खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणायें

खगोल विज्ञान साक्षरता की एक प्रस्तावित परिभाषा

खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणायें

खगोल विज्ञान साक्षरता की एक प्रस्तावित परिभाषा

लेखक

जोआओ रिट्रे (इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस सायंसेस, पोर्तुगल), पेड्रो रुसो (लायडन यूनिवर्सिटी, द नेदरलैंड्स), ह्युनजू ली (स्मिथसोनियन साइंस एजुकेशन सेंटर, यूएसए), एडुआर्डो पेंटाडो (म्यूजु डे एस्ट्रोनोमिया ई सिएनकियास एफिंस, ब्राझिल), सईद सलीमपॉर (डीकिन यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया), माइकल फिट्जगेराल्ड (एडिथ कोवान यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया), जया रामचंडानी (द स्टोरी ऑफ फाउंडेशन), मार्कस पोसेल (हॉस डेर एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी), सेसिलिया स्कोर्ज़ा (लुडविग मैक्सिमिलियन्स यूनिवर्सिटी ऑफ म्यूनिक और हॉस डेर एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी), लार्स लिंडबर्ग क्रिस्टेंसन (यूरोपीय दक्षिणी ऑब्जर्वेटरी), एरिक अरेंड्स (लायडन यूनिवर्सिटी, द नेदरलैंड्स), स्टीफन पोम्पिया (नोएओ, यूएसए) और वाउटर शियर (लायडन यूनिवर्सिटी, द नेदरलैंड)

योजना /डिज़ाइन: अनीता मार्ग्राफ-डुक (साइंस नाउ/लायडन यूनिवर्सिटी)
विन्यास: अनीता मार्ग्राफ-डुक (साइंस नाउ/लायडन यूनिवर्सिटी) और कारमेन मुलेरथान (हॉस डेर एस्ट्रोनॉमी/ऑफिस ऑफ एस्ट्रोनॉमी ऑफ एजुकेशन), क्षितिज चव्हाण (IAU-OAE सेंटर India, IUCAA, पुणे)

अनुवादक

अनुवादकों/संपादकों/समीक्षकों के नाम और संबद्धता की सूची : संजय कुमार पाण्डेय (श्री लाल बहादुर शास्त्री डिग्री कालेज, गोण्डा, इंडिया)

द्वितीय अंग्रेजी संस्करण पर आधारित प्रथम हिंदी संस्करण
ISBN/EAN: 978-94-91760-21-1
DOI : 10.11588/heidok.00034534

लाइसेंस: क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन 4.0 इंटरनेशनल (सीसी द्वारा 4.0)

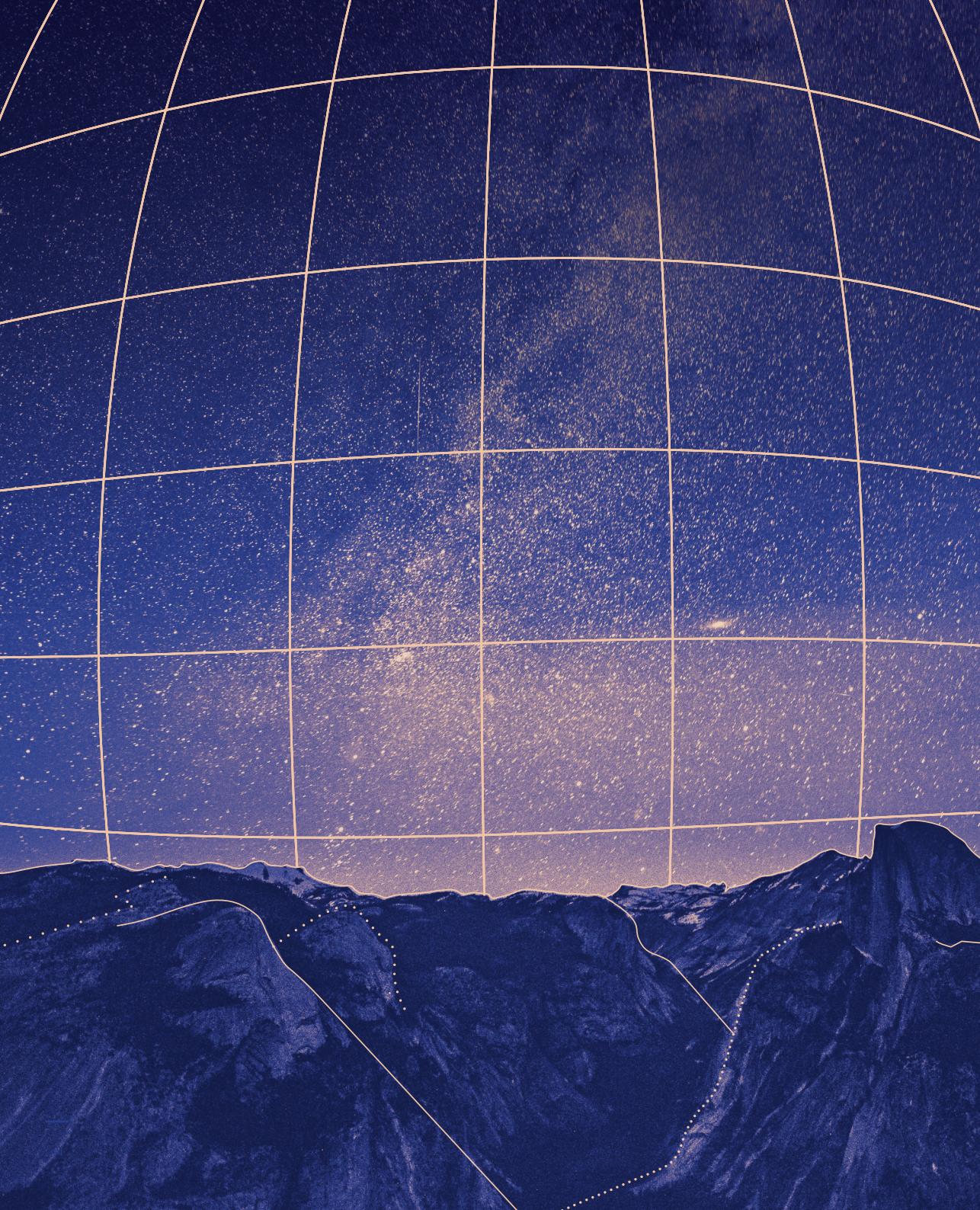
स्वीकृतियाँ

आभार-इस्माइल टेरेनो (इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस सायंसेस), पेड्रो फिगुइरा (यूरोपीय दक्षिणी वेधशाला), सेरगियो परेरा (इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस सायंसेस), मोनिका बोबरा (स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी), पिएरो बिएनवेनुटी (यूनिवर्सिटा डी पाडोवा) और रॉय बिशप (Acadia University) लक्ष्यों के इस संस्करण में उनकी टिप्पणियों के लिए। जोआओ रेट ने पोर्तुगली विज्ञान और प्रौद्योगिकी फाउंडेशन से अनुसंधान अनुदान IA2017-09-BGCT और UID/FIS/04434/2013 के माध्यम से वित्तीय सहायता प्राप्त करने हेतु। पेड्रो रुसो ने NAOJ SOKENDAI परियोजना खगोल विज्ञान साक्षरता के समर्थन को प्रो डॉ हिडहिको अगता द्वारा संचालित समर्थन स्वीकार किया। NOAO का संचालन खगोल विज्ञान में अनुसंधान के लिए यूनिवर्सिटीज के एसोसिएशन (AURA), Inc. द्वारा नेशनल साइंस फाउंडेशन के साथ सहयोगी समझौते के अंतर्गत किया जाता है। हम समीक्षा प्रक्रिया के दौरान इस दस्तावेज़ पर समुदाय से प्राप्त प्रतिक्रिया के लिए भी आभार व्यक्त करना चाहते हैं।

खगोल विज्ञान साक्षरता लक्ष्य लायडन ऑब्जर्वेटरी, लायडन यूनिवर्सिटी (द नेदरलैंड्स) और इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस सायंसेस (पोर्तुगल) की एक परियोजना है जो आईएयू आयोग C1-साक्षरता और पाठ्यक्रम विकास पर कार्य समूह, के ढांचे में है

IAU आयोग C1 खगोल विज्ञान शिक्षा और विकास-: अध्यक्ष-पाउलो ब्रेटोन्स
IAU C1 वर्किंग ग्रुप एस्ट्रोनॉमी साक्षरता और पाठ्यक्रम विकास-: अध्यक्ष-रॉबर्ट हॉलो

खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणायें शिक्षा के लिए खगोल विज्ञान आइ ए यू कार्यालय की एक परियोजना है।



विषयसूची

06 उत्कृष्ट अवधारणायें

08 परिचय

10 खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणाओं में से कुछ का संक्षिप्त परिचय

12 उत्कृष्ट अवधारणाओं का विहंगावलोकन

18 खगोल विज्ञान मानव इतिहास के सबसे पुराने विज्ञानों में से एक है

22 हमारे दैनिक जीवन में खगोलीय घटनाओं का अनुभव किया जा सकता है

26 रात का आकाश प्रचुर और गतिशील है

30 खगोल विज्ञान एक विज्ञान है जो ब्रह्मांड में खगोलीय पिण्डों और घटनाओं का अध्ययन करता है

34 खगोल विज्ञान प्रौद्योगिकी विकास से लाभान्वित होता हैं और उसे प्रेरित करता है

38 ब्रह्माण्ड विज्ञान (कॉस्मोलॉजी) ब्रह्माण्ड को एक इकाई मानकर अन्वेषण करने का विज्ञान है

44 हम सौर मंडल के अंतर्गत एक छोटे से ग्रह पर रहते हैं

48 हम सभी तारे की राख से बने हैं

54 ब्रह्मांड में सैकड़ों अरब आकाशगंगाएँ हैं

60 हम ब्रह्मांड में अकेले नहीं हो सकते हैं

64 हमें पृथ्वी को संरक्षित करना चाहिए, जो ब्रह्मांड में हमारा एकमात्र घर है

उत्कृष्ट अवधारणायें

1. *खगोल विज्ञान मानव इतिहास के सबसे पुराने विज्ञानों में से एक है*

2. *हमारे दैनिक जीवन में खगोलीय घटनाओं का अनुभव किया जा सकता है*

3. *रात का आकाश प्रचुर और गतिशील है*

4. *खगोल विज्ञान एक विज्ञान है जो ब्रह्मांड में खगोलीय पिण्डों और घटनाओं का अध्ययन करता है*

5. *खगोल विज्ञान प्रौद्योगिकी विकास से लाभान्वित होता हैं और उसे प्रेरित करता है*

6

ब्रह्माण्ड विज्ञान (कॉस्मोलॉजी) ब्रह्माण्ड को एक इकाई मानकर अन्वेषण करने का विज्ञान है

7

हम सौर मंडल के अंतर्गत एक छोटे से ग्रह पर रहते हैं

8

हम सभी तारे की राख से बने हैं

9

ब्रह्मांड में सैकड़ों अरब आकाशगंगाएँ हैं

10

हम ब्रह्मांड में अकेले नहीं हो सकते हैं

11

हमें पृथ्वी को संरक्षित करना चाहिए, जो ब्रह्मांड में हमारा एकमात्र घर है

परिचय

सभी के लिए खगोल विज्ञान

यह अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ (IAU) के खगोल विज्ञान प्रसार कार्यालय का आदर्श वाक्य है। यदि सभी समाज और उसके समुदायों को परिभाषित करने के लिए एक बहुत ही व्यापक शब्द है, तो 'खगोल विज्ञान' ज्ञान के रूप में भी इसी प्रकार व्यापक है। यह परियोजना, खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणाएँ, इस मुद्दे की पड़ताल करती है-पृथ्वी ग्रह के नागरिकों को खगोल विज्ञान के बारे में क्या जानना चाहिए? खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणाएँ ग्यारह महत्वपूर्ण अवधारणाओं को प्रस्तुत करता है और उन्हें उप-विचारों और अतिरिक्त जानकारी के माध्यम से विस्तारित करता है। यह दस्तावेज़ शिक्षकों और खगोलविदों को ध्यान में रखते हुए बनाया गया है, यह उन्हें निर्णय लेने में मार्गदर्शन करता है कि वे अपनी शिक्षा, प्रशिक्षण सत्रों, जनसंपर्क गतिविधियों या संसाधन विकास में किन विषयों को संबोधित करें। हालांकि, इसे एक सक्रिय दस्तावेज होने की आवश्यकता है, और हम खगोल विज्ञान समुदाय, खगोल विज्ञान शिक्षा समुदाय और विज्ञान शिक्षा समुदाय से आलोचनाओं और टिप्पणियों का स्वागत करते हैं। इस दस्तावेज़ में कई चर्चाओं, बैठकों, कार्यशालाओं, प्रस्तुतियों, टेलीकॉन्फ्रेंस और पाठ संपर्कों के परिणामस्वरूप, हम खगोल विज्ञान में उत्कृष्ट अवधारणाओं के एक सेट का प्रस्ताव करते हैं, जो खगोल विज्ञान साक्षरता की एक प्रस्तावित परिभाषा है। यह दस्तावेज़ उत्कृष्ट अवधारणाएँ और सहायक संकल्पनाओं को स्थापित करता है जिन्हें हमारे ग्रह के सभी नागरिकों को खगोल विज्ञान के बारे में जानना चाहिए।

भावी कदम

हमारा अगला कदम इस दस्तावेज़ का आगे का विकास है, इस दस्तावेज़ को व्यवस्थित रूप से मान्य करने के लिए एक शोध परियोजना शुरू करके, विशेषज्ञों को खगोल विज्ञान साक्षरता के रूप में क्या लगता है। इसके बाद, हम इन पर काम करेंगे-इन उत्कृष्ट धारणाओं के संगत पाठ्यक्रम विकास इन उत्कृष्ट धारणाओं के लिए मूल्यांकन उपकरणों विकास शैक्षिक सामग्री गाइड शिक्षक पेशेवर विकास सामग्री नीति-विवरण. 2020-2030 आई ए यू (IAU) रणनीतिक योजना खगोल विज्ञान शिक्षा को, वैश्विक रूप से खगोल विज्ञान प्रयास में केंद्र में रखता है। IAU ने स्कूल स्तर पर शिक्षण और शिक्षा के लिए खगोल विज्ञान के उपयोग को बढ़ावा देने का लक्ष्य निर्धारित किया है। हम आशा करते हैं कि यह दस्तावेज़ इस लक्ष्य में योगदान देता है और शिक्षा के लिए खगोल विज्ञान साक्षरता लक्ष्यों का प्रथम विश्लेषण और ढांचा प्रदान करता है।

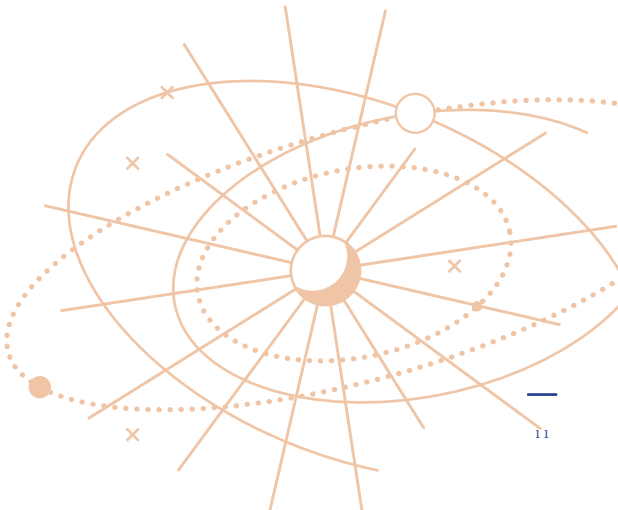
खगोल विज्ञान की उत्कृष्ट अवधारणाओं में से कुछ का संक्षिप्त परिचय

पेड्रो रुसो द्वारा

मूलतः पोर्तुगीज समाचार पत्रिका Visão में प्रकाशित, 03-जनवरी-12

खगोल विज्ञान वह विज्ञान है जो ब्रह्मांड की उत्पत्ति और विकास और उसमें समाहित हर चीज का अध्ययन करता है। यह परिभाषा सरल लगती है, लेकिन ब्रह्मांड एक विशाल स्थल है, जो सभी आकारों और उम्र के आकर्षक खगोलीय पिण्डों और अद्भुत घटनाओं से भरा हुआ है। मानवता के सांस्कृतिक और वैज्ञानिक इतिहास के हिस्से के रूप में, खगोल विज्ञान ने हमारे सोचने के तरीके, हमारी दुनिया और हमारे ब्रह्मांड में हमारी जगह को देखने के तरीके में लगातार क्रांतिकारी बदलाव किए हैं। अतीत में खगोल विज्ञान में प्रगति का उपयोग व्यावहारिक अनुप्रयोगों के लिए जैसे कि समय को मापने या विशाल महासागरों में मार्ग निर्देशन करने के लिये किया गया। वर्तमान में, खगोल विज्ञान और संबंधित क्षेत्रों के वैज्ञानिक और तकनीकी विकास के परिणाम हमारे दिन-प्रतिदिन के जीवन के कई हिस्सों के लिए आवश्यक हो गए हैं-कंप्यूटर, संचार उपग्रह, नेविगेशन सिस्टम, सौर पैनल, वायरलेस इंटरनेट और कई अन्य तकनीकी अनुप्रयोग। किसी भी विज्ञान की तरह, खगोल विज्ञान भी ज्ञान के संचय के परिणामस्वरूप प्रगति करता है। कभी-कभी धीमी गति से हो रही प्रगति प्रौद्योगिकी और विचार में अचानक सफलताओं से तेज हो जाती है, जैसे कि सौर मंडल और बिग बैंग मॉडल के हेलिओसेंट्रिक दृश्य का क्रांतिकारी विचार। बिग बैंग मॉडल ब्रह्मांड के विकास की कहानी कहता है। लगभग 14 अरब वर्ष पहले, जन्मे ब्रह्मांड नवजात 'ब्रह्मांड' अत्यंत छोटा और गर्म था। अचानक और निरंतर विस्तार और बाद में ठंडा होने से परमाणु और उप-परमाणु कणों के मूलभूत निर्माण खंडों का निर्माण हुआ, जिसने आकाशगंगाओं, तारों, ग्रहों और अंततः जीवन के निर्माण की अनुमति दी। खगोलविदों का मानना है कि अब तक के आंकड़ों के आधार पर, कि ब्रह्मांड का विस्तार मुख्य रूप से ऊर्जा के एक रहस्यमय रूप, जिसे अदृश्य ऊर्जा कहा जाता है, द्वारा संचालित होता है। यदि हम एक अंधेरी रात में आकाश को देखते हैं, तो हम क्षितिज से क्षितिज तक आकाश में फैली प्रकाश की एक पट्टी देखते हैं। यह पट्टी और हम जो आकाश में तारे देखते हैं, वे हमारी गैलेक्सी में हैं, जिसे हम आकाशगंगा (मिल्की वे गैलेक्सी) कहते हैं। गैलेक्सियाँ अक्सर तंतुओं(फिलामेंट्स) और

समूहों में बनती हैं-ब्रह्मांड के विशाल रिक्तता से घिरे द्वीपों के समूह की तरह। हमारी आकाशगंगा में सैकड़ों अरब तारे हैं, जिनमें से सूर्य केवल एक है, जो किसी समुद्र तट पर रेत के एक कण की तरह अनाम सा है। ये तारे सामंजस्यपूर्ण रूप से गुरुत्वाकर्षण के प्राकृतिक नियमों का पालन करते हुए, आकाशगंगा के केंद्र के चारों ओर चक्कर लगाते हैं, जहां एक विशालकाय ब्लैक होल है। यह 'महासागर', जो ब्रह्मांड है, में कई अन्य द्वीप हैं; हमारी आकाशगंगा केवल उन सैकड़ों अरबों गैलेक्सीओं में से एक है जो इसे आबाद करते हैं। हालांकि सूर्य एक अपेक्षाकृत सामान्य प्रकार का तारा है, लेकिन उसने हाल ही तक मानवों के लिए एक विशेष स्थिति का आनंद लिया था-यह एकमात्र तारा था जिसे हम ग्रहों से घिरा हुआ जानते थे। आज हमें हजारों तारों के बारे में पता है जिनके चारों ओर ग्रह हैं, जिन्हें एक्सोप्लैनेट्स कहा जाता है। अनुमान है कि हमारे सूर्य जैसे दिखने वाले 20% से अधिक तारों के चारों ओर ग्रह चक्कर लगाते हैं —जिनमें से कुछ पृथ्वी के समान हैं। इनमें से कई ग्रह छोटे हैं और अपने तारे से एक सुविधाजनक दूरी पर चक्कर लगाते हैं, जो द्रव जल के अस्तित्व की अनुमति देता है, और इसलिए, शायद जीवन की संभावना होती है। लेकिन ब्रह्मांड किस चीज से बना है? वह सामग्री जो हम देख सकते हैं — ग्रह, तारे और आकाशगंगाएं — सभी प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रॉन और क्वार्क्स जैसे पदार्थ से बने होते हैं (जिन्हें वैज्ञानिक 'बैरीयोनिक पदार्थ' कहते हैं), लेकिन कुछ और भी है, कुछ विशाल, अनूठा और रहस्यमय, और किसी को नहीं पता कि वह क्या है। तारों से आकाशगंगाओं के केंद्र के चारों ओर चक्कर लगाने की उम्मीद की जाती है, जैसे हमारे सौर मंडल में ग्रह सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। तारों को आकाशगंगाओं के केंद्र की परिक्रमा करने की उम्मीद की जाएगी, उसी तरह से कि जैसे ग्रह हमारे सौर मंडल में सूर्य की परिक्रमा करते हैं। सूर्य के निकटतम ग्रह सबसे बाहरी ग्रहों की तुलना में तेजी से आगे बढ़ते हैं लेकिन गैलेक्सियों के मामले में ऐसा नहीं होता है-गैलेक्सियों में तारे कमोबेश गैलेक्सियों के केंद्र के चारों ओर एक ही वेग के साथ सभी परिक्रमा करते हैं। अतः वहां ऐसा कुछ होना चाहिए जिसे हम देख पाने में असमर्थ हैं और जो तारों को इस तरह से परिक्रमा कराता है। खगोलविद इसे अदृश्य पदार्थ कहते हैं। यह अनुमान लगाया जाता है कि हम जो देखने में सक्षम हैं वह ब्रह्मांड में मौजूद हर चीज का केवल एक छोटा सा हिस्सा है बाकी सब कुछ अच्छी तरह से समझा नहीं गया है और अभी तक सीधे नहीं देखा गया है। खगोल विज्ञान केवल वैज्ञानिक प्रगति या तकनीकी अनुप्रयोगों के बारे में नहीं है-यह हमें अपने सीमित क्षितिज को व्यापक बनाने, ब्रह्मांड की सुंदरता और भव्यता और उसमें हमारी जगह की खोज करने का अवसर देता है। यह दृष्टिकोण, जिसे आमतौर पर 'ब्रह्मांडीय परिप्रेक्ष्य' कहा जाता है, खगोल विज्ञान का मानवता के लिए सबसे महत्वपूर्ण योगदानों में से एक है।



