ANOMALIES & TENSIONS IN COSMOLOGY • COSMOVERSE •

CosmoVerse Adventures

डार्क एनर्जी

cost
EUROPEAN COOPERATION IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Funded by the European Union

कक्षा

परिचय: ब्रह्मांड का अंधकारमय पक्ष

शिक्षिका :

(हवा में फेंके सेब को पकड़ते हुए) सुप्रभात, बच्चों! क्या कोई बता सकता है कि जब मैं सेब को ऊपर फेंकती हूँ, तब वह नीचे क्यों गिरता है?

विद्यार्थी १ :

क्योंकि गुरुत्वाकर्षण उसे नीचे खींचता है, है ना?

शिक्षिका :

बिलकुल सही! गुरुत्वाकर्षण उसे पृथ्वी की ओर खींचता है। लेकिन अगर मैं इसे लगभग ११ किलोमीटर प्रति सेकंड (पलायन वेग) की गति से फेंक सकूं, तब यह पृथ्वी की गुरुत्वाकर्षण सीमा पार कर जाएगा और वापस नहीं आएगा। यह तब तक चलता रहेगा जब तक पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण लगभग शून्य न हो जाए।

विद्यार्थी २ :

तो यह अंतरिक्ष में रॉकेट भेजने जैसा होगा!

शिक्षिका :

सही पकड़े! अब इसे हमारे ब्रह्मांड से जोड़ते हैं। महाविस्फोट के बाद से, ब्रह्मांड फैल रहा है। पहले हम सोचते थे कि सभी आकाशगंगाओं और डार्क मैटर के गुरुत्वाकर्षण की वजह से यह विस्तार धीमा हो जाएगा।

विद्यार्थी ३ :

डार्क मैटर? वही चीज़ जिसे हम देख नहीं सकते, लेकिन उसका गुरुत्वाकर्षण प्रभाव होता है, सही?

शिक्षिका :

बिलकुल! लेकिन आश्चर्य की बात यहाँ है: वैज्ञानिकों ने पाया कि ब्रह्मांड सिकुड़ नहीं रहा या फिर धीरे-धीरे नहीं फैल रहा, बल्कि और तेज़ी से बड़ा हो रहा है; उसका त्वरण हो रहा है!

विद्यार्थी १ :

ठहरिए, त्वरण? ऐसा कैसे हो सकता है?

शिक्षिका :

यह ऐसा है कि आप सेब को ऊपर फेंकते हैं और वह नीचे आने के बजाय और तेज़ी से ऊपर बढ़ता है। वैज्ञानिकों का मानना है कि एक खास प्रकार की ऊर्जा है जो इस त्वरण का कारण है, जिसे डार्क एनर्जी कहते हैं।

आकृति १: वैज्ञानिक यह जान कर हैरान थे कि ब्रह्मांड का त्वरण हो रहा है। यह ऐसा है जैसे सेब को हवा में फेंकना और उसका नीचे आने के बजाय तेज़ी से ऊपर बढ़ना।

विद्यार्थी ४ :

तो डार्क एनर्जी डार्क मैटर से अलग है?

शिक्षिका :

बिलकुल सही! डार्क मैटर वह अदृश्य द्रव्यमान है जो गुरुत्वाकर्षण के खिंचाव को बढ़ाता है, एक जाल के समान जो सेब की उड़ान को धीमा करता है।

विद्यार्थी २ :

ब्रह्मांड में कितनी डार्क एनर्जी है?

शिक्षिका :

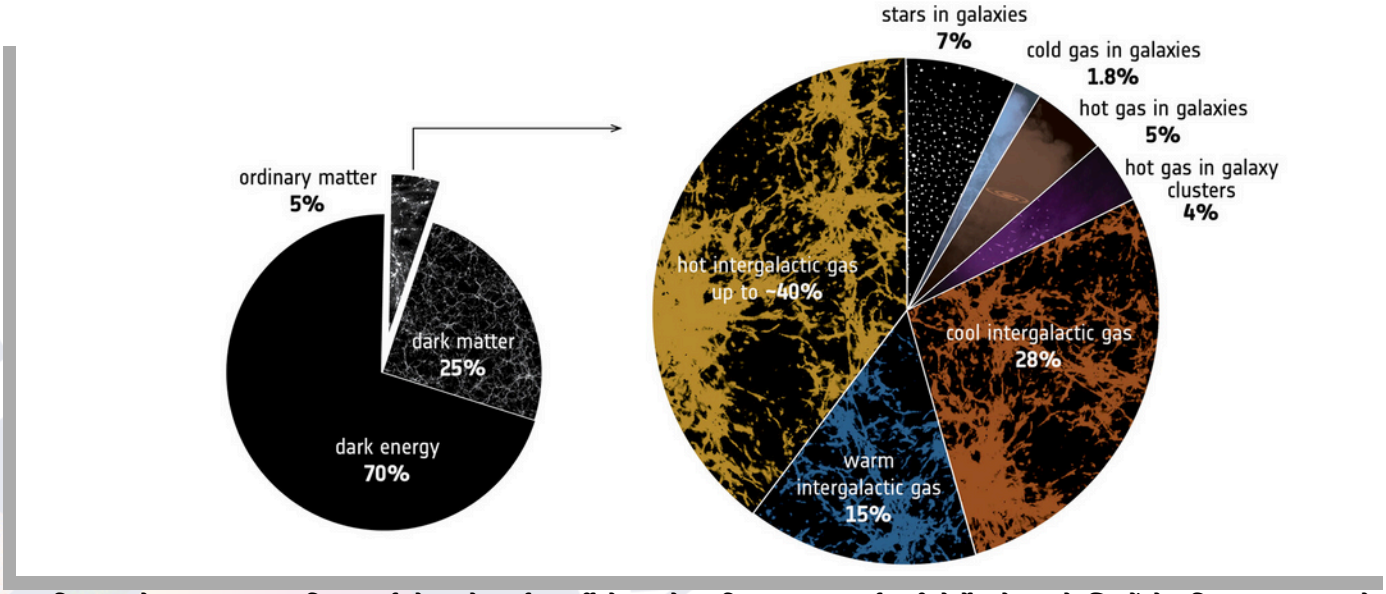
वैज्ञानिकों ने ब्रह्मांड में जितनी चीज़ें हैं उनका हिसाब लगाया, तो पाया कि लगभग ९५% चीजें ऐसी हैं जिन्हें हम सीधे नहीं देख सकते। और उसमें से लगभग ७०% डार्क एनर्जी है—इतनी शक्तिशाली कि यह हमारे ब्रह्मांड के भविष्य को नियंत्रित करती है।

विद्यार्थी ३ :

तो क्या ब्रह्मांड हमेशा के लिए फैलता रहेगा?

