ANOMALIES & TENSIONS IN COSMOLOGY • COSMOVERSE •

CosmoVerse Adventures

ब्रह्मांडीय लालविचलन

cost
EUROPEAN COOPERATION IN SCIENCE & TECHNOLOGY

Funded by the European Union

कक्षा

परिचय: डॉप्लर प्रभाव

शिक्षिका :

सुप्रभात, विद्यार्थियों! आज मैं आपके लिए एक ऐसी चीज़ लाई हूँ जो आपको आश्चर्यचकित कर देगी। मैं चाहती हूँ कि आप अपनी आँखें बंद करें और ध्यान से सुनें।

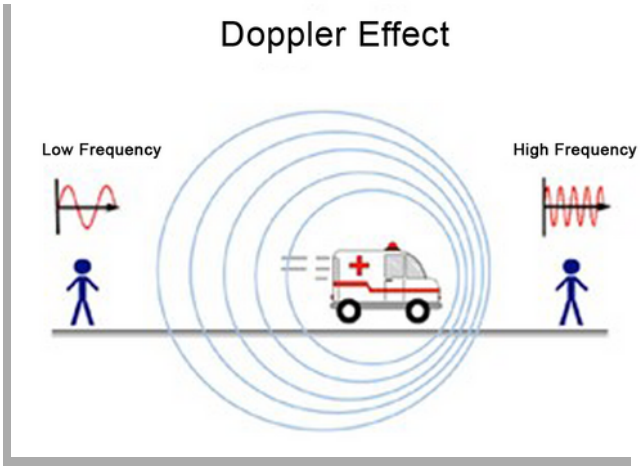
[तेज गति से गुजरती एम्बुलेंस की **साईरन की आवाज़** धीरे-धीरे आती और फिर दूर हो जाती है]

शिक्षिका :

ठीक है, अब अपनी आँखें खोलिए। कोई बता सकता है कि अभी हमने क्या सुना?

विद्यार्थी १ :

वह एम्बुलेंस के सायरन जैसी आवाज थी, लेकिन जब वह हमारे पास से गुज़री तब उसकी आवाज की ऊँचाई बदल गई।



आकृति १: कैसे ध्वनि तरंगों की आवृत्ति प्रभावित (और अनुभव) होती है जब सायरन व्यक्ति के करीब आता है या दूर जाता है।

विद्यार्थी २ :

हाँ, शुरुआत में आवाज तेज और ऊँची थी, फिर धीरे-धीरे आवाज कम और धीमी हो गई।

शिक्षिका :

बिल्कुल सही! लेकिन क्या आप जानते हैं कि एम्बुलेंस के के भीतर से सुनने पर सायरन की आवाज कोई बदलाव नहीं होता? जो आपने सुना वह डॉप्लर प्रभाव की वजह से अनुभव हुआ।

विद्यार्थी ३ :

कौन सा प्रभाव?

शिक्षिका :

डॉप्लर प्रभाव! इसका मतलब है कि जब तरंगों का स्रोत और दर्शक एक-दूसरे के सापेक्ष गति करते हैं, तब तरंगों की आवृत्ति अथवा तरंगदैर्ध्य में परिवर्तन नजर आता है। जब स्रोत दर्शक की ओर बढ़ता है, तो तरंगें एक साथ जमा हो जाती हैं जिससे आवृत्ति बढ़ जाती है। जब स्रोत दूर जाता है, तो तरंगें फैल जाती हैं, जिससे आवृत्ति कम हो जाती है।

विद्यार्थी ४ :

तो इसी वजह से एम्बुलेंस के सायरन की आवाज पास से गुजरते समय अलग सुनाई देती है?

शिक्षिका :

सटीक! इसे समझने के लिए ऐसे सोचिए जैसे पानी के गड्ढे में एक कीड़ा अपने पैर हिला रहा हो। अगर कीड़ा स्थिर है, तो तरंगें सभी दिशाओं में समान रूप से फैलती हैं। परंतु यदि कीड़ा चलने लगे, तो उस दिशा में तरंगें एकसाथ जमा हो जाती हैं और पीछे की ओर फैल जाती हैं। यही डॉप्लर प्रभाव है!

