे उर्जा परतो की कुछ जानकारी दर्शक को सार्वभौमिक बल F_G द्वारा ज्ञापन से उपलब्ध हो सकती है । दर्शक O अपने उर्जा परत E_x से दूसरे उर्जा परतो को विभेदित करने योग्य होगा । यह ध्यान मे रखते हुए कि उर्जा के तत्व के अतिरिक्त, दूसरे रुप भी है, दर्शक उर्जा के दूसरे रुप से बने परतो को केवल तत्व से बने परत से अलग करने योग्य होगा । नीचे O के अवलोकनो को समीकरण-रूप दिया गया है ।

कम से कम तीन ऐसे उर्जा परत अस्तित्व मे होते है जो दर्शक O विभेदित कर सकता है । हम उन तीन उर्जा परतो को E_{-1}, E_0 तथा E_{+1} से प्रतिनिधित्व करते है । अगर O को E_{+1} उर्जा परत से सम्बन्धित करे, E_{-1} , E_{+1} के अतिरिक्त तत्व से बने दूसरे सारे परतो को प्रतिनिधित्व करता है और E_0 उन सभी परतो को प्रतिनिधित्व करता है जिसमे तत्व न हो । ब्रह्माण्ड का कुल ऊर्जा-तत्व प्रत्येक परत के व्यक्तिगत उर्जा की योगफल से दिया जाता है

$$E = E_{-1} + E_0 + E_{+1} = \Sigma E_A$$

हमारी सुविधा के लिए, हम भिन्न परतो को E_A से प्रतिनिधित्व करते है जहाँ 'A' का मुल्य [-1, 0, +1] के समुह से प्राप्त होता है । ध्यान दे कि, यह मुल्य -1, 0, +1 का कोई महत्व नही है और हमने केवल अपनी सुविधा के लिए लिया है ।

$$A = \begin{cases} +1 \\ 0 \\ -1 \end{cases}$$

अब हम निम्नलिखित पद्धति मे उर्जा संरक्षण विधि (Law of Conservation of Energy) का वर्णन करते है । किसी भी समय ब्रह्माण्ड की कुल उर्जा संरक्षित होती है अर्थात ΣM_A सतत है । ध्यान दे कि , समय के साथ भिन्न परतो के तत्व तथा अतत्व अन्तर हो सकते है, तथापि कुल उर्जा नही बदलती ।

