डार्क मैटर और डार्क एनर्जी

प्रिलिम्स के लिये:

डार्क मैटर, विद्युत चुंबकीय बल, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन, इलेक्ट्रॉन, कमज़ोर रूप से परस्पर क्रिया करने वाले विशाल कण (Weakly Interacting Massive Particles), न्यूट्रिनो, ब्लैक होल, व्हाइट ड्वार्फ, न्यूट्रॉन तारे, ब्राउन ड्वार्फ, गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग, आइसक्यूब न्यूट्रिनो वेधशाला, लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर, जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप, डार्क एनर्जी।

मेन्स के लिये:

डार्क मैटर और डार्क एनर्जी

स्रोत: द हिंदू

चर्चा में क्यों?

हाल ही में **भौतिकविदों** ने डार्क मैटर **के न्यूनतम द्रव्यमान** को संशोधित किया और इसे **2.3 × 10-30 प्रोटॉन द्रव्यमान** तक बढ़ा दिया।

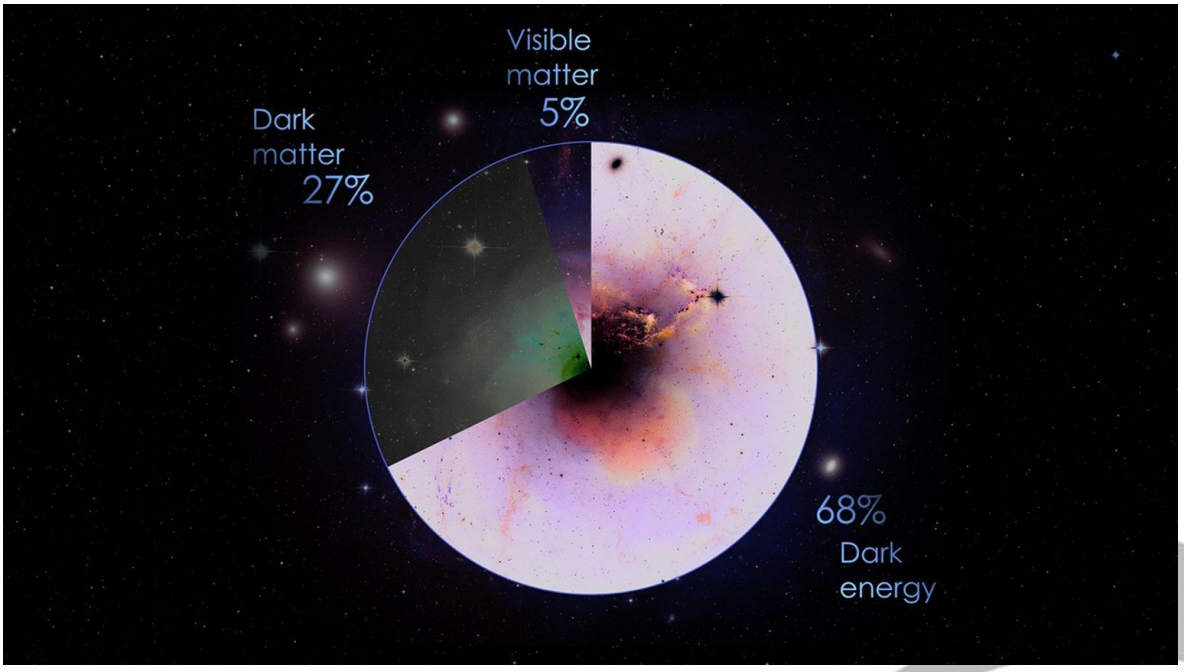
- दशकों तक वैज्ञानिकों का मानना था कि यह न्यूनतम द्रव्यमान **प्रोटॉन के द्रव्यमान का लगभग 10-31 गुना था।**

नोट: **वर्ष 1922** में, **डच खगोलशास्त्री जैकोबस कैप्टेन** ने निष्कर्ष निकाला कि **"डार्क मैटर"** (इस शब्द का पहली बार प्रयोग) का **घनत्व 0.0003 सौर द्रव्यमान प्रति घन प्रकाश वर्ष** होना चाहिये।

डार्क मैटर क्या है?