विद्यार्थी ३ :

बहुत मज़ेदार! लेकिन यह इतना महत्वपूर्ण क्यों है?

शिक्षिका :

अच्छा सवाल! डॉप्लर प्रभाव सिर्फ एम्बुलेंस के लिए नहीं है। इसका कई जगह इस्तेमाल होता है। उदाहरण के लिए, पुलिस रडार बंदूक़ से गाड़ियों की गति मापी जाती है। वे माइक्रोवेव तरंगें भेजते हैं जो गाड़ियों से टकराकर वापस आती हैं। जब वे तरंगें लौटती हैं, तो उनकी आवृत्ति बदल जाती है क्योंकि गाड़ी चल रही होती है। इस बदलाव से पुलिस गाड़ी की गति पता कर लेते हैं।

विद्यार्थी २ :

तो क्या वे डॉप्लर प्रभाव का इस्तेमाल करके तेज़ गति टिकट देते हैं?

शिक्षिका :

बिल्कुल सही! और एक मज़ेदार बात यह है कि सही नाप लेने के लिए पुलिस वालों को सीधे सामने से आने वाली गाड़ी की तरफ खड़ा होना चाहिए। अगर वे अलग खड़े होंगे तो अलग गति नापेंगे क्योंकि गाड़ी पूरी तरह रडार गन की ओर नहीं आ रही होगी।

शिक्षिका :

डॉप्लर प्रभाव मेडिकल क्षेत्र में भी उपयोगी है। जैसे कि इकोकार्डियोग्राम, जहाँ यह रक्त प्रवाह की गति और दिशा का आकलन करने में मदद करता है।

विद्यार्थी २ :

एक मिनट! आवाज़ तो एक तरंग है, सही? तो क्या इसका मतलब है कि डॉप्लर प्रभाव प्रकाश पर भी लागू होता है?

शिक्षिका :

अद्भुत आँकलन! हाँ, बिलकुल लागू होता है। और यहीं से बात ब्रह्मांडीय स्तर पर रोचक हो जाती है! प्रकाश के साथ यह कैसे काम करता है, इसे समझने के लिए आपको छाया के साथ उसके कल्पना के अंतरिक्ष यान में जाना होगा। क्या आप तैयार हैं एक अन्तरातारकीय यात्रा के लिए?

विद्यार्थी (एकसाथ) :

"हाँ!"

कल्पना का अंतरिक्ष यान

ब्रह्मांडीय लालविचलन

[अंतरिक्ष यान का इंजन दहाड़ उठता है, फिर शांत हो जाता है।]

छाया :

नीचे देखो! हम एक राजमार्ग के ऊपर मंडरा रहे हैं। क्या तुमने वह शोर मचाती कार को देखा?

[कार के तेज़ी से गुजरने पर इंजन की आवाज़]

विद्यार्थी १ :

हाँ! बिलकुल कक्षा में आए एम्बुलेंस की तरह। जब यह हमारे करीब आई तो आवाज़ तेज़ हुई और जैसे ही दूर निकली, आवाज़ धीमी हो गई।

छाया :

बिल्कुल सही! यही डॉप्लर प्रभाव है। लेकिन अगर मैं तुम्हें बताऊं कि यही चीज़ प्रकाश के साथ भी होती है, तब? मिलिए "लुमिनोस्कोप" से।

[एक उपकरण के शुरू होने की आवाज़]

विद्यार्थी २ :

वाह! मेरी आंखें... सब कुछ बहुत चमकीला और जीवंत लग रहा है।

छाया :

यह लुमिनोस्कोप तुम्हारी आंखों की प्रकाश के प्रति संवेदनशीलता को बढ़ा देता है। अब उस कार को देखो।

विद्यार्थी ३ :

यह... हमारे पास आते समय थोड़ी नीली लग रही है, और दूर जाते समय हल्की लाल!