$$M = E_{-1}(t) + E_0(t) + E_{+1}(t)$$

7 उर्जा परत के अवलोकनीय प्रमाण

अब, जब कि हमने उर्जा परत को परिभाषित कर दिया है, अनुभाग 3 तथा 4 मे उल्लेख किए गए प्रयोगात्मक परिणामो का उपयोग कर भिन्न प्रकार के उर्जा को उर्जा परतो मे विभाजित किया जा सकता है । हम सामान्य तत्व से सम्बन्ध रखने वाले दर्शक O को प्रतिनिधित्व करते है । सामान्य तत्व मे बेरियोनिक तत्व, विकिरण, तथा आकाशगंगाओ के बीच के वायु रूप द्रव्य शामिल है । कल्पना कीजिए कि F_0, F_1, F_2 तथा F_3 गुरुत्व बल, विध्युत-चुम्बकीय बल, दुर्बल बल तथा प्रबल बल नामक प्रक्रुति के चार ज्ञात बलो को प्रतिनिधित्व करते है । यदि उर्जा परत परिकल्पना सहीं है तो इन चार बलो मे सीमित तथा सार्वभौमिक बल के अस्तित्व का प्रमाण होना चाहिए । F_0, F_1, F_2 तथा F_3 को सार्वभौमिक तथा सीमित बलो मे वर्गीक्रुत करने के लिए हम अज्ञात उर्जा तथा अज्ञात तत्व के अस्तित्व का उपयोग करते है । अवलोकनो से प्रमाणित है कि , अज्ञात तत्व विद्युत-चुम्बकीय बल तथा प्रबल बल को प्रतिक्रिया नही देता । ऐसा कोई ज्ञात प्रयोगात्मक या अवलोकनीय प्रमाण नही है कि अज्ञात तत्व दुर्बल बल के माध्यम से सामान्य तत्व को आकर्षित करता है । यह अनुमान का प्रस्ताव 1970-75 मे केवल न्युट्रिनोस (neutrinos) को अज्ञात तत्व के कण के रूप मे वर्ण न करने के लिए किया गया था । इसके पश्चात, उस अनुमान (अज्ञात तत्व के कणो का सामान्य तत्व से दुर्बल बल के द्वारा आकर्शित करना) को WIMPs के धारणा से और बढावा मिला । उर्जा परत की परिकल्पना के अनुसार यदि दुर्बल बल एक सीमित बल है तो वो केवल सामान्य तत्व पर अपना प्रभाव दिखाता है और इसका अज्ञात तत्व पर कोई प्रभाव नही होता । यदि दुर्बल बल एक सार्वभौमिक बल है तो दुर्बल बल को विध्युत्- चुम्बकीय बल से एकीक्रुत नही किया जा सकता लेकिन हमे पता है कि इन दोनो बलो को एकीक्रुत किया जा सकता है जिसे हम एलेक्ट्रो-वीक (Electroweak) बल कहते है । इसीलिए उर्जा परत की परिकल्पना के अनुसार दुर्बल बल एक सीमित बल है जिसका प्रभाव केवल सामान्य तत्व पर होता है । इस परिणाम को हम सामान्य रूप मे इस प्रकार कहते है ।

कल्पना कीजिए कि OM_1 , OM_2 तथा OM_3 विध्युत्-चुम्बकीय, दुर्बल तथा प्रबल बल के प्रभाव को अनुभव करने वाले सामा न्य तत्व के कणो को प्रतिनिधित्व करते है । प्रयोगात्मक परिणाम से यह स्पष्ट है के यह् तीनो सीमित बल परमाणु केन्द्रीय कण पर प्रभाव करते है । इससे पता चलता है कि,

$$OM_1 \cap OM_2 \cap OM_3 \neq \varnothing$$

असतत उर्जा परत की परिकल्पना के अनुसार OM_1, OM_2 तथा OM_3 एक ही परत के कण है जिसे हम E_{+1} से प्रतिनिधित्व करते है । इस परत मे सामान्य तत्व के कण उपस्थित है ।

अवलोकनीय प्रमाण से यह पता चलता है कि गुरुत्वाकर्षण बल सभी प्रकार के तत्वो पर अपना प्रभाव दिखाता है । E_{-1} , E_{+1} के अतिरिक्त सभी उर्जा परतो, जिनमे भिन्न रूप के तत्व शामिल है, को प्रतिनिधित्व करता है । E_{-1} उर्जा परत के समूह के लिए अज्ञात तत्व स्पष्ट विकल्प है । ध्यान दे कि, अज्ञात तत्व के कई उर्जा परत

होने की सम्भावना है । क्योकि अज्ञात तत्व और सामान्य तत्व के उर्जा परत अलग है अज्ञात तत्व की जानकारी केवल गुरुत्वाकर्षण बल अर्थात सार्वभौमिक बल के माध्यम से की जा सकती है । इसके अलावा अज्ञात तत्व परत मे कई सीमित बल हो सकते है जिसका प्रभाव सामान्य तत्व पर नही होता ।
E_{-1} तथा E_{+1} ब्रह्माण्ड के सारे तत्व वाले परत को प्रतिनिधित्व करते हैं । ब्रह्माण्ड में ऊर्जा बिना तत्व के रूप में भी हो सकती हैं । बिना तत्व वाले सभी परतो को E_0 से प्रतिनिधित्व करे, तो

$$E_0 = E - E_{+1} + E_{-1}$$

जहाँ E ब्रह्माण्ड की कुल उर्जा है । इस उर्जा परत के समूह के लिए अज्ञात उर्जा स्पष्ट विकल्प है ।