शिक्षिका :

यही मुख्य सवाल है। इसका जवाब जानने के लिए हम ब्रह्मांड की ज्यामिति को देखते हैं, और यह अनुमान लगाते है कि क्या ब्रह्मांड में इतना द्रव्यमान है जो उसके विस्तार को रोक सके। लेकिन इतनी अधिक डार्क एनर्जी के साथ, जवाब हाँ की तरफ झुकता है—ब्रह्मांड शायद हमेशा फैलता रहेगा।



आकृति २: हमारे ब्रह्मांड का ९५% हिस्सा डार्क मैटर और डार्क एनर्जी से बना है; बाक़ी ५% आम पदार्थ यानी बैर्योंस से बना है, जिनमें से अधिकतर अब तक छुपे हुए थे। वैज्ञानिकों ने अब अंतर-आकाशगंगाओं के अधिकतर हिस्सों की खोज कर ली है जिसे उन्होंने पहले नहीं देखा था। श्रेय: ईसा

शिक्षिका :

चलिए अब छाया के अंतरिक्ष यान में चलते हैं और इस रहस्य की गहराई से खोज करते हैं। जहां हम ब्रह्मांड का भविष्य और शायद समय के अंत को भी देखेंगे!

कल्पना का अंतरिक्ष यान

ब्रह्मांड का भविष्य

छाया :

ब्रह्मांड के अन्वेषकों, आपका पुनः स्वागत है! अब जब हमने ब्रह्मांड के अतीत की यात्रा पूरी कर ली है, तो अब समय है भविष्य की ओर बढ़ने का और सोचने का कि हमारे ब्रह्मांड का अंत कैसा हो सकता है?

विद्यार्थी १ :

मैं हमेशा से जानना चाहती थी कि ब्रह्मांड के क्या-क्या संभावित अंत हो सकते हैं?

छाया :

आह, ब्रह्मांड के अंत की कहानियाँ उतनी ही विविध हैं जितनी रोमांचक। चलो कल्पना के अंतरिक्ष यान में सवार होकर दूर भविष्य में यात्रा करते हैं।

(यान चालू होता है, सितारों को तेज़ी से पीछे छोड़ते हुए वह भविष्य की ओर बढ़ता है।)

छाया :

यहाँ से हमारी कहानी तीन अंकों में बंटी है, जिनके मुख्य पात्र हैं, ओमेगा Ω— यह सभी पदार्थ और ऊर्जा का क्रांतिक घनत्व के साथ अनुपात है, जो एक समतल ब्रह्मांड का संतुलन है।

विद्यार्थी २ :

ओमेगा Ω! इसका नाम ग्रीक वर्णमाला के अंतिम अक्षर पर रखा गया है!

छाया :

सही! हमारे पहले अंक में, अगर ओमेगा Ω एक से कम है, तो ब्रह्मांड ऐसा है जैसे चंद वस्तुओं के लिए एक बहुत बड़ा कटोरा। अंतरिक्ष एक ब्रह्मांडीय काठी की तरह मुड़ा हुआ है, जो हमेशा खुलता और फैलता रहता है। इसे बिग फ्रीज़ कहते हैं, जहां आकाशगंगाएँ दूर-दूर फैल जाती हैं और हम ठंडी, अंतहीन विशालता में रह जाते हैं। भला हो रहस्यमय डार्क एनर्जी का!

विद्यार्थी ४ :

यह तो... काफी ठंडा मालूम होता है।

छाया :

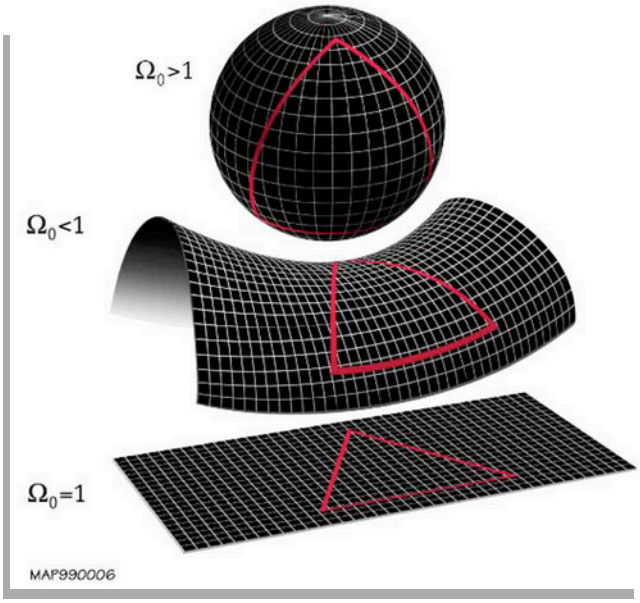
बिलकुल। दूसरे अंक में, यदि ओमेगा Ω एक से अधिक हो, तो ब्रह्मांड अपनी सामग्री के अनुपात बहुत छोटा होता है, एक गोले की तरह मुड़ा हुआ। यहाँ विस्तार धीमा होता है, रुक जाता है, और फिर उल्टा हो जाता है, एक बिंदु (सिंग्युलेरिटी) में वापस सिमट जाता है — एक बिग क्रंच।

विद्यार्थी ३ :

जैसे ब्रह्मांड अपनी आखिरी सांस ले रहा हो?

छाया :

एक अंतिम आह, युवा ब्रह्मांड वैज्ञानिकों! लेकिन हमारे तीसरे अंक में, जहां ओमेगा Ω ठीक एक के बराबर होता है, हमारे पास एक पूरी तरह संतुलित समतल ब्रह्मांड होता है। परंतु, यह संतुलन भी एक अनवरत विस्तार के पक्ष में झुकता है।



आकृति ३: ब्रह्मांड की स्थानीय ज्यामिति सापेक्ष घनत्व Ω के मान (एक से कम, बराबर या अधिक) से निर्धारित होती है। ऊपर से नीचे: उच्च घनत्व वाला गोलाकार ब्रह्मांड (Ω>1, k>0); कम घनत्व वाला हाइपरबोलिक ब्रह्मांड (Ω<1, k<0); और समतल ब्रह्मांड (Ω=1, k=0)। ब्रह्मांड का दिक्-काल, इन चित्रों के विपरीत, चार आयामी है। छवि स्रोत: नासा।

विद्यार्थी १ :

तो डार्क एनर्जी इस ब्रह्मांडीय खींचा-तानी में जीत रही है?

छाया :

बिलकुल! डार्क एनर्जी इस ब्रह्मांडीय नाटक की गुप्त खिलाड़ी है। यह ब्रह्मांड में गुरुत्वाकर्षण के बल को पीछे छोड़ते हुए, उसे तेज़ी से फैलने के लिए धकेल रही है। इसलिए बिग फ्रीज़, जहां ब्रह्मांड फैलते हुए ठंडा होता जाता है, सबसे संभावित अंत है।

विद्यार्थी २ :

क्या हम इस बिग फ्रीज़ को देख पाएंगे?

छाया :

इसे हम कई युगों तक नहीं देख पाएँगे। लेकिन एक दिन, हमारी दृष्टि की सीमा में मौजूद सभी आकाशगंगाएँ बुझ जाएंगी, एक लगातार बढ़ती ब्रह्मांडीय क्षितिज के पार खो जाएंगी, और हम एक अंधेरी, विशाल और खाली महासागर में रह जाएंगे। एक विरोधाभासी नियति, जहां हमारा ब्रह्मांड बढ़ता है पर धीरे-धीरे खुद ही को कम दिखाता है।

विद्यार्थी ४ :

अगर डार्क एनर्जी समय के साथ और मजबूत हो जाए तो?