आकृति २: किस तरह प्रकाश की आवृत्ति (रंग) में बदलाव आता है जब एक कार व्यक्ति के पास आती है अथवा दूर जाती है। श्रेय: डिस्कवरी चैनल की “इनटू द यूनिवर्स” प्रलेख।

छाया :

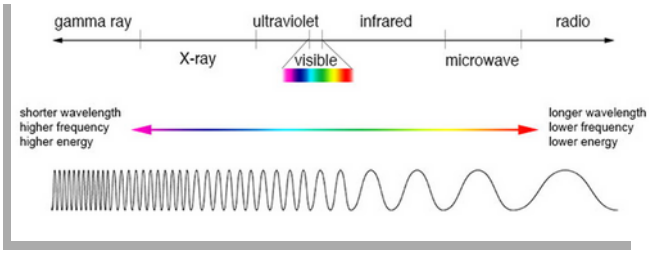
सही कहा! जैसे ध्वनि तरंगें संकुचित और फैल जाती हैं, वैसे ही प्रकाश की तरंगें भी संकुचित और फैलती हैं। इससे प्रकाश का रंग बदल जाता है। अब ऊपर उस खूबसूरत इंद्रधनुष को देखो।

छाया :

प्रत्येक रंग विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के अलग आवृत्ति को दर्शाता है। नीले रंग की आवृत्ति लाल रंग से अधिक होती है। जब कोई वस्तु हमारी ओर आ रही होती है, तब हम नीलविचलन देखते हैं। परंतु जब वह दूर जा रही होती है, तब हमें लालविचलन दिखता है।

विद्यार्थी ४ :

इसका मतलब हमसे दूर जाती आकाशगंगाएँ हमें लाल दिखेंगी?



आकृति ३: विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति एवं ऊर्जा की तुलना। (श्रेय: नासा का इमेजिन द यूनिवर्स)

छाया :

बिलकुल! चलो ब्रह्मांड की यात्रा करें।

[अंतरिक्ष यान एक बार फिर दहाड़ उठता है, तारे तीव्र गति से गुज़रने लगते हैं।]

छाया :

हर दिशा में अधिकांश आकाशगंगाएँ लालविचलित दिखाई देती हैं। यह अवलोकन, जिसे सर्वप्रथम डॉ एडविन हबल ने किया था, दर्शाती हैं कि यह आकाशगंगाएँ हमसे दूर जा रहीं हैं। आकाशगंगा हमसे जितनी अधिक दूरी पर होगी, वह उतनी ही तीव्र गति से हमसे दूर जा रही होगी। इससे हमें पता चलता है कि ब्रह्मांड फैल रहा है, जैसा कि हमने पिछले यात्राओं में सीखा था।

विद्यार्थी ३ :

मगर... ठहरिए। वहाँ देखिए! वह आकाशगंगा लाल नहीं है। वह नीली दिख रही है।

छाया :

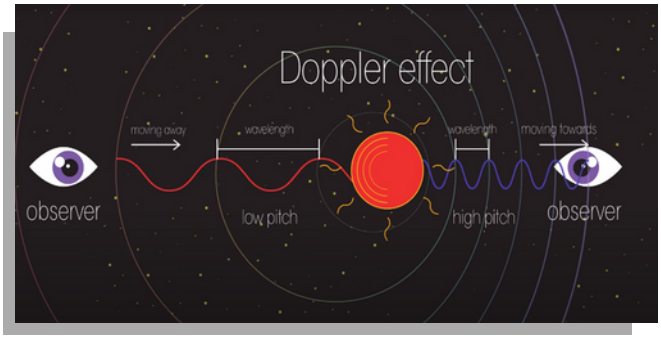
अहा! देवयानी आकाशगंगा, हमारा ब्रह्मांडीय पड़ोसी। हालाँकि ब्रह्मांड के विस्तार के कारण अधिकांश सुदूर आकाशगंगाएँ हमसे दूर जा रहीं हैं, नज़दीकी आकाशगंगाएँ जैसे कि देवयानी, जो गुरुत्वाकर्षण से बंधी है, हमारी ओर आ सकती है। क्योंकि इनकी हमारी ओर आने की गति ब्रह्मांड के विस्तार की गति से अधिक है, यह हमें नीली दिखती है।

विद्यार्थी १ :

फिर भविष्य में क्या होगा?

