ANOMALIES & TENSIONS IN COSMOLOGY • COSMOVERSE •

CosmoVerse Adventures

महाविस्फोट का इतिहास

cost
EUROPEAN COOPERATION IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Funded by the European Union

कक्षा

परिचय: ब्रह्मांड और एंट्रॉपी

शिक्षिका :

सुप्रभात बच्चों! कॉस्मोवर्स एडवेंचर्स कक्षा में आप सभी का स्वागत है। आज की बातचीत शुरू करने से पहले मैं आपको एक छोटा वीडियो दिखाना चाहती हूँ। [शिक्षिका एक वीडियो चलाती हैं जिसमें एक फेंटा हुआ अंडा धीरे-धीरे वापस अलग होने लगता है।]

वीडियो १: यह अंश डेविड क्रिश्चियन द्वारा टेड टॉक्स में 'बिग हिस्ट्री प्रोजेक्ट' विषय पर दिये गए एक व्याख्यान से लिया गया है।

विद्यार्थी १ :

हमने अभी अंडे के अलग होने का वीडियो क्यों देखा?

शिक्षिका :

बहुत अच्छा सवाल है, विद्यार्थी १। क्या कोई बता सकता है कि इस वीडियो का हमारे आज के विषय से क्या संबंध है?

विद्यार्थी २ :

क्या यह कुछ बनने की प्रक्रिया से जुड़ा है?

शिक्षिका :

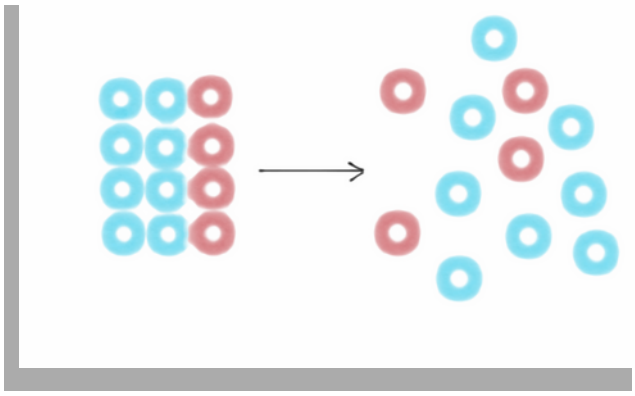
शाबाश, विद्यार्थी २! हम आज सबसे बड़ी 'सृजन' की घटना के बारे में बात करेंगे — यानी ब्रह्मांड की उत्पत्ति, जिसे हम महाविस्फोट कहते हैं। लेकिन क्या आपने इस वीडियो में कुछ अजीब देखा?

विद्यार्थी ३ :

हाँ, फेंटे हुए अंडे कभी भी अपने आप अलग नहीं होते!

शिक्षिका :

बहुत खूब विद्यार्थी ३! असल में, अंडे का इस तरह से वापस अलग हो जाना भौतिकी के एक अहम नियम के विरुद्ध है। इसे हम ऊष्मागतिकी का दूसरा नियम या एंट्रॉपी का नियम कहते हैं। यह नियम कहता है कि हमारा ब्रह्मांड हमेशा व्यवस्थित स्थिति से अव्यवस्था की ओर बढ़ता है — यानी चीज़ें समय के साथ बिखरती जाती हैं, मिश्रित होती जाती हैं। इसी वजह से हम अंडे को अपने आप पहले जैसा बनते नहीं देख सकते। (आकृति १ देखें)



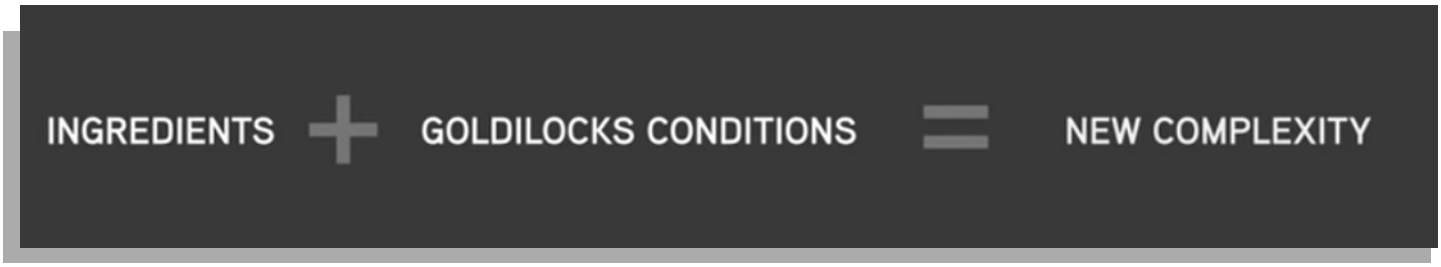
आकृति १: यह एंट्रॉपी के तीर को दिखाता है — संरचना से अव्यवस्था की ओर।

विद्यार्थी ४ :

"रुकिए, तो आप कह रहीं हैं कि ब्रह्मांड समय के साथ और अधिक अव्यवस्थित होता जा रहा है? लेकिन फिर हम इन सभी जटिल रचनाएँ — जैसे तारे, आकाशगंगाएँ, और यहाँ तक कि हम इंसान — को कैसे देखते हैं?"

शिक्षिका :

बहुत बढ़िया निरीक्षण है, विद्यार्थी ४! यह सच है कि पूरे ब्रह्मांड में अव्यवस्था बढ़ रही है, लेकिन इसके बावजूद जटिलता का निर्माण संभव है — हालाँकि यह एक कठिन और नाज़ुक प्रक्रिया है। ब्रह्मांड में कुछ विशेष जगहें होती हैं जहाँ 'गोल्डीलॉक्स परिस्थितियाँ' बनती हैं — यानी ऐसी स्थितियाँ जो ना ज़्यादा गर्म होती हैं, ना ज़्यादा ठंडी, बल्कि ठीक वैसी जैसी जटिलता के विकास के लिए चाहिए। अरबों वर्षों में, ब्रह्मांड ने जटिलता को विभिन्न सीमाओं को पार करते हुए एक-एक चरण में विकसित किया है। इन सीमाओं ने ब्रह्मांड की जटिलता के स्तर में एक महत्वपूर्ण वृद्धि का प्रतिनिधित्व किया है। (आकृति २ देखें)



आकृति २: गोल्डीलॉक्स और तीन भालुओं की कहानी से प्रेरित, गोल्डीलॉक्स स्थितियाँ वे परिस्थितियाँ होती हैं जो कुछ नया और अधिक जटिल उत्पन्न होने के लिए “बिल्कुल सटीक” होती हैं।

विद्यार्थी ४ :

“यह तो दिमाग घुमा देने वाला है! लेकिन हमें इसे क्यों सीखना चाहिए? आखिर हमारे ब्रह्मांड का इतिहास इतना महत्वपूर्ण क्यों है?”