छाया :

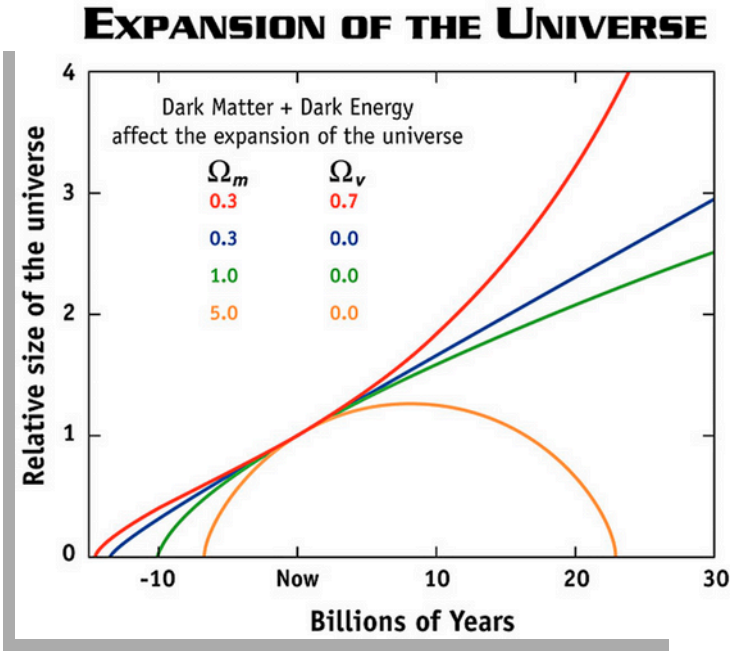
अगर डार्क एनर्जी और प्रबल हो जाए, तो 'बिग रिप' हो सकता है। हर चीज़, यहां तक कि आकाशगंगाएँ और परमाणु भी, टूट कर अलग हो सकते हैं क्योंकि ब्रह्मांड का विस्तार अनियंत्रित गति से होने लगेगा।

विद्यार्थी १ :

क्या डार्क एनर्जी कमजोर भी हो सकती है?

छाया :

संभव है। अगर कमजोर हो जाए, तो हम फिर भी बिग फ्रीज देख सकते हैं, लेकिन अगर यह शून्य से कम हो जाए, तो बिग क्रंच हो सकता है, जहां ब्रह्मांड फिर से अपने आप में सिमट जाएगा। हालांकि, ऐसा कोई भी बदलाव ब्रह्मांड की वर्तमान आयु से बहुत लंबा समय लेगा।



आकृति ४: ब्रह्मांड के भविष्य के संभावित परिदृश्य: सबसे नीचे नारंगी वक्र बंद, उच्च-घनत्व ब्रह्मांड को दिखाता है जो अरबों वर्षों तक फैलता है, फिर अंत में अपने भार के तहत सिमट जाता है। हरा वक्र समतल, क्रांतिक घनत्व वाला ब्रह्मांड दिखाता है जिसमें विस्तार की गति लगातार धीमी होती जाती है (वर्क और भी ज़्यादा समतल होता जाएगा)। नीला वक्र एक खुला, कम-घनत्व वाला ब्रह्मांड दिखाता है जिसका विस्तार धीमा तो होता जाता है, लेकिन गुरुत्वाकर्षण कम होने के कारण पहले दो संभावनाओं के जितना नहीं। शीर्ष (लाल) वक्र एक ऐसे ब्रह्मांड को दिखाता है जिसमें एक बड़ी मात्रा डार्क एनर्जी की है, जो विस्तार की गति को तेज कर रही है। हमारे ब्रह्मांड के इस लाल वक्र का अनुसरण करने के सबूत बढ़ रहे हैं। Ωm (ओमेगा_m) और Ωv (ओमेगा_v) वे मापक हैं जिनसे खगोलशास्त्री ब्रह्मांड को बनाने वाले सामग्रियों को समझते हैं। Ωm ब्रह्मांड में पदार्थ का घनत्व है, जिसमें सामान्य पदार्थ और डार्क मैटर शामिल हैं। Ωv डार्क एनर्जी का घनत्व है। कृपया ध्यान दें कि ये प्रतिशत १०० से विभाजित होते हैं। छवि स्रोत: नासा/WMAP विज्ञान समूह।

विद्यार्थी ३ :

तो हम समय के विरुद्ध एक ब्रह्मांडीय दौड़ में हैं?

छाया :

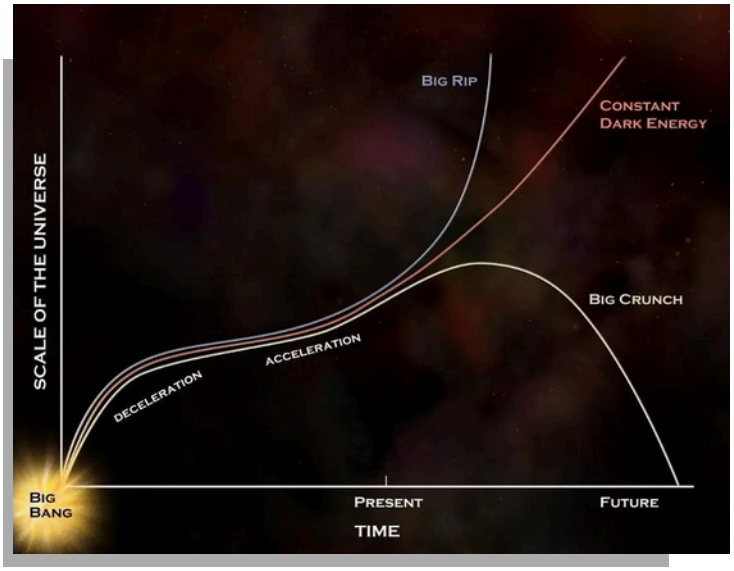
सुंदर अभिव्यक्ति! हमारे ब्रह्मांड की कहानी अभी भी लिखी जा रही है, और इस कहानी को देखने के लिए हम प्रथम पंक्ति में खड़े हैं। चलिए आश्चर्य से अपनी आंखें खोलते हैं। फिलहाल, अपनी ब्रह्मांडीय यात्रा का आनंद लें—जब तक हमारे ऊपर सितारे चमकते रहेंगे।

विद्यार्थी ४ :

मुझे अभी भी जानना है कि वैज्ञानिकों ने डार्क एनर्जी की खोज कैसे की?