छाया :

लगभग ५-७ अरब वर्षों में, देवयानी हमारी मंदाकिनी से टकरा जाएगी। कल्पना करो इन दो भव्य नर्तकों का जो सर्पसम चक्कर लगायेंगे, जिनके सितारे आपस में मिल जाएँगे लेकिन एक दूसरे को छू भी ना सकेंगे। प्रकाश एवं गुरुत्वाकर्षण का एक अलौकिक नृत्य। इस भव्य नृत्य में इन दोनों अलौकिक रचनाओं का मिलन होगा, जिससे एक नई आकाशगंगा का जन्म होगा।



आकृति ४: कार्यरत डॉप्लर प्रभाव। श्रेय: बिंग रिजपर

विद्यार्थी ४ :

यह कितना मंत्रमुग्ध करने वाला है... परंतु बिना लुमिनोस्कोप के वैज्ञानिकों ने इन रंगों को कैसे देखा?

छाया :

बढ़िया प्रश्न! इसे समझने के लिए, हमें उन महान व्यक्तियों से मिलना होगा जिन्होंने किरणों से वर्णक्रम मापने की विद्या (स्पेक्ट्रोस्कोपी) को जन्म दिया!!

वैज्ञानिक से मुलाक़ात

स्पेक्ट्रोस्कोपी और ब्रह्मांडीय लालविचलन

छाया :

तेजस्वी विचारकों के कक्ष में आपका स्वागत है। यहाँ हम समय के महानतम वैज्ञानिकों से मिलेंगे। आज हमारे साथ दो विशेष अतिथि उपस्थित हैं: रॉबर्ट बंसन और ग़ुस्ताव किर्चोफ़, जो स्पेक्ट्रोस्कोपी के अग्रदूत हैं।

बंसन :

अभिवादन, नन्हे अन्वेषकों!

किर्चोफ़ :

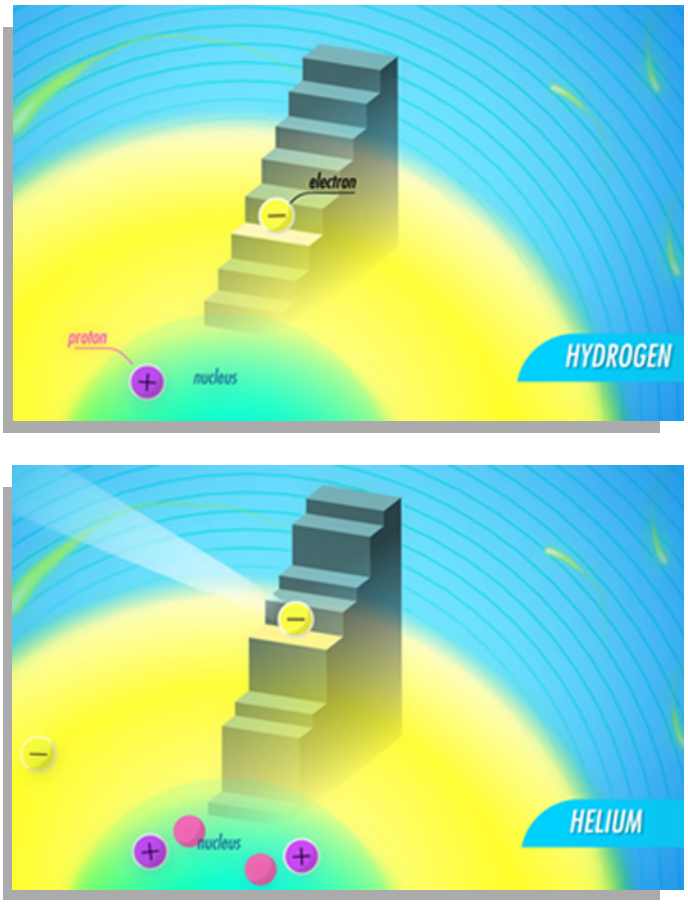
आप सभी से मिलकर बहुत प्रसन्नता हो रही है।

विद्यार्थी १ :

महोदय, हम लालविचलन के विषय में पढ़ रहे थे और हमें जिज्ञासा हुई: वैज्ञानिकों ने लालविचलन के प्रभाव को कैसे देखा?