शिक्षिका :

ठीक कहा, विद्यार्थी ४। हम, जो अत्यंत जटिल प्राणी हैं, एक बेहद जटिल ब्रह्मांड में रहते हैं। हमारे लिए समझना कि यह जटिलताएँ कैसे बनी और कैसे विकसित हुई अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि इससे हम ब्रह्मांड में अपने स्थान, उत्पत्ति, और शायद अपने भविष्य को भी समझ सकते हैं। यह ज्ञान हमें ब्रह्मांड की इस विशाल कहानी से जुड़ने में सहायता करेगा। हमारी अंतरिक्ष साथी, छोटी छाया, इस अद्भुत ब्रह्मांडीय यात्रा में हमारा मार्गदर्शन करेगी। हम समय और अंतरिक्ष की यात्रा करेंगे, ब्रह्मांड के जन्म और विकास को जानेंगे, तारों और आकाशगंगाओं के निर्माण का अन्वेषण करेंगे, और यह भी समझेंगे कि हमारे शरीर में मौजूद तत्व तारों के अंदर कैसे बने। क्या आप सभी इस रोमांचक यात्रा के लिए तैयार हैं?

विद्यार्थी (एकसाथ) :

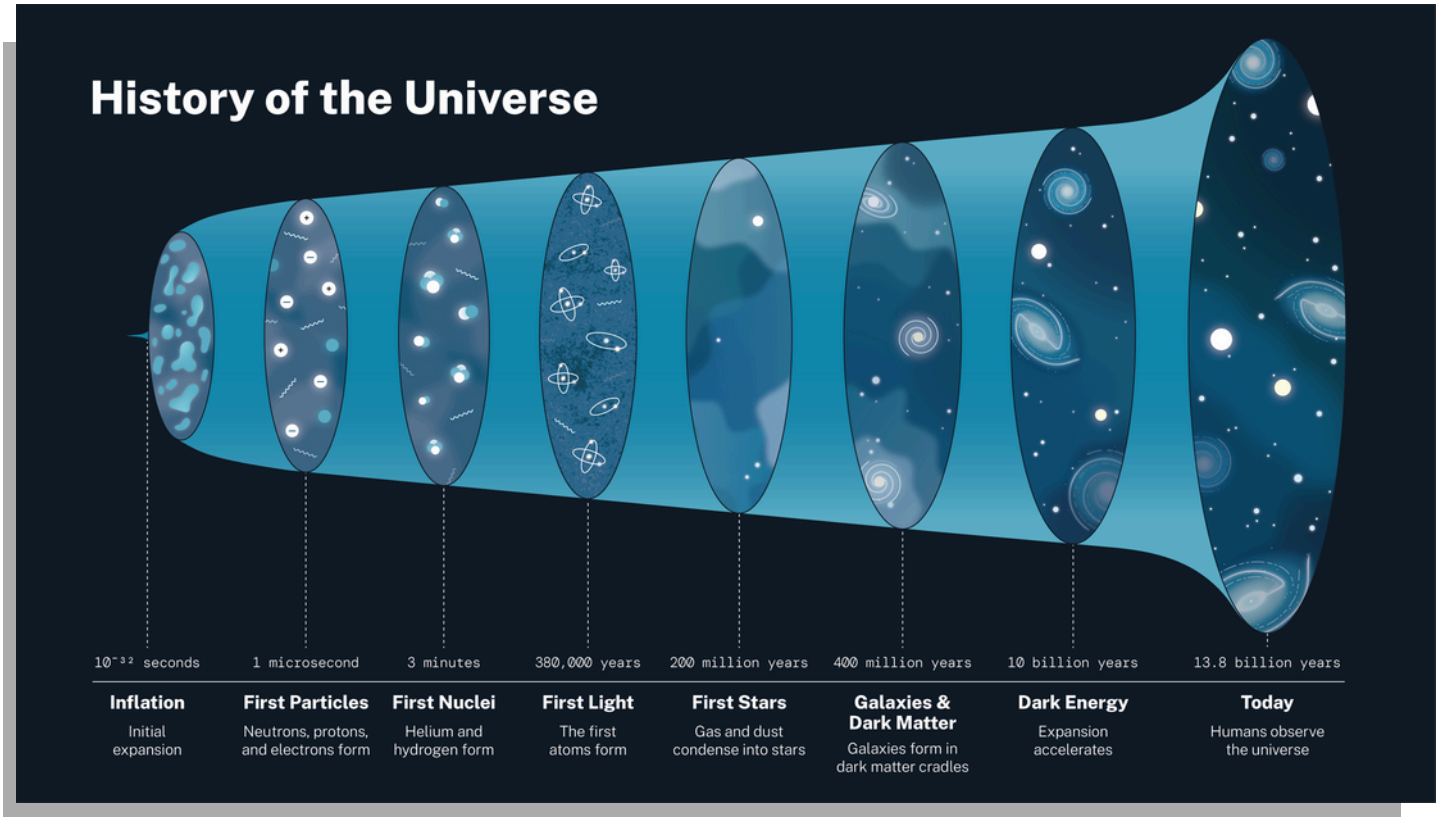
"हाँ!"

शिक्षिका :

बहुत अच्छे! चलो हम छाया के काल्पनिक अंतरिक्ष यान में सवार हो, समय को १३.७ अरब वर्ष पीछे ले चलें, जहां महाविस्फोट से पूरा ब्रह्मांड प्रारंभ हुआ था।

कल्पना का अंतरिक्ष यान

महाविस्फोट का संक्षिप्त इतिहास



आकृति ३: इस छवि में ब्रह्मांड के इतिहास को रेखांकित किया गया है। श्रेय: नासा

छाया :

विद्यार्थियों, इस खिड़की के पास आओ। हम ब्रह्मांड का जन्म देखने वाले हैं, एक ऐसी कहानी जो हमारी सभी कहानियों से अधिक रोमांचक हैं।

विद्यार्थी १ :

मुझे तो सिर्फ अंधेरा दिख रहा है। क्या हो रहा है?

छाया :

आह! यही तो पहेली है। महाविस्फोट, ब्रह्मांड का भव्य आरंभ, पूरी तरह से अंधकार में हुआ था। प्रकाश, जिसे हम आज जानते हैं, तब तक अस्तित्व में भी नहीं था।

विद्यार्थी २ :

लेकिन फिर हम इसे कैसे देख सकते हैं?