छाया :

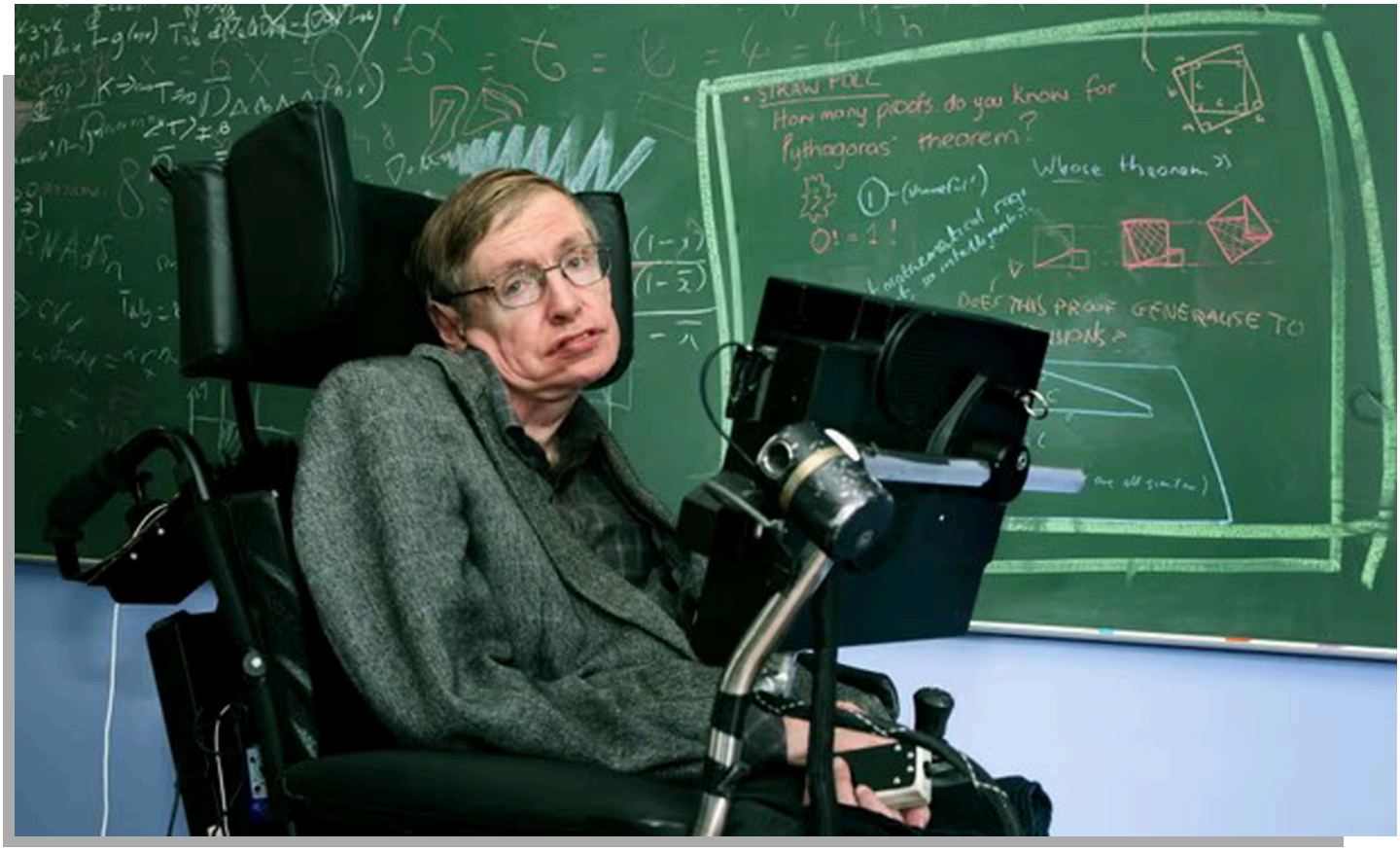
बहुत अच्छा सवाल! डार्क एनर्जी की खोज की कहानी जानने के लिए, चलिए उस महान वैज्ञानिक से मिलते हैं जिन्होंने इन ब्रह्मांडीय रहस्यों की गहराई में जाकर खोज की। अब समय है सुप्रसिद्ध स्टीफ़न हॉकिंग से मिलने का, जो इस अंधकारमय रहस्य पर प्रकाश डाल सकते हैं।



आकृति ५: ब्रह्मांड का भविष्य डार्क एनर्जी के प्रभाव से निर्धारित होता है। अगर यह ब्रह्मांड को समान रूप से प्रभावित करती रहेगी, तब ब्रह्मांड अनियंत्रित रूप से फैल सकता है।यदि डार्क एनर्जी का बल अत्यधिक बढ़ जाये, ब्रह्मांड "बिग रिप" में बिखर सकता है। और यदि डार्क एनर्जी कमज़ोर हो जाये और साथ ही ब्रह्मांड में पर्याप्त मात्रा में द्रव्यमान हो, तब ब्रह्मांड "बिग क्रंच" के रूप में सिमट जाएगा। श्रेय: नासा/cxc/म. वीस

वैज्ञानिक से मुलाक़ात

डार्क एनर्जी की खोज



आकृति ६: वर्ष २००५, कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के अनुप्रयुक्त गणित एवं सैद्धांतिक भौतिकी विभाग (डिपार्टमेंट ऑफ़ एप्लाइड मैथमेटिक्स एंड थ्योरेटिकल फिजिक्स) के अपने कार्यालय में स्टीफ़न हॉकिंग। छवि: मॉर्डो मैक्लियॉड/द गार्डियन।

छाया :

स्वागत है, युवा अन्वेषकों! आज हमें प्रोफेसर स्टीफ़न हॉकिंग से मिलने का सम्मान मिला है, जो ब्रह्मांड विज्ञान के महानतम दिमागों में से एक हैं!

विद्यार्थी ३ :

आपसे मिलकर खुशी हुई, प्रोफेसर! मैं जानना चाहती हूँ कि ब्रह्मांड के विस्तार को कैसे मापा गया, जिससे डार्क एनर्जी की खोज हुई?

हॉकिंग :

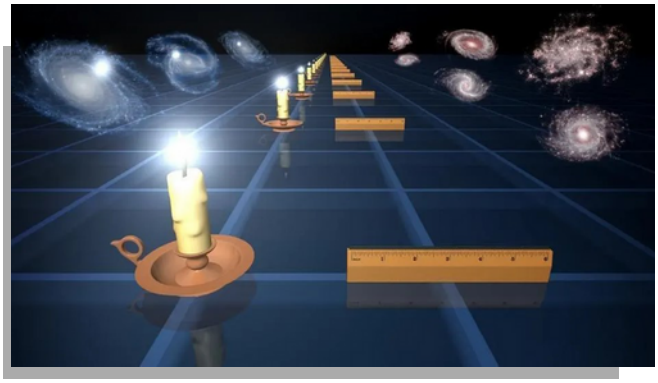
यहाँ आकर अच्छा लगा। ब्रह्मांड के विस्तार को समझने की चाबी हर उस प्रकाश कण (फोटॉन) में है जो हम तक पहुंचता है। जैसे-जैसे अंतरिक्ष फैलता है, वह प्रकाश की तरंगदैर्घ्य बढ़ाता है, जिससे प्रकाश का रंग लाल की ओर खिसकता है, जिसे हम ब्रह्मांडीय लालविचलन कहते हैं।

विद्यार्थी १ :

तो जितना ज्यादा अंतरिक्ष फैलता है, उतना ही ज्यादा लालविचलन दिखता है?