बंसन :

वाह, अद्भुत प्रश्न! इसे समझने के लिए पहले हमें अणुओं की संरचना में झांकना होगा। अणु सभी पदार्थ को बनाने वाली ईंटे है, जिसमें प्रोटॉन, न्यूट्रॉन और इलेक्ट्रॉन होते हैं।



आकृति ५: हाइड्रोजन और हीलियम के अणु-संरचना को दर्शाता सीढ़ी का सादृश्य। श्रेय: पीबीएस डिजिटल स्टूडियो।

किर्चोफ़ :

हाँ, और हालाँकि प्रोटॉन और न्यूट्रॉन परमाणु के अंदर रहते हैं, इलेक्ट्रॉन उनके चक्कर लगाते हैं। लेकिन वे कहीं भी नहीं घूम सकते। इलेक्ट्रॉन केवल विशिष्ट ऊर्जा-कक्षों में रह सकते हैं, ठीक सीढ़ियों के पायदान की तरह।

विद्यार्थी २ :

तो क्या इलेक्ट्रॉन केवल दो पायदानों के बीच सफ़र कर सकते हैं?

बंसन :

एकदम सही! लेकिन ऐसा करने के लिए, उन्हें सटीक मात्र में ऊर्जा चाहिए होती है। प्रकाश उन्हें यह ऊर्जा प्रदान करता है। यदि प्रकाश के पास उचित मात्रा में ऊर्जा हो, तब इलेक्ट्रॉन उस ऊर्जा को अवशोषित कर लेगा और उच्च पायदान पर चला जाएगा।

विद्यार्थी ३ :
और जब इलेक्ट्रॉन नीचे आएगा तब क्या होगा?

किर्चोफ़ :
तब वह एक विशिष्ट रंग अथवा ऊर्जा का प्रकाश स्कंदित करेगा। भिन्न अणुओं में भिन्न पायदान होते हैं, इसीलिए वे अलग-अलग रंग स्कंदित करते हैं।

छाया :
भिन्न तत्वों से निकलने वाले रंगों को निर्धारित करने की क्षमता ही स्पेक्ट्रोस्कोपी का आधार है।

विद्यार्थी ४ :
लेकिन इसका लालविचलन से क्या संबंध है?

बंसन :
यह समझने के लिए, आपको अवशोषण वर्णक्रम का बोध करना पड़ेगा। प्रत्येक रसायन में रंगों का एक अनोखा स्वरूप होता है, जिन्हें वर्णक्रमीय रेखाएँ कहते हैं। जब खगोलीय पिंडों, जैसे की हमारा सूर्य, से प्रकाश पृथ्वी पर पहुँचता है, वह समान रूप से नहीं पहुँचते। कुछ तरंगदैर्ध्य अथवा रंग उनमें से ग़ायब होती हैं।

किर्चोफ़ :
बिलकुल सही। यही अनुपस्थित तरंगदैर्ध्य वर्णक्रम में काली रेखाओं के रूप में दिखती हैं। काली रेखाओं का स्वरूप प्रत्येक तत्व के लिए अनूठा होता है, जैसे हमारी उँगलियों की छाप।

विद्यार्थी २ :
तब, यह काली रेखाएँ हमें तारो की रचना के बारे में बताते हैं।

बंसन :
एकदम सटीक! उदाहरणस्वरूप, हमारा सूर्य अनेकों तरंगदैर्ध्य में प्रकाश स्कंदित करता है। लेकिन उसमें हाइड्रोजन जैसे तत्व उपस्थित होने की वजह से कुछ विशिष्ट तरंगदैर्ध्य का अवशोषण हो जाता है। इससे सूर्य के वर्णक्रम में उसके अनूठे काली रेखाओं का जन्म होता है।

विद्यार्थी ३ :
यह दूसरे तारों ओर आकाशगंगाओं से कैसे संबंधित है?

किर्चोफ़ :
बढ़िया प्रश्न! हाइड्रोजन का उदाहरण लेते हैं, जो की हमारे सूर्य में भरपूर मात्रा में पाया जाता है। हाइड्रोजन विशेष तरंगदैर्ध्य में प्रकाश स्कंदित करता है। हम इन तरंगदैर्ध्य को पृथ्वी से देखते हैं। परंतु, जब सुदूर आकाशगंगाओं को देखते हैं, जिनके तारे भी हाइड्रोजन से बने हैं, हमें कुछ विचित्र दिखता है।

विद्यार्थी ४ :

तरंगदैर्ध्य स्थानांतरित हो जाते हैं?