छाया :

हमारे अंतरिक्ष यान में एक विशेष रात्रि दूरबीन है, जो हमें अदृश्य चीजें दिखाएगा। और याद रखना, इस समय ब्रह्मांड से "बाहर" कुछ भी नहीं। सब कुछ सिर्फ "अंदर" ही था।

(अंतरिक्ष यान की खिड़की पर विकिरण की अचानक उठी लहर से सारे विद्यार्थी चौंक जाते हैं)

छाया :

और यह देखो, ब्रह्मांड का जन्म, महाविस्फोट।जैसा की आप देख सकते हैं, यह वास्तविक में कोई धमाका नहीं था, कोई विस्फोट नहीं था, बल्कि यह एक साथ हर जगह अंतरिक्ष का फैलाव था। ब्रह्मांड एक परमाणु से भी छोटा था और एक छोटे समय में — लगभग एक सेकंड के ख़रबवें भाग में भी कम में — एक अणु से बढ़कर संतरे जितना बड़ा हो गया। सिर्फ़ एक पल में ब्रह्मांड अस्तित्व में आकर बढ़ने लगा, फैलने लगा, और हर बीतते क्षण के साथ बड़ा और ठंडा होने लगा। मगर ध्यान रहे कि ब्रह्मांड कहीं और नहीं, बल्कि ख़ुद में ही फैल रहा था। इस समय यह ब्रह्मांड ही सब कुछ है और इससे 'बाहर' कुछ भी नहीं है।

विद्यार्थी ३ :

और इस तेजी से फैलते ब्रह्मांड में क्या था?

छाया :

यह उग्र और घना वातावरण ऊर्जा से भरा हुआ था, जहां खरबों अवपरमाणुक कणों का निर्माण हुआ। इनमें से आधे थे पदार्थ, जिन्हें हम क्वॉर्क्स कहते हैं— वही जिनसे हम बने हैं। और बाक़ी आधे थे प्रतिपदार्थ, जो कि पदार्थ के बिलकुल विपरीत आवेश वाले कण थे। जब ये दोनों मिलते, तब एक दूसरे का संहार कर ऊर्जा के विस्फोट पैदा करते।

विद्यार्थी २ :

लेकिन अब हमारे पास प्रतिपदार्थ की तुलना में पदार्थ ज़्यादा है, है ना छाया?

छाया :

बिलकुल सही, विद्यार्थी २। सौभाग्य से प्रतिपदार्थ की तुलना में ब्रह्मांड में बस थोड़ा सा पदार्थ अधिक था। हर एक अरब कणों में से केवल एक ही बच पाया, जो कि हमारे लिए भाग्यशाली था, क्योंकि इस बचे हुए कणों से ही हमारा आज का ब्रह्मांड बना है। इसीलिए हम ऐसा भी कह सकते हैं कि हम सभी महाविस्फोट के धुएँ से बने हैं।

विद्यार्थी ३ :

फिर क्वॉर्क्स का क्या हुआ?

छाया :

क्वॉर्क्स ने मिलकर हैड्रोंस, जिनमें प्रोटॉन और न्यूट्रॉन्स आते हैं, जैसे नये कणों का निर्माण किया। इन कणों के कई संयोजन संभव हैं, परंतु कुछ ही स्थायी होते हैं। और अब तक ब्रह्मांड के आरंभ से केवल एक सेकंड ही बीता है।

विद्यार्थी ४ :

तब पहले अणु का निर्माण हुआ?

छाया :

सही विद्यार्थी ४! जैसे ब्रह्मांड ठंडा होता गया, अधिकांश न्यूट्रॉन का प्रोटॉन में क्षय हो गया, जिससे हाइड्रोजन के पहले परमाणु का जन्म हुआ। ब्रह्मांड, जो अब तक सौ अरब किलोमीटर तक फैल चुका था, कणों और ऊर्जा का एक बहुत गर्म मिश्रण था।

विद्यार्थी १ :

क्या यह सही है कि अब तक कहीं भी तारें या प्रकाश नहीं थे?

छाया :

सही है, विद्यार्थी १। ना कोई तारें और ना ही कुछ देखने के लिए प्रकाश। लेकिन प्रकाश की पहली किरणों को देखने के लिए हमें ब्रह्मांड के जन्म से ३,८०,००० वर्ष आगे जाना होगा, जब ब्रह्मांड लगभग ३००० केल्विन अथवा २७०० डिग्री सेल्सियस तक ठंडा हो गया था। अब आप ब्रह्मांड के पहले पीले-सफ़ेद रंग के प्रकाश को देख सकते हैं। हाइड्रोजन अणुओं के विशाल बादलों पर ध्यान दें। इनमें कोई आकृति दिखाई नहीं पड़ती। फिर भी, कुछ सूक्ष्म अंतरों की वजह से ब्रह्मांड, एक अव्यवस्थित विशाल नृत्य की तरह, गैस के एक बदल से अनगिनत आकाशगंगाओं में परिवर्तित हो गया। (आकृति ३ देखें)

विद्यार्थी ३ :

यह सूक्ष्म अंतर क्या थे?

छाया :

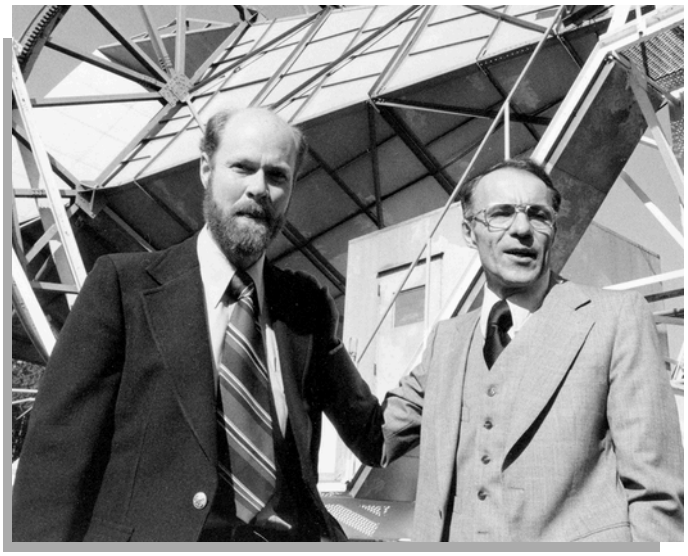
उस समय क्या हुआ यह समझने के लिए हम दो रेडियो खगोलशास्त्री, रॉबर्ट विल्सन और अर्नो पेंज़ियास, से मिलेंगे। इन्होंने ब्रह्मांड में स्वच्छंद रूप से पाये जाने वाले प्रथम प्रकाश के अवशेष, कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड, को ढूँढ निकाला था।

वैज्ञानिक से मुलाक़ात

कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड

रॉबर्ट विल्सन :

नमस्ते, नन्हे खोजकर्ताओं! अब महाविस्फोट के ३,८०,००० वर्षों के बाद, ब्रह्मांड एक गर्म और गाढ़े दाल की तरह था। इलेक्ट्रान और प्रोटॉन इस गाढ़े दाल में चारों ओर नृत्य करते, जिसकी वजह से ब्रह्मांड एक अत्यंत चमकदार और गर्म जगह बन गया था। प्रकाश किरणें बिना छितराए ज़्यादा दूरी तय नहीं कर पाते थे, ठीक वैसे ही जैसे एक काँच के घर में प्रकाश तरंगें बिखरती रहती हैं। जैसे-जैसे ब्रह्मांड का विस्तार होता गया, वह ठंडा भी होता गया। इलेक्ट्रान और प्रोटॉन, जो पहले बहुत ऊर्जावान थे, अब एक साथ मिलकर हाइड्रोजन की रचना करने लगे। स्वच्छंद फिरने वाले इलेक्ट्रान की कमी हो जाने के कारण ब्रह्मांड साफ़ हो गया। जो प्रकाश किरने पहले छितरा जाती थी, अब स्वतंत्र रूप से इस विशाल ब्रह्मांड में यात्रा करने लगीं।