उत्कृष्ट अवधारणाओं का विहंगावलोकन

1 *खगोल विज्ञान मानव इतिहास के सबसे पुराने विज्ञानों में से एक है*

1.1 आकाश और सूर्य और ग्रहों की चाल को समझना प्राकृतिक दुनिया को समझने के पहले प्रयासों में से एक था

1.2 पुरातन संस्कृतियों ने रात के आकाश में तारों को जोड़ने से बनने वाली वाली आकृतियों की कल्पना की थी

1.3 खगोल विज्ञान ने कई सभ्यताओं की कला और संस्कृतियों को प्रेरित किया है और अनेक सभ्यताओं की कला और संस्कृति में प्रकट भी हुइ है

1.4 खगोल विज्ञान ने प्राचीन कृषि के लिए महत्वपूर्ण समय निर्धारण का ज्ञान प्रदान किया है

1.5 अतीत में नाविकों के लिए खगोल विज्ञान महत्वपूर्ण था

1.6 वैज्ञानिक पद्धति का उपयोग करने के कारण खगोल विज्ञान, ज्योतिष से अलग है

1.7 ज्यादातर प्राचीन संस्कृतियों में पृथ्वी को ब्रह्मांड का केंद्र माना जाता था

1.8 सौ वर्ष लम्बी कापर्निकस क्रांति ने सूर्य को पृथ्वी को सौर मंडल के स्वीकृत केंद्र के रूप में बदल दिया

1.9 लगभग 400 वर्ष से पहले खगोलविदों ने पहली बार सुव्यवस्थित तरीके से एक दूरबीन का उपयोग करके खगोल विज्ञान संबन्धित अवलोकन किए

1.10 ग्रह पृथ्वी आकार में लगभग गोलाकार है, और यह कई अलग-अलग तरीकों से सदियों से व्याख्यायित किया गया है

2 हमारे दैनिक जीवन में खगोलीय घटनाओं का अनुभव किया जा सकता है

2.1 हमें दिन और रात का अनुभव पृथ्वी के अपनी धुरी के चारों ओर घूमने के कारण होता है

2.2 पृथ्वी एक वर्ष में सूर्य के चारों ओर घूमती है, इसके घूर्णन की धुरी के झुकाव के कारण हम मौसम का अनुभव करते हैं

2.3 हम चंद्रमा द्वारा एक चक्कर लगाने में उसके विभिन्न चरणों को देखते हैं

2.4 सूर्य, पृथ्वी और चंद्रमा के विशेष प्रकार से सीध मे आने के कारण ग्रहण होते हैं

2.5 पृथ्वी पर ज्वार सूर्य और चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण का एक परिणाम है

2.6 सूर्य का प्रकाश पृथ्वी पर अधिकांश जीवन रूपों के लिए आवश्यक है

2.7 सूर्य से कण पृथ्वी की यात्रा करते हैं और ध्रुवीय प्रभा प्रभा (अरोरा)का कारण बनते हैं

2.8 खगोलीय अनुसंधान के लिए विकसित की गयी प्रौद्योगिकी हमारे दैनिक जीवन का हिस्सा है

3 रात का आकाश प्रचुर और गतिशील है

3.1 एक साफ़ और अंधेरी रात में हम अपनी आंखों से कई हजार तारों को देख सकते हैं

3.2 रात का आकाश हमें पृथ्वी पर उन्मुख होने और मार्गनिर्देशन करने में मदद कर सकता है

3.3 पृथ्वी का घूर्णन अक्ष हजारों वर्षों में डगमगाता (प्रीसेस करता) है

3.4 केवल कुछ ही खगोलीय पिण्ड इतने उज्ज्वल हैं कि सूरज के क्षितिज से ऊपर होने पर भी खाली आखों से देखे जा सकते हैं

3.5 पृथ्वी के घूर्णन के कारण आकाशीय पिण्ड पूर्व में उदय होते हैं और पश्चिम में अस्त होते हैं

3.6 हमारे वातावरण के कारण तारे टिमटिमाते हैं

3.7 लाखों उल्का पिंड प्रतिदिन पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करते हैं

4 प्रकाश (दूसरे प्रकार से विद्युत चुम्बकीय विकिरण के रूप में जाना जाता है) खगोलीय अनुसंधान के लिए सूचना का मुख्य स्रोत है

4.1 प्रकाश (दूसरे प्रकार से विद्युत चुम्बकीय विकिरण के रूप में जाना जाता है) खगोलीय अनुसंधान के लिए सूचना का मुख्य स्रोत है

4.2 बड़े पैमाने पर, गुरुत्वाकर्षण ब्रह्मांड में प्रमुख अंतःक्रिया है

4.3 गुरुत्वाकर्षण तरंगें और उपपरमाण्विक कण ब्रह्मांड का अध्ययन करने के नए तरीके प्रदान करते हैं

4.4 खगोल विज्ञान वर्तमान सिद्धांतों के ढांचे में खगोलीय घटनाओं के लिए अवलोकन और सिमुलेशन से प्राप्त डेटा का उपयोग करता है

4.5 खगोलीय अनुसंधान विभिन्न क्षेत्रों के ज्ञान को जोड़ता है, जैसे कि भौतिकी, गणित, रसायन विज्ञान, भूविज्ञान और जीव विज्ञान

4.6 खगोल विज्ञान कई विशेषज्ञता क्षेत्रों में विभाजित है

4.7 खगोल विज्ञान में समय और दूरी की माप अपने दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले माप की तुलना में बहुत बड़े होते हैं

4.8 स्पेक्ट्रोस्कोपी एक महत्वपूर्ण तकनीक है जो हमें दूर से ब्रह्मांड की जांच करने योग्य बनाती है

5 खगोल विज्ञान प्रौद्योगिकी विकास से लाभान्वित होता हैं और उसे प्रेरित करता है

5.1 दूरबीन और संसूचक खगोल विज्ञान के अध्ययन के लिए महत्वपूर्ण हैं

5.2 कुछ दूरबीनों को एक बड़े दूरबीन के रूप में कार्य करने के लिए एक साथ जोड़ा जा सकता है

5.3 खगोलीय वेधशालाएं पृथ्वी और अंतरिक्ष में स्थित हैं

5.4 पृथ्वी-आधारित खगोलीय वेधशालाएं अक्सर दुनिया भर के दूरदराज के क्षेत्रों में स्थित होती हैं

5.5 खगोल विज्ञान आज वृहद विज्ञान और वृहद डेटा का हिस्सा है

5.6 खगोल विज्ञान में जटिल सिमुलेशन और विशाल डेटा होने के कारण इसे शक्तिशाली सुपर कंप्यूटर के विकास की आवश्यकता होती है

5.7 खगोल विज्ञान अंतर्राष्ट्रीय दल वाला एक वैश्विक विज्ञान है, और जहां डेटा और प्रकाशन स्वतंत्र रूप से साझा किए जाते हैं

5.8 सौर प्रणाली का अध्ययन करने के लिए अंतरिक्ष में कई अंतरिक्ष यान प्रक्षेपित किए गए हैं

6 ब्रह्माण्ड विज्ञान (कॉस्मोलॉजी) ब्रह्माण्ड को एक इकाई मानकर अन्वेषण करने का विज्ञान है

6.1 ब्रह्मांड 13 अरब वर्ष से अधिक पुराना है

6.2 ब्रह्मांड बड़े पैमाने पर समरूप और समदैशिक है

6.3 हम हमेशा अतीत का अवलोकन करते हैं

6.4 हम सम्पूर्ण ब्रह्मांड के केवल एक अंश का ही प्रत्यक्ष रूप से निरीक्षण कर सकते हैं

6.5 ब्रह्मांड मुख्य रूप से अदृश्य ऊर्जा और अदृश्य पदार्थ से बना है

6.6 ब्रह्मांड त्वरित दर से फ़ैल रहा है

6.7 अंतरिक्ष के विस्तार के कारण सुदूर गैलेक्सियों का प्रकाश अभिरक्त विस्थापित (रेड शिफ्ट) हो जाता है

6.8 प्रकृति के नियम (जैसे गुरुत्वाकर्षण) जो हम पृथ्वी पर अध्ययन करते हैं, पूरे ब्रह्मांड में उसी तरह से काम करते प्रतीत होते हैं

6.9 ब्रह्मांड बड़े पैमाने पर तंतु, चादर और रिक्त स्थान (फिलामेंट्स, शीट और वॉयड्स) से मिलकर बना है

6.10 ब्रह्मांडीय माइक्रोवेव पृष्ठभूमि हमें प्रारंभिक ब्रह्मांड की खोज करने लायक बनाता है

6.11 ब्रह्मांड के विकास को बिग बैंग मॉडल द्वारा समझाया जा सकता है

7 हम सौर मंडल के अंतर्गत एक छोटे से ग्रह पर रहते हैं

7.1 सौर प्रणाली का निर्माण लगभग 4.6 अरब वर्ष पहले हुआ था

7.2 सौर मंडल सूर्य, ग्रहों, बौने ग्रहों, चंद्रमाओं, धूमकेतुओं, क्षुद्रग्रहों, और उल्काओं से बना है

7.3 सौर मंडल में आठ ग्रह हैं

7.4 सौर मंडल में कई बौने ग्रह हैं

7.5 ग्रहों को स्थलीय (चट्टानी) ग्रहों और गैस दिग्गजों में विभाजित किया गया है

7.6 कुछ ग्रहों के दर्जनों प्राकृतिक उपग्रह हैं

7.7 पृथ्वी सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने वाला तीसरा ग्रह है, और इसका एक प्राकृतिक उपग्रह, चंद्रमा है

7.8 लाखों क्षुद्रग्रह हैं, जो हमारे सौर मंडल के शुरुआती निर्माण के अवशेष हैं

7.9 धूमकेतु एक बर्फीला पिण्ड होता है जिसमें सूर्य द्वारा गर्म होने पर पूँछ दिखने लगती है

7.10 सौर मंडल की सीमा को हेलिओपॉज़ कहा जाता है

8 हम सभी तारे की राख से बने हैं

8.1 तारा एक स्वयं-प्रकाशमान पिंड है जो आंतरिक परमाणु प्रतिक्रियाओं द्वारा अपनी ऊर्जा उत्पन्न करता है

8.2 तारों का निर्माण धूल और गैस के बहुत विशालकाय बादलों से होता है

8.3 सूर्य पृथ्वी का निकटतम तारा है

8.4 सूर्य एक सक्रिय तारा है

8.5 एक तारे का रंग हमें इसकी सतह का तापमान बताता है

8.6 तारों के बीच का स्थान काफी हद तक खाली हो सकता है या इसमें गैस के बादल हो सकते हैं, जो नए तारों का उत्पादन कर सकते हैं

8.7 एक तारा एक जीवन चक्र से गुजरता है जो काफी हद तक उसके प्रारंभिक द्रव्यमान द्वारा निर्धारित होता है

8.8 विशाल तारों के जीवन चक्र का अंत एक तारकीय ब्लैक होल के रूप में हो सकता है

8.9 नए तारे और उनकी ग्रह प्रणालियों का जन्म उस क्षेत्र के पूर्ववर्ती तारों द्वारा त्यागे गए पदार्थों से होता है

8.10 मानव शरीर ऐसे परमाणुओं से मिलकर बना है जिनका संबंध पूर्ववर्ती तारों से हो सकता है

9 ब्रह्मांड में सैकड़ों अरब आकाशगंगाएँ हैं

9.1 एक गैलेक्सी तारों, धूल और गैस की एक विशाल प्रणाली है

9.2 गैलेक्सियों में बड़ी मात्रा में अदृश्य पदार्थ मौजूद हैं

9.3 गैलेक्सी का गठन एक क्रमिक विकास की प्रक्रिया है

9.4 गैलेक्सियों के तीन मुख्य प्रकार हैं-सर्पिल, अण्डाकार और अनियमित

9.5 हम एक सर्पिल गैलेक्सी में रहते हैं जिसे आकाशगंगा कहा जाता है

9.6 गैलेक्सियों की सर्पिल भुजाएं गैस और धूल के ढेर द्वारा निर्मित होते हैं

9.7 अधिकांश आकाशगंगाओं में उनके केंद्र में एक अति विशाल ब्लैक होल होता है

9.8 गैलेक्सियां एक दूसरे से बहुत अधिक दूरी पर हो सकती हैं

9.9 गैलेक्सियां समूह बनाती हैं

9.10 गैलेक्सियां गुरुत्वाकर्षण के माध्यम से एक दूसरे एक दूसरे को प्रभावित करती हैं

10 हम ब्रह्मांड में अकेले नहीं हो सकते हैं

10.1 पृथ्वी के बाहर कार्बनिक अणुओं का पता चला है

10.2 पृथ्वी पर जीवित प्राणियों को अत्यंत कठोर परिस्थितियों में भी जीवित रहने लायक पाया गया है

10.3 मंगल पर द्रव जल के संभावित निशान शुरुआती जीवन की संभावना को खोलते हैं

10.4 सौर मंडल में कुछ प्राकृतिक उपग्रहों में जीवन के अस्तित्व के लिए आवश्यक स्थितियाँ प्रतीत होती हैं

10.5 ऐसे अनेक ग्रह हैं जिन्हें एक्सोप्लैनेट्स कहा जाता है, जो सूर्य के अलावा अन्य तारों की परिक्रमा करते हैं

10.6 एक्सोप्लैनेट्स बहुत ही भिन्न प्रकार के हो सकते हैं और अक्सर प्रणालियों में पाए जाते हैं

10.7 अब हम एक पृथ्वी जैसे ग्रह का पता लगाने के करीब हैं

10.8 वैज्ञानिक बाह्यग्रहीय बुद्धिमत्ता की खोज कर रहे हैं

11 हमें पृथ्वी को संरक्षित करना चाहिए, जो ब्रह्मांड में हमारा एकमात्र घर है

11.1 प्रकाश प्रदूषण मनुष्यों, कई अन्य जानवरों और पौधों को प्रभावित करता है

11.2 पृथ्वी की कक्षा में मानव निर्मित बहुत सारा मलबा है

11.3 हम संभावित खतरनाक अंतरिक्ष पिण्डों की निगरानी करते हैं

11.4 मनुष्यों ने पृथ्वी के पर्यावरण पर काफी महत्वपूर्ण डाला है

11.5 जलवायु और वायुमण्डल मानव गतिविधि से बहुत प्रभावित होते हैं

11.6 हमारे ग्रह को संरक्षित करने के लिए एक वैश्विक परिप्रेक्ष्य आवश्यक है

11.7 खगोल विज्ञान हमें एक अनूठा ब्रह्मांडीय दृष्टिकोण प्रदान करता है जो पृथ्वी के नागरिकों के रूप में हमारी एकता को मजबूत करता है

1 खगोल विज्ञान मानव इतिहास के सबसे पुराने विज्ञानों में से एक है

Lascaux प्रागैतिहासिक गुफा चित्रों को ऑरोच के पीछे के ऊपर डॉट्स का एक झुण्ड दिखाते हुए, जो क्षुद्रग्रह प्लीएड्स से मिलता जुलता है।
क्रेडिट-मिनिस्टेयर डे ला कल्चर/सेंटर नेशनल डे ला प्रीहिस्टोइरे/नॉर्बर्ट औजोलत

1.1 आकाश और सूर्य और ग्रहों की चाल को समझना प्राकृतिक दुनिया को समझने के पहले प्रयासों में से एक था

खगोलीय अवलोकनों का पहला अभिलेख प्रागैतिहासिक लोगों द्वारा बनाए गए चित्र और प्राचीन कला कृतियों से आता है, जो उन्होंने आकाश में देखा था। प्राचीन संस्कृतियों में खगोल विज्ञान धार्मिक और पौराणिक आस्थाओं से संबंधित था। खगोलीय घटनाओं का उपयोग समय को मापने और कैलेंडर बनाने के लिए किया गया था, जिससे ऐसी संस्कृतियों दैनिक और मौसम संबन्धी घटनाओं की योजना बना पायी।

1.2 पुरातन संस्कृतियों ने रात के आकाश में तारों को जोड़ने से बनने वाली वाली आकृतियों की कल्पना की थी

काल्पनिक रेखाओं का उपयोग करके तारों को जोड़ने से रात के आकाश में बनने वाली आकृति को नक्षत्र कहा जाता है। आरम्भिक संस्कृतियों द्वारा शुरुआती नक्षत्रों को परिभाषित किया गया था। सितारों को पहचानने योग्य ये समूह अक्सर ग्रीक, माया, मूल अमेरिकी और चीन जैसी संस्कृतियों सांस्कृतिक कहानियों और पौराणिक कथाओं से जुड़े होते थे। आधुनिक खगोल विज्ञान में, नक्षत्र आकाश के अच्छी तरह से परिभाषित क्षेत्र हैं, जो प्राचीन नक्षत्रों और 15 वीं, 16 वीं, 17 वीं और 18 वीं शताब्दी में परिभाषित दोनों को जोड़ते हैं। कुछ संस्कृतियों, जैसे कि स्वदेशी ऑस्ट्रेलियाई और दक्षिण अमेरिका के स्वदेशी लोगों ने भी आकाश गंगा की चमकदार पट्टी में डार्क सिल्हूट्स का उपयोग करके आकृतियों की पहचान की।

1.3 खगोल विज्ञान ने कई सभ्यताओं की कला और संस्कृतियों को प्रेरित किया है और अनेक सभ्यताओं की कला और संस्कृति में प्रकट भी हुइ है

सदियों से, कलाकारों, कवियों, लेखकों और कई रचनात्मक विचारकों ने रात के आकाश का उपयोग या तो प्रेरणा और/या अपने काम में विषयों के रूप में किया है। खगोलीय विषयों का प्रतिनिधित्व, उदाहरण के लिए, चित्रों, मूर्तियों, संगीत, फिल्मों और साहित्य में देखा जा सकता है। इन कार्यों ने रात में देखे जाने वाले अवलोकन योग्य रूपांकनों का उपयोग, सीधे या अप्रत्यक्ष रूप से, रात के आकाश के सार, सौंदर्य और रहस्य को संप्रेषित करने के लिए किया है। कला की सार्वभौमिकता और संस्कृति के लिए इसके अंतरंग संबंध, इस प्रकार लोगों को न केवल खगोलीय वस्तुओं और घटनाओं की जन्मजात सुंदरता की सराहना करने के लिए एक शक्तिशाली साधन हो सकता है, बल्कि हमने जो ज्ञान प्राप्त किया है, उसके बारे में भी। यह खगोल विज्ञान में दुनिया भर की रुचि को बढ़ाता है और एक आकाश के नीचे होने की धारणा से घिरी एक अन्तर्सान्स्कृतिक समझ को बढ़ावा देता है।

1.4 खगोल विज्ञान ने प्राचीन कृषि के लिए महत्वपूर्ण समय निर्धारण का ज्ञान प्रदान किया है

कई प्राचीन संस्कृतियों में, खेती के कैलेंडर की सटीकता को बढ़ाने के लिए खगोल विज्ञान विकसित किया गया था। एक उदाहरण के रूप में, मिश्र वासियों ने तारे सीरियस की अपने अवलोकनों के आधार पर एक कैलेंडर विकसित किया, जिसका उपयोग नील नदी की वार्षिक बाढ़ की जानकारी करने के लिए किया .