बंसन :

बिलकुल! जैसे यदि हमारे सूर्य के हाइड्रोजन वर्णक्रम की तुलना एक सुदूर तारे के साथ की जाए, हमें रेखाओं का समान स्वरूप दिखता है, लेकिन दूर के तारे में रेखाएँ वर्णक्रम के लाल रंग की ओर स्थानांतरित हो जाती हैं।

विद्यार्थी ३ :

इसका मतलब, दूर की आकाशगंगाएँ में हाइड्रोजन समान प्रकाश स्कंदित करते हैं, लेकिन हम तक पहुँचने से पहले उसका लालविचलन हो जाता है?

किर्चोफ़ :

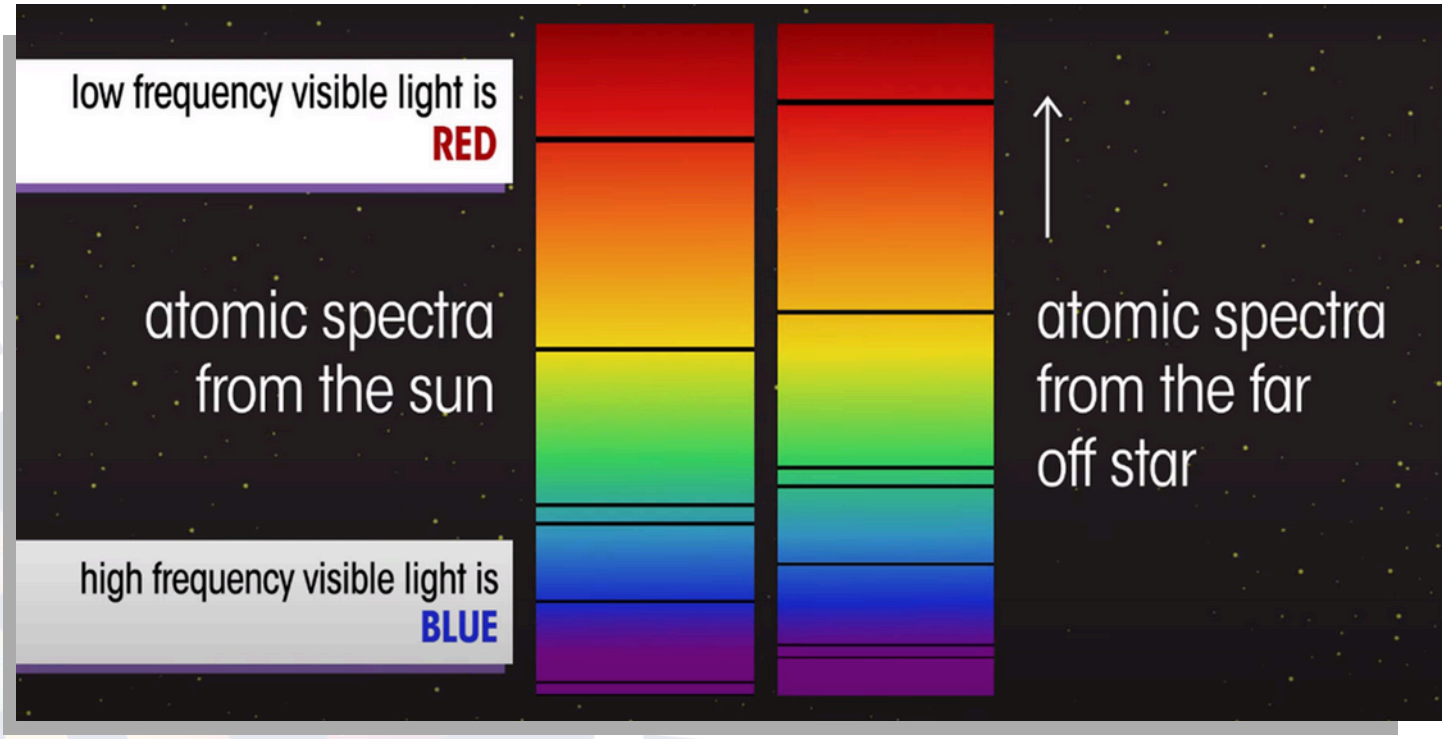
सटीक। यहाँ मूल कारण दिक् का फैलाव है। जब प्रकाश विशाल दूरी तय करता है, ब्रह्मांड का विस्तार उसके तरंगदैर्ध्य को खींचता है, उन्हें लंबा करता है और अंततः वह ज़्यादा लाल दिखता है।