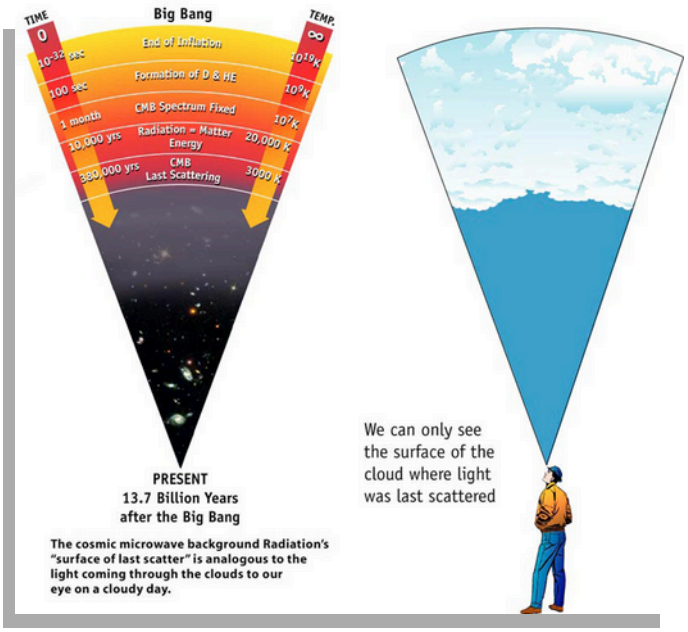
आकृति ४: रॉबर्ट विल्सन (बायें) और अर्नो पेंज़ियास (दायें), महाविस्फोट के अवशेष को खोजने के लिए, १९७८ में नोबेल पुरस्कार जीतने के बाद अपने एंटेना के सामने तस्वीर खिंचवाते हुए।

विद्यार्थी २ :

क्या यह एक बादलों से घिरे आकाश की तरह है, जब हम बादलों के पार नहीं देख पाते?

अर्नो पेंज़ियास :

बिलकुल! उसी तरह से वैज्ञानिक ब्रह्मांड के इतिहास में 'झांक' सकते हैं। परंतु जब महाविस्फोट से ३,८०,००० वर्षों के बीच देखने का प्रयत्न करते हैं, तब एक 'दीवार' सामने आ जाती है। इस 'दीवार' को 'प्रकाश प्रकीर्णन की अंतिम सतह' कहते हैं। यह उस समय को दर्शाता है जब ब्रह्मांड में प्रकाश का अंतिम बार प्रकीर्णन या पदार्थ द्वारा बिखराव हुआ था (आकृति ५ देखें)।
यह छवि आप देख रहे हैं (आकृति ६), महाविस्फोट के केवल ३,८०,००० वर्षों के बाद ब्रह्मांड की तस्वीर है। इन लाल और नीले क्षेत्रों को देख रहे हो?



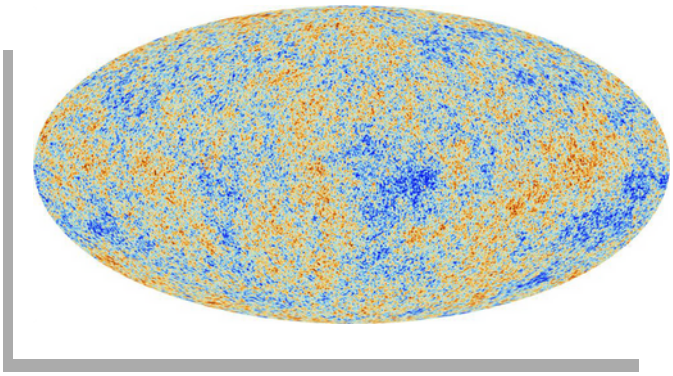
आकृति ५: अंतिम प्रकीर्णन की सतह। छवि श्रेय: नासा / WMAP विज्ञान समूह

विद्यार्थी २ :

हाँ, यह बहुत सुंदर हैं! यह क्या दर्शाते हैं?

रॉबर्ट विल्सन :

एक विशाल समुद्र की कल्पना करो, जो एकदम स्थिर और शांत है। कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड, या सीएमबी, इस समुद्र की लहरों की तरह है। हमारा ब्रह्मांड जब ३,८०,००० वर्षों का था, शांत और सरल लगता था। वास्तविकता में, ब्रह्मांड में ये सूक्ष्म तरंगें या अंतर मौजूद थे। कोबे, WMAP और प्लैंक जैसे उपग्रहों की सहायता से हमने ढूँढा कि नीले क्षेत्र लाल क्षेत्रों के तुलना में एक डिग्री के एक हज़ार्वें भाग जीतने ठंडे हैं। यह अंतर वैसा है मानो एक गेंद पर पर पाये जाने वाले कीटाणु। इन सूक्ष्म बदलावों की वजह से आज हम ब्रह्मांड में तारें, आकाशगंगाएँ और बहुत कुछ देख पा रहे हैं। यह वो बीज हैं जिनसे हमारा ब्रह्मांड अनगिनत संरचनाओं के साथ खिल उठा।



आकृति ६: इस तस्वीर को मार्च २१, २०१३ को पहली बार दिखाया गया था। यह तस्वीर यूरोपियन अंतरिक्ष अभिकरण के प्लैंक खगोलीय वेधशाला द्वारा ली गई कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (सीएमबी) के अवलोकन को दर्शाता है। छवि श्रेय: ईसा और प्लैंक सहकार्यता

विद्यार्थी १ :

लेकिन किस प्रकार तापमान में इन सूक्ष्म अंतरों ने लगभग सभी चीज़ों का निर्माण किया?

अर्नो पेंज़ियास :

इन नीले और लाल क्षेत्रों को मिट्टी में दबे बीज की तरह समझो। जहां बीज गहरे और घने होते हैं, वो बड़े हो जाते हैं और तेज़ी से बढ़ते हैं। हमारे ब्रह्मांड का माली, गुरुत्वाकर्षण, इन बीजों या गैस के बादलों को एक साथ लेकर आता है। जैसे हम अपने हाँथों को घिस कर गर्मी पैदा करते हैं, वैसे ही इन बादलों को अत्यंत छोटे इलाक़ों में कस कर दबाने से वह गरम हो जाते हैं। एक बार उनका तापमान लगभग एक करोड़ डिग्री पहुँच जाने पर प्रोटॉन आपस में जुड़ने लगते हैं, जिससे अत्यंत विशाल ऊर्जा उत्पन्न होती है। और देखो! महाविस्फोट के लगभग २० करोड़ वर्ष बाद हमारे ब्रह्मांड के प्रथम तारों का जन्म हो गया।

विद्यार्थी ४ :

तो तारे, बीजों में से फूटने वाले फूलों की तरह हैं?