1.5 अतीत में नाविकों के लिए खगोल विज्ञान महत्वपूर्ण था

कई सभ्यताओं ने भूमि, समुद्रों और महासागरों में मार्गनिर्देशन करने के लिए सितारों और अन्य खगोलीय पिण्डों की स्थिति का उपयोग किया। खगोलीय मार्गनिर्देशन आज भी सिखाया जाता है।

1.6 वैज्ञानिक पद्धति का उपयोग करने के कारण खगोल विज्ञान, ज्योतिष से अलग है

पूर्व-आधुनिक समय तक, खगोल विज्ञान और ज्योतिष के बीच का अंतर अस्पष्ट था। आज खगोल विज्ञान और ज्योतिष स्पष्ट रूप से एक दूसरे से अलग हैं। खगोल विज्ञान एक विज्ञान है और ज्योतिष नहीं है। ज्योतिष भविष्य की घटनाओं की भविष्यवाणी करने के लिए खगोलीय वस्तुओं की स्थिति का उपयोग करता है। हालांकि, ज्योतिष और इसकी भविष्यवाणियों के व्यापक अध्ययन से पता चलता है कि ज्योतिष अपनी भविष्यवाणियों में सटीक नहीं है और किसी भी वैज्ञानिक आधार के बिना है।

1.7 ज्यादातर प्राचीन संस्कृतियों में पृथ्वी को ब्रह्मांड का केंद्र माना जाता था

सबसे प्रारंभिक संस्कृतियों, 300 ईसा पूर्व के आसपास सक्रिय ग्रीक खगोलविदों में से कुछ को छोड़कर,का मानना था कि पृथ्वी ब्रह्मांड का केंद्र थी। यह दो सौ वर्ष लम्बी भू-केन्द्रित दृष्टिकोण यूरोप और एशिया की संस्कृतियों मे तथाकथित सोलहवी सदी की कापर्निकस क्रान्ति तक चला। आधुनिक खगोलविदों ने पाया है कि ब्रह्मांड में अंतरिक्ष में कोई विशिष्ट केंद्र नहीं है।

1.8 सौ वर्ष लम्बी कापर्निकस क्रांति ने सूर्य को पृथ्वी को सौर मंडल के स्वीकृत केंद्र के रूप में बदल दिया

16 वीं शताब्दी में, कोपर्निकस ने हेलिओसेंट्रिक सिद्धांत के लिए दलीलें प्रस्तावित कीं, जिसमें सूर्य ब्रह्मांड का केंद्र था और पृथ्वी इसके चारों ओर चली गई। यद्यपि अब हम जानते हैं कि सूर्य ब्रह्मांड का केंद्र नहीं है, यह सौर मंडल का केंद्र है और उस समय कोपर्निकन हेलिओसेंट्रिज्म सिद्धांत क्रांतिकारी था, जो आधुनिक खगोल विज्ञान के विकास में योगदान देता था।

1.9 लगभग 400 वर्ष से पहले खगोलविदों ने पहली बार सुव्यवस्थित तरीके से एक दूरबीन का उपयोग करके खगोल विज्ञान संबन्धित अवलोकन किए

हालाँकि उन्होंने दूरबीन का आविष्कार नहीं किया था, लेकिन गैलीलियो वैज्ञानिक उद्देश्यों के लिए इसका उपयोग करने वाले पहले व्यक्ति थे। अपवर्तक दूरबीन के उनके सुधारों ने उन्हें शुक्र के चरणों और बृहस्पति के चार सबसे बड़े चंद्रमाओंजैसी खोजों के लिए प्रेरित किया, जिन्हें आज भी गैलीलियो के चंद्रमाओं के रूप में संदर्भित किया जाता है। उनकी खोजों ने ऐसे दमदार सबूत दिये जो ब्रह्मांड के हेलिओसेंट्रिक दृष्टिकोण का समर्थन करते थे।

1.10 ग्रह पृथ्वी आकार में लगभग गोलाकार है, और यह कई अलग-अलग तरीकों से सदियों से व्याख्यायित किया गया है

दुनिया के कई क्षेत्रों में कुछ शुरुआती संस्कृतियों ने पृथ्वी को ब्रह्मांड के उनके विवरण के हिस्से के रूप में एक सपाट तल या डिस्क के रूप में वर्णित किया है। यह विचार कि पृथ्वी एक गोला है, कुछ सहस्राब्दियों के आसपास रहा है और कई संस्कृतियों के वैश्विक विचारों का एक महत्वपूर्ण हिस्सा रहा है, जो 1000 साल से अधिक समय पहले प्रमुख प्रतिमान बन गया था। यह परीक्षण करने के लिए कई प्रयोग सिद्ध तरीके हैं कि पृथ्वी आकार में लगभग गोलाकार है (इसे तकनीकी रूप से एक चपटे गोलाकार के रूप में संदर्भित किया जाता है)। शुरुआती गणितीय तरीकों में से एक एरातोस्टेनेस द्वारा किया गया था, जिन्होंने प्राचीन मिस्र (तीसरी शताब्दी ईसा पूर्व) में विभिन्न स्थानों पर लाठी द्वारा बनाई गई छाया की लंबाई का विश्लेषण करके पृथ्वी की परिधि को मापा था।

2 हमारे दैनिक जीवन में खगोलीय घटनाओं का अनुभव किया जा सकता है

अलास्का के जंगलों में रात के आकाश में एक प्रभावशाली प्रकाश का नजारा – उत्तर ध्रुवीय प्रभा (नॉर्दर्न लाइट्स)।
क्रेडिट-जीन ब्यूफोर्ट (सार्वजनिक डोमेन चित्र)

2.1 हमें दिन और रात का अनुभव पृथ्वी के अपनी धुरी के चारों ओर घूमने के कारण होता है

पृथ्वी का जो भाग सूर्य के सामने होता है वहा दिन और उसके विपरीत वाला भाग रात अनुभव करता है। पृथ्वी को अपनी धुरी के चारों ओर घूमने में जो समय लगता है ताकि सूर्य आकाश में वापस उसी स्थान पर आ जाए, वह (सौर) दिन की अवधि को परिभाषित करता है, जो औसतन 24 घंटे होता है।

2.2 पृथ्वी एक वर्ष में सूर्य के चारों ओर घूमती है, इसके घूर्णन की धुरी के झुकाव के कारण हम मौसम का अनुभव करते हैं

पृथ्वी की घूर्णन धुरी सूर्य के चारों ओर उसके कक्षीय तल के लंबवत रेखा के सापेक्ष 23.4 डिग्री झुकी हुई है। इस कारण से, सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की परिक्रमा के दौरान, उत्तरी या दक्षिणी गोलार्ध सूर्य की ओर झुका रहता है, जबकि दूसरा गोलार्ध सूर्य से दूर रहता है। जिससे कि पहले वाली स्थिति में गर्मियों का अनुभव होता है, क्योंकि सूरज की रोशनी सीधे उसकी सतह पर पड़ती है और सूरज का आकाश में अधिक ऊंचाई तक पहुंचने के कारण दिन लंबे होते हैं। दूसरी ओर, सूर्य से दूर झुके होने के कारण दूसरे गोलार्ध में सूरज की रोशनी पृथ्वी की सतह पर एक अत्यधिक न्यून कोण पर गिरती है, जिससे यह एक बड़े क्षेत्र में फैल जाता है। दिन छोटे हो जाते हैं क्योंकि सूरज आकाश में कम ऊंचाई पर होता है।

2.3 हम चंद्रमा द्वारा एक चक्कर लगाने में उसके विभिन्न चरणों को देखते हैं

जब चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है, सूर्य और पृथ्वी के लिये इसकी सापेक्ष स्थिति बदलती है। चंद्रमा की सतह का क्षेत्र जो सूर्य के प्रकाश से प्रकाशित होता है, पृथ्वी से दिखने वाले विभिन्न चरणों को दर्शाता है-अमावस्या, बढता घटता न्यू मून, वैक्सिंग क्रिसेंट, पूर्णिमा और वानिंग क्रिसेंट को पूर्णिमा से पूर्णिमा से 29.53 दिन लगते हैं। जबकि चंद्रमा के चरण पृथ्वी पर किसी भी पर्यवेक्षक के लिए (कमोबेश) समान हैं, पर्यवेक्षक के गोलार्ध के आधार पर चंद्रमा का उन्मुखीकरण अलग-अलग होगा। उदाहरण के लिए, कुछ पर्यवेक्षक चंद्रमा के अर्धचंद्राकार को बाईं ओर खुला देख सकते हैं, जबकि अन्य, एक ही चरण का अवलोकन करते हैं, लेकिन एक अलग स्थान से, क्रिसेंट को दाईं ओर खुला देख सकते हैं।

2.4 सूर्य, पृथ्वी और चंद्रमा के विशेष प्रकार से सीध मे आने के कारण ग्रहण होते हैं

कभी-कभी, जब चंद्रमा सूर्य और पृथ्वी के ठीक बीचसे गुजरता है, तो चंद्रमा सूर्य से प्रकाश को अवरुद्ध कर देता है और पृथ्वी पर उसकी एक छाया पड़ने लगती है, जिससे एक सूर्य ग्रहण होता है। कभी-कभी, पृथ्वी सीधे सूर्य और चंद्रमा के बीच हो सकती है। उस स्थिति में, पृथ्वी चंद्रमा पर एक छाया डालती है,और एक चंद्र ग्रहण होता है। जब पिंड के केवल एक अंश पर ही अँधेरा हो तो आंशिक ग्रहण, और पूरे पिंड पर अँधेरा हो जाय तो पूर्ण ग्रहण होता है। एक चंद्र ग्रहण केवल पूर्णिमा पर होता है और, परिणामस्वरूप, केवल रात में देखा जा सकता है। पृथ्वी पर किसी भी स्थान पर, आप द्वारा एक सूर्य ग्रहण की तुलना में एक चंद्र ग्रहण देखने की अधिक संभावना होती हैं। सूर्य ग्रहण की तुलना में चंद्र ग्रहण अधिक समय तक रहते भी हैं।

2.5 पृथ्वी पर ज्वार सूर्य और चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण का एक परिणाम है

चंद्रमा, और कुछ हद तक सूर्य, पृथ्वी पर ज्वार उतपन्न करते हैं। पृथ्वी और विशेष रूप से इसके महासागरों पर, चंद्रमा और सूर्य के निकटतम की तरफ़ और उसके विपरीत दिशा मे दोनों तरफ, उभार होते हैं। जब पृथ्वी घूमती है, ये उभार तटरेखा तक पहुंच जाते हैं, जिससे वहां के जल स्तर वृद्धि होती है। जब सूर्य, पृथ्वी और चंद्रमा लगभग एक सीधी रेखा में होते हैं (पूर्णिमा पर और अमावस्या पर), तो हम उच्च वसंत ज्वार का अनुभव करते हैं। इसके विपरीत, जब सूर्य और चंद्रमा पृथ्वी के सापेक्ष एक दूसरे के समकोण पर होते हैं (पहली और तीसरी तिमाही चंद्रमा पर), हम कम नीप ज्वार का अनुभव करते हैं।

2.6 सूर्य का प्रकाश पृथ्वी पर अधिकांश जीवन रूपों के लिए आवश्यक है

सूर्य पृथ्वी पर जीवन रूपों द्वारा उपयोग की जाने वाली ऊर्जा का प्राथमिक स्रोत है। उदाहरण के लिए, पौधे सूर्य के प्रकाश का उपयोग करके प्रकाश संश्लेषण करते हैं, जिससे उनकी वृद्धि होती है और परिणामस्वरूप आणविक ऑक्सीजन का उत्पादन। उस ऑक्सीजन का उपयोग जानवरों द्वारा सांस लेने के लिए किया जाता है। ऐसा माना जाता है कि जब एक क्षुद्रग्रह पृथ्वी से टकराया, तो उसके परिणामस्वरूप वैश्विक पर्यावरण की तबाही हुई, जिससे उड़ने में असमर्थ डायनासोरों और पृथ्वी पर अधिकांश प्रजातियों का विलुप्त हो गयीं। इस टक्कर से उत्पन्न विस्फोट ने वायुमंडल में बड़ी माला में धूल फैला दी, जिसने सूर्य की रोशनी को अवरुद्ध कर दिया और लंबे समय तक चलने वाला प्रभाव शीत ऋतु का कारण बना। सूर्य की रोशनी हमारे शारीरिक और मानसिक स्वास्थ्य को भी प्रभावित करती है। सूर्य की रोशनी में रहने पर हमारी त्वचा विटामिन डी का उत्पादन करती है, जो हमारे शरीर की जैवरासायनिक प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। कुछ अध्ययनों में मानव अवसाद और सूर्य की रोशनी के संपर्क की कमी के बीच संबंध दिखाया गया है।

2.7 सूर्य से कण पृथ्वी की यात्रा करते हैं और ध्रुवीय प्रभा प्रभा (अरोरा)का कारण बनते हैं

एक सौर प्रस्फुटन के दौरान, सूर्य से आवेशित कण (मुख्य रूप से इलेक्ट्रॉनऔर प्रोटॉन) पृथ्वी की ओर 150 मिलियन किलोमीटर की यात्रा करते हैं। वे पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र मे उलझकर चुंबकीय ध्रुवों की ओर बहने लगते हैं, और वायुमंडल में कणों के साथ अंत:क्रिया करते हैं। इन कणों में से सबसे तेज सूर्य से पृथ्वी तक लगभग आधे घंटे में यात्रा कर सकते हैं; सबसे धीमे को लगभग पांच दिन लगते हैं। कभी-कभी, ये कण तूफान पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र में बाधा उत्पन्न कर देते हैं, जिससे उपग्रहों और बिजली ग्रिड को नुकसान पहुंचता है। अक्सर, सूर्य से कण पृथ्वी के वायुमंडल में ऑक्सीजन और नाइट्रोजन के साथ अंत:क्रिया करते हैं। यह अंत:क्रिया ध्रुवीय प्रभा (औरोरा) को जन्म देती है-यह अद्भुत प्रकाश उत्तरी गोलार्ध (उत्तर ध्रुवीय प्रभा या अरोरा बोरेलिस) और दक्षिणी गोलार्ध (दक्षिण ध्रुवीय प्रभा या अरोरा आस्ट्रेलिस) के चुंबकीय ध्रुवों के चारों ओर के रात के आकाश को रोशन करता है।

2.8 खगोलीय अनुसंधान के लिए विकसित की गयी प्रौद्योगिकी हमारे दैनिक जीवन का हिस्सा है

खगोलीय डेटा का अध्ययन करने के लिए उपयोग किए गए विश्लेषणात्मक उपकरण और तरीके अब उद्योग, चिकित्सा विज्ञान और हमारे दैनिक उपयोग की तकनीक में प्रयोग कर लिए गए हैं। मूल रूप से खगोलीय अनुसंधान के लिए विकसित किए गए संसूचक (डिटेक्टर) अब डिजिटल कैमरों में भी उपयोग किए जाते हैं, जैसे कि हमारे मोबाइल फोनों में। खगोलीय दूरबीनों के लिए विकसित किया गया विशेष कांच एलसीडी स्क्रीन और कंप्यूटर चिप्स के निर्माण में, साथ ही सिरेमिक स्टोवटॉप्स में भी उपयोग किया जाता है। खगोल विज्ञान और चिकित्सा के बीच ज्ञान का स्थानांतरण मैग्नेटिक रेजोनेंस इमेजिंग (एमआरआई) और कंप्यूटरीकृत टोमोग्राफी (कैट स्कैनर्स) जैसे अन्य उपकरणों के विकास में योगदान दिया है।

3 रात का आकाश प्रचुर और गतिशील है

इस लंबे समय से एक्सपोज़र फोटो में पृथ्वी के घूर्णन से उत्पन्न तारों के मार्ग को देखा जा सकता है, इसे चिली एंडीज में चजेनटोर पठार में लिया गया है। क्रेडिट-एस। ओटरोला/एसो

3.1 एक साफ़ और अंधेरी रात में हम अपनी आंखों से कई हजार तारों को देख सकते हैं

जब हम शहरों के प्रकाश प्रदूषण से बहुत दूर और एक अमावस्या के दौरान या जब चंद्रमा आकाश में नहीं होता है, रात के आकाश को ध्यान से देखते हैं, तो हम खाली आंखों से लगभग 4000 तारों को देख सकते हैं। वे सभी तारे जो बिना किसी सहायता के हम अपनी आंखों से देखते हैं हमारी गैलेक्सी (आकाशगंगा) से संबंधित होते हैं। यद्यपि दृश्य ब्रह्माण्ड मे खरबों गैलेक्सियाँ हैं और उन हर गैलेक्सियों में अरबों तारे हैं लेकिन वे तारे इतने दूर हैं और इसलिये हमारी आंखों के लिये इतने धुन्धले हैं कि उन्हे प्रकाश बिन्दु के रूप मे अलग अलग देखना संभव नही है। पृथ्वी पर हमारी स्थिति और निरीक्षण के समय के आधार पर, हमारे सौर मंडल के पांच सबसे उज्ज्वल ग्रह, आकाश गंगा की पट्टी, आकाश गंगा की दो उपग्रह गैलेक्सियाँ (बड़े और छोटे मैगेलैनिक बादल), और एंड्रोमेडा गैलेक्सी (एक बडी सर्पिल गैलेक्सी) भी नग्न आंखों से दिखाई देते है।

3.2 रात का आकाश हमें पृथ्वी पर उन्मुख होने और मार्गनिर्देशन करने में मदद कर सकता है

रात के आकाश को देखने से हम मुख्य दिशाओं को खोज पाते है। उत्तरी गोलार्ध में, उत्तर को खोजने का सबसे आसान तरीका ध्रुव तारे को तलाश करना है, जिसे नॉर्थ स्टार भी कहा जाता है, जो खगोलीय उत्तरी ध्रुव के बहुत करीब है। ध्रुव तारे को खोजने का सबसे आसान तरीका उरसा मेजर और उरसा माइनर के नक्षत्रों के माध्यम से है। दक्षिणी गोलार्ध में, सिग्मा ऑक्टेंटिस तारा, जो खगोलीय दक्षिण ध्रुव के सबसे निकटतम तारा है, आसानी से दिखाई नहीं देता है। हालांकि, दक्षिण को खोजने के लिए एक त्वरित विधि क्रूक्स नक्षत्र और सेंटोरस नक्षत्र के दो सबसे उज्ज्वल तारों का उपयोग करके है।

3.3 पृथ्वी का घूर्णन अक्ष हजारों वर्षों में डगमगाता (प्रीसेस करता) है

जब पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमती है, यह घूर्णन करते एक लट्टू के शीर्ष की तरह चलती है। इसके घूर्णन की धुरी की दिशा एक धीमी गति, लगभग 26,000 वर्षों की अवधि से, बदल जाती है। यह गतिविधि अक्ष को समय के साथ अलग-अलग दिशाओं में इंगित करने का कारण बनता है और परिणामस्वरूप, आकाशीय उत्तर और दक्षिण ध्रुव धीरे-धीरे समय के साथ स्थिति बदलते हैं। एक उदाहरण के रूप में, ध्रुव तारा अंततः उत्तर दिशा को इंगित करना बंद कर देगा, हालांकि उस समय पृथ्वी की धुरी की दिशा के आधार पर एक और तारा हो सकता है। यद्यपि वर्तमान में खगोलीय दक्षिण ध्रुव के पास कोई उज्ज्वल सितारा नहीं है, भविष्य में हमारे पास एक उचित दक्षिण तारा होगा!

3.4 केवल कुछ ही खगोलीय पिण्ड इतने उज्ज्वल हैं कि सूरज के क्षितिज से ऊपर होने पर भी खाली आखों से देखे जा सकते है

रात के आकाश मे दिखने वाले अधिकान्श पिण्ड इतने धुन्धले होते हैं कि तेज सूर्यालोकित आकाश में उन्हे देखना बहुत मुश्किल है। इसी तरह का प्रभाव रात में शहरों में होता है, जहां, प्रकाश प्रदूषण के कारण, हम कृत्रिम प्रकाश द्वारा आकाश के दीप्त हो जाने के कारण तारों का केवल एक छोटा सा अंश ही देख पाते हैं। केवल कुछ खगोलीय पिण्ड ही इतने उज्ज्वल होते हैं कि जब सूर्य क्षितिज के ऊपर होता है, तो उन्हे बिना किसी सहायता के आंखों से देखा जाना संभव होता है। अपने चरण के आधार पर, दिन में चंद्रमा को देखना संभव है। कुछ निश्चित समय पर, शुक्र को सुबह (मॉर्निंग स्टार), शाम (इवनिंग स्टार) में देखा जा सकता है, और यदि आप जानते हैं कि कहां देखना है, तो शुक्र दोपहर के आकाश में भी दिखाई देता है। अपवाद स्वरुप, एक विशेष रूप से उज्ज्वल धूमकेतु दिन में भी दिखाई दे सकता है।

3.5 पृथ्वी के घूर्णन के कारण आकाशीय पिण्ड पूर्व में उदय होते हैं और पश्चिम में अस्त होते हैं

पश्चिम से पूर्व की ओर अपनी धुरी के चारों ओर पृथ्वी के घूर्णन के कारण, उसकी सतह पर स्थित एक पर्यवेक्षक पूरे आकाश को विपरीत दिशा में, पूर्व से पश्चिम की ओर, हमारे ग्रह के चारों ओर घूमता हुआ देखता है। पृथ्वी के चारों ओर आकाश की इस स्पष्ट गति को दैनिक गति कहा जाता है। यही कारण है कि हम देखते हैं कि आकाशीय पिण्ड क्षितिज के पूर्वी आधे हिस्से से ऊपर उठते हैं, और पश्चिमी आधे हिस्से की ओर अस्त होते हैं।

3.6 हमारे वातावरण के कारण तारे टिमटिमाते हैं

जैसे ही किसी तारे का प्रकाश हमारे वायुमंडल में प्रवेश करता है और उसकी विभिन्न परतों से होकर गुजरता है, विभिन्न तापमान और घनत्व वाली परतों में बदलते अपवर्तन के कारण यह लगातार दिशा बदलता रहता है। परिणामस्वरूप, किसी तारे के प्रकाश की चमक और वह दिशा जिससे वह यहां पृथ्वी पर हम तक पहुंचता है, लगातार बदलती रहती है। इसी कारण से, पृथ्वी पर एक पर्यवेक्षक को तारे टिमटिमाते हुए प्रतीत होते हैं। ग्रहों के लिए, प्रभाव बहुत कम स्पष्ट (या बोधगम्य) है। इसका कारण यह है कि ग्रहों को वास्तव में छोटी डिस्क के रूप में देखा जा सकता है (उदाहरण के लिए दूरबीन का उपयोग करके आसानी से देखा जा सकता है)। दूसरी ओर, तारे हमें प्रकाश के छोटे बिंदुओं के रूप में दिखाई देते हैं, और क्योंकि सारा प्रकाश एक ही बिंदु से आ रहा है, यह अपवर्तन में परिवर्तन के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है।