उपरोक्त चर्चा से सामने आए महत्वपूर्ण परिणाम इस प्रकार है:

- गुरुत्वाकर्षण बल सार्वभौमिक बल है जिसका प्रभाव सारे उर्जा परतो मे होता है जिनमे सामान्य तत्व, अज्ञात तत्व, और अज्ञात उर्जा शामिल है ।
- विध्युत-चुमबकीय, दुर्बल और प्रबल बल सामान्य तत्व के तीन सीमित बल है जो एक सीमित बल के रूप मे एकीक्रुत किए जा सकते है । इन तीन सीमित बलो के माध्यम से अज्ञात तत्व और अज्ञात उर्जा की जाँच नही की जा सकती ।
- गुरुत्वाकर्षण बल जो सार्वभौमिक बल है विध्यु त-चुमबकीय, दुर्बल और प्रब ल बल से एकीक्रुत नही किए जा सकता ।

सापेक्षता के सामान्य सिध्दां त और क्वांटम क्षेत्र सिध्दान्तो के बीच असंगति , क्वांटम गुरुत्वाकर्षण सिध्दान्तो और स्ट्रिंग सिध्दान्तो का गुरुत्वाकर्षण से अन्य बलो का एकीक्रुत करने मे असफलता पा ना और अन्य प्रयोगात्मक प्रमाण दो सम्भावनाए सूचित करते है:

1. भौतिक-शास्त्र के सिध्दान्त मुल्य रूप से गलत है ।
2. गुरुत्वाकर्षण बल अन्य बलो से एकीक्रुत नही किया जा सकता ।

असतत उर्जा परत की परिकल्पना के अनुसार गुरुत्वाकर्षण बल अन्य बलो से सम्मिलित नही किया जा सकता और विध्युत-चुम्बकीय, दुर्बल तथा प्रबल बल को एक सीमित बल के रूप मे एकीक्रुत किया जा सकता है ।

इस परिकल्पना के अनुसार दुर्बल बल का प्रभाव अज्ञात तत्व पर नही होता । यदि प्रयोग के माध्यम से प्रमाणित किया जाए के दुर्बल बल अज्ञात तत्व पर प्रभाव करता है तो इससे स्पश्ट होगा कि तत्व परत की परिकल्पना गलत है ।

उपसंहार

इस खोज पत्र में, हम ने प्रकृति के सारे बलो का दो प्रकार के बल (सार्वभौमिक तथा सीमित) में वर्गीकरण प्रस्तुत किया गया हैं । बलो के वर्गीकरण के आधार से, ब्रह्माण्ड में ऊर्जा के असतत परतो की परिकल्पना की गई हैं । सार्वभौमिक बल ऊर्जा के सारे परतो को जोड़े रखते हैं और सीमित बल ऊर्जा के परतो को विभाजित

करते है । असतत ऊर्जा परत की परिकल्पना से यह भी सूचित होता है के ब्रह्माण्ड मे न्यूनतम तीन ऊर्जा परत है । अवलोकनीय प्रमाण के अनुसार, गुरुत्वाकर्षण बल सार्वभौमिक बल है जिसका प्रभाव सारे उर्जा परतो मे होता है जिनमे सामान्य तत्व , अज्ञात तत्व, और अज्ञात उर्जा शामिल है । विध्युत-चुमबकीय, दुर्बल और प्रबल बल सामान्य तत्व के तीन सीमित बल है जो एक सीमित बल के रूप मे एकीक्रुत किए जा सकते है । इन तीन सीमित बलो के माध्यम से अज्ञात तत्व और अज्ञात उर्जा की जाँच नही की जा सकती ।

असतत ऊर्जा परत की परिकल्पना एक नवीन विचार है और इसके रोचक परिणाम है, लेकिन यह अभी प्रारंभिक रूप मे है । इस विचार के विकास के लिए एक गणितीय ढाँचे की जरूरत हैं जो सीमित बलों के एकीकरण की व्याख्या कर सके और सार्वभौमिक तथा सीमित बलो के वर्गीकरण को समझा सके । हम आशा करते हैं के इस परिकल्पना के विकास से ब्रह्माण्ड के कई रहस्यों का समाधान प्राप्त हो सकता हैं ।

संदर्भ

[1] J. Vergados, *On the direct detection of dark matter*, Lect. Notes Phys. 720, 69-100, (2007).