रॉबर्ट विल्सन :

बिलकुल सही! और सबसे बड़े, सबसे सुंदर फूल—हमारे विशाल तारे—के और भी जादुई रंग हैं। जब यह सितारे 'मरते' हैं, तब यह इतना अधिक ताप पैदा करते हैं कि प्रोटॉन भिन्न अनुपातों में जुड़ने लगते हैं। और इससे ही आवर्त सारणी में पाये जाने वाले तत्व, जैसे सोना, पूरे ब्रह्मांड में बिखर जाते हैं। इन घटनाओं को सुपरनोवा कहते हैं। एक ऐसी भव्य आतिशबाजी की कल्पना करो जिसमें हर एक धमाका अपने पीछे एक विशेष प्रकार का ग़ुबार छोड़ जाता है। यही धूल आपस में नाचते, मिश्रित होते नए तारों के साथ उनके ग्रहों और चंद्रमाओं का निर्माण करते हैं।

विद्यार्थी १ :

तो क्या हमारा सौर्य मण्डल भी इसी प्रकार बना है?

रॉबर्ट विल्सन :

सही, विद्यार्थी १। अब हमारी पृथ्वी को ही देखो, पानी से भरे महासागरों से संपूर्ण है। इन महासागरों की गहराइयों में अद्भुत प्रतिक्रियाओं की शुरुआत हुई। अनोखे अनुपातों में अणु आपस में जुड़ने लगे। और यहीं से जीवन की उत्पत्ति हुई।

विद्यार्थी २ :

और उसकी वजह से हम मनुष्यों का जन्म हुआ?

अर्नो पेंज़ियास :

हाँ, विद्यार्थी २। मनुष्यों का जन्म लगभग २,००,००० वर्ष पहले हुआ।हमारी भाषा हमे सबसे अलग करती है। हमारी बातचीत करने और ज्ञान बाँटने की क्षमता की वजह से हम आज अर्जित किए हुए ज्ञान को आने वाली कई पीढ़ियों तक पहुँचा सकते हैं।

विद्यार्थी २ :

मगर डॉ पेंज़ियास, ब्रह्मांड के आरंभ का क्या? महाविस्फोट के समय और उसके पहले क्या हुआ था?

अर्नो पेंज़ियास :

आह! विद्यार्थी २। यह सबसे बड़ा प्रश्न है! हम पूरी तरह से आश्वस्त नहीं हैं। इस प्रश्न का उत्तर जानने के लिए हमें आइंस्टाइन के सापेक्षता सिद्धांत और प्रमात्रा यांत्रिकी को एकीकृत करना होगा। कई वैज्ञानिक इसपर सजग रूप से काम कर रहें हैं। हमें नहीं पता कि महाविस्फोट किस वजह से उत्प्रेरित हुआ, या फिर हमसे पहले और भी ब्रह्मांड थे या नहीं। इस समय हमारे पास इन उत्तरों से ज़्यादा प्रश्न हैं।

विद्यार्थी ३ :

तो हम इस ब्रह्मांडीय यात्रा में भागीदार हैं?

रॉबर्ट विल्सन :

निश्चित, विद्यार्थी ३। याद हैं हम सभी तारों में जन्मी धूल से बने हैं। हम ब्रह्मांड से अलग नहीं हैं; हम उसी के एक भाग हैं। ऐसा भी कह सकते हैं कि ब्रह्मांड हमारे माध्यम से स्वयं को अनुभव कर रहा है। क्या आपके और कोई प्रश्न हैं?

विद्यार्थी १ :

हाँ, मैं जानना चाहूँगी कि इसे “कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड” क्यों कहते हैं?

अर्नो पेंज़ियास :

बहुत बढ़िया प्रश्न, विद्यार्थी १। ब्रह्मांड की कल्पना एक भव्य विकासशील कैनवास की तरह करो। शुरुआत में, यह कैनवास एक नये चित्र के चमकीले रंगों की तरह शानदार और तेजस्वी प्रकाश से भरा हुआ था। अरबों वर्षों में ब्रह्मांड के विकास के साथ प्रकाश का तेज़ कम होता गया। ठीक उसी प्रकार जैसे किसी पुराने चित्र के रंग फीके पड़ने लगते हैं।

रॉबर्ट विल्सन :

ब्रह्मांड के विकास के साथ प्रकाश का मूल तेज़, दृश्यमान रंगों की तरह, लंबे तरंगदैर्ध्य में खींचता चला गया। एक पीले-सफ़ेद रंग के प्रकाश की जगह अब यह प्रकाश वर्णक्रम के माइक्रोवेव भाग में दिखता है, जो की हमारी दृष्टि के क्षमता से परे है। इसी वजह से हम इस प्रकाश को ‘कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड’ कहते हैं, क्योंकि यह ब्रह्मांड के सृजन की उत्तरदीप्ति है, जो अब माइक्रोवेव आवृत्ति में पाई जाती है।

छाया :

धन्यवाद प्रॉफ़ पेंज़ियास और प्रॉफ़ विल्सन। अब हम विद्यालय के एक्शन लैब की ओर प्रस्थान करेंगे, जहां शिक्षिका ने एक प्रयोग की व्यवस्था की है, जिससे सभी विद्यार्थी ब्रह्मांड के विस्तार और प्रकाश पर इसके प्रभावों की कल्पना कर सकेंगे। इससे विद्यार्थी समझ सकेंगे कि क्यों ब्रह्मांड का तेजस्वी प्रकाश आज माइक्रोवेव की तरह दिखता है।

एक्शन लैब

गतिविधि: लचीली पट्टी का नमूना-एक आयामी नमूना

उद्देश्य :

विद्यार्थियों को एक सटीक प्रतिरूप देना कि किस प्रकार ब्रह्मांड का विस्तार प्रकाश के तरंगों को खींचता है, जिससे कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड की रचना होती है।

तैयारी का समय : ५ मिनट

गतिविधि का समय : १० मिनट

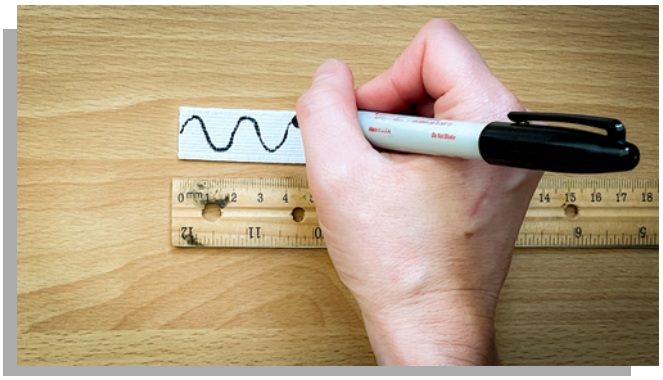
आवश्यक सामग्री :