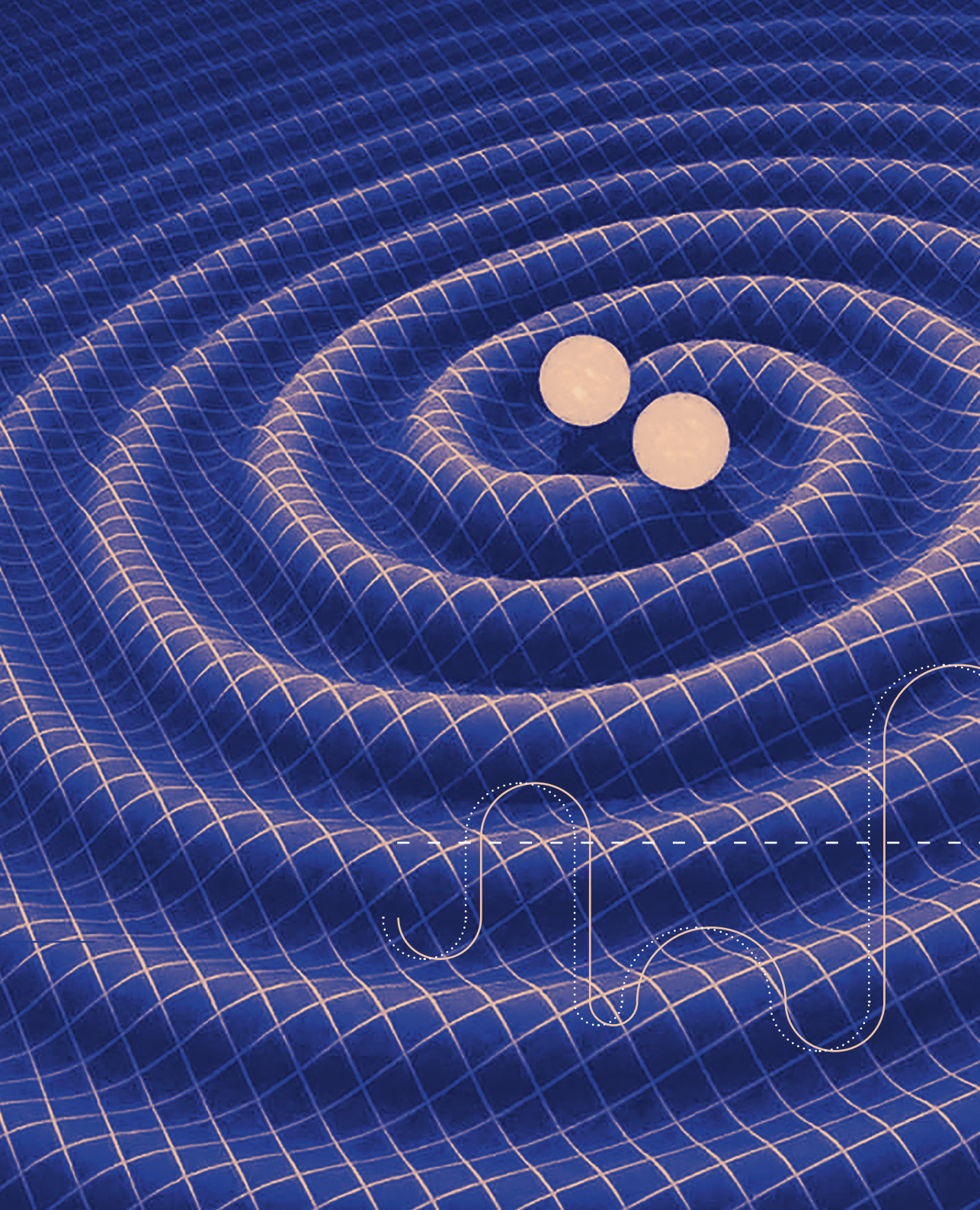
3.7 लाखों उल्का पिंड प्रतिदिन पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करते हैं

एक उल्का पिंड एक छोटी चट्टानी या धातु का पिण्ड है, जो रेत के एक दाने के आकार से लेकर एक मीटर तक होती है। जब यह पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करता है तो यह रैम दबाव से गर्म होता है, जो रात के आकाश में प्रकाश की एक लकीर बनाता है। इस घटनाओं को एक उल्का (या एक शूटिंग या गिरने वाला तारा) कहा जाता है। जब एक उल्का पृथ्वी के वायुमंडल और सतह पर भूमि के माध्यम से अपने मार्ग से बच जाता है, तो इसे उल्कापिंड कहा जाता है। यद्यपि पृथ्वी के वायुमंडल में लाखों उल्का दैनिक घटित होते हैं, लेकिन अधिकांश उल्का जो उत्पन्न होते हैं, वे जमीन तक पहुंचने से पहले गैस और धूल में बदल जाते हैं।

4

खगोल विज्ञान एक विज्ञान है जो ब्रह्मांड में खगोलीय पिण्डों और घटनाओं का अध्ययन करता है

न्यूट्रॉन तारे युग्मक द्वारा उत्पन्न गुरुत्वाकर्षण तरंगों के बारे में कलाकार की धारणा, विलय होने से पहले एक दूसरे की ओर सर्पिल गति करते हुए।
क्रेडिट-आर। हर्ट/कैलटेक-जेपीएल



4.1 प्रकाश (दूसरे प्रकार से विद्युत चुम्बकीय विकिरण के रूप में जाना जाता है) खगोलीय अनुसंधान के लिए सूचना का मुख्य स्रोत है

क्योंकि अधिकांश खगोलीय पिण्ड यात्रा करने के लिए बहुत दूर हैं, इसलिए हमें उनका अध्ययन करने के लिए इन पिण्डों के विद्युत चुम्बकीय विकिरण (प्रकाश) पर भरोसा करना चाहिए। विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के विभिन्न तरंग दैर्ध्य खगोलीय घटनाओं के विभिन्न प्रक्रिया और खगोलीय पिण्ड की प्रकृति के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं। आधुनिक खगोल विज्ञान में, ब्रह्मांड का अध्ययन मुख्य रूप से पूरे विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम का उपयोग करके किया जाता है-रेडियो, माइक्रोवेव, अवरक्त, दृश्यमान, पराबैंगनी, एक्स-रे और गामा-रे। यद्यपि आम बातचीत में प्रकाश केवल दृश्य प्रकाश को संदर्भित करता है, खगोल विज्ञान में प्रकाश का अर्थ विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम हो सकता है।

4.2 बड़े पैमाने पर, गुरुत्वाकर्षण ब्रह्मांड में प्रमुख अंतःक्रिया है

औसतन, खगोलीय पिण्ड आवेशित नही होते हैं। लम्बी दूरियो पर प्रमुख रूप से ये पिण्ड गुरुत्वाकर्षण के रूप मे अन्तः-क्रिया करते है। गुरुत्वाकर्षण ही है जो ग्रहों को सूर्य की परिक्रमा करता है, तारे गैलेक्सी सेंटरों की परिक्रमा करते हैं, और गोलाकार आकार में तारों के गर्म प्लाज्मा को एक साथ रखते हैं। अधिकांश खगोलीय घटनाओं को न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम का उपयोग करके वर्णित किया जा सकता है, लेकिन सबसे चरम स्थितियों में आइंस्टीन की सापेक्षता के सामान्य सिद्धांत एक सटीक विवरण प्रदान करने के लिए आवश्यक है।

4.3 गुरुत्वाकर्षण तरंगें और उपपरमाण्विक कण ब्रह्मांड का अध्ययन करने के नए तरीके प्रदान करते हैं

गुरुत्वाकर्षण तरंगों-दिक्काल में लहर-की भविष्यवाणी 20 वीं शताब्दी की शुरुआत में सापेक्षता के सामान्य सिद्धांत द्वारा की गई थी। इनके अस्तित्व का पहला स्पष्ट सुनिश्चित संसूचन 2015 मे हुआ, और वैज्ञानिक अब उन्हें ब्रह्मांड का अध्ययन करने के लिए एक नये श्रोत के रूप में उपयोग कर सकते हैं। गुरुत्वाकर्षण तरंगें शक्तिशाली गुरुत्वाकर्षण अंतःक्रिया द्वारा उत्पन्न होती हैं, जैसे कि दो बड़े ब्लैक होल्स या न्यूट्रॉन तारों का विलय। खगोलविद् हमारे सूर्य के आतंरिक भाग और ब्रह्मांड में कुछ सबसे ऊर्जावान प्रक्रियाओं के बारे में जानने के लिए न्यूट्रिनो, इलेक्ट्रॉन या प्रोटॉन जैसे विभिन्न प्रकार के उप-परमाणविक कणों का भी पता लगाते हैं।

4.4 खगोल विज्ञान वर्तमान सिद्धांतों के ढांचे में खगोलीय घटनाओं के लिए अवलोकन और सिमुलेशन से प्राप्त डेटा का उपयोग करता है

खगोलविद् खगोलीय पिण्डों, उनसे जुड़ी घटनाओं और उनके विकास का गणितीय मॉडल बनाते हैं। इन मॉडलों का ढांचा भौतिकी और रसायन विज्ञान के मौलिक सिद्धांतों पर आधारित होता है। कुछ मॉडलों में प्राथमिक गणितीय संबंध शामिल हैं, अधिक जटिल मॉडल संख्यात्मक सिमुलेशन का उपयोग करते हैं। सबसे परिष्कृत सिमुलेशन दुनिया के कुछ सबसे बड़े सुपर कंप्यूटर पर चलाए जाते हैं। दूरबीनों और संसूचकों के अवलोकन डेटा का उपयोग मॉडल का परीक्षण और परिष्कृत करने के लिए किया जाता है। अवलोकन संबंधी साक्ष्य और मॉडलों के बीच अंतःक्रिया खोज का एक महत्वपूर्ण पहलू है।

4.5 खगोलीय अनुसंधान विभिन्न क्षेत्रों के ज्ञान को जोड़ता है, जैसे कि भौतिकी, गणित, रसायन विज्ञान, भूविज्ञान और जीव विज्ञान

व्यावसायिक खगोलीय अनुसंधान गणित, भौतिकी, रसायन विज्ञान, इंजीनियरिंग, कंप्यूटर विज्ञान, साथ ही अन्य क्षेत्रों के ज्ञान को जोड़ता है। यह व्यापक दृष्टिकोण खगोलीय पिण्डों और घटनाओं की प्रकृति को प्रकट करने और मॉडलिंग करने के लिए आवश्यक साबित हुआ है। उदाहरण के लिए, तारों के अंदर होने वाली परमाणु प्रतिक्रियाओं को समझने के लिए, वैज्ञानिकों को परमाणु भौतिकी की आवश्यकता होती है; तारों के वायुमंडल में परिणामी तत्वों का पता लगाने के लिए, उन्हें रसायन विज्ञान की आवश्यकता होती है। दूरबीनों और संसूचकों के निर्माण के लिए इंजीनियरिंग आवश्यक है, और इन उपकरणों द्वारा प्रदान किए गए डेटा का विश्लेषण करने के लिए कस्टम सॉफ्टवेयर का विकास महत्वपूर्ण है।

4.6 खगोल विज्ञान कई विशेषज्ञता क्षेत्रों में विभाजित है

चूंकि खगोलीय पिण्डों और घटनाओं के एक अच्छे निरूपण के लिए अन्य वैज्ञानिक क्षेत्रों के ठोस ज्ञान की आवश्यकता होती है, आधुनिक खगोल विज्ञान को आमतौर पर संबोधित मुख्य विषयों के अनुसार कई विशेषज्ञता क्षेत्रों में विभाजित किया जाता है। इनमें से कुछ विशिष्टताओं में शामिल हैं-जैविक खगोलिकी, ब्रह्माण्ड विज्ञान, प्रेक्षणीय खगोल विज्ञान, रसायन खगोलिकी और ग्रह विज्ञान। खगोलविद भी एक विशेष प्रकार के पिण्ड, जैसे कि सफेद बौने तारों का अध्ययन करने की एक विशेषता चुन सकते हैं। खगोल विज्ञान के अंतर्गत भौतिकी विज्ञान की महत्वपूर्ण भूमिका को देखते हुए, खगोल भौतिकी और खगोल विज्ञान शब्द का उपयोग परस्पर अदल बदल के किया जाता है।

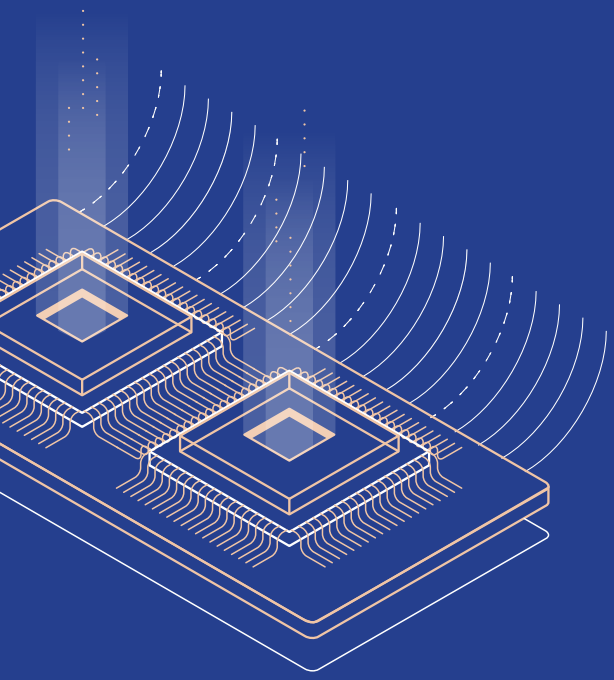
4.7 खगोल विज्ञान में समय और दूरी की माप अपने दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले माप की तुलना में बहुत बड़े होते हैं

चंद्रमा लगभग 384,400 किलोमीटर की दूरी पर पृथ्वी की निकटतम खगोलीय वस्तु है। हमारे सूर्य का व्यास 13 लाख 90 हज़ार किलोमीटर है, जो लगभग 1989 हजार ट्रिलियन ट्रिलियन किलोग्राम का द्रव्यमान है, और यह लगभग 15 करोड़ किलोमीटर (जो खगोलीय इकाई, एयू को परिभाषित करता है) की दूरी पर पृथ्वी का निकटतम तारा है। सूर्य के सबसे करीब का तारा प्रॉक्सिमा सेंटौरी है जो लगभग 4.25 प्रकाश-वर्ष दूर है। एक प्रकाश-वर्ष वह दूरी है जो एक वर्ष में प्रकाश (एक निर्वात में) यात्रा करती है, जो सिर्फ 9 लाख करोड़ किलोमीटर से थोड़ा अधिक है। हमारी आकाशगंगा का व्यास 100,000 से 120,000 प्रकाश वर्ष है और अन्य गैलेक्सियाँ अरबों प्रकाश वर्ष हो सकती हैं। खगोल विज्ञान में इकाइयाँ हमारी कल्पना से कहीं अधिक बड़ी होती हैं। खगोलीय समय के पैमाने लंबे होते हैं और लाखों या अरबों वर्षों की आयु आम है।

4.8 स्पेक्ट्रोस्कोपी एक महत्वपूर्ण तकनीक है जो हमें दूर से ब्रह्मांड की जांच करने योग्य बनाती है

खगोलीय पिण्डों की कई विशेषताओं को केवल उनके स्पेक्ट्रम का अध्ययन करके ही जाना जा सकता है-इंद्रधनुष की तरह उनके प्रकाश का अनेक रंगों के प्रकाश में अपघटन, जिसमे से प्रत्येक रंग अलग तरंग दैर्ध्य के द्वारा जाना जाता है। इन पिण्डों से एकत्रित प्रकाश का विश्लेषण करके, खगोलविद उनकी मौलिक रचना, तापमान, दबाव, चुंबकीय क्षेत्र जैसे अन्य विशेषताओं का विवरण निर्धारित कर सकते हैं।

5 खगोल विज्ञान प्रौद्योगिकी विकास से लाभान्वित होता हैं और उसे प्रेरित करता है



चिली एंडीज में काफी ऊंचाई पर स्थित बहुत बड़े टेलीस्कोप (वीएलटी) का निर्माण करने वाले चार 8 एम-क्लास टेलीस्कोप में से दो।
क्रेडिट-ईएसओ/पी। होरालेक

5.1 दूरबीन और संसूचक खगोल विज्ञान के अध्ययन के लिए महत्वपूर्ण हैं

चूंकि विद्युत चुम्बकीय तरंगें खगोल विज्ञान में जानकारी का मुख्य स्रोत हैं, इसलिए जब इन तरंगों को इकट्ठा करने और विश्लेषण करने की बात आती है दूरबीन और संसूचक एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। बड़े दूरबीन अधिक प्रकाश एकत्र करते हैं, जिससे खगोलविद् बहुत धुंदले पिण्डों की पहचान और उनका विश्लेषण कर पाते हैं। बड़े दूरबीनों की विभेदन क्षमता भी अधिक होती है, जिससे खगोलविद् अपनी लक्षित वस्तुओं का बारीकी से अध्ययन कर पाते है। जबकि शुरुआती खगोलीय प्रेक्षण सीधे एक दूरबीन के माध्यम से किये गए थे, लेकिन आज खगोलविद् संसूचकों की सहायता से कई अलग-अलग तरंग दैर्ध्य पर अपने प्रेक्षणों को निष्पक्ष रूप से आलेखित कर पाते हैं।

5.2 कुछ दूरबीनों को एक बड़े दूरबीन के रूप में कार्य करने के लिए एक साथ जोड़ा जा सकता है

खगोलविद् इंटरफेरोमेट्री नामक एक तकनीक के माध्यम से कई दूरबीनों को एक साथ जोड़कर उन्हे एक बड़े दूरबीन के रूप में उपयोग मे ला सकते हैं। संयुक्त उपकरणों की विभेदन क्षमता एक ऐसे एकल दूरबीन के बराबर होगा, जिसका व्यास परस्पर जुड़े दूरबीनों मे से किसी भी दो सर्वाधिक दूरी पर स्थित दूरबीनों के बीच की दुरी के बराबर होगा। यह खगोलविदों को खगोलीय पिण्डों के छोटे और बारीक़ विवरणों को देखने के साथ-साथ अलग-अलग पिण्डों, जैसे कि एक तारे और इसके ग्रह प्रणाली के बीच अंतर करने के लायक बनाता है।

5.3 खगोलीय वेधशालाएं पृथ्वी और अंतरिक्ष में स्थित हैं

पृथ्वी का वायुमंडल अधिकांश विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम से विकिरण को अवशोषित करता है। यह दृश्य प्रकाश, कुछ पराबैंगनी और अवरक्त, और शॉर्टवेव रेडियो के लिए पारदर्शी है, लेकिन ज्यादातर के लिये अपारदर्शी। अधिकांश पराबैंगनी बैंड और इन्फ्रारेड लाइट के बड़े हिस्से, साथ ही एक्स-रे, वातावरण में प्रवेश नहीं कर सकते हैं। अतः अधिकांश दूरबीन जो दृश्य, रेडियो और अन्य तरंग दैर्ध्य बैंड की एक छोटी संख्या के अलावा अन्य प्रकाश एकत्र करते हैं, उन्हें अंतरिक्ष में रखना पडता है। यद्यपि दृश्य प्रकाश सतह से देखा जा सकता है, पृथ्वी का वायुमंडल छवियोंकी गुणवत्ता को प्रभावित करती है, इसलिए कुछ दृश्य प्रकाश की दूरबीनों को भी अंतरिक्ष में स्थापित किया गया है।

5.4 पृथ्वी-आधारित खगोलीय वेधशालाएं अक्सर दुनिया भर के दूरदराज के क्षेत्रों में स्थित होती हैं

काफी ऊंचाई वाले पृथ्वी के कुछ स्थान प्रकाश प्रदूषण की अनुपस्थिति, और कुछ तरंग दैर्ध्य के लिए वायुमंडल की पारदर्शिता के कारण अवलोकन की बेहतरीन स्थिति प्रदान करते हैं।ये स्थान आमतौर पर प्रतिकूल, बड़ी मानव बस्तियों से दूर होते हैं जहां पहुँच पाना अक्सर कठिन होता है। खगोलविद् या तो अपने प्रेक्षणों के लिए उन स्थानों की यात्रा करते हैं, अनुभवी स्थानीय दूरबीन ऑपरेटरों को उनके लिए बाहर ले जाने की अनुमति देते हैं, या रोबोट दूरबीनों का उपयोग करते हैं जो दूर से संचालित होते हैं।

5.5 खगोल विज्ञान आज वृहद् विज्ञान और वृहद डेटा का हिस्सा है

खगोलीय सर्वेक्षणों ने बड़ी मात्रा में डेटा का उत्पादन शुरू कर दिया है, और यह आने वाले वर्षों में बहुत अधिक बढ़ जाएगा। इस विकास को वृहद डेटा खगोल विज्ञान (बिग डेटा एस्ट्रोनॉमी) कहा जाता है, जहां ध्यान इन आंकड़ों को संग्रहीत करने, वितरित करने और विश्लेषण करने के लिए नए प्रकार के तरीकों को खोजने पर है। इस जरुरत ने मनुष्यों की स्वरूप पहचानने की तीव्र क्षमता का लाभ उठाने के लिए विभिन्न नागरिक विज्ञान परियोजनाओं के विकास को प्रेरित किया है। दूसरी ओर, आधुनिक दूरबीन और उपकरण महंगे हैं, और उनके निर्माण के लिए विभिन्न प्रकार के तकनीकी कौशल की आवश्यकता होती है। वृहद विज्ञान के इस युग में, वे आमतौर पर अंतरराष्ट्रीय संगठनों या कंसोर्टिया द्वारा निर्मित होते हैं, जिसमें विभिन्न देशों के कई खगोलीय संस्थान शामिल होते हैं।

5.6 खगोल विज्ञान में जटिल सिमुलेशन और विशाल डेटा होने के कारण इसे शक्तिशाली सुपर कंप्यूटर के विकास की आवश्यकता होती है

सिमुलेशन और अवलोकन दोनों से प्राप्त बड़ी मात्रा में डेटा के प्रसंस्करण के लिए ऐसे कंप्यूटर की आवश्यकता होती है जो कम समय में जटिल सिमुलेशन करने में सक्षम हों। वर्तमान सुपरकंप्यूटर प्रति सेकंड कुछ सौ क्वाड्रिलियन गणनाएँ कर सकते हैं। ये सुपर कंप्यूटर खगोलविदों को अनुरूपित ब्रह्मांड बनाने और बड़े पैमाने के सर्वेक्षणों के अवलोकनों के साथ उनकी तुलना करने लायक बनाते हैं।