हॉकिंग :
बिलकुल सही। लालविचलन और प्रकाश की दूरी को मापकर हम ब्रह्मांड के विस्तार का इतिहास समझ सकते हैं।

विद्यार्थी २ :
लेकिन हम यह कैसे मापते हैं कि प्रकाश ने कितनी दूर यात्रा की है?



आकृति ७: "स्टैण्डर्ड कैंडल्स" की कलात्मक व्याख्या, जो ऐसी खगोलीय वस्तुएं हैं जिनकी चमक को अच्छी तरह समझ लिया गया है। उनकी ज्ञात चमक की तुलना पृथ्वी से उनकी दिखने वाली चमक से करके, खगोल विज्ञानी उनकी दूरी माप सकते हैं।

हॉकिंग :
हम लालविचलन-दूरी संबंध नामक एक सिद्धांत का उपयोग करते हैं। लालविचलन बताता है कि अंतरिक्ष कितना फैला है, और दूरी बताती है कि प्रकाश ने कितना भौतिक दूरी तय किया है।

छाया :
इस विस्तार के इतिहास को पता करने के लिए हमें विभिन्न लालविचलन और दूरी मापनी पड़ी। लेकिन खगोलीय पिंडों की दूरी को मापना कठिन होता है, विशेषतः उनके जो अत्यधिक दूर हों।

हॉकिंग :
यहीं स्टैण्डर्ड कैंडल्स काम आते हैं, ऐसी वस्तुएं जिनकी सच्ची, अंतर्निहित चमक ज्ञात होती है। उनकी अपेक्षित धुंधलाहट हमें उनकी दूरी बताती है।

विद्यार्थी ३ :
दूर की चीजें नज़दीकी चीजों से कम चमकती हैं।

आकृति ८: टाइप Ia सुपरनोवा १९९४डी, जो आकाशगंगा एनजीसी ४५२६ के बाहरी हिस्से में फटा। सुपरनोवा नीचे बाएं कोने में चमकदार वस्तु है। छवि स्रोत: नासा/ESA, हबल की प्रमुख परियोजना समूह और हाई-ज़ेड सुपरनोवा खोज मंडली।

हॉकिंग :
सही। १९९० के दशक में, वैज्ञानिकों के दो गुटों ने एक विशेष प्रकार के सुपरनोवा, जिन्हें टाइप Ia सुपरनोवा कहते हैं, को खोजने के लिए दुनिया के सबसे बड़े दूरबीनों का उपयोग कर ब्रह्मांड की गहराई में झाँकना प्रारंभ किया। ये सुपरनोवा व्हाइट ड्वार्फ होते हैं, जो एक विशेष द्रव्यमान पर फटते हैं, जिससे उनकी चमक लगभग समान हो जाती है।

विद्यार्थी ४ :
तो, उनकी चमक को मापकर हम उनकी दूरी बता सकते हैं?

हॉकिंग :
बिलकुल। उनकी अपेक्षित चमक की तुलना उनकी पृथ्वी से देखी गई चमक से करके हम दूरी निकालते हैं। और उनके लालविचलन को मापकर पता चलता है कि उनकी रोशनी निकलने के बाद से ब्रह्मांड कितना फैला है।

छाया :

लेकिन कुछ अप्रत्याशित हुआ था, है ना, प्रोफेसर हॉकिंग?

हॉकिंग :

हाँ। सुपरनोवा हमारी अपेक्षा से कम चमकदार दिखे, जो यह दर्शाता है कि वे और अधिक दूर हैं। इसका मतलब था कि ब्रह्मांड अब पहले की तुलना में तेज़ी से फैल रहा है।

विद्यार्थी १ :

तो, ब्रह्मांड के विस्तार का त्वरण हो रहा है?

हॉकिंग :

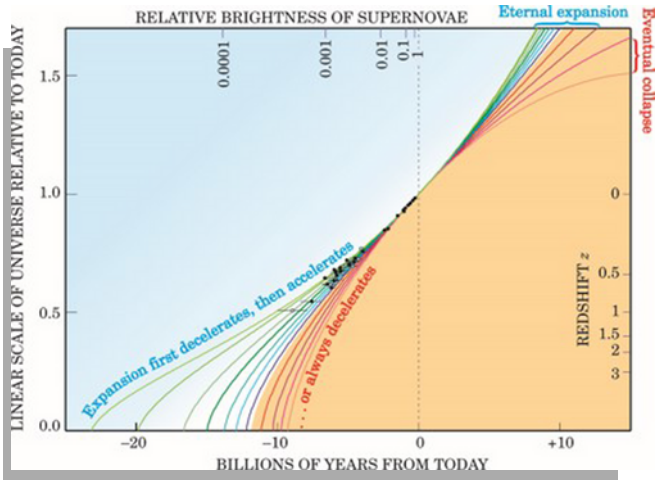
सही। हमें उम्मीद थी कि गुरुत्वाकर्षण के कारण यह धीमा होगा। लेकिन हमारी खोज बताती है कि एक अज्ञात शक्ति — जिसे हम डार्क एनर्जी कहते हैं — पिछले ५ अरब वर्षों से इस विस्तार को तेज़ कर रही है।

विद्यार्थी २ :

और इसी तरह हम डार्क एनर्जी के बारे में जान पाए?

हॉकिंग :

हाँ, यह क्रांतिकारी खोज हमारे ब्रह्मांड की समझ को बदल गई और इसे नोबेल पुरस्कार भी मिला। यह स्पष्ट उदाहरण है कि हमारा ब्रह्मांड हमें निरंतर आश्चर्यचकित करता रहता है, और जैसे-जैसे हम आगे बढ़ते हैं, गहरे रहस्य सामने आते हैं।



आकृति ९. यह लेखाचित्र ब्रह्मांड के समय के साथ विस्तार को दर्शाता है, जिसे टाइप Ia सुपरनोवा के अवलोकन से निर्धारित किया गया है।क्षैतिज अक्ष समय को दर्शाता है, जिसमें बाईं ओर अतीत और दाईं ओर भविष्य है। ऊर्ध्वाधर अक्ष ब्रह्मांड के सापेक्ष आकार को दिखाता है। जहाँ दोनों अक्ष मिलते हैं, वह वर्तमान ब्रह्मांड के आकार का प्रतिनिधित्व करता है। रंगीन पट्टियाँ ब्रह्मांड के विस्तार के विभिन्न नमूनें को दर्शाती हैं। नीला क्षेत्र ऐसे परिदृश्य को दर्शाता है जो बताते हैं कि ब्रह्मांड का विस्तार समय के साथ तेज़ हो रहा है, एक रहस्यमय शक्ति जिसे डार्क एनर्जी या वैक्यूम एनर्जी कहा जाता है। इस क्षेत्र में वक्र अलग-अलग मात्रा में इस ऊर्जा को दिखाते हैं, ऊपर से नीचे की ओर आते हुए मात्रा ज्यादा से कम होती है। पीला क्षेत्र ऐसा परिदृश्य दिखाता है जहाँ ब्रह्मांड हमेशा धीरे-धीरे फैलता है क्योंकि वहाँ बहुत अधिक द्रव्यमान है। इस क्षेत्र के सबसे दाईं ओर ब्रह्मांड का विस्तार रुक जाता है और उलट जाता है, जिससे उसका संकुचन होता है। काले बिंदु सुपरनोवा से वास्तविक मापन दर्शाते हैं। सुपरनोवा की अपेक्षित चमक की तुलना उनकी वास्तविक चमक से करके, हम देख सकते हैं कि ब्रह्मांड अलग-अलग समय पर कितनी तेजी से फैल रहा था। यह मापन बताते हैं कि ब्रह्मांड का विस्तार पहले धीमा हुआ और फिर तेज़ी से बढ़ने लगा, जो नीले क्षेत्र के उन मॉडलों के अनुरूप है जिनमें डार्क एनर्जी शामिल है। छवि स्रोत: परलमूटर स., फिजिक्स टुडे।