- लचीली पट्टियाँ (लगभग ३० सेंटीमीटर लंबी)
- कलाम या मार्कर
- पैमाना या मापने वाली पट्टी
- विद्युत चुंबकीय वर्णक्रम का संदर्भ विवरणपट

प्रक्रिया :

१. तरंग आकृति :

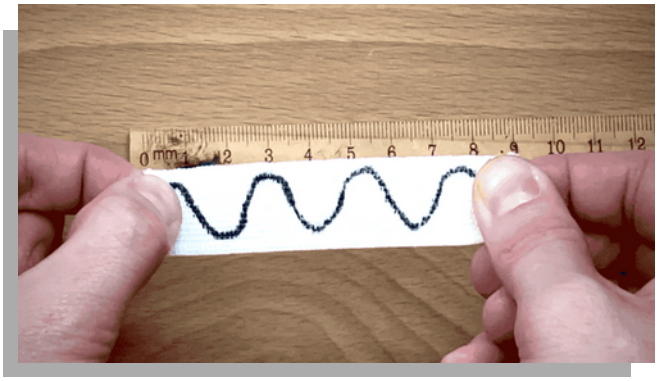
- प्रत्येक विद्यार्थी अथवा समूह में लचीली पट्टियों का वितरण करें।
- एक कलम अथवा मार्कर के उपयोग से विद्यार्थी लचीली पट्टी के ऊपर समान दूरी पर बिंदु बनायें। ये बिंदु प्रकाश तरंग के शिखरों को दर्शाएगा।
- इस अभ्यास को सुदृढ़ बनाने के लिए विद्यार्थियों को सूचित करें कि पट्टी पर हर १ मिलीमीटर की दूरी १०० नैनोमीटर को दर्शाती है। इसीलिए सभी विद्यार्थी ५ या ६ मिलीमीटर की दूरी पर बिंदु बनायें।
- विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम विवरणपट के उपयोग से विद्यार्थी बिंदुओं द्वारा दर्शाये प्रकाश के तरंगदैर्ध्य के रंग को दर्ज करेंगे।



आकृति ७: बिंदुओं को जोड़ते हुए तरंग खंड को बनायें। छवि श्रेय: नासा/जेपीएल-कालटेक

२. ब्रह्मांड का खिंचाव :

- सभी बिंदुओं को अंकित करने के बाद विद्यार्थी बिंदुओं को जोड़ते हुए एक तरंग का निर्माण करेंगे।



आकृति ८: जब पट्टी को खींचते है, तब उस पर बना तरंगदैर्ध्य लंबा हो जाता है। श्रेय: नासा/जेपीएल-कालटेक

- एक विद्यार्थी पट्टी के छोर को पकड़ कर रखेगा और दूसरा विद्यार्थी दूसरे छोर से उसे खींचेगा। सुविधा अनुसार विद्यार्थी पट्टी को जितना चाहें खींच सकते हैं।

- पट्टी को खींचकर बिंदुओं के बीच की दूरी (जो तरंग के शिखरों को दर्शाती है) माप कर लिख लें।

अवलोकन :

- विद्यार्थी गौर करें कि जब पट्टी को खींचते हैं, बिंदुओं (या तरंग शिखरों) के बीच की दूरी बढ़ जाती है।

- सभी विद्यार्थी अपने नये खींचे हुए मापों को नैनोमीटर पैमाने में परिवर्तित करेंगे। विद्युत चुंबकीय वर्णक्रम विवरणपट का उपयोग कर, विद्यार्थी नये खींचे हुए तरंग के स्थान को पहचाने।

चर्चा और निष्कर्ष :

शिक्षिका :

विद्यार्थियों! अब जब हमने प्रयोग पूरा कर लिया है, तब बताओ कि पट्टी को खिंचने पर आपने क्या देखा?

विद्यार्थी १ :

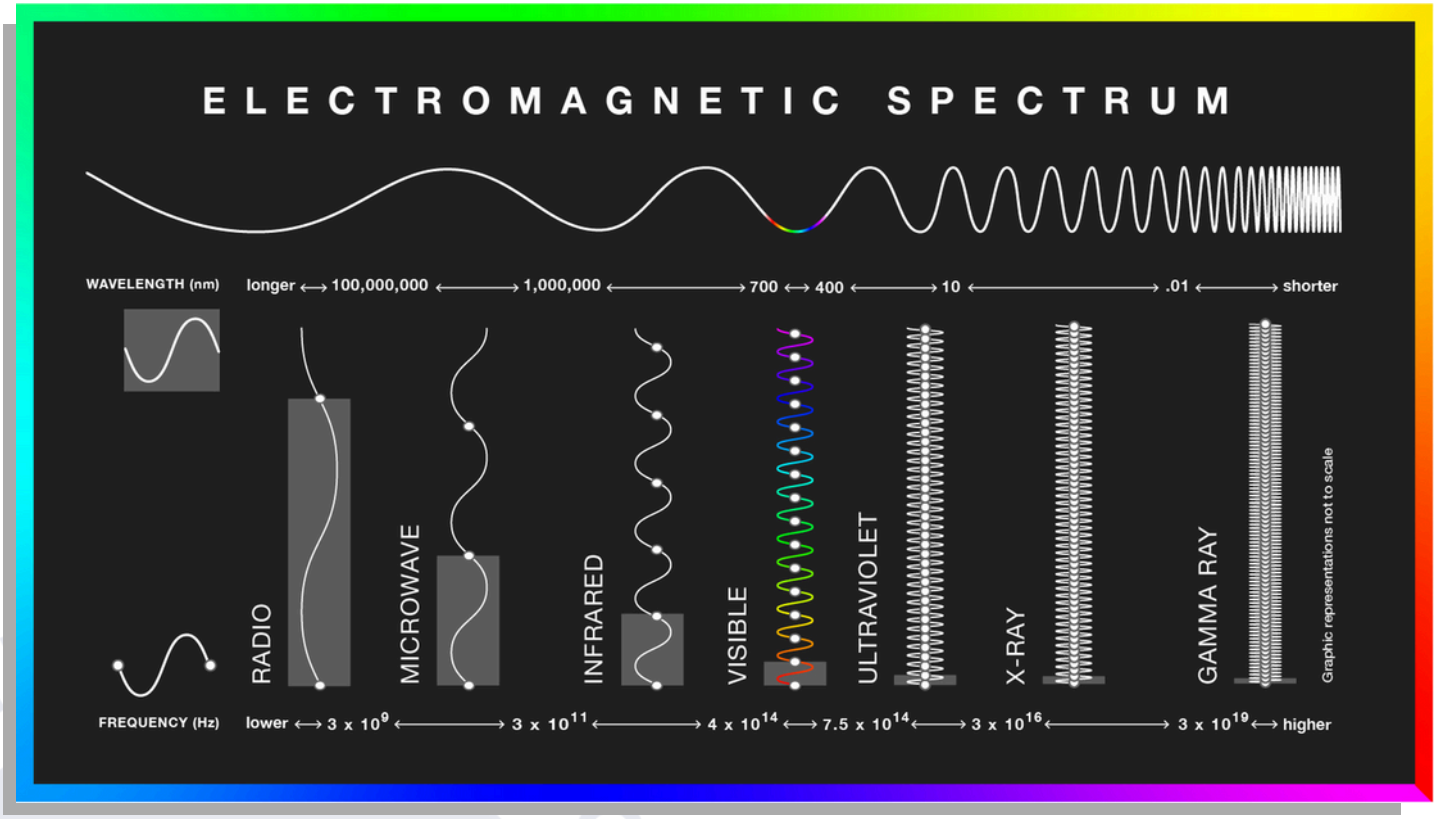
पट्टी को खींचने से बिंदुओं के बीच की दूरी बढ़ गई।