5.7 खगोल विज्ञान अंतर्राष्ट्रीय दल वाला एक वैश्विक विज्ञान है, और जहां डेटा और प्रकाशन स्वतंत्र रूप से साझा किए जाते हैं

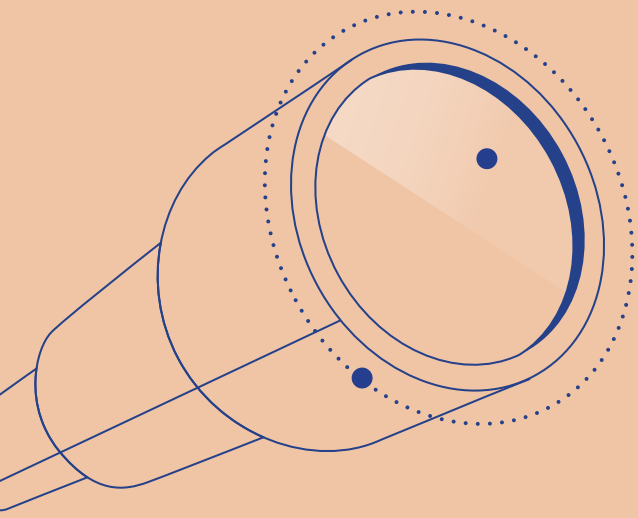
अधिकांश पेशेवर वेधशालाओं से उपलब्ध डेटा सार्वजनिक रूप से उपलब्ध है। अपने करियर के दौरान, खगोलविद आमतौर पर विभिन्न देशों में काम करेंगे। दूरबीनों और उपकरणों के निर्माण से लेकर समन्वित अवलोकन अभियानों तक बड़ी खगोलीय परियोजनाएं, अक्सर विभिन्न देशों के शोधकर्ताओं और संस्थानों के बीच सहयोग में किए जाते हैं। खगोल विज्ञान वैश्विक और अंतर्राष्ट्रीय है। हम सभी एक आकाश के नीचे अंतरिक्ष यान पृथ्वी के चालक दल के सदस्य हैं, जो ब्रह्मांड की खोज में लगे हैं।

5.8 सौर प्रणाली का अध्ययन करने के लिए अंतरिक्ष में कई अंतरिक्ष यान प्रक्षेपित किए गए हैं

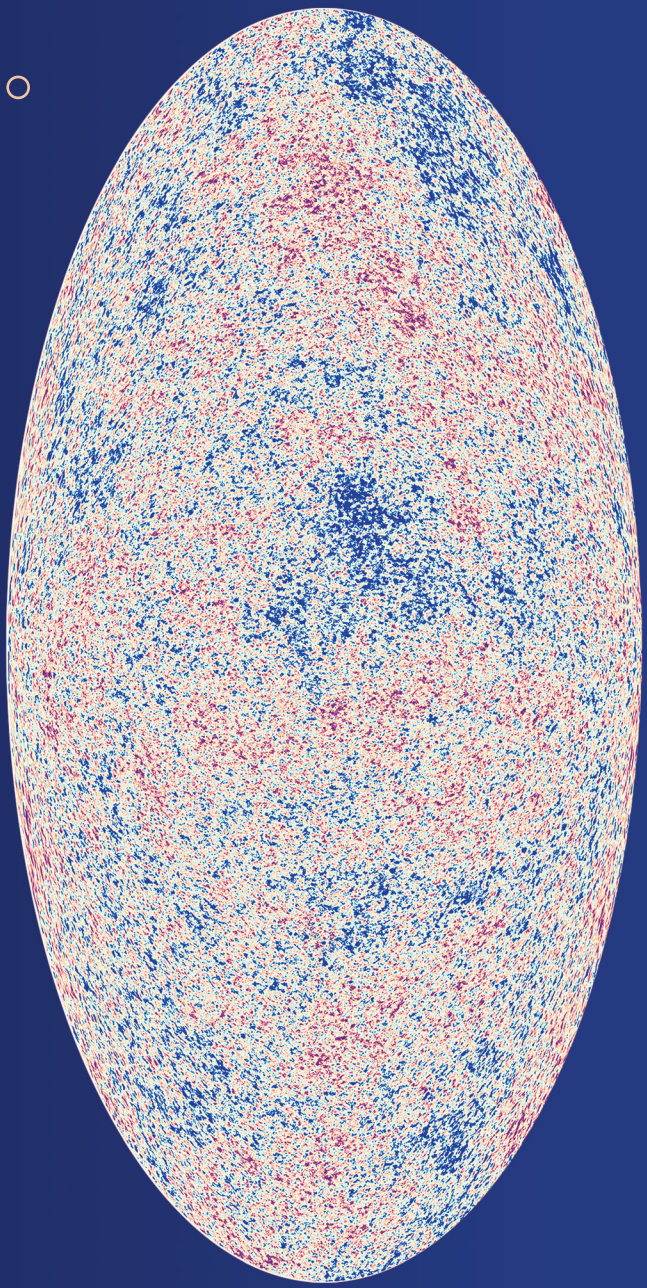
ब्रह्मांड में हमारी जगह के बारे में अधिक पता लगाने और जानने के लिए, हम पूरे सौर मंडल में रोबोटिक जांच भेज रहे हैं। इन जांचों में से कुछ ग्रहों, चंद्रमा, या यहां तक कि क्षुद्रग्रहों की, परिक्रमा करते हैं, जबकि अन्य ऐसे पिण्डों पर उतरे हैं। सौर मंडल के कुछ स्थानों में जहां रोबोटिक जांच द्वारा यात्रा(लैंडिंग, कक्षा या फ्लाई-बाय) की गयी है वे हैं सभी ग्रह, बौने ग्रह प्लूटो और सेरेस, हमारे चंद्रमा और बृहस्पति और शनि के अन्य चंद्रमा, धूमकेतु और क्षुद्रग्रह।

6

ब्रह्माण्ड विज्ञान (कॉस्मोलॉजी) ब्रह्माण्ड को एक इकाई मानकर अन्वेषण करने का विज्ञान है



कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (सीएमबी) विकिरण की एक छवि, जब ब्रह्मांड 380,000 साल पुराना था उस समय के अवशेष। क्रेडिट-ईएसए और प्लैंक सहयोग



6.1 ब्रह्मांड 13 अरब वर्ष से अधिक पुराना है

आधुनिक प्रेक्षणों और ब्रह्माण्ड के प्रारंभिक विकास के अत्याधुनिक कॉस्मोलॉजिकल मॉडल के अनुसार ब्रह्माण्ड की अनुमानित आयु लगभग 13 अरब 80 करोड़ वर्ष है।ब्रह्माण्ड विज्ञान एक शोध क्षेत्र है जो ब्रह्मांड के संरचना और विकास का अध्ययन करता है।

6.2 ब्रह्मांड बड़े पैमाने पर समरूप और समदैशिक है

सबसे बड़े पैमाने (लगभग 30 करोड़ प्रकाश वर्षसे अधिक) पर, ब्रह्मांड में पदार्थ समान रूप से वितरित प्रतीत होता है। इस लगभग समान घनत्व और संरचना के कारण, ब्रह्मांड किसी भी स्थान पर समान दिखता है (अर्थात समरूप) और हर दिशा में समान दिखता है (अर्थात समदैशिक)।

6.3 हम हमेशा अतीत का अवलोकन करते हैं

प्रकाश की सीमित गति के कारण, हम कभी भी वस्तुओं का वह स्वरुप नहीं देखते जैसा कि वे अब हैं, बल्कि हमेशा वह स्वरुप देखते हैं जैसा कि वे अतीत में थे। हम केवल उस सूरज को देख सकते हैं जो वह लगभग आठ मिनट पहले था, क्योंकि सूर्य से प्रकाश को हम तक पहुंचने में लगभग आठ मिनट लगते हैं। हम जिस एंड्रोमेडा गैलेक्सी को देखते हैं वह लगभग 25 लाख साल पहले का है, क्योंकि उस गैलेक्सी के प्रकाश को पृथ्वी पर पहुंचने के लिए इतना समय लग जाता है। इस तरह, खगोलविद हमेशा अतीत का अवलोकन करते हैं, यहां तक कि 13 अरब 80 करोड़ साल पहले तक।इस प्रकार विभिन्न दूरियों पर खगोलीय पिण्डों का अवलोकन हमें ब्रह्मांडीय इतिहास का एक विशेष अंश प्रदान करता है। चूंकि औसतन, ब्रह्मांड में हर जगह समान गुण होते हैं, यह विशेष अंश हमारे अपने इतिहास के रूप में मूल्यवान संकेत प्रदान करता है।

6.4 हम सम्पूर्ण ब्रह्मांड के केवल एक अंश का ही प्रत्यक्ष रूप से निरीक्षण कर सकते हैं

चूंकि प्रकाश एक सीमित गति से अंतरिक्ष में यात्रा करता है, इसलिए ब्रह्मांड के ऐसे सुदूर क्षेत्र हैं जिन्हें हम अभी तक नहीं देख पाए हैं। इसका कारण यह है कि उन क्षेत्रों से निकला प्रकाश अभी हमारे संसूचकों तक नहीं पहुंच सका है। हम केवल उन पिण्डों को देख सकते हैं जो एक निश्चित खण्ड के अंदर स्थित हैं, जिसे अवलोकन करने योग्य ब्रह्मांड कहा जाता है, इसमें उन सभी पिण्डों को शामिल किया जाता हैं, जिनसे निकला प्रकाश हम तक पहुंच चुका है। इसमें विशेष रुचि उस क्षेत्र की सीमा के निकट सुदूर के पिण्डों में हैं। वे हमें उस रूप में दिखाई देते हैं जो वे थे जब ब्रह्मांड अभी शुरू हुआ था।

6.5 ब्रह्मांड मुख्य रूप से अदृश्य ऊर्जा और अदृश्य पदार्थ से बना है

तारे, जिस हवा में हम सांस लेते हैं, हमारे शरीर और हमारे आसपास जो कुछ भी हम देखते हैं, उनमें परमाणु होते हैं, जो स्वयं प्रोटॉन, न्यूट्रॉन और इलेक्ट्रॉनों से बने होते हैं। यह तथाकथित बैरयोनिक पदार्थ ही वह है जिसके माध्यम से हम आम जीवन में संपर्क साधते हैं। अवलोकन संबंधी साक्ष्य बताते हैं कि यह ब्रह्मांड की कुल संरचना का केवल 5% का प्रतिनिधित्व करता है। वास्तव में, ब्रह्मांड मुख्य रूप से ऊर्जा के एक अज्ञात स्वरुप जिसे अदृश्य ऊर्जा (लगभग 68%), और अदृश्य पदार्थ (लगभग 27%) नामक पदार्थ के एक असामान्य रूप से बना होता है। इस तथाकथित अदृश्य ऊर्जा और अदृश्य पदार्थ की प्रकृति अनुसंधान का एक सक्रिय क्षेत्र है, विशेष रूप से बैरयोनिक पदार्थ पर उनके प्रभाव के अवलोकन के माध्यम से।

6.6 ब्रह्मांड त्वरित दर से फ़ैल रहा है

अवलोकन संबंधी साक्ष्य से पता चलता है कि ब्रह्मांड एक त्वरित दर से फ़ैल रहा है, जिसके लिए अदृश्य ऊर्जा को जिम्मेदार ठहराया जाता है। जैसे-जैसे ब्रह्मांड बड़े पैमाने पर एक व्यवस्थित तरीके से फैलता है,गैलेक्सियों के समूह एक दूसरे से दूर होते जाते हैं। आधुनिक मॉडलों में, गैलेक्सी समूहों के बीच की दूरी एक ही सार्वभौमिक पैमाने के कारक के अनुपात में बढ़ती हैं। अवलोकन संबंधी डेटा से पता चलता है कि कोई गैलेक्सी हमसे जितनी अधिक दूर है, उतनी ही तेजी से वह हमसे दूर होती जाती है (हबल-लेमाले नियम)। अन्य गैलेक्सियों के काल्पनिक पर्यवेक्षकों को भी ऐसा ही लगेगा। परिसीमित निकाय, जैसे गैलेक्सियों के समूह, और अपने स्वयं के गुरुत्वाकर्षण से बंधे गैलेक्सियों के झुण्ड, या स्वयं गैलेक्सियाँ, इस ब्रह्मांडीय विस्तार से प्रभावित नहीं होती हैं। गैलेक्सी समूहों और झुंडों के भीतर, व्यक्तिगत गैलेक्सियाँ एक-दूसरे की परिक्रमा कर सकती हैं, या वे एक दूसरे के साथ टकराव के पथ पर हो सकती हैं। बाद वाली बात अपनी आकाश गंगा और एंड्रोमेडा गैलेक्सी के लिए सच है।

6.7 अंतरिक्ष के विस्तार के कारण सुदूर गैलेक्सियों का प्रकाश अभिरक्त विस्थापित (रेड शिफ्ट) हो जाता है

ब्रह्मांडीय विस्तार ब्रह्मांड में प्रकाश के गुणों को प्रभावित करता है। सुदूर गैलेक्सियों से हम तक पहुँचने वाला प्रकाश अधिक दूरियों के साथ और अधिक अभिरक्त विस्थापित होता जाता है। इस ब्रह्माण्ड संबंधी अभिरक्त विस्थापन के कारक को सीधे ब्रह्मांडीय पैमाने प्रकाश की तरंग दैर्ध्य में वृद्धि (लंबी तरंग दैर्ध्य के रूप में विस्तार) के संदर्भ में समझा जा सकता है। यही कारण है कि दूर की गैलेक्सियों को केवल अवरक्त या रेडियो बैंड में देखा जा सकता है, और क्यों ज्यादातर कॉस्मिक माइक्रोवेव विकिरण हमारे पास माइक्रोवेव में पहुंचता है।

6.8 प्रकृति के नियम (जैसे गुरुत्वाकर्षण) जो हम पृथ्वी पर अध्ययन करते हैं, पूरे ब्रह्मांड में उसी तरह से काम करते प्रतीत होते है

यह देखने के लिए कई प्रयोग किए गए हैं कि क्या भौतिकी के नियम, जैसे कि गुरुत्वाकर्षण, ऊष्मागतिकी और विद्युत् चुंबकत्व को नियंत्रित करने वाले नियम, पृथ्वी पर और सुदूर ब्रह्मांड में एक समान हैं। अब तक, ऐसे सभी परीक्षणों से संकेत मिलता है कि भौतिकी के मूलभूत नियम पूरे ब्रह्मांड में लागू होते हैं।

6.9 ब्रह्मांड बड़े पैमाने पर तंतु, चादर और रिक्त स्थान (फिलामेंट्स, शीट और वॉयड्स) से मिलकर बना है

ब्रह्मांड के बड़े अभिरक्त विस्थापन सर्वेक्षणों से पता चला है कि कुछ करोड़ प्रकाश वर्ष आकर के बड़े पैमाने पर, ब्रह्मांड एक तीन-आयामी, स्पंज-जैसे तन्तुओं के जाल और रिक्त स्थान जैसा दिखता है, जिसे खगोलविद ब्रह्मांडीय जाल (कॉस्मिक वेब) कहते हैं। तन्तुओं और चादर में लाखों गैलेक्सियाँ होती हैं। ये बड़े पैमाने की संरचनाएं सैकड़ों लाखों प्रकाश-वर्ष तक फैली हुई होती हैं और आमतौर पर दसियों लाख प्रकाश-वर्ष मोटी होती हैं। तन्तु और चादर रिक्त स्थान के चारों ओर सीमाएँ बनाते हैं, जो व्यास में दस करोड़ प्रकाश वर्ष के दर्जे के होते हैं, और इनमें बहुत कम गैलेक्सियाँ होती हैं।

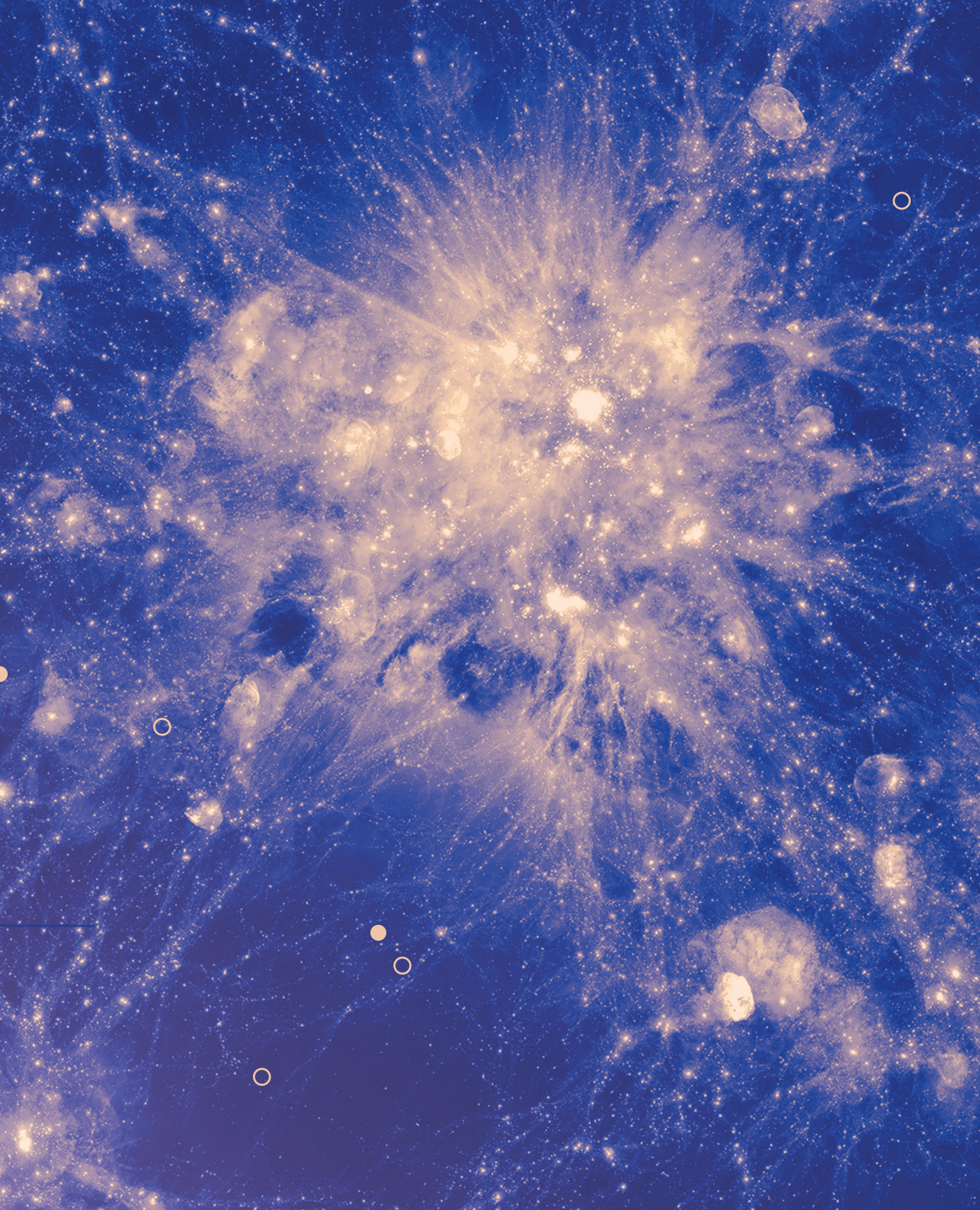
6.10 ब्रह्मांडीय माइक्रोवेव पृष्ठभूमि हमें प्रारंभिक ब्रह्मांड की खोज करने लायक बनाता है

ब्रह्मांड में सबसे दूर के क्षेत्रों से निकलने वाला प्राचीनतम विद्युत् चुम्बकीय विकिरण जिसे हम देख सकते हैं, ब्रह्मांडीय माइक्रोवेव पृष्ठभूमि विकिरण है। यह गर्म और घने शुरुआती ब्रह्मांड से मुक्त हुआ अवशेष है, जो उस समय की जानकारी के साथ उपलब्ध है जब ब्रह्मांड लगभग 380,000 साल पुराना था। ब्रह्मांडीय माइक्रोवेव पृष्ठभूमि हमें एक पूरे के रूप में ब्रह्मांड की प्रमुख विशेषताओं जैसे अदृश्य पदार्थ की मात्रा, बैरयोनिक पदार्थ और अदृश्य ऊर्जा, ब्रह्मांड की ज्यामिति और इसकी वर्तमान विस्तार की दर को मापने की अनुमति देती है। ब्रह्मांडीय माइक्रोवेव पृष्ठभूमि से पता चलता है कि ब्रह्मांड लगभग समदिश है और इस प्रकार यह समरूपता के लिए भी अप्रत्यक्ष साक्ष्य प्रदान करता है।

6.11 ब्रह्मांड के विकास को बिग बैंग मॉडल द्वारा समझाया जा सकता है

अब तक के उपलब्ध सर्वोत्तम साक्ष्यों के अनुसार, हमारे आस-पास दिखने वाला सारा द्रव्यमान और ऊर्जा 13 अरब वर्ष पहले एक परमाणु से भी छोटे आयतन में समाहित थे। ब्रह्मांड ने इस अत्यधिक उच्च घनत्व और तापमान वाले चरण (बिग बैंग चरण) से अपनी वर्तमान स्थिति तक विस्तार किया। विस्तृत होते ब्रह्मांड का वर्णन करने वाले मॉडलों को लैम्ब्डा सी डी एम कहा जाता है (जहां लैम्ब्डा ब्रह्मांड के अदृश्य ऊर्जा घटक के लिए है, और सीडीएम ठंडे अदृश्य पदार्थ के लिए है)। बिग बैंग चरण, अपने नाम के बावजूद, एक विस्फोट नहीं था, जहां पदार्थ पहले से मौजूदा खाली जगह में फ़ैल गया। सभी उपलब्ध स्थान शुरू से ही पदार्थ से भरे थे और जैसे-जैसे अंतरिक्ष फैलता गया, औसत पदार्थ घनत्व तब से कम होता गया है। जब से गैलेक्सियों का निर्माण हुआ है, उनके बीच औसत दूरी लगातार बढ़ रही है। बिग बैंग मॉडल हमारे वर्तमान ब्रह्मांड के बारे में कई परीक्षणयोग्य भविष्यवाणियां करता है, जिनमें से अधिकांश की पुष्टि डेटा का उपयोग करके हो गई है।