- **परिचय: डार्क मैटर पदार्थ का एक ऐसा रूप** है जो **पूर्णतः अदृश्य है, कोई प्रकाश या ऊर्जा** उत्सर्जित नहीं करता है, जिससे पारंपरिक सेंसर और डिटेक्टरों द्वारा इसका **पता नहीं लगाया जा सकता।**
  - डार्क मैटर विद्युत चुंबकीय बलों **के साथ अंतःक्रिया नहीं** करता है, इसलिये यह **न तो प्रकाश को अवशोषित करता है, न ही परावर्तित करता है, और न ही उत्सर्जित करता है,** जिससे इसका पता लगाना कठिन हो जाता है।
  - ब्रह्माण्ड **का लगभग 27% हिस्सा** डार्क मैटर से बना है, जो दृश्यमान पदार्थ से छह से एक गुना अधिक है, जबकि **दृश्यमान पदार्थ केवल 5%** है।
  - **दृश्य पदार्थ (बैरोनिक पदार्थ)** में प्रोटॉन, न्यूट्रॉन, इलेक्ट्रॉन जैसे उपपरमाण्विक कण होते हैं।

//



- **डार्क मैटर की संरचना:** ऐसा माना जाता है कि डार्क मैटर **गैर-बैरोनिक** **WIMP (कमज़ोर रूप से परस्पर क्रिया करने वाले विशाल कण)** से बना होता है, जिनका द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान से 10-100 गुना अधिक होता है, लेकिन वे सामान्य पदार्थ के साथ दुर्बल अंतःक्रिया करते हैं, जिससे उनका पता लगाना कठिन हो जाता है। WIMP में शामिल हैं:
  - **न्यूट्रिनो:** ये **काल्पनिक कण हैं (जिन्हें अभी तक नहीं देखा गया है)** जो न्यूट्रिनो से भारी और धीमे हैं।
  - **स्टेराइल न्यूट्रिनो:** स्टेराइल न्यूट्रिनो को डार्क मैटर के कारक के रूप में प्रस्तावित किया गया है क्योंकि यह **केवल गुरुत्वाकर्षण के माध्यम से नियमित पदार्थ के साथ प्रतिक्रिया करता है**। इसके अलावा, **न्यूट्रिनो** ऐसे कण हैं जिनसे नियमित पदार्थ नहीं बनते हैं।
- **डार्क मैटर की उत्पत्ति:**
  - **बिग बैंग सिद्धांत:** ऐसा अनुमान है कि डार्क मैटर का निर्माण **बिग बैंग** के दौरान हुआ और वह **ब्लैक होल** में केंद्रित हो गया।
  - **तारकीय अवशेष: व्हाइट ड्वार्फ और न्यूट्रॉन तारों** जैसे तारकीय अवशेषों में भी उच्च मात्रा में डार्क मैटर पाया जाता है।
    - **ब्राउन ड्वार्फ (असफल तारे)** जो अपने केंद्र में नाभिकीय संलयन को शुरू करने के लिये पर्याप्त पदार्थ एकत्र नहीं कर पाए, वे भी **डार्क मैटर** का स्रोत हो सकते हैं।
- **डार्क मैटर के साक्ष्य:**
  - **आकाशगंगा घूर्णन वक्र: न्यूटोनियन गुरुत्वाकर्षण** के अनुसार, **आकाशगंगाओं के पार्श्व स्थित वस्तुओं** को केंद्र के पास स्थित वस्तुओं की तुलना में **धीमी गति से** घूर्णन करना चाहिये।
    - प्रेक्षणों से पता चलता है कि **आकाशगंगाओं के किनारों पर स्थित तारे अपेक्षा से अधिक तेज़ी से घूर्णन करते हैं,** जिससे पता चलता है कि **अदृश्य द्रव्यमान** - जो डार्क मैटर के कारण है - **अतिरिक्त गुरुत्वाकर्षण खिचाव** प्रदान करता है।
  - **गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग:** **गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग** तब होती है जब **प्रकाश किसी विशाल वस्तु के गुरुत्वाकर्षण के कारण मुड़ जाता है**, जिससे दृश्यमान द्रव्यमान से अधिक द्रव्यमान प्रकट होता है, जो डार्क मैटर की उपस्थिति का संकेत देता है।
  - **आकाशगंगा निर्माण:** समय के साथ **आकाशगंगाओं का वितरण और गति** डार्क मैटर की ओर संकेत करती है, क्योंकि यह आकाशगंगाओं को **एक साथ समूहबद्ध होने** और वर्तमान संरचनाओं का निर्माण करने में सक्षम बनाती है।
- **डार्क मैटर के अध्ययन हेतु परियोजनाएँ:** डार्क मैटर पर प्रकाश डालने के लिये कुछ प्रमुख परियोजनाएँ डिज़ाइन की गई हैं।
  - **अल्फा मैग्नेटिक स्पेक्ट्रोमीटर (AMS):** AMS **अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन** पर स्थापित एक प्रयोग है, जिसने **पॉज़िट्रॉन** (इलेक्ट्रॉनों के समकक्ष प्रतिपदार्थ) **की अधिकता** का पता लगाया है, जो डार्क मैटर का संकेत हो सकता है।
  - **XENON1T: इतालवी ग्रान सासो प्रयोगशाला** में XENON1T प्रयोग का उद्देश्य **ज़ेनॉन परमाणुओं के साथ WIMP की अंतःक्रिया** का अवलोकन करके डार्क मैटर का पता लगाना है।
  - **आइसक्यूब न्यूट्रिनो वेधशाला, अंटार्कटिका:** **आइसक्यूब न्यूट्रिनो वेधशाला, स्टेराइल न्यूट्रिनो** की संभावना की जाँच कर रही है - काल्पनिक कण जो केवल गुरुत्वाकर्षण के माध्यम से नियमित पदार्थ के साथ अंतःक्रिया करते हैं और डार्क मैटर का एक रूप हो सकते हैं।
  - **CERN, स्विटज़रलैंड में पार्टिकल कोलाइडर: ब्रह्मांड के मूलभूत घटकों की जाँच करने के लिये, CERN के लार्ज हैड्रॉन कोलाइडर (LHC)** में उच्च-ऊर्जा कण के टकराव किये जाते हैं। इसके अतिरिक्त, LHC डार्क मैटर के संभावित संकेतों की खोज के लिये कण टकराव के बाद की स्थिति की जाँच करता है।
  - **जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप (JWST): JWST से आकाशगंगाओं और ब्रह्मांडीय संरचनाओं के विकास** के बारे में बहुमूल्य जानकारी मिलने की उम्मीद है, जिससे हमें उनके निर्माण में डार्क मैटर की भूमिका को समझने में मदद मिल सकती है।