शिक्षिका :

बिलकुल सही। और इसका संबंध ब्रह्मांड और उसमे मौजूद प्रकाश तरंगों से कैसे है?

विद्यार्थी २ :

पट्टी पर बिंदुओं की तरह, ब्रह्मांड के विस्तार से प्रकाश तरंगें भी खींचती हैं।



आकृति ९: सुदृश्य प्रकाश, जिसे मनुष्य अपनी आखों से देख सकता है, विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम का एक छोटा सा भाग है। यह विवरणपट विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के सभी तरंगों के आवृत्ति और तरंगदैर्ध्य को दर्शाता है। टिप्पणी: यह चित्रात्मक प्रतिरूप पैमाने पर नहीं है। श्रेय: नासा/जपीएल-काल्टेक |
+ चित्र का विस्तार करें | › मुद्रण के लिये कम स्याही वाला संस्करण डाउनलोड करें

शिक्षिका :

एकदम सटीक, विद्यार्थी २। अब विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के विवरणपट का संदर्भ लेकर यह बताओ कि आपका तरंग (बिंदु) पट्टी को खींचने से पहले किस भाग में पाया जाएगा?

विद्यार्थी ३ :

हमारा तरंग सुदृश्य प्रकाश की श्रेणी में एक निश्चित रंग को दर्शाता था।

शिक्षिका :

बहुत खूब। और खींचे जाने के बाद यह तरंग किस भाग में पाया गया?

विद्यार्थी ४ :

खिंचने के बाद, यह इंफ्रारेड की ओर चला गया। यदि हम इसे और खींचे तब यह वर्णक्रम के माइक्रोवेव श्रेणी में चला जाएगा। क्या प्रकाश के तरंग भी इसी प्रकार अपना रूप बदलते हैं?

शिक्षिका :

बिलकुल। जैसे पट्टी पर बिंदु एक दूसरे से दूर जाकर लंबे तरंगदैर्ध्य में बदल गये, उसी प्रकार ब्रह्मांड के शैशवास्था के समय निकले प्रकाश ब्रह्मांड के विस्तार के साथ खिंचते गये। क्या कोई बता सकता है कि इस घटना के वर्तमान निरीक्षण को क्या कहते हैं?

विद्यार्थी १ :

कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड!

शिक्षिका :

अद्भुत, विद्यार्थी १। और इसे “माइक्रोवेव” क्यों कहते हैं?

विद्यार्थी २ :

क्योंकि ब्रह्मांड के शैशवास्था के समय जन्मे प्रकाश तरंग आज हमें विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के माइक्रोवेव भाग में दिखते हैं!

शिक्षिका :

बहुत अच्छे। तो जिस प्रकार आपके पट्टी पर बने तरंग को खींचकर हमने बदल दिया था, उसी प्रकार ब्रह्माण्ड के जन्म के समय निकले प्रकाश तरंग भी अरबों वर्षों तक खिंचते रहे। आज हम इस खिंचे हुए प्रकाश को कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड के रूप में देखते है, जो हमारे ब्रह्मांड के शुरुआती दिनों का एक अवशेष है।

आज हमने ब्रह्मांड के जन्म से उसके वर्तमान अवस्था की यात्रा करते हुए, हमारे ब्रह्मांड को आकर देने वाले मौलिक प्रक्रियाओं को समझा। हमने देखा कि प्रकाश स्वयं कैसे विकसित हुआ, जिससे हम ब्रह्मांड के इतिहास में झांक सकते हैं। यह हमें याद दिलाता है कि ब्रह्मांड के विशाल और सदैव परिवर्तनशील होने के बावजूद भी, हम अपनी उत्सुकता और बुद्धिमता से ज़रिए इस भव्य कहानी के साथ जुड़ सकते हैं। अपने अंदर इस आश्चर्य और ज्ञान की चिंगारी को सदैव जीवित रखें, क्योंकि यही ब्रह्मांड से हमें जोड़ने वाली कड़ी है। हमारी अगली यात्रा तक उस भव्य आकाश की ओर देखते रहें और प्रश्न पूछना कभी बंद ना करें। जो इस भवसागर में गहरे उतरना चाहते हैं, कॉस्मिक लाइब्रेरी भाग ज्ञान का ख़ज़ाना है जो आपकी राह देख रहा है।

कॉस्मिक लाइब्रेरी

वीडियो :

बढ़ती जटिलताओं की सीमाओं को समझें
कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड क्या है?
महाविस्फोट -- हर चीज़ की शुरुआत
महाविस्फोट का सिद्धांत
आरंभकर्ताओं के लिये ब्रह्मांड की शुरुआत - टॉम व्यंतिए
महाविस्फोट: महाइतिहास का द्रुत पाठ #१
महाविस्फोट, ब्रह्मांड विज्ञान भाग १: द्रुत पाठ
ब्रायन कॉक्स के साथ ब्रह्मांड का विकास
महाविस्फोट के प्रमाण
महाविस्फोट कहाँ हुआ था?
महाविस्फोट की तस्वीर (उर्फ़ ब्रह्मांड का सबसे प्राचीन प्रकाश)
ब्रह्मांड के विषय में ग़लत धारणायें
महाविस्फोट का सिद्धांत और ब्रह्मांड का उद्गम
महाविस्फोट से क्या प्रकट हुआ?
ब्रायन कॉक्स के साथ एंट्रॉपी को समझें
क्या है एंट्रॉपी?
एंट्रॉपी: भौतिकी में सबसे ग़लत समझी गई अवधारणा

वेबसाइट :

महा इतिहास परियोजना
महाविस्फोट के विषय में नयी खोज पर नासा की संक्षिप्त टिप्पणी
महाविस्फोट सिद्धांत: शिक्षक संसाधन