एक्शन लैब

प्रदर्शन : ब्रह्मांड का विस्तार

उद्देश्य :

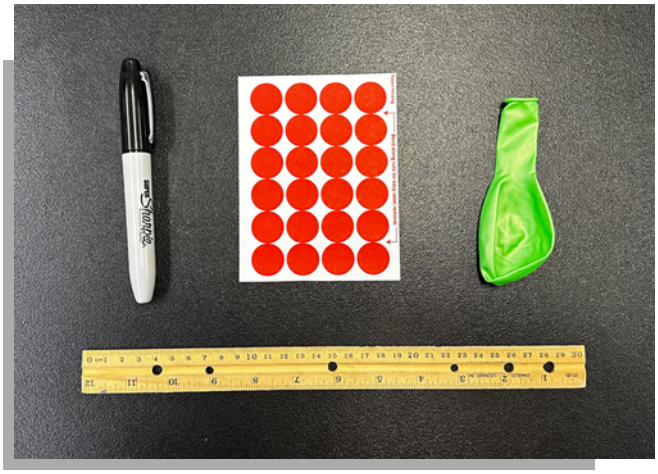
डार्क एनर्जी की अवधारणा और ब्रह्मांड के विस्तार पर इसके प्रभाव को समझना।

तैयारी का समय : ५ मिनट

गतिविधि का समय : ५ मिनट

आवश्यक सामग्री :

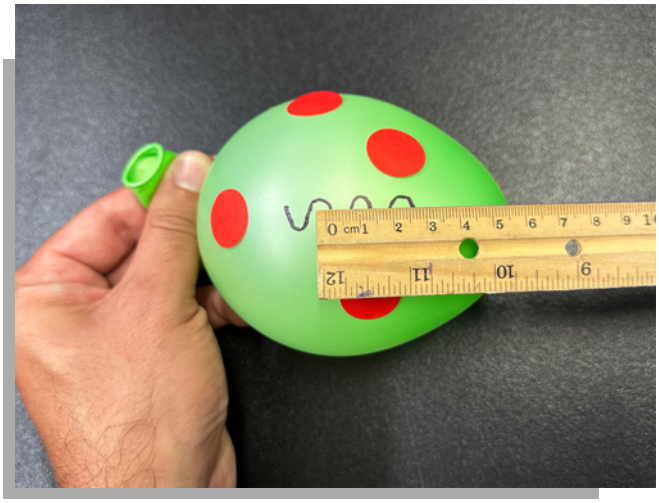
- गुब्बारे
- छोटे गोल स्टिकर्स
- कलाम या मार्कर
- पैमाना या मापने वाली पट्टी
- वर्गांकित काग़ज़



आकृति १०: छवि श्रोत: नासा/जेपीएल-काल्टेक

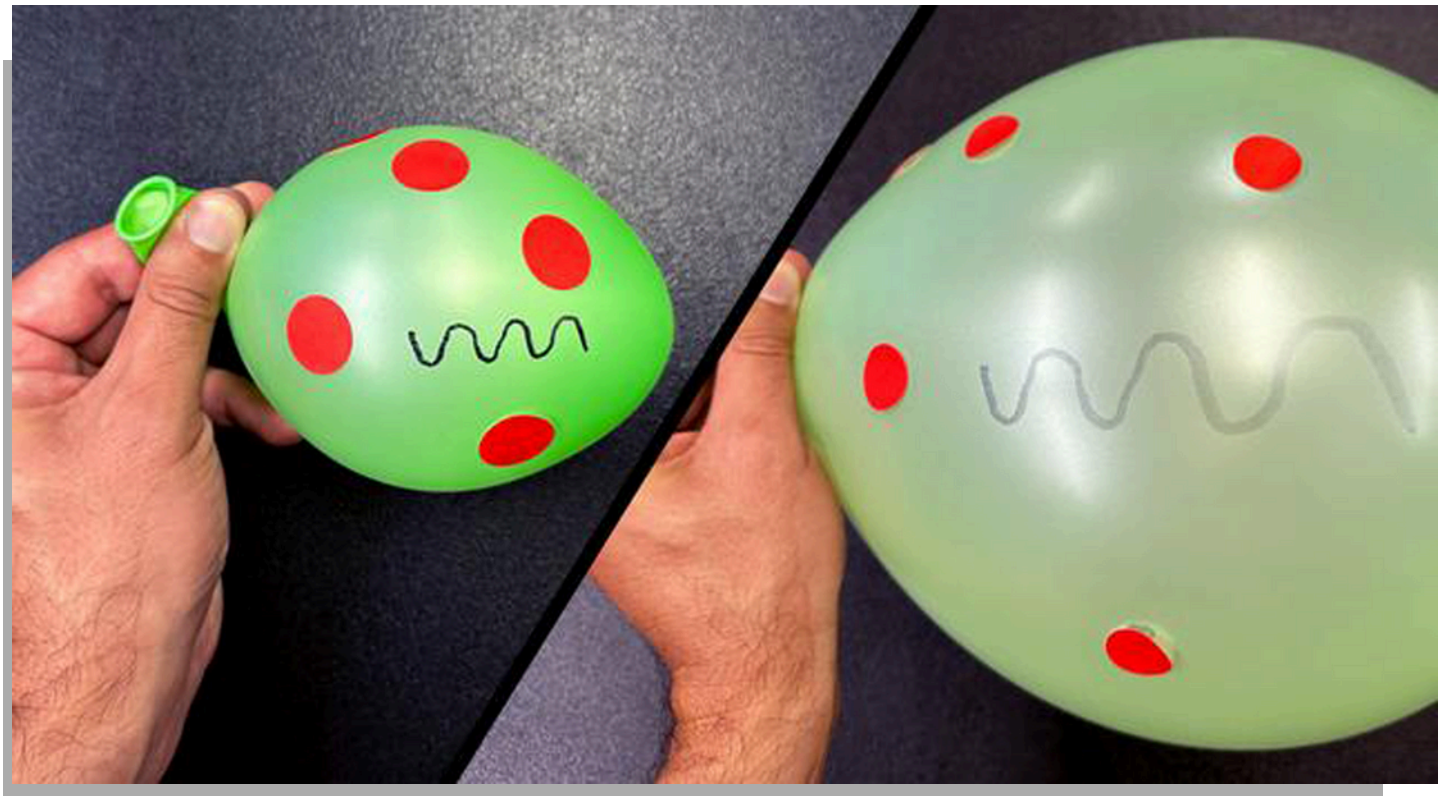
अवलोकन :