एक बड़े पैमाने पर ब्रह्मांडीय सिमुलेशन, ब्रह्मांड के एक खंड के विकास को दर्शाता है, जहां अदृश्य पदार्थ का घनत्व गैस के वेग के साथ जुड़ा हुआ है
क्रेडिट-द इलस्ट्रिस सहयोग



7

हम सौर मंडल के अंतर्गत एक छोटे से ग्रह पर रहते हैं

ट्रैपिस्ट-1 नामक एक तारे की परिक्रमा करने वाले कुछ एक्सोप्लैनेट्स की कलात्मक चित्रण, जिसमें कम से कम, सात पृथ्वी-आकार के चट्टानी ग्रह इसकी कक्षा में हैं।
क्रेडिट-ईएसओ/एम। कोर्नमेसर

7.1 सौर प्रणाली का निर्माण लगभग 4.6 अरब वर्ष पहले हुआ था

उल्कापिंडों के रेडियोधर्मी डेटिंग ने हमें सौर मंडल की उम्र निर्धारित करने में सहायता की। यह उम्र चन्द्रमा की चट्टानों के नमूनों और पृथ्वी की सतह पर पाई जाने वाली सबसे पुरानी चट्टानों की डेटिंग के अनुरूप है।

7.2 सौर मंडल सूर्य, ग्रहों, बौने ग्रहों, चंद्रमाओं, धूमकेतुओं, क्षुद्रग्रहों, और उल्काओं से बना है

हमारा सौर मंडल एक केंद्रीय तारा जिसे हम सूर्य कहते हैं और इसके गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव वाली कक्षा में स्थित प्रत्येक पिण्ड से मिलकर बना है। इन पिण्डों में ग्रह और उनके प्राकृतिक उपग्रह, बौना ग्रह, क्षुद्रग्रह, उल्कापिंड और धूमकेतु शामिल हैं। सूर्य सौर मंडल के कुल द्रव्यमान के 99.87% से अधिक के लिए उत्तरदायी है

7.3 सौर मंडल में आठ ग्रह हैं

2006 के अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ संकल्प के अनुसार, किसी पिण्ड को एक ग्रह होने के लिए उसे तीन मानदंडों को पूरा करना होगा। पहला यह है कि उसे सूर्य की परिक्रमा करनी चाहिए। दूसरा यह है कि एक ग्रह के पास गुरुत्वाकर्षण के लिए पर्याप्त द्रव्यमान होना चाहिए ताकि इसे एक लगभग गोलाकार आकार में बदला जा सके, और अंत में, इसका गुरुत्वाकर्षण प्रभाव इतना होना चाहिए कि इसके आस पास की कक्षा में अन्य पिण्ड ना रह जाएं। ऐसे पिण्ड जो चंद्रमा नहीं हैं और पहले दो नियमों का पालन करते हैं, लेकिन तीसरी का नहीं, को बौना ग्रह कहा जाता है। सूर्य से गड़ना करने पर हमारे सौर मंडल में ग्रह इस प्रकार हैं, बुद्ध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण (यूरेनस) और वरुण (नेपच्यून)।

7.4 सौर मंडल में कई बौने ग्रह हैं

सभी बौने ग्रह पृथ्वी के चंद्रमा से छोटे हैं, जिसका व्यास लगभग 3474 किलोमीटर है। प्लूटो,वर्तमान में बौने ग्रहों का सबसे बड़ा है, इसके बाद एरिस, ह्यूमिया, मकेमेक और सेरेस हैं। इन में से प्रत्येक पिण्ड बर्फीली सतह वाला, ठोस और समान संरचनाओं वाला है। सेरेस मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच स्थित है, जबकि अन्य चार बौने ग्रहों को वरुण की कक्षा से परे, एडगेवर्थ-कुइपर बेल्ट में पाया जा सकता है।

7.5 ग्रहों को स्थलीय (चट्टानी) ग्रहों और गैस दिग्गजों में विभाजित किया गया है

सूर्य के निकटतम चार ग्रहों को स्थलीय ग्रह कहा जाता है। इन सभी ग्रहों में एक ठोस सतह होती है और वे ज्यादातर चट्टान से बनी होती हैं। बुध पर कोई वायुमंडल नहीं है, लेकिन पृथ्वी की तुलना में, शुक्र पर सबसे सघन वायुमंडल है और मंगल पर सबसे विरल वायुमंडल है। छोटे आंतरिक ग्रहों के विपरीत, चार बाहरी ग्रह, जिन्हें गैस जयंट (गैस दिग्गज) कहा जाता है, बहुत बड़े होते हैं। ये ग्रह मुख्य रूप से गैसीय (हाइड्रोजन और हीलियम) हैं और उनके वायुमंडल बहुत घने हैं। सभी गैस दिग्गजों के चारों ओर वलय (छल्ले) हैं। शनि के पास अब तक की सबसे आकर्षक वलय प्रणाली है, जो एक काफी छोटे दूरबीन से भी दिखाई देती है।

7.6 कुछ ग्रहों के दर्जनों प्राकृतिक उपग्रह हैं

बुद्ध और शुक्र को छोड़ दें तो, सभी ग्रहों के कम से कम एक प्राकृतिक उपग्रह है। पृथ्वी सौर मंडल में एकमात्र ग्रह है जिसके पास केवल एक चंद्रमा है, जबकि मंगल के पास दो चंद्रमा हैं। स्थलीय ग्रहों के साथ विपरीत, सभी गैस दिग्गजों में बड़ी संख्या में पिण्ड हैं जो उनकी परिक्रमा करते हैं। 75 से अधिक पुष्टि किए गए चंद्रमाओं के साथ, बृहस्पति और शनि सबसे अधिक प्राकृतिक उपग्रहों वाले ग्रह हैं, इसके बाद अरुण और वरुण हैं।

7.7 पृथ्वी सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने वाला तीसरा ग्रह है, और इसका एक प्राकृतिक उपग्रह, चंद्रमा है

हमारा घर ग्रह सूर्य से तीसरा ग्रह है और इसकी कक्षा लगभग गोलाकार है। पृथ्वी का वायुमंडल मुख्य रूप से नाइट्रोजन और ऑक्सीजन से बना है और इसकी सतह,जो पानी द्वारा 70% से अधिक आच्छादित है, का औसत तापमान लगभग 15 डिग्री सेल्सियस है। चंद्रमा पृथ्वी का एकमात्र प्राकृतिक उपग्रह है और एकमात्र खगोलीय पिण्ड है जिस पर मनुष्यों ने पैर रखा है।

7.8 लाखों क्षुद्रग्रह हैं, जो हमारे सौर मंडल के शुरुआती निर्माण के अवशेष हैं

सौर मंडल के शुरुआती गठन के अवशेष मुख्य रूप से मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच स्थित क्षुद्रग्रह पट्टी (बेल्ट) और वरुण की कक्षा से परे स्थित एडगेवर्थ-क्यूपर पट्टी के बीच पाए जा सकते हैं। ये क्षुद्रग्रह आकार में लगभग 10 मीटर से 1000 किलोमीटर तक होते हैं और सौर मंडल में सभी क्षुद्रग्रहों का संयुक्त द्रव्यमान पृथ्वी के चंद्रमा के द्रव्यमान से कम है।

7.9 धूमकेतु एक बर्फीला पिण्ड होता है जिसमें सूर्य द्वारा गर्म होने पर पूँछ दिखने लगती है

धूमकेतु मुख्य रूप से बर्फ से बना होता है, लेकिन उनमें धूल और चट्टान के अंश भी होते हैं। बर्फ अस्थिर होती है,और जब धूमकेतु सूर्य के पास पहुंचता है तब सौर हवाओं और विकिरण के कारण वह वाष्पित हो जाती है। इससे दो पूंछ बनती है-एक धूल की पूंछ जो धूमकेतु की गति के विपरीत दिशा में थोड़ी मुड़ी हुई है, लाखों किलोमीटर तक फैली हुई है, और एक प्लाज्मा पूंछ जो सीधी होती है और अक्सर नग्न आंखों को दिखाई नहीं देती है। धूमकेतु की पूंछ हमेशा सूर्य की विपरीत दिशा की ओर इशारा करती है, भले ही धूमकेतु चाहे जिस दिशा में बढ़ रहा हो। माना जाता है कि अधिकांश धूमकेतु दो विशिष्ट क्षेत्रों से आते हैं-वरुण की कक्षा से परे स्थित एजवर्थ-कुइपर पट्टी से, और सौर मंडल के किनारों पर स्थित ऊर्ट बादल से।

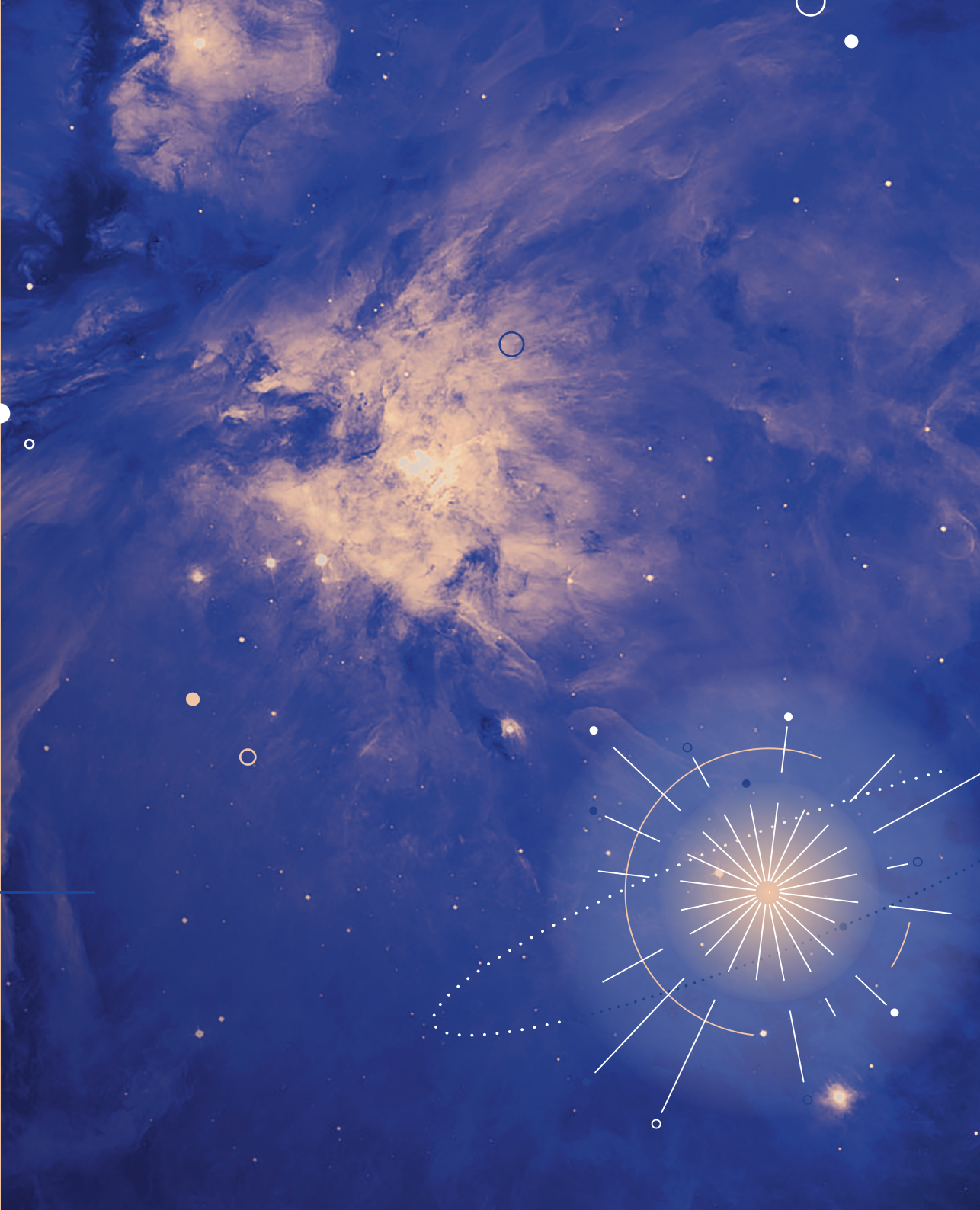
7.10 सौर मंडल की सीमा को हेलिओपॉज़ कहा जाता है

सूर्य का चुंबकीय क्षेत्र इसकी सतह से बहुत आगे तक होता है। यह एक बुलबुला जैसा होता है जो पूरे सौर मंडल को घेरे रहता है।वह क्षेत्र जहां सूर्य का चुंबकीय क्षेत्र अन्य तारों के चुंबकीय क्षेत्र पर परस्पर प्रभाव डालता है, उसे हेलिओसथ कहा जाता है। इस उत्तेजित, अशांत क्षेत्र की बाहरी सीमा को हेलिओपॉज़ कहा जाता है। हेलिओपॉज़ से परे अन्तर तारकीय फैलाव होता है। 2012 में, अंतरिक्षयान वायेजर 1 पहली मानव निर्मित वस्तु थी जिसने हेलिओपॉज़ को पार किया।

8

हम सभी तारे की राख से बने हैं

लगभग 1500 प्रकाश-वर्ष दूर स्थित निकटतम विशाल तारा निर्माण क्षेत्र, ओरियन नेबुला (M42)।
क्रेडिट-नासा, ईएसए, एम। रॉबबर्टो (स्पेस टेलीस्कोप साइंस इंस्टीट्यूट/ईएसए) और हबल स्पेस टेलीस्कोप ओरियन ट्रेजरी परियोजना दल



8.1 तारा एक स्वयं-प्रकाशमान पिंड है जो आंतरिक परमाणु प्रतिक्रियाओं द्वारा अपनी ऊर्जा उत्पन्न करता है

तारे बहुत गर्म प्लाज्मा (एक गैस जहां परमाणुओं के इलेक्ट्रॉन और नाभिक काफी हद तक अलग हो जाते हैं) से बने होते हैं, जो अपने गुरुत्वाकर्षण द्वारा एक साथ बंधे होते हैं। किसी तारे की स्थायी ऊर्जा का उत्पादन उसके केंद्र में होने वाली परमाणु प्रतिक्रियाओं के द्वारा होता है, जो शुरू में प्रोटॉन-प्रोटॉन श्रृंखला के माध्यम से हाइड्रोजन का हीलियम में संलयन (और अधिक विशाल सितारों के लिए कार्बन-नाइट्रोजन-ऑक्सीजन सीएनओ चक्र के माध्यम से) करता है, उसके बाद ही और भारी तत्वों का संलयन होता है। तारे अपने गुरुत्वाकर्षण के कारण ढहने की इच्छा का प्रतिकार अपने केंद्रीय संलयन प्रक्रियाओं के दौरान मुक्त हुई ऊर्जा के माध्यम से करते हैं और स्थिर बने रहते हैं। इसी कारण से, हमारे सूर्य के समान या उससे कम द्रव्यमान वाले अधिकांश तारे कुछ अरबों या दसियों अरब वर्षों तक स्थिर बने रहते हैं।

8.2 तारों का निर्माण धूल और गैस के बहुत विशालकाय बादलों से होता है

विशाल ठंडे आणविक बादलों का गुरुत्वीय संकुचन तारों को जन्म देता है। जैसे जैसे बादल संकुचित होता है, इसका भीतरी भाग विभाजित हो जाता है जिसका केंद्रीय क्षेत्र लगातार सघन और गर्म होता जाता है। तापमान और दबाव के महत्वपूर्ण मानों के बाद, परमाणु संलयन आरम्भ होता है, और एक तारे का जन्म होता है। यह युवा तारा शुरू में धूल और गैस की एक ग्रह निर्माण करने वाली डिस्क से घिरा हुआ होता है। लाखों वर्षों के दौरान, यह डिस्क ग्रहों और छोटे पिण्डों में विभक्त हो जाती है।

8.3 सूर्य पृथ्वी का निकटतम तारा है

लगभग 14 लाख किलोमीटर के एक मध्यवर्ती व्यास वाला पृथ्वी का निकटतम तारा, सूर्य, इतना बड़ा है कि हम लगभग 13 लाख पृथ्वियां इसमें समा सकती हैं। यद्यपि हमारे ग्रह की तुलना में हमारा तारा बहुत बड़ा है, लेकिन ब्रह्मांड में और भी बहुत बड़े सितारे हैं। सूर्य के व्यास के लगभग 1400 गुना व्यास वाला महाविशालकाय VY कैनिस मेजरिस, अब तक ज्ञात सबसे बड़ा तारा है। यदि VY कैनिस मेजरिस को सौर मंडल के केंद्र में रखें, तो इसकी सतह बृहस्पति की कक्षा से परे होगी। सूर्य की तुलना में बहुत छोटे तारे भी हैं। निकटतम तारा, प्रॉक्सिमा सेंटौरी, लगभग 200,000 किलोमीटर के व्यास वाला एक लाल वामन है, जो पृथ्वी के व्यास का केवल 16 गुना है।

8.4 सूर्य एक सक्रिय तारा है

यद्यपि यह दिखने में एक समान लगता है, सूर्य की सतह गहरे धब्बों से युक्त हो सकती है। ये सूर्यकलंक(सनस्पॉट), या तीव्र चुंबकीय क्षेत्र, काले दिखाई देते हैं क्योंकि वे आसपास के पदार्थ की तुलना में ठन्डे होते हैं। हर 11 वर्षों में, सूर्य कई धब्बे बनाने और कुछ धब्बे बनाने के बीच चक्र से गुजरता है। कभी-कभी, सूर्य के चुंबकीय क्षेत्र में ऐंठन उत्पन्न हो जाती है, इससे बहुत सारी ऊर्जा इकट्ठा हो जाती है, और सूर्य इस ऊर्जा को प्रकाश और कणों के एक झोंके में छोड़ता है। इन झोंकों को विस्फोट या किरितीय द्रव्यमान उत्सर्जन कहा जाता है। लेकिन जब यह शांत होता है, तब भी सूरज लगातार लगभग 1.5 अरब किलोग्राम गर्म, चुंबकित गैस हर सेकंड में अंतरिक्ष में निकालता रहता है। यह सौर हवा सौर मंडल के माध्यम से बहती है और ग्रहों के साथ अन्तः क्रिया करती है। अन्य तारे भी विस्फोट और हवाओं का उत्पादन करते हैं।

8.5 एक तारे का रंग हमें इसकी सतह का तापमान बताता है

तारों की सतह का तापमान कुछ हजार डिग्री सेल्सियस से पचास हजार डिग्री सेल्सियस के बीच हो सकता है। गर्म तारे अपनी अधिकांश ऊर्जा को विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के नीले और पराबैंगनी (कम तरंग दैर्ध्य पर) क्षेत्र में विकरित करते हैं, और इस तरह हमारी आंखों को नीले रंग के दिखते हैं। अपेक्षाकृत ठन्डे तारे लाल रंग के दिखते हैं, क्योंकि वे विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम (लंबी तरंग दैर्ध्य पर) के लाल और अवरक्त क्षेत्रों में अपनी अधिकांश ऊर्जा को विकरित करते हैं।

8.6 तारों के बीच का स्थान काफी हद तक खाली हो सकता है या इसमें गैस के बादल हो सकते हैं, जो नए तारों का उत्पादन कर सकते हैं

तारों के बीच की जगह में गैस, धूल और उच्च ऊर्जा कणों (कॉस्मिक किरणों) के रूप में पदार्थ के सूक्ष्म अवशेष होते हैं। इस पदार्थ सामग्री को अंतरतारकीय माध्यम कहा जाता है। यह गैलेक्सी के विभिन्न हिस्सों में कम या ज्यादा सघन हो सकता है। हालाँकि, अंतरतारकीय माध्यम के सबसे सघन क्षेत्र भी प्रयोगशाला में बनाए गए सबसे अच्छे वैक्यूम की तुलना में एक हजार गुना कम सघन हैं।

8.7 एक तारा एक जीवन चक्र से गुजरता है जो काफी हद तक उसके प्रारंभिक द्रव्यमान द्वारा निर्धारित होता है

कंप्यूटर सिमुलेशन से पता चलता है कि प्रारम्भिक तारों का जीवन कुछ लाख वर्षों का था। इसके विपरीत, सूर्य जैसे तारे का औसत जीवन संभावना लगभग एक करोड़ वर्ष है। कम-द्रव्यमान वाले लाल बौने तारे खरबों तक रह सकते हैं। हमारे सूर्य के समान द्रव्यमान वाला एक तारा अंततः एक लाल विशाल तारे के रूप में विकसित होगा और बाद में अपने अधिकांश पदार्थ को अंतरिक्ष में फेंकते हुए एक सघन श्वेत बौने तारे, जिसे एक ग्रह नेबुला कहते है, में बदल जाता है। कम से कम आठ सौर द्रव्यमान वाला एक तारा पहले एक लाल महादानव (सुपरजायंट) में विकसित होगा फिर सुपरनोवा नामक घटना के रूप में विस्फोट करते हुए एक न्यूट्रॉन तारे या एक तारकीय ब्लैक होल में बदल जाता है।