प्रलेख :

स्टीफ़न हॉकिंग के साथ ब्रह्मांड की ओर - सब की कहानी
ब्रह्मांड का सृजन समझें

पुस्तक :

समय का एक संक्षिप्त इतिहास - स्टीफ़न हॉकिंग
पहले तीन मिनट - स्टीवन वाइनबर्ग

लेख :

महाविस्फोट सिद्धांत क्या है?
ब्रह्मांडीय समयक्रम: महाविस्फोट के बाद क्या हुआ
ब्रह्मांड का इतिहास: महाविस्फोट से अब तक १० सरल चरणों में
महाविस्फोट - नासा
महाविस्फोट - ब्रह्मांड का इतिहास
महाविस्फोट से जुड़े मुख्य १० तथ्य

प्रश्नोत्तरी :

सीमा १: महाविस्फोट
महाविस्फोट

खेल :

कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड भूल-भुलैया से बचकर निकलें
महाविस्फोट के मानचित्र का पर्यटन

शब्दावली

एंट्रोपी (Entropy): किसी तंत्र अथवा प्रणाली में अव्यवस्था या यादृच्छिकता की मात्रा को मापने का तरीका। ऊष्मागतिकी का दूसरा नियम कहता है कि बंद प्रणाली की एंट्रोपी समय के साथ बढ़ती है, यानी वह और अधिक अव्यवस्थित हो जाते हैं।

महाविस्फोट (Big Bang): वह सिद्धांत जिसमें माना जाता है कि ब्रह्मांड की शुरुआत लगभग १३.७ अरब साल पहले एक अत्यंत गर्म और घने बिंदु से हुई, और तब से ब्रह्मांड फैल रहा है।

गोल्डीलॉक्स कंडीशन्स (Goldilocks Conditions): वह स्थिति जो किसी घटना के होने के लिए "बिल्कुल सही" हो। यह नाम 'गोल्डीलॉक्स और तीन भालू' की कहानी से आया है, जिसमें गोल्डीलॉक्स ऐसी चीज़ें पसंद करती है जो न बहुत ज़्यादा हो और न बहुत कम।

आकाशगंगा (Galaxy): एक विशाल संरचना जिसमें तारे, तारों के समूह, ग्रह प्रणाली, अंतरतारकीय बादल और डार्क मैटर होते हैं, जो गुरुत्वाकर्षण के जरिए एक साथ बंधे होते हैं।

कॉस्मिक (Cosmic): ब्रह्मांड या अंतरिक्ष से संबंधित।

विकिरण (Radiation): ऊर्जा जो तरंगों अथवा कणों के माध्यम से प्रवाहित होती है। इस पाठ के संदंरभ में, यह ब्रह्मांड के निर्माण के आरंभिक चरणों में निकले वाली ऊर्जा को बताता है।

इन्फ्लेशन (Inflation): ब्रह्मांड का तेजी से विस्तार, जो शुरू में परमाणु से भी छोटा था और लगभग तुरंत बहुत बड़ा हो गया।

उपपरमाणु कण (Subatomic Particles): परमाणुओं से भी छोटे कण, जैसे क्वार्क, इलेक्ट्रॉन, और न्युट्रिनो। क्वार्क (Quark): मूलभूत कण जो मिलकर बड़े कण, जैसे प्रोटॉन और न्यूट्रॉन बनाते हैं।

प्रतिपदार्थ (Antimatter): सामान्य पदार्थ का "विपरीत"। जब प्रतिपदार्थ और पदार्थ मिलते हैं, तो वे एक-दूसरे को नष्ट कर देते हैं।

हैड्रॉन (Hadron): क्वार्क से बने कण। प्रोटॉन और न्यूट्रॉन इसके उदाहरण हैं।

प्रोटॉन (Proton): परमाणु के नाभिक में पाए जाने वाले धनात्मक आवेश वाले कण।

न्यूट्रॉन (Neutron): नाभिक में पाए जाने वाले बिना आवेश वाले कण।

नाभिक (Nucleii): परमाणु का वह केंद्र भाग जिसमें प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं।

हाइड्रोजन (Hydrogen): ब्रह्मांड का सबसे सरल और सबसे हल्का तत्व। इसका परमाणु एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन से बना होता है।

केल्विन (Kelvin): तापमान की इकाई। 0 केल्विन (पूर्ण शून्य) सबसे कम संभव तापमान है, जहां सभी अणुओं की गति रुक जाती है।

कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (Cosmic Microwave Background): महाविस्फोट से बचा हुआ "आखिरी प्रकाश" या बाद की चमक। यह ब्रह्मांड के शैशवावस्था की छवि है।

अंतिम प्रकीर्णन की सतह (Surface of last scattering): ब्रह्मांड के इतिहास में वह बिंदु जब प्रकाश ने आखिरी बार पदार्थ से टकराया था और फिर स्वतंत्र रूप से यात्रा कर पाया।

सुपरनोवा (Supernova): एक तारे का विस्फोट, जो तब होता है जब एक विशाल तारा अपनी जीवन यात्रा के अंत पर पहुंचता है, जिससे तत्व चारों ओर फैल जाते हैं।

प्रोटॉन फ्यूज़न (Proton fusion): वह प्रक्रिया जिसमें प्रोटॉन मिलकर भारी नाभिक बनाते हैं और ऊर्जा उत्सर्जित करते हैं।

आवर्त सारणी (Periodic Table): परमाणु संख्या के आधार पर व्यवस्थित रासायनिक तत्वों की सूची।

सापेक्षता (Relativity): आइंस्टाइन का सिद्धांत जो दिक् और काल के संबंध को बताता है।

प्रमात्रा यांत्रिकी (Quantum Mechanics): भौतिकी की शाखा जो अणुओं और परमाणुओं के स्तर पर छोटे कणों और तरंगों के व्यवहारों का अध्ययन करती है।

तारा धूल (Stardust): मारते हुए तारों के अवशेष अथवा धूल, जिनसे नये तारों, ग्रहों और खगोलीय पिंडों के निर्माण हो सकता है।

विद्युत चुंबकीय वर्णक्रम (Electromagnetic Spectrum): रेडियो से लेकर गामा तरंग के भी सभी विद्युत चुंबकीय विकिरणों की श्रेणी।

तरंग शिखर (Wave crest): तरंग के एक चक्र में वह बिंदु जहां तरंग ऊर्ध्व विस्थापन का माप सबसे अधिक होता है।

तरंगदैर्ध्य (Wavelength): क्रमिक तरंग शिखरों के बीच की दूरी।

आवृत्ति (Frequency): सुनिश्चित समय में किसी एक बिंदु से गुजरने वाले तरंगों की संख्या।

नैनोमीटर (Nanometer): मीटर पद्धत्ति में लंबाई का माप, जो कि एक मीटर का एक अरबवाँ भाग 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