[2] M. Tegmark et al, *Cosmological parameters from SDSS and WMAP*, astro-ph/0310723, (2003).

[3] A.B. Lahanas, N.E. Mavromatos, D.V. Nanopoulos, *WMAPing the Universe: Supersymmetry, Dark Matter, Dark Energy, Proton Decay and Collider Physics*, hep-ph/0308251, (2003).

[4] E. Komatsu et al, *Five-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Interpretation*, Astrophys. J.Suppl. 180: 330-376, (2009), arXiv:0803.0547v2,(2008).

[5] A. Friedmann, *Uber die Krmmung des Raumes*, Z. Phys. 10, 377-386, (1922).

[6] G. Lemaitre, *Expansion of the Universe, A Homogeneous Universe of Constant Mass and increasing Radius accounting for the radial velocity of Extra-Galactice Nebulae*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 91, 483-490, (1931).

[7] H.P. Robertson, *Kinematics and World Structure*, Astron. J. 82, 248-301, (1936).

[8] A.G. Walker, *On Milne's Theory of World Structure*, Proc. London Math. Soc 242, 90-127, (1937).

[9] Nobert Straumann, *On the Cosmological constant problems and the astronomical evidence for a homogeneous energy density with negative pressure*, astro-ph/0203330, (2002).

[10] A.Einstein, *Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss,* phys.-math. Klasse VI, 142, (1917).

[11] R. Crittenden, *Dark Energy and the Microwave Background*, Lect. Notes Phys. 720, 187-217, (2007).

[12] Steven Weinberg, "*Cosmology*", Oxford University Press, (2008).

[13] J. Bahcall, T. Piran and S. Weinberg, "*Dark matter in the universe*", World scientific (2004).

[14] Edmund J. Copeland, M. Sami and Shinji Tsujikawa, *Dynamics of dark energy*, hep-th/0603057, (2006).

[15] S. Perlmutter et al, *Measurements of Omega and Lambda from 42 high Redshift Supernovae*, Astrophys. J. 517, 565-586, (1999).

[16] A. Reiss et al, *Observatonal Evidence from Supernovae for an Accelerating universe and a cosmological constant,* Astronomical Journal 116, 1009 (1998).

[17] G. Lazarides, *Particle physics Approach to dark matter*, Lect. Notes Phys. 720, 3-34, (2007).

[18] Alejandro Ibarra, *Indirect signatures of Gravitino Dark matter*, arXiv: 0809.2067v1, (2008).

[19] Raphael Bousso, *TASI Lectures on the Cosmological Constant*, arXiv:0708.4231v2[hep-th], (2007).

[20] J. Preskill, M.B. Wise and F. Wilczek, *Cosmology of the invisible axion*, Phys. Lett. B 120, 127 (1983).
[21] L.F. Abbott and P. Sikivie, *A cosmological bound on the invisible axion*, Phys. Lett B 120, 133 (1983)
[22] M. Dine and W. Fischler, *The not so harmless axion*, Phys. Lett. B 120, 137 (1983)
[23] R.A. Millikan, *On the Elementary Electric charge and the Avogadro Constant*, Phys. Rev. II, 2, p. 109 (1913)
[24] Martin Lemoine and Jerome Martin, *Neutralino Dark Matter and the Curvaton*, arXiv: astron-ph/0611948v2, (2007).
[25] George Lazaides, *Particle physics Approach to Dark matter*, arXiv: hep-ph\0601016v3, (2006)
[26] John Ellis, V. E. Mayes and D.V. Nanopoulos, *Flipped Cryptons and UHECRs*, arXiv: hep-ph\0403144v2, (2004).