8.8 विशाल तारों के जीवन चक्र का अंत एक तारकीय ब्लैक होल के रूप में हो सकता है

एक ब्लैक होल अंतरिक्ष वह क्षेत्र है जिसका गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र इतना प्रबल होता है की एक बार इसके घटना क्षितिज(इवेन्ट होराइज़न) को पार कर लेने के बाद कुछ भी, यहाँ तक की प्रकाश भी इससे बाहर नहीं निकल सकता॥ घटना क्षितिज एक ब्लैक होल के चारों ओर एक सीमा सतह है, जहां इसके गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से बचने के लिए आवश्यक गति प्रकाश की गति से अधिक होती है। सैद्धांतिक मॉडलों के अनुसार एक ब्लैक होल के केंद्र में एक विलक्षणता होती है, जहां पदार्थ के घनत्व और दिक् काल (स्पेसटाइम) की वक्रता अनंत के करीब पहुंच जाती है। तारकीय द्रव्यमान ब्लैक होल का द्रव्यमान कुछ दहाई सौर द्रव्यमानों के आसपास होता है, वह भी ऐसे क्षेत्र में जिसकी त्रिज्या कुछ किलोमीटर से लेकर कुछ दहाई किलोमीटर (द्रव्यमान के आधार पर) के बीच होती है

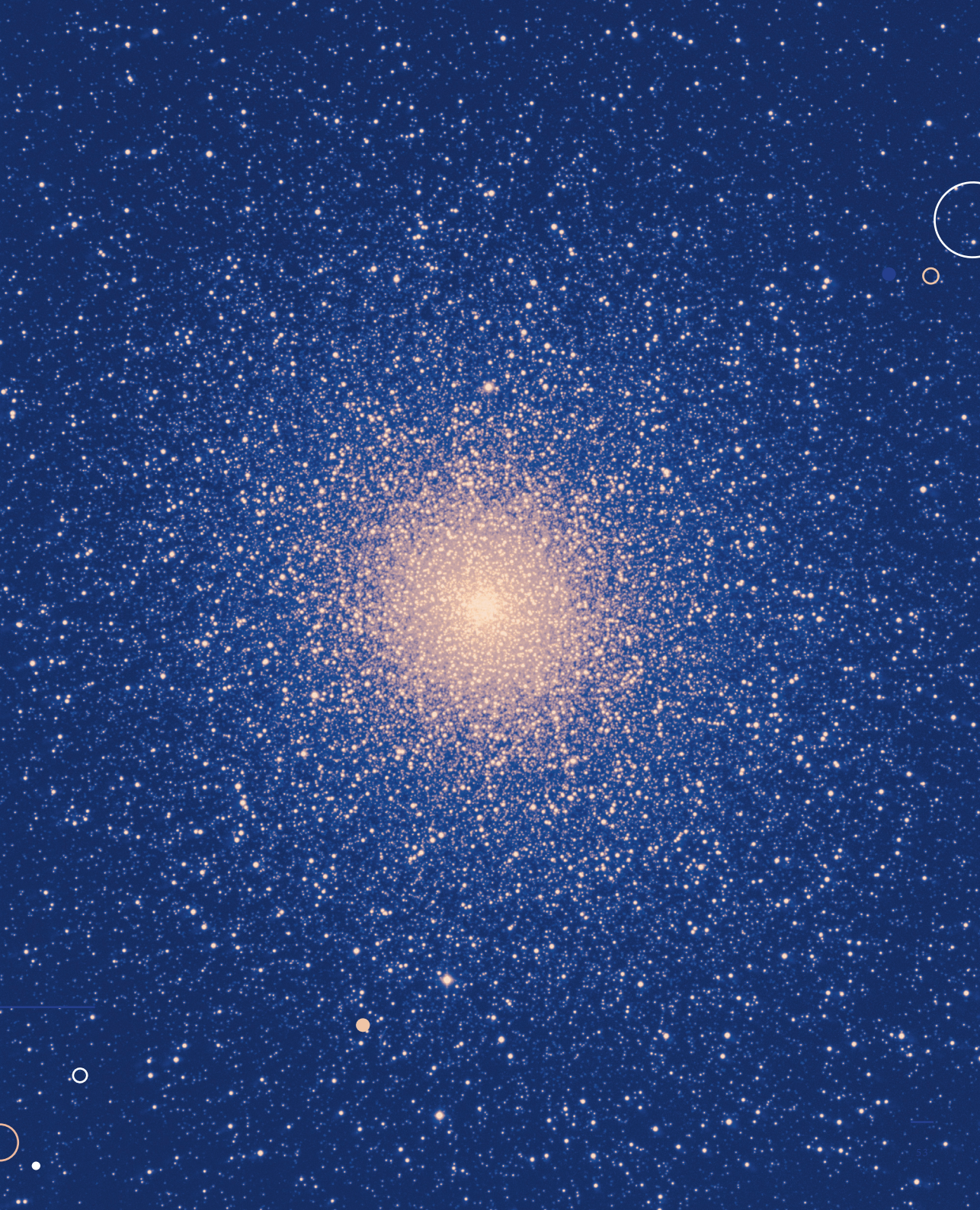
8.9 नए तारे और उनकी ग्रह प्रणालियों का जन्म उस क्षेत्र के पूर्ववर्ती तारों द्वारा त्यागे गए पदार्थों से होता है

हाइड्रोजन, अधिकांश हीलियम और थोड़ी मात्रा में लिथियम के अलावा, वर्तमान ब्रह्मांड के सभी तत्व परमाणु संलयन द्वारा तारों के अंदर उत्पन्न हुए हैं। सूर्य की तरह कम-द्रव्यमान वाले तारे, ऑक्सीजन तक के तत्वों का उत्पादन करते हैं, जबकि विशाल तारे ऑक्सीजन और लोहे से अधिक भारी तत्वों का उत्पादन कर सकते हैं।सोने और यूरेनियम जैसे लोहे की तुलना में भारी तत्व, उच्च-ऊर्जा सुपरनोवा विस्फोट और न्यूट्रॉन स्टार टकराव के दौरान बनते हैं। जब तारों का अंत होता है तब वे अपना अधिकतर पदार्थ अंतर तारकीय आकाश में मुक्त कर देते हैं। इसी पदार्थ से नए तारे बनते हैं, एक तरह से पुनर्चक्रण प्रक्रिया का ब्रह्मांडीय संस्करण।

8.10 मानव शरीर ऐसे परमाणुओं से मिलकर बना है जिनका संबंध पूर्ववर्ती तारों से हो सकता है

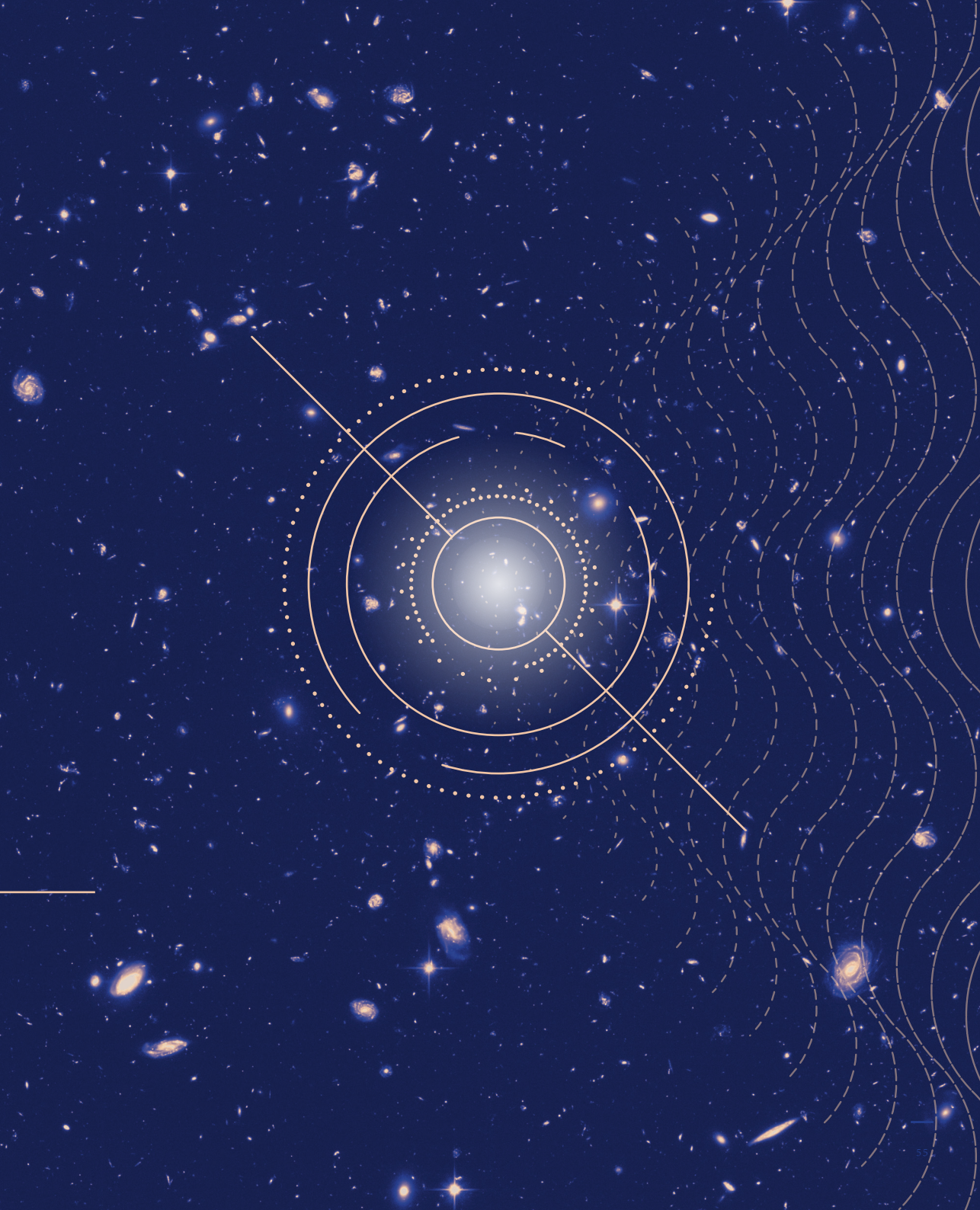
हाइड्रोजन और हीलियम और थोड़ी मात्रा में लिथियम के अलावा अन्य तत्व, मुख्यतः तारों के अंदर ही निर्मित हुए, और इन तारों के जीवन के अंतिम चरणों में अंतरिक्ष में मुक्त कर दिए गए थे। यही हमारे शरीर का निर्माण करने वाले अधिकांश तत्वों, जैसे हमारी हड्डियों में कैल्शियम, हमारे रक्त में लोहे और हमारे डीएनए में नाइट्रोजन की उत्पत्ति का कारक है। इसी तरह, अन्य जानवरों, पौधों और वस्तुतः हमारे चारों ओर जो कुछ भी दिखाई देता है, को बनाने वाले तत्व अरबों साल पहले तारों द्वारा निर्मित किए गए थे।

पृथ्वी के रात्रि आकाश में देखे गए दूसरे सबसे बड़े और दूसरे सबसे चमकीले गोलाकार झुण्ड, या तारों के कसे हुए झुण्ड की एक छवि। जिसे NGC 104 या 47 Tucanae कहा जाता है।
क्रेडिट-ईएसओ



9 ब्रह्मांड में सैकड़ों अरब आकाशगंगाएँ हैं

हबल अल्ट्रा डीप फील्ड, अंतरिक्ष के एक छोटे से क्षेत्र (पूर्ण चंद्रमा के व्यास का लगभग 1/10) की एक फोटो जिसमें लगभग दस हजार गैलेक्सियाँ हैं।
क्रेडिट-नासा, ईएसए, और एस. बेकविथ (एसटीएससीआई) और एचयूडीएफ दल



9.1 एक गैलेक्सी तारों, धूल और गैस की एक विशाल प्रणाली है

एक गैलेक्सी में कुछ लाख से सैकड़ों अरब तारे होते हैं, जो पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण के कारण एक दूसरे के साथ बंधे होते हैं। एक गैलेक्सी के तारे तारकीय समूहों का या गैलेक्सी में व्याप्त अलग-अलग तारों की एक बड़ी आबादी का हिस्सा हो सकते हैं। इसके अलावा, एक गैलेक्सी में तारकीय अवशेष, धूल, गैस और अदृश्य पदार्थ होता हैं। कई गैलेक्सियों में उनके केंद्र में एक अति विशालकाय ब्लैक होल होता है।

9.2 गैलेक्सियों में बड़ी मात्रा में अदृश्य पदार्थ मौजूद हैं

अदृश्य पदार्थ एक ऐसा पदार्थ है जो ना तो विद्युत चुम्बकीय विकिरण को उत्सर्जित करता है और ना ही उसके साथ कोइ अन्तः क्रिया करता है, और इसलिए इसे प्रत्यक्ष प्रेक्षणों द्वारा देख पाना असंभव है। यद्यपि अदृश्य पदार्थ को देखा नहीं जा सकता है, इसमें द्रव्यमान होता है, और इसके अस्तित्व का अनुमान दृश्य पिण्डों पड़ने वाले इसके गुरुत्वाकर्षण प्रभावों से किया जाता है। ऐसे प्रभावों में दृश्यमान पिण्डों की गति, या गुरुत्वीय लेंसिंग के कारण छवियों का विकृत होना शामिल है। गैलेक्सियाँ अदृश्य पदार्थ के एक विशाल प्रभामंडल से घिरी होती हैं-एक अर्थ में गैलेक्सी में जो हम देखते हैं, वह हिमखंड का केवल एक छोर भर है।

9.3 गैलेक्सी का गठन एक क्रमिक विकास की प्रक्रिया है

ब्रह्मांड के इतिहास के शुरुआती करोङों वर्षों में, अदृश्य पदार्थ कई विशाल, सघन क्षेत्रों में विकसित हुआ, जिसे प्रभामंडल कहा जाता है। जैसे जैसे हाइड्रोजन और हीलियम गैस इन प्रभामंडलों पर गिरीं, शुरुआती गैलेक्सियों और शुरुआती तारों का निर्माण हुआ। अपनी आकाशगंगा जैसी बड़ी सर्पिल गैलेक्सियां कई छोटी गैलेक्सियों को आकर्षित और स्वयं में समाहित करने से विकसित हुईं। विशाल अण्डाकार गैलेक्सियां तब बनीं जब अधिक विशाल गैलेक्सियां आपस में टकराईं और उनका आपस में विलय हो गया। अपने उपलब्ध गैस भंडार के आधार, और विस्फोट करने वाले तारों या गैलेक्सी केंद्र में होने वाली गतिविधियों के माध्यम से गर्म होने के कारण, इन गैलेक्सियों में नए तारों का निर्माण बढ़ी हुई या धीमी गति से हुआ।

9.4 गैलेक्सियों के तीन मुख्य प्रकार हैं-सर्पिल, अण्डाकार और अनियमित

उनके दृश्य स्वरूप के अनुसार, गैलेक्सियों को सर्पिल, अण्डाकार और अनियमित गैलेक्सियों में वर्गीकृत किया गया है। ये प्रकार न केवल आकार में बल्कि उनमें उपलब्ध सामग्री के आधार पर भी भिन्न होते हैं। सर्पिल गैलेक्सियों में चपटी सर्पिल भुजाएँ होती हैं जो मुख्य रूप से चमकीले युवा तारों और बड़ी मात्रा में गैस और धूल से बनती हैं। इसके विपरीत, अण्डाकार गैलेक्सियों में कम गैस होती है। उनके तारे अधिकतर पुराने हैं और अंडाकार या गोलाकार आकार में वितरित हैं। अधिकांश बौनी गैलेक्सियों सहित कुछ गैलेक्सियों में इन दोनों में से कोई भी मानक आकार नहीं होता है और उन्हें अनियमित कहा जाता है।

9.5 हम एक सर्पिल गैलेक्सी में रहते हैं जिसे आकाशगंगा कहा जाता है

हमारी आकाशगंगा, केंद्र में एक छड़ के आकार की संरचना युक्त, एक सर्पिल गैलेक्सी है। सौर मंडल एक सर्पिल भुजा में, गैलेक्सी केंद्र से लगभग 25,000 प्रकाश-वर्ष की दूरी पर स्थित है। हमारी आकाशगंगा का दृश्यमान हिस्सा लगभग 100,000-120,000 प्रकाश-वर्ष व्यास वाला और केवल 2,000 प्रकाश-वर्ष की मोटाई वाले तारों का एक डिस्क-आकार का संग्रह है। इस डिस्क में युवा तारे और धूल सर्पिल भुजा का निर्माण करते हैं। एक अंधेरी रात में और एक उपयुक्त रूप से अंधेरे स्थान से, हम आकाशगंगीय डिस्क के 100 अरब से अधिक तारों के कुछ हिस्सों को आकाश में विशाल धुंधली पट्टी के रूप में देख सकते हैं जो आकाश में झुकती हुई नजर आती है। हमारी अपनी गैलेक्सी के भीतर से हमारा दृश्य है।

9.6 गैलेक्सियों की सर्पिल भुजाएं गैस और धूल के ढेर द्वारा निर्मित होते हैं

सर्पिल भुजाओं के गठन के बारे में एक व्यापक रूप से स्वीकृत सिद्धांत यह है कि वे एक गैलेक्सी चक्रिका में घनत्व तरंग के चलने का परिणाम होते हैं, जिससे तारे, गैस और धूल एक व्यस्त राजमार्ग पर ट्रैफिक जाम की तरह इकट्ठा हो जाते हैं। यह चक्रिका में सघन क्षेत्रों को जन्म देता है जिन्हें सर्पिल भुजाओं के रूप में देखा जाता है। इन उच्च घनत्व वाले क्षेत्रों में बहुत अधिक गैस और धूल होती है, जो नए तारों के गठन के लिए आवश्यक हैं। इसलिए, सर्पिल भुजाओं में कई युवा चमकीले तारे होते हैं, जो दर्शाते हैं कि इन क्षेत्रों में तारा निर्माण की दर अधिक होती है।

9.7 अधिकांश आकाशगंगाओं में उनके केंद्र में एक अति विशाल ब्लैक होल होता है

एक आदर्श गैलेक्सी में अनुमानतः 10 करोड़ तारकीय द्रव्यमान वाले ब्लैक होल पाए जाते हैं। इस प्रकार के ब्लैक होल तब बनते हैं जब एक विशाल तारा एक सुपरनोवा विस्फोट में अपना जीवन समाप्त करता है। अति विशाल ब्लैक होल अधिकांश गैलेक्सियों के केंद्रों में पाए जाते हैं, और ये सबसे बड़े प्रकार के ब्लैक होल होते हैं, जिनका द्रव्यमान कुछ लाख सौर द्रव्यमान से लेकर एक अरब से अधिक सौर द्रव्यमान के बीच होता है। हमारी आकाशगंगा के केंद्र में लगभग चालीस लाख सौर द्रव्यमान वाला एक अति विशाल ब्लैक होल है। विशाल अण्डाकार गैलेक्सी M87 के केंद्र में एक ब्लैक होल के घटना क्षितिज (इवेंट होराइजन) के सिल्हूट की पहली प्रत्यक्ष छवि 2019 में दुनिया भर के आठ रेडियो दूरबीनों के डेटा को मिलाकर बनायी गई थी।

9.8 गैलेक्सियां एक दूसरे से बहुत अधिक दूरी पर हो सकती हैं

आकाशगंगा का निकटतम पड़ोसी लगभग 25,000 प्रकाश वर्ष की दूरी पर कैनिस मेजर बौनी गैलेक्सी है। दूर की गैलेक्सियां हमें बहुत धुंदली दिखाई देती हैं और इसलिए उनका अवलोकन करना मुश्किल होता है। दूर की गैलेक्सियों की छवियों को प्राप्त करने के लिए, उच्च विभेदन क्षमता वाली बड़ी दूरबीनों को नियोजित करना आवश्यक है, और इन पिण्डों से पर्याप्त प्रकाश इकट्ठा करने के लिए अधिक समय तक अनावरण (लांग एक्सपोज़र) की आवश्यकता होती है

9.9 गैलेक्सियां समूह बनाती हैं

गैलेक्सियां ब्रह्मांड में अव्यवस्थित ढंग से बिखरी हुई नहीं हैं। बल्कि, औसत गैलेक्सी, एक गैलेक्सी समूह का हिस्सा होती है। इन समूहों में सैकड़ों या हजारों गैलेक्सियां शामिल होती हैं जो अपने पारस्परिक गुरुत्वाकर्षण से एक साथ बंधी हुई होती हैं। गैलेक्सियों के समूह स्वयं भी महासमूह (सुपरक्लस्टर) नामक बड़ी संरचनाओं में समूहित होते हैं। हमारी आकाशगंगा गैलेक्सियों के स्थानीय समूह का हिस्सा है, जिसे हमारा स्थानीय समूह (लोकल ग्रुप) कहा जाता है, इसमें 54 से अधिक गैलेक्सियां शामिल हैं। यह 'स्थानीय समूह' वर्गो समूह का एक दूरस्थ सदस्य है, जो वर्गो महासमूह का हिस्सा है, और वह स्वयं लानियाकिया महासमूह का हिस्सा है

9.10 गैलेक्सियां गुरुत्वाकर्षण के माध्यम से एक दूसरे एक दूसरे को प्रभावित करती हैं

गैलेक्सियों के बीच अंतःक्रिया उनके आकार और विकास को प्रभावित करती हैं।पहले यह माना जाता था कि एक प्रकार की गैलेक्सी अपने जीवनकाल में दूसरे प्रकार की गैलेक्सी में विकसित हो सकती है, लेकिन वर्तमान वैज्ञानिक ज्ञान यह दर्शाता है कि कुछ प्रकार की गैलेक्सियों के पीछे गुरुत्वाकर्षण अंतःक्रिया ही मुख्य कारण हैं।उदाहरण के लिए, दीर्घवृत्तीय गैलेक्सियाँ बड़ी पूर्वज गैलेक्सियों के मिलन से बन सकती हैं, और साथ ही ये घटनाएं अंतःक्रिया करने वाली गैलेक्सियों में एक तीव्र तारा निर्माण गठन प्रक्रिया को आरम्भ कर सकती हैं।