विद्यार्थी ४ :

ऐसा लगता है जैसे ब्रह्मांड हमें अपनी कहानी इन वर्णक्रमीय रेखाओं के माध्यम से समझा रहा हो!

विद्यार्थी १ :

यह कितना आकर्षक है! लेकिन आपने इन रंगों को बारीकी से कैसे मापा?



आकृति ६: हमारे सूर्य और एक सुदूर तारे की वर्णक्रमीय रेखाओं की तुलना। श्रेय: बिंग रिजपर

बंसन :

हमने स्पेक्ट्रोमीटर नामक एक उपकरण का उपयोग किया, जो अणुओं द्वारा अवशोषित और उत्सर्जित रंगों अथवा तरंगदैर्ध्य को पहचानकर माप सकता है। किसी दूरबीन के साथ एक स्पेक्ट्रोमीटर को जोड़ कर, हम दूर के तारों, आकाशगंगाओं और नीहारिकाओं की संरचना को समझ सकते हैं।

विद्यार्थी ४ :

मतलब स्पेक्ट्रोस्कोपी के साथ हम ब्रह्मांड का "स्वाद" चख सकते हैं।

किर्चोफ़ :

बहुत ही सुंदर परिभाषा! हाँ, हम निश्चित ही ब्रह्मांड के भव्य पाकशाला के विविध स्वादों का आनंद ले सकते हैं।

बंसन :

हमेशा ध्यान रखना, ब्रह्मांड हमसे रंगों और तरंगदैर्ध्य के माध्यम से बात करता है। सही उपकरणों और जिज्ञासा के साथ हम उसकी कहानियों को सुन और समझ सकते हैं।

आकृति ७: स्पेस इमेजिंग टेलिस्कोप स्पेक्ट्रोमीटर का निर्माण। छवि श्रेय: नासा, १९९६।

एक्शन लैब

एक सरल स्पेक्ट्रोमीटर

उद्देश्य :

घरेलू वस्तुओं का उपयोग कर एक सरल स्पेक्ट्रोमीटर का निर्माण, जिससे विभिन्न प्रकाश श्रोतों का आँकलन किया जा सके। **एक्सप्लोरेटरियम** से प्रेरित।

तैयारी का समय : १० मिनट

गतिविधि का समय : ४५ मिनट

आवश्यक सामग्री :

- एक कॉम्पैक्ट डिस्क (सीडी)
- एक १२ इंच लंबाई (लगभग ३० सेंटीमीटर) और ३-४ इंच (७.५-१० सेंटीमीटर) व्यास वाले गत्ते की नली।
- गत्ते की नली के लिए दो ढक्कन—जैसे दो गत्ते के चपटे ढक्कन जिनसे नली के दोनों सिरों को ढँका जा सके, अथवा आप नली के साथ आने वाले प्लास्टिक के ढक्कनों का भी उपयोग कर सकते हैं।
- धारधार चाकू अथवा कटर
- टेप
- प्रतिदीप्तिशील प्रकाश (fluorescent light) का श्रोत
- आरी
- काटने के लिए मार्गदर्शक (३-इंच की नली के लिये)—**पीडीएफ़ शामिल**
- मुद्रक

आकृति ८

प्रक्रिया :

- काटने वाले मार्गदर्शक को छाप ले और नली के चारों तरफ़ चिपका दे। हमने मार्गदर्शक को ३-इंच वाली नली के हिसाब से नाप लिया है। ज़रूरत पड़ने पर, आप इसका स्तर बढ़ा या घटा ले ताकि यह नली को पूरी तरह से ढँक सके।
- आरी के उपयोग से नली को मार्गदर्शक पर अंकित रेखाओं के अनुसार काट लें (नीचे देखें)। काटने के बाद आप सीडी को ३० डिग्री के कोण पर नली के एक सिरे पर लगा सकेंगे (आकृति ९ देखें)।
- धारधार चाकू के साथ देखने के लिए एक चतुर्भुज छेद काट लें—मार्गदर्शक पर काले रंग का चतुर्भुज। अब आप मार्गदर्शक को नली के ऊपर से निकाल सकते हैं (आकृति १० देखें)।