- विद्यार्थियों को दो या तीन के समूहों में बाँट दें।
- प्रत्येक समूह से गुब्बारा हल्का फुलाने को कहें ताकि उसका आकार बन जाए, लेकिन गुब्बारा को बंद ना करें। यह गुब्बारा हमारे ब्रह्मांड को दर्शाएगा।
- प्रत्येक समूह को ५ से १० स्टिकर दें जिन्हें वे गुब्बारे पर चिपका देंगे। यदि स्टिकर उपलब्ध न हों, तो विद्यार्थी मार्कर से जगह चिन्हित कर सकते हैं।
- विद्यार्थियों को गुब्बारे पर प्रकाश तरंग का चित्र बनाने के लिए कहें, जो कि आकाशगंगाओं के बीच यात्रा करती प्रकाश को दर्शाए।



आकृति ११: छवि श्रोत: नासा/जेपीएल-काल्टेक

- विद्यार्थियों को दो स्टिकरों और तरंगों के दो चोटियों के बीच की दूरी मापने और अभिलेख करने के लिए कहें। यह पहला माप उनके ब्रह्मांड की प्रारंभ का प्रतिनिधित्व करता है।
- विद्यार्थियों से गुब्बारे को थोड़ा और फुलाने के लिए कहें, और वापस उन्हीं दो स्टिकरों और तरंग चोटियों के बीच की दूरी मापने और अभिलेख करने के लिए कहें।
- इसी प्रकार, गुब्बारे को धीरे-धीरे फुलाते रहें और प्रत्येक बार माप लेते रहें। विद्यार्थी ध्यान दें कि कैसे गुब्बारे (ब्रह्मांड के) फैलने से स्टिकरों (आकाशगंगाओं) और तरंग चोटियों (प्रकाश तरंग) के बीच की दूरी बढ़ती जाती है।



आकृति १२: विद्यार्थी ग़ुब्बारे का उपयोग कर ब्रह्मांड के विस्तार का एक नमूना बनाते हैं।

प्रदर्शन और चर्चा :

शिक्षिका :

आज हम डार्क एनर्जी के एक प्रमुख सिद्धांत का प्रदर्शन करेंगे: कि डार्क एनर्जी अंतरिक्ष का ही एक गुण है।

विद्यार्थी १ :

हम इसे कैसे दिखाएंगे?

शिक्षिका :

हम इन गुब्बारों का उपयोग हमारे 'ब्रह्मांड' के रूप में करेंगे। जैसे-जैसे आप गुब्बारा फुलाएंगे, ध्यान दें कि स्टिकर कैसे एक-दूसरे से दूर हो जाते हैं। यह हमारे बढ़ते ब्रह्मांड में आकाशगंगाओं के दूर जाने का अनुकरण करता है। आपने जो प्रकाश तरंगें बनाई हैं, वे भी फैलेंगी, जो लालविचलन का प्रतिनिधित्व करती हैं। ध्यान रखें और यह प्रदर्शन धीरे-धीरे करें ताकि आपका ब्रह्मांड फट न जाए!

विद्यार्थी ३ :

तो, जैसे हम ग़ुब्बारे को ज्यादा फुलाते हैं, दूरी बढ़ती जाती है। क्या यह ब्रह्मांड के समय के साथ बड़े होने जैसा है?

शिक्षिका :

बिलकुल! और आपके स्टिकरों के बीच बढ़ता हुआ अंतरिक्ष डार्क एनर्जी के कारण ब्रह्मांड के तेज़ विस्तार को सरलता से दिखाता है।

विद्यार्थी ४ :

तो डार्क एनर्जी गुब्बारे के अंदर भारी हुई हवा जैसी है?

शिक्षिका :

सही! डार्क एनर्जी को अंतरिक्ष का एक गुण माना जाता है, और जैसे-जैसे अंतरिक्ष बढ़ता है, इसका प्रभाव भी बढ़ता जाता है, जिससे ब्रह्मांड तेज़ी से फैलता है। यह आइंस्टाइन के १९१७ के विचार 'कॉस्मोलॉजिकल कॉन्सटेंट' से मिलता-जुलता है।

विद्यार्थी २ :

वह क्या था?

शिक्षिका :

आइंस्टाइन का प्रस्ताव था कि यह रहस्यमय ऊर्जा गुरुत्वाकर्षण के विपरीत काम करती है, जिससे ब्रह्मांड संकुचन से बचता है। उस समय, वे मानते थे कि ब्रह्मांड स्थिर और अपरिवर्तित है, और कॉस्मोलॉजिकल कॉन्सटेंट इसका कारण हो सकता है।

विद्यार्थी ३ :

परंतु ब्रह्मांड स्थिर नहीं है, है ना?

शिक्षिका :

बिलकुल नहीं! १९२९ में हबल ने पाया कि ब्रह्मांड फैल रहा है, जिसने आइंस्टाइन के स्थिर ब्रह्मांड के विचार को चुनौती दी। इसलिए उन्होंने कॉस्मोलॉजिकल कॉन्सटेंट को अपनी 'सबसे बड़ा गलती' कहा।

विद्यार्थी ४ :

लेकिन एक तरह से, आइंस्टाइन की यह 'गलती' अब डार्क एनर्जी के हमारे ज्ञान में नई जान लेकर आई है।

शिक्षिका :

बिलकुल सही! अब बात करते हैं कुछ अन्य विचारों की। कुछ वैज्ञानिक सोचते हैं कि डार्क एनर्जी अंतरिक्ष में अस्थायी आभासी कणों से आ सकती है, जो बनते और खत्म होते रहते हैं। एक और विचार है 'क्विंटेसेंस', जो एक अज्ञात गतिशील ऊर्जा का प्रकार है, जो पूरे ब्रह्मांड में फैला है लेकिन सामान्य ऊर्जा और पदार्थ के विपरीत प्रभाव डालता है।

विद्यार्थी १ :

क्या इन सिद्धांतों की कोई सीमाएँ हैं?

शिक्षिका :

हाँ, इन सिद्धांतों के गणितीय परिणाम हमारे पर्यवेक्षणों से मेल नहीं खाते। ये सिद्धांत या बहुत ज्यादा ऊर्जा देते हैं या यह सुझाव देते हैं कि डार्क एनर्जी समय के साथ बदलती है, जो वर्तमान में हमारे ब्रह्मांड के अवलोकन से मेल नहीं खाता।

विद्यार्थी २ :

तो हम अभी भी इसे समझने की कोशिश कर रहे हैं?