नोट: **प्रतिपदार्थ (Antimatter)** में ऐसे कण होते हैं जो मूलतः **दृश्य पदार्थ** कणों के समान होते हैं, लेकिन उनमें **विपरीत विद्युत आवेश** होते हैं।

- इन कणों को **एंटीप्रोटोन और पॉज़िट्रॉन** (या एंटीइलेक्ट्रॉन) कहा जाता है।
- **प्रतिपदार्थ और डार्क मैटर** एक समान **नहीं** हैं।

डार्क एनर्जी क्या है?

- डार्क एनर्जी ऊर्जा का एक **रहस्यमय रूप है जो ब्रह्मांड का** लगभग 68% हिस्सा डार्क एनर्जी से बना है। ब्रह्मांड के तेज़ी से विस्तार का कारण यही है।
- यह पूरे ब्रह्मांड में **समान रूप से वितरित है, अर्थात ब्रह्मांड के विस्तार के साथ** इसका प्रभाव कम नहीं होता है।
- समान वितरण का अर्थ है कि गुप्त ऊर्जा का **कोई स्थानीय गुरुत्वाकर्षण प्रभाव नहीं होता, बल्कि सम्पूर्ण ब्रह्मांड पर इसका वैश्विक प्रभाव** होता है।
    - इससे **प्रतिकर्षण बल उत्पन्न** होता है, जो ब्रह्माण्ड के **विस्तार को तीव्र कर देता है।**
- **विस्तार की दर** और उसके **त्वरण को** हबल नियम पर आधारित अवलोकनों द्वारा मापा जा सकता है ।
    - हबल का नियम कहता है कि **आकाशगंगाएँ पृथ्वी से जितनी दूर होती** हैं, उतनी ही तेज़ी से दूर भी जाती हैं, जिसका अर्थ है कि **ब्रह्मांड का विस्तार हो रहा है**।

निष्कर्ष:

ब्रह्मांड का एक बड़ा हिस्सा होने के बावजूद, डार्क मैटर अभी भी रहस्यपूर्ण है, लेकिन ब्रह्मांडीय संरचनाओं और विकास को समझने के लिये यह आवश्यक है। इसके गुणों, उत्पत्ति और प्रभाव की अभी भी चल रहे प्रयोगों और खगोलीय प्रेक्षणों द्वारा जाँच की जा रही है, जो मौलिक भौतिकी में आशाजनक प्रगति को दर्शाते है।

दृष्टि मुख्य परीक्षा प्रश्न:

प्रश्न: डार्क मैटर के अस्तित्व को समर्थन देने वाले साक्ष्यों और ब्रह्मांड की हमारी समझ पर इसके प्रभाव पर चर्चा कीजिये।

UPSC सिविल सेवा परीक्षा, विगत वर्ष के प्रश्न

??????????:

प्रश्न. आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधान के संदर्भ में, हाल ही में समाचारों में रहे दक्षिण ध्रुव पर स्थित एक कण डिटेक्टर 'आइसक्यूब' के बारे में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिये: (2015)

1. यह विश्व का सबसे बड़ा न्यूट्रीनो डिटेक्टर है जिसमें एक क्यूबिक किलोमीटर बर्फ शामिल है।
2. यह डार्क मैटर की खोज के लिये एक शक्तिशाली दूरबीन है।
3. यह बर्फ में गहराई तक दबा हुआ है।

उपर्युक्त कथनों में से कौन-सा/से सही है/हैं?

(a) केवल 1
(b) केवल 2 और 3
(c) केवल 1 और 3
(d) 1, 2 और 3

उत्तर: (d)

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/dark-matter-and-dark-energy-1