सेंटॉरस ए की रंग समग्र छवि, गैलेक्सी के केंद्रीय ब्लैक होल के परिवेश से निकलने वाले लोब और जेट को उदघाटित करती है।
क्रेडिट-ईएसओ/डब्ल्यूएफआई (ऑप्टिकल); Mpifr/eso/एपेक्स/A.Weiss et al. (सबमिलिमेट्रे); नासा/सीएक्ससी/सीएफए/आर। क्राफ्ट एट अल। (एक्स-रे)

10 हम ब्रह्मांड में अकेले नहीं हो सकते हैं

लगभग 15 अरब किलोमीटर दूर शनि से अंतरिक्ष यान कैसिनी द्वारा खींची गयी पृथ्वी और चंद्रमा को दर्शाने वाली एक छवि। क्रेडिट-नासा/ जेपीएल-कैलटेक/ स्पेस साइंस इंस्टीट्यूट

10.1 पृथ्वी के बाहर कार्बनिक अणुओं का पता चला है

जैविक अणुओं में कार्बन होता है, जो हमारे ज्ञात जीवन के लिए एक मूल निर्माण अवयव है। अंतरतारकीय माध्यम के अवलोकन बताते हैं कि अंतरिक्ष में जैविक अणु, जैसे कि सरल अमीनो एसिड के पूर्वज, मौजूद हैं। जैविक अणु, एक अमीनो एसिड सहित, धूमकेतुओं और उल्कापिंडों में भी पाए गए हैं। इस बात की बहुत संभावना है कि ऐसे अणु हमारे सौर मंडल के निर्माण से जुड़ी गैस और धूल में पहले से ही मौजूद रहे हों

10.2 पृथ्वी पर जीवित प्राणियों को अत्यंत कठोर परिस्थितियों में भी जीवित रहने लायक पाया गया है

पृथ्वी पर अधिकांश जीवन पर्यावरणीय स्थितियों के प्रति संवेदनशील होता है, कुछ जीव, जिन्हें एक्सट्रीमोफाइल्स कहा जाता है, उन्हें अत्यंत कठोर परिस्थितियों में जीवित रहते पाया गया है, जिससे यह पता चलता है कि जीवन का अस्तित्व उन स्थानों पर भी हो सकता है जहां इसकी उम्मीद सबसे कम होती है। ये जीव विभिन्न प्रकार के तापमान, दबाव, pH और विकिरण के संपर्क में बहुत प्रतिरोधी हो सकते हैं। इनमें से कुछ जीव रेगिस्तानों, ध्रुवों, समुद्र के गहरे भागों, पृथ्वी की परतों के अंदर या यहां तक कि ज्वालामुखियों में भी रहते हैं। अब तक ज्ञात सबसे सक्षम जीवों में से एक निर्वात की स्थितियों में भी जीवित रह सकता है। ये तथ्य अन्य ग्रहों या उपग्रहों पर जीवन की संभावना के संदर्भ में, जो अक्सर तुलनात्मक रूप से कठोर पर्यावरणीय स्थितियाँ प्रस्तुत करते हैं, आशान्वित होने का एक सतर्क आधार प्रदान करते हैं।

10.3 मंगल पर द्रव जल के संभावित निशान शुरुआती जीवन की संभावना को खोलते हैं

जैसा कि हम जानते हैं, द्रव जल जीवन के विकास के लिए एक महत्वपूर्ण कारक है। इसी कारण, अन्य ग्रहों और उनके चंद्रमाओं पर द्रव जल की खोज, बाह्यग्रहीय जीवन की तलाश में एक महत्वपूर्ण उद्देश्य रहा है। वर्षों से, मंगल की सतह पर द्रव जल के संभावित निशान पाए गए हैं, जिससे इस ग्रह पर इसके अस्तित्व की दीर्घकालिक बहस को बल मिला है। हालांकि मंगल पर द्रव जल की वर्तमान उपस्थिति के प्रमाणों पर काफी बहस है, संभावित निशान सरल जीवन रूपों के अस्तित्व के विचार को समर्थन प्रदान करते हैं। यदि मंगल की सतह के नीचे गहराई में वर्तमान में द्रव जल है, तो वहां जीवन के अस्तित्व की संभावना हो सकती है।

10.4 सौर मंडल में कुछ प्राकृतिक उपग्रहों में जीवन के अस्तित्व के लिए आवश्यक स्थितियाँ प्रतीत होती हैं

सौर मंडल के विशाल ग्रहों की परिक्रमा करने वाले कई चंद्रमाओं में से कुछ में पृथ्वी जैसे ग्रहों की विशेषताएं, जैसे कि घना वायुमंडल और ज्वालामुखीय गतिविधि, पायी गई हैं। यूरोपा, बृहस्पति के सबसे बड़े चंद्रमाओं में से एक, की जमी हुई सतह के नीचे तरल जल का सागर हो सकता है। वैज्ञानिक मानते हैं कि इस सागर में सरल जीवन रूपों के अस्तित्व के लिए उपयुक्त परिस्थितियाँ हो सकती हैं। एक अन्य संभावित स्थान जहाँ सरल जीवन हो सकता है वह है टाइटन, शनि का सबसे बड़ा चंद्रमा। टाइटन में जटिल कार्बनिक यौगिकों की प्रचुरता है, इसका वायुमंडल घना है, सतह पर द्रव मीथेन है, और इसमें भूमिगत जल सागर होने की संभावना जताई गई है।

10.5 ऐसे अनेक ग्रह हैं जिन्हें एक्सोप्लैनेट्स कहा जाता है, जो सूर्य के अलावा अन्य तारों की परिक्रमा करते हैं

सूर्य के अलावा किसी अन्य तारे की परिक्रमा करने वाले पहले ग्रह की खोज के बाद से, अन्य तारों की परिक्रमा करने वाले हजारों ग्रहों, जिन्हें एक्सोप्लैनेट्स कहा जाता है, का पता चला है। पाए गए एक्सोप्लैनेट्स की संख्या तेजी से बढ़ रही है, और अब हम सौर पड़ोस में एक्सोप्लैनेट्स की आबादी को चिन्हित करने में सक्षम हैं।

10.6 एक्सोप्लैनेट्स बहुत ही भिन्न प्रकार के हो सकते हैं और अक्सर प्रणालियों में पाए जाते हैं

एक्सोप्लैनेट्स भौतिक और कक्षीय गुणों की व्यापक विविधता प्रदर्शित करते हैं। बुध के द्रव्यमान से लेकर बृहस्पति के कई गुना द्रव्यमान तक, एक्सोप्लैनेट्स का व्यास कुछ सौ किलोमीटर से बृहस्पति के व्यास के कई गुना तक हो सकता है। एक्सोप्लैनेट की कक्षीय अवधि कुछ ही घंटों जितनी कम हो सकती है, और उनकी उत्केन्द्रता सौर मंडल के धूमकेतु जितनी अधिक हो सकती है। अधिकांश एक्सोप्लैनेट ऐसी प्रणालियों में पाए जाते हैं जिनमें कई ग्रह एक ही तारे के चारों ओर घूमते हैं।

10.7 अब हम एक पृथ्वी जैसे ग्रह का पता लगाने के करीब हैं

खोज की पद्धतियों की सटीकता को बढ़ाकर, अब हम ऐसे ग्रहों को खोज पाने में सक्षम हैं जिनका द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्यमान जितना कम हो और आकार पृथ्वी की त्रिज्या के बराबर हो। हमारी अब तक की सीमित खोज, ने दिखाया है कि सौर पड़ोस ग्रहों से भरा पड़ा है। इनमें से कुछ ग्रह तो तथाकथित आवासीय क्षेत्र में अपने मेजबान तारे के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। परिभाषा के अनुसार, आवासीय क्षेत्र में चक्कर लगाने वाला ग्रह अपने तारे से उतनी ही मात्रा में विकिरण प्राप्त करता है जितना कि उसकी सतह पर द्रव जल के अस्तित्व के लिए आवश्यक हो।

10.8 वैज्ञानिक बाह्यग्रहीय बुद्धिमत्ता की खोज कर रहे हैं

बाह्यग्रहीय सभ्यताओं की खोज का एक तरीका ऐसे संकेतों की खोज करना है जो किसी भी ज्ञात खगोलीय घटनाओं द्वारा स्वाभाविक रूप से उत्पन्न नहीं किए जा सकते। ऐसे संकेतों की व्यवस्थित खोज को बाह्यग्रहीय बुद्धिमत्ता की खोज (SETI) के रूप में जाना जाता है। अब तक, ऐसे कोई संकेत नहीं मिले हैं, लेकिन SETI पृथ्वी से परे उन्नत जीवन के किसी भी सुराग की तलाश में आकाश को बारीकी से जाँच (स्कैन) करता रहता है।

11

प्रकाश प्रदूषण मनुष्यों, कई अन्य जानवरों और पौधों को प्रभावित करता है

अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन से पृथ्वी की रात का दृश्य, दक्षिण कोरिया और जापान से कृत्रिम रोशनी दिखाई दे रही है।
क्रेडिट-नासा

11.1 प्रकाश प्रदूषण मनुष्यों, कई अन्य जानवरों और पौधों को प्रभावित करता है

लाखों वर्षों से, पृथ्वी पर जीवन का विकास कृत्रिम प्रकाश के अभाव में हुआ है, जिसमें अधिकांश प्रजातियाँ दिनचर्या या रात्रिचर्या की गतिविधियों के अनुकूल विकसित हुई हैं। बिजली के आविष्कार के बाद से, मानव ने कृत्रिम रोशनी के साथ रात्रि के अंधेरे को तेजी से कम किया है, जिससे गंभीर प्रकाश प्रदूषण की समस्याएँ पैदा हो रही हैं, जिसका पृथ्वी के पर्यावरण, पशु व्यवहार और मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव पड़ता है। पशुओं की अधिकांश आबादी दिन-रात के स्वरूप पर निर्भर करती है। शारीरिक क्रियाविधि और प्रजनन से लेकर दिशा-निर्देशन और शिकार तक, कृत्रिम प्रकाश दुनिया भर में वन्यजीव आबादी को प्रभावित कर सकता है। हम उन अंधेरे आकाशों को भी खो रहे हैं जिनका आनंद हमारे पूर्वज उठाते थे। कई शहरी और उपनगरीय पर्यावरणों में, अब रात में आकाशगंगा को देख पाना लगभग असंभव हो गया है।

11.2 पृथ्वी की कक्षा में मानव निर्मित बहुत सारा मलबा है

अंतरिक्ष तकनीक के विकास के साथ, मानवता ने रॉकेट्स का उपयोग करके अनेक वस्तुएं अंतरिक्ष में भेजी हैं।अंतरिक्ष अन्वेषण के युग की शुरुआत के बाद से, अंतरिक्ष में मानव निर्मित मलबे की मात्रा, जैसे रॉकेट या पुराने उपग्रहों के टुकड़े, बहुत बढ़ गई है। वर्तमान में, अनुमानतः 500,000 टुकड़े मलबे, जिसे अंतरिक्ष कचरा भी कहा जाता है, पृथ्वी की कक्षा में चक्कर लगा रहे हैं। चूंकि अंतरिक्ष कचरा उच्च गति से यात्रा करता है, इसके किसी भी अंतरिक्ष यान या उपग्रह से टकराने पर गंभीर क्षति हो सकती है। यह विशेष रूप से अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन और अन्य चालक दल वाले अंतरिक्ष यान के लिए जोखिम भरा है। अंतरिक्ष मलबे की निगरानी और उपग्रहों और मलबे को इकट्ठा करने के लिए प्रौद्योगिकियों का विकास, अनुसंधान और विकास का एक सक्रिय क्षेत्र है।

11.3 हम संभावित खतरनाक अंतरिक्ष पिण्डों की निगरानी करते हैं

सौर मंडल के निर्माण के प्रारंभिक चरणों के दौरान, नवगठित ग्रह अक्सर क्षुद्रग्रहों जैसे छोटे पिंडों से टकराते थे। पृथ्वी की सतह पर कुछ क्रेटर और चंद्रमा पर पाए गए सभी क्रेटर इस बात के प्रत्यक्ष प्रमाण हैं कि ये संघात बहुत खतरनाक हो सकते हैं। यद्यपि यह अभी भी शोध और बहस का विषय है, लेकिन ऐसा माना जाता है कि लगभग 6 करोड़ 50 लाख वर्ष पूर्व ना उड़ने वाले डायनासोर और बड़ी संख्या में अन्य प्रजातियों का विलुप्त होना, पृथ्वी से एक बड़े क्षुद्रग्रह के टकराव के कारण हुआ होगा। हालाँकि आजकल इतनी बड़ी टक्कर होने की संभावना बहुत कम है, लेकिन उन सभी खगोलीय पिंडों की निगरानी करना महत्वपूर्ण है जो पृथ्वी पर जीवन के लिए संभावित खतरा बन सकते हैं। अगले कुछ वर्षों में अंतरिक्ष संस्थाओं, वेधशालाओं और अन्य संस्थानों के निगरानी कार्यक्रम एक किलोमीटर या उससे बड़े आकार के सभी संभावित खतरनाक क्षुद्रग्रहों की पहचान करने में सक्षम होने चाहिए। ज्ञात क्षुद्रग्रहों में से कोई भी वर्तमान में पृथ्वी के साथ टकराव की राह पर नहीं है।

11.4 मनुष्यों ने पृथ्वी के पर्यावरण पर काफी महत्वपूर्ण डाला है

औद्योगीकरण ने समाज को अनेक लाभ प्रदान किए हैं, लेकिन इसने पृथ्वी पर कई पर्यावरणीय समस्याएँ भी उत्पन्न की हैं॥ वनों की कटाई और नदियों, महासागरों और वायुमंडल के प्रदूषण के माध्यम से, हम पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक स्वच्छ वायु, भोजन और जल के महत्वपूर्ण स्रोतों को क्षति पहुंचा रहे हैं। मानवता अनेक प्रजातियों के विलुप्त होने का कारण बनी है, और लुप्तप्राय पर्यावरणों में खनिजों और ऊर्जा संसाधनों की खुदाई को जारी रखे हुए है। मानवजनित जलवायु परिवर्तन भूमण्डलीय ऊष्मीकरण (ग्लोबल वार्मिंग) हमारे पर्यावरण को बड़े पैमाने पर प्रभावित कर रहा है, जिससे हम और कई प्रजातियां खतरे में पड़ रही हैं।

11.5 जलवायु और वायुमण्डल मानव गतिविधि से बहुत प्रभावित होते हैं

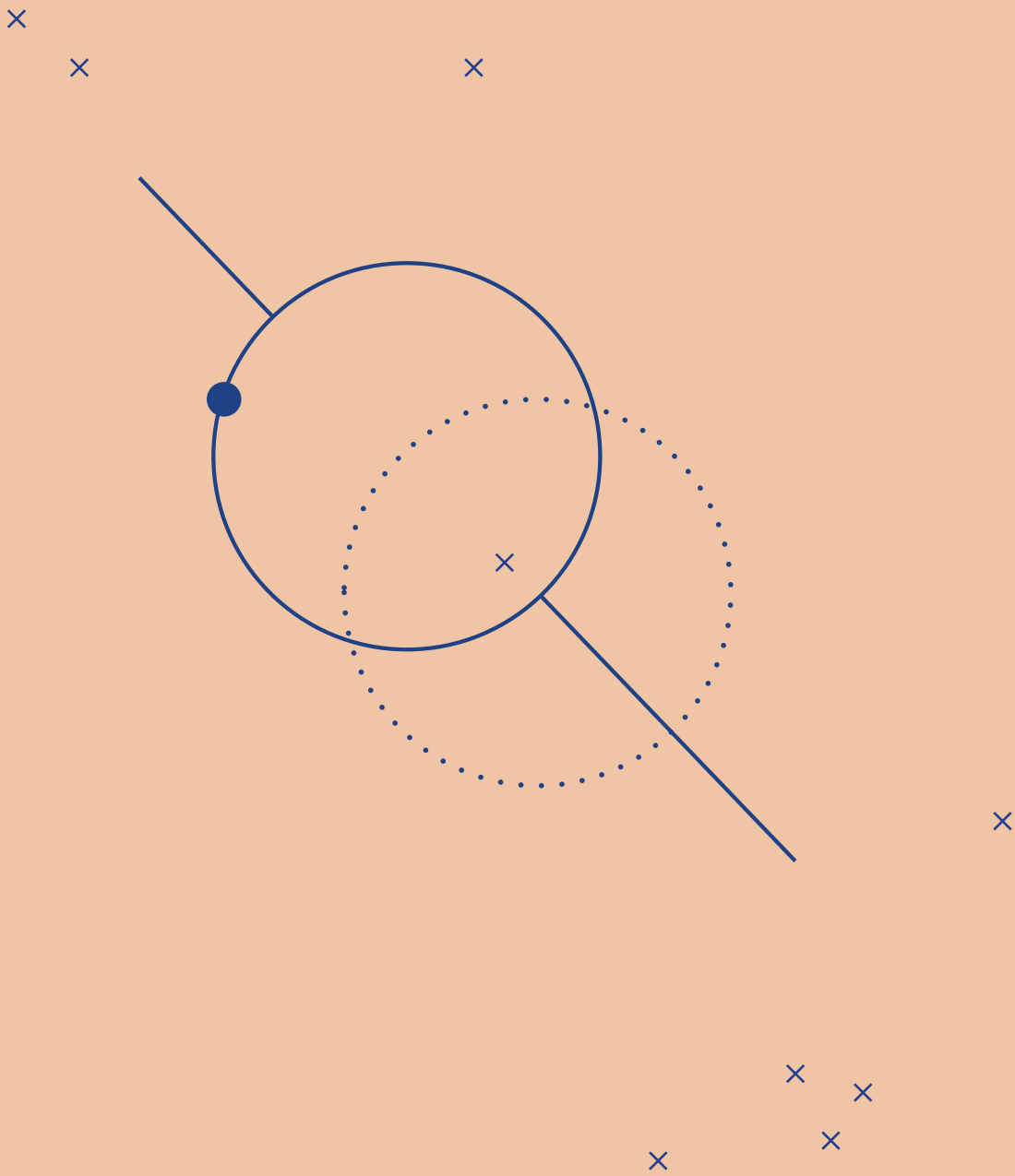
बिना वायुमण्डल के, हमारा ग्रह एक बर्फीली दुनिया होगी, जिसका औसत तापमान-18 ° C होगा। हालांकि, वायुमंडल की ग्रीनहाउस गैसें आंशिक रूप से जमीन से निकलने वाले उष्मीय विकिरण को अवशोषित करती हैं और इसे पृथ्वी की सतह की ओर वापस विकरित कर देती हैं, जो पृथ्वी को रहने योग्य बनाती है। मानव गतिविधि ने पृथ्वी के वायुमंडल में प्रमुख ग्रीनहाउस गैसों के स्तर को काफी बढ़ा दिया है, जिससे पृथ्वी के ऊर्जा बजट में असंतुलन पैदा हो गया है। इन गैसों की वृद्धि से पृथ्वी पर अधिक ऊर्जा फंस जाती है, जिससे उच्च औसत तापमान पैदा होता है। पृथ्वी अपनी प्राकृतिक प्रणालियों के माध्यम से अतिरिक्त ऊर्जा को विकरित करने में असमर्थ है, जिससे वैश्विक जलवायु स्वरूपमें बदलाव होता है, जो ऊर्जा असंतुलन के प्रति संवेदनशील होते हैं।

11.6 हमारे ग्रह को संरक्षित करने के लिए एक वैश्विक परिप्रेक्ष्य आवश्यक है

हर एक व्यक्ति इस ग्रह का निवासी है। वैश्विक संरक्षण और जिम्मेदारी की अवधारणाएं हमें यह समझने में मदद कर सकती हैं कि प्रत्येक व्यक्ति एक समूह के हिस्से के रूप में या व्यक्तिगत रूप से कार्य करके वैश्विक समस्याओं का समाधान करने में मदद कर सकता है। हमारे वंशजों के लिए पृथ्वी का संरक्षण आवश्यक है। वर्तमान में, पृथ्वी ब्रह्मांड में एकमात्र ऐसा ग्रह है, जिसके बारे में हम निश्चित रूप से जानते हैं कि यह जीवन को बनाए रख सकता है।

11.7 खगोल विज्ञान हमें एक अनूठा ब्रह्मांडीय दृष्टिकोण प्रदान करता है जो पृथ्वी के नागरिकों के रूप में हमारी एकता को मजबूत करता है

पृथ्वी का हर व्यक्ति एक ही आकाश के नीचे रहता है और ब्रह्मांड की विशालता के बारे में अपनी सामूहिक समझ को साझा करता है। अंतरिक्ष से पृथ्वी ग्रह के 'नीले कंचे' की तस्वीरें हमें हमारे साझा अंतरिक्ष यान की गहरी समझ प्रदान करती हैं। बाहर (अंतरिक्ष) से देखने पर, पृथक देशों के बीच की सीमाएं पूरी तरह से गायब हो जाती हैं। वॉयेजर 2 और कैसिनी जैसे अंतरिक्ष यान से ली गई तस्वीरें हमें यह एहसास कराती हैं कि 'हल्का नीला बिंदु' ब्रह्मांड की विशालता में मात्र एक धूल कण है।



हिंदी पुस्तिका के प्रकाशक :

ओएइ (ऑफिस ऑफ़ एस्ट्रोनॉमी एजुकेशन) सेंटर इंडिया की स्थापना आयुका, पुणे में फरवरी २०२२ में हुई। यह सेंटर आयुका और एचबीसीएसइ-टीआईएफआर का एक संयुक्त उपक्रम हैं। माध्यमिक विद्यालयों में खगोल विज्ञान शिक्षा का प्रसार करना इस सेंटर का प्राथमिक उद्देश्य है।

इस पुस्तिका का अन्य भारतीय भाषाओं में अनुवाद करने में अगर आप मदद करना चाहते हैं, तो कृपया हमें oaeindia@iucaa.in इस पते पर ईमेल करें।

Universiteit
Leiden
The Netherlands
ia
instituto de astrofísica
e ciências do espaço
IAU
Haus der Astronomie
OAE