शिक्षिका :

हाँ, और यही विज्ञान को रोमांचक बनाता है। हमारे पास ब्रह्मांड के बारे में हमेशा कुछ नया खोजने और समझने का अवसर रहता है। जैसा की एल्बर्ट आइंस्टाइन ने कहा था: “सबसे सुंदर चीज जो हम अनुभव कर सकते हैं वह है रहस्य। यही सभी सच्ची कला और विज्ञान का स्रोत है। जिसके लिए यह भावना अज्ञात है, जो आश्चर्य में ठहर नहीं सकता और भयभीत नहीं हो सकता, वह लगभग मृत समान है; उसकी आँखें बंद हैं।”

कॉस्मिक लाइब्रेरी

वीडियो :

ब्रायन ग्रीन: ब्रह्मांड का अंधकार पक्ष
डार्क एनर्जी क्या है?
डार्क मैटर और डार्क एनर्जी क्या है?
नासा के WFIRST के साथ डार्क एनर्जी के रहस्यों का अनावरण
डार्क एनर्जी किससे बनी है? क्विन्टेसेंस? कॉस्मोलॉजिकल कॉन्स्टेंट?
डार्क एनर्जी, ब्रह्मांड विज्ञान भाग २: खगोलविज्ञान का द्रुत पाठ
क्या ब्रह्मांड का विस्तार हमेशा होता रहेगा?
ब्रह्मांड को डार्क एनर्जी की आवश्यकता क्यों है?
डार्क एनर्जी वास्तव में क्या करती है?
नील डीग्रैस टाइसन: डार्क मैटर क्या है? डार्क एनर्जी क्या है?
ब्रह्मांड का मानचित्रण: डार्क एनर्जी, कृष्ण विवर (ब्लैक होल), और गुरुत्वाकर्षण

संवादात्मक एवं इंफ़ोग्राफ़िक्स :

डार्क एनर्जी का समीकरण
डार्क मैटर और डार्क एनर्जी को समझे (विस्तृत चित्रों के माध्यम से)

वेबसाइट एवं लेख :

ब्रह्मांड के समाप्त होने के पाँच तरीक़े
डार्क एनर्जी पर विभिन्न लेख एवं समाचार
हमारे ब्रह्मांड के ख़त्म होने के चार तरीक़े
डार्क एनर्जी, डार्क मैटर - नासा
ब्रह्मांड के विस्तार का त्वरण
डार्क मैटर एवं डार्क एनर्जी - नेशनल ज्यॉग्राफ़िक
डार्क एनर्जी: ब्रह्मांड का सबसे बड़ा रहस्य

प्रलेख :

ब्रह्मांड का अंधकार पक्ष — डिस्कवरी चैनल
डार्क एनर्जी: ब्रह्मांड का सबसे बड़ा रहस्य
ब्रह्मांड का अधिकांश भाग ग़ायब है

पाठ्यपुस्तक :

२१वीं शताब्दी के लिए भौतिकी-डार्क एनर्जी-ऑनलाइन-पाठ्यपुस्तक

प्रश्नोत्तरी :

डार्क एनर्जी प्रश्नोत्तरी

डार्क एनर्जी का रहस्य

शब्दावली

महाविस्फोट (Big Bang): वह सिद्धांत जो ब्रह्मांड की उत्पत्ति को बताता है, जिसके अनुसार ब्रह्मांड एक एकल बिंदु से शुरू होकर समय के साथ विस्तार करता है।

बिग क्रंच (Big Crunch): एक संभावित परिदृश्य जिसमें ब्रह्मांड का विस्तार अंततः उलट जाता है और वह पुनः एक बिंदु (सिंगुलैरिटी) में समाहित हो जाता है।

बिग फ्रीज़ (Big Freeze): ब्रह्मांड की संभावित अंत स्थिति जिसमें यह लगातार फैलता रहता है और अंततः पूरी तरह ठंडा होकर आकाशगंगाएँ दूर-दूर हो जाती हैं।

बिग रिप (Big Rip): एक सैद्धांतिक अंत जहाँ डार्क एनर्जी समय के साथ और मजबूत होती जाती है, जिससे सभी पदार्थ, आकाशगंगाएँ और परमाणु तक टूट जाते हैं।

बैर्योंस (Baryons): प्रोटॉन और न्यूट्रॉन जैसे कण, जो इलेक्ट्रॉनों के साथ मिलकर परमाणु बनाते हैं और ब्रह्मांड की सामान्य वस्तु का निर्माण करते हैं।

कॉस्मोलॉजिकल कांस्टेंट (Cosmological Constant): आइंस्टीन द्वारा प्रस्तुत एक अवधारणा, जो स्थान को समान रूप से भरने वाली ऊर्जा की स्थिर सघनता को दर्शाती है।

ब्रह्मांडीय लालविचलन (Cosmological Redshift): दूरस्थ आकाशगंगाओं से आने वाली रोशनी की तरंगदैर्घ्य में वृद्धि (लालविचलन), जो दर्शाती है कि ब्रह्मांड फैल रहा है।

डार्क एनर्जी (Dark Energy): एक रहस्यमय ऊर्जा का रूप जो ब्रह्मांड के विस्तार की गति को बढ़ा रहा है।

डार्क मैटर (Dark Matter): एक अदृश्य प्रकार की वस्तु जो प्रकाश को उत्सर्जित या अवशोषित नहीं करती, लेकिन दृश्यमान पदार्थ पर गुरुत्वाकर्षण प्रभाव डालती है।

पलायन वेग (Escape Velocity): वह न्यूनतम गति जिससे कोई वस्तु किसी विशाल शरीर के गुरुत्वाकर्षण से बाहर निकल सके।

आकाशगंगाएँ (Galaxies): सितारों, धूल और गैस के विशाल समूह जो गुरुत्वाकर्षण द्वारा बंधे होते हैं, जैसे कि हमारी मिल्की वे।

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation): वह बल जिसके कारण ग्रह या अन्य वस्तुएं केंद्र की ओर आकर्षित होती हैं।

ओमेगा (Omega) Ω: एक मापक जो ब्रह्मांड की वास्तविक सघनता और क्रांतिक सघनता के अनुपात को दर्शाता है।

क्विंटेसेंस (Quintessence): डार्क एनर्जी का एक सैद्धांतिक रूप, जिसे एक गतिशील ऊर्जा द्रव या क्षेत्र के रूप में वर्णित किया जाता है।

स्टैण्डर्ड कैंडल्स (Standard Candles): खगोलीय वस्तुएं, जैसे कि टाइप Ia सुपरनोवा, जिनकी चमक ज्ञात होती है और जिनका उपयोग ब्रह्मांड में दूरी मापने के लिए किया जाता है।

सुपरनोवा (Supernova): सितारे के जीवन चक्र के अंत में होने वाली विस्फोटक घटनाएँ, विशेषकर टाइप Ia सुपरनोवा जिन्हें खगोलीय दूरी मापने में उपयोग किया जाता है।

टाइप Ia सुपरनोवा (Type Ia Supernova): सुपरनोवा का एक उपवर्ग जो द्वि-तारकीय प्रणाली में वाइट ड्वार्फ के विस्फोट से उत्पन्न होता है।

This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

ANOMALIES & TENSIONS IN COSMOLOGY
COSMOVERSE