आकृति ९

- अब, गत्ते अथवा प्लास्टिक के ढक्कन पर १ मिलीमीटर चौड़ाई और ५ सेंटीमींटर लंबाई वाला एक झिर्री काट लें। इस ढक्कन को नली के ऊपरी छोर पर चिपका दें (सीडी से दूर)। नीचे दिखाई गई आकृति के अनुसार नली को पकड़े और झिर्री को क्षितिज पर रखें।
- गत्ते अथवा प्लास्टिक के दूसरे ढक्कन को सीडी के पीछे वाले छेद पर चिपका दें, जिससे किसी अन्यथा प्रकाश को रोका जा सके।

- अब सीडी वाले छेद में सीडी को डाल ले, जिससे ऊपर वाले छेद से आने वाले प्रकाश को सीडी आपकी आँखों की ओर प्रतिबिंबित कर सके (आकृति ११ देखें)।

आकृति १०

प्रयोग और ध्यान देने वाली बातें:

- नली को खड़ा पकड़े और झिर्री को प्रतिदीप्तिशील प्रकाश श्रोत की ओर केंद्रित करें।
- देखने वाले छेद पर अपनी आँखें टीकाएँ।
- प्रकाश की रेखा से टूटते अलग-अलग रंगों को सीडी पर देखें: यही प्रतिदीप्तिशील प्रकाश श्रोत का वर्णक्रम है।
- प्रकाश के वर्णक्रम के सर्वोत्तम दृश्य के लिए नली के कोण को ठीक करें।
- विभिन्न प्रकाश श्रोतों (जैसे की तापदीप्त बत्ती, एलईड प्रकाश श्रोत, सूर्यप्रकाश) पर नली केंद्रित करें और वर्णक्रम के अंतरों पर ध्यान दें।

आकृति ११

अवलोकन और चर्चा:

शिक्षिका :

आपने जब दूसरे प्रकाश श्रोतों को स्पेक्ट्रोमीटर से देखा, तब प्रतिदीप्तिशील प्रकाश श्रोत के वर्णक्रम की तुलना में क्या अंतर पाया?

विद्यार्थी १ :

तापदीप्त बत्ती के वर्णक्रम में अधिक लाल और पीले रंग की रेखाएँ थी, जो ऊष्मा का प्रतीक हैं।

शिक्षिका :

बिलकुल सही! तापदीप्त बत्ती एक धातु के तार को गर्म करके प्रकाश उत्सर्जित करता है, जिससे ऊष्मा रंग के वर्णक्रम की रचना होती है। एलईड श्रोतों में आपने क्या देखा?

विद्यार्थी २ :

एलईड श्रोत के वर्णक्रम में मैंने अधिक नीले और हरे रंग की पट्टियाँ देखी।

शिक्षिका :

बहुत ही बढ़िया अवलोकन! एलईड प्रकाश श्रोत अन्य पद्धति से कार्य करते हैं और अधिकांश शीतल रंग के वर्णक्रम बनाते हैं। और सूर्यप्रकाश में आपने क्या पाया?

विद्यार्थी ३ :

सूर्यप्रकाश बहुत संतुलित था। उसमे लाल से लेकर बैंगनी रंगों की विस्तृत शृंखला उपस्थित थी।

शिक्षिका :

सूर्यप्रकाश अथवा प्राकृतिक प्रकाश, को अक्सर "सफ़ेद प्रकाश" भी कहते हैं क्योंकि उसमे रंगों का संतुलित वर्णक्रम होता है। स्पेक्ट्रोमीटर के उपयोग से हम इस प्रकाश को विभिन्न रंगों में बाँटकर देख सकते हैं।

विद्यार्थी ३ :

यह कितनी आश्चर्यजनक बात है कि प्रकाश श्रोतों के इतने विभिन्न वर्णक्रम होते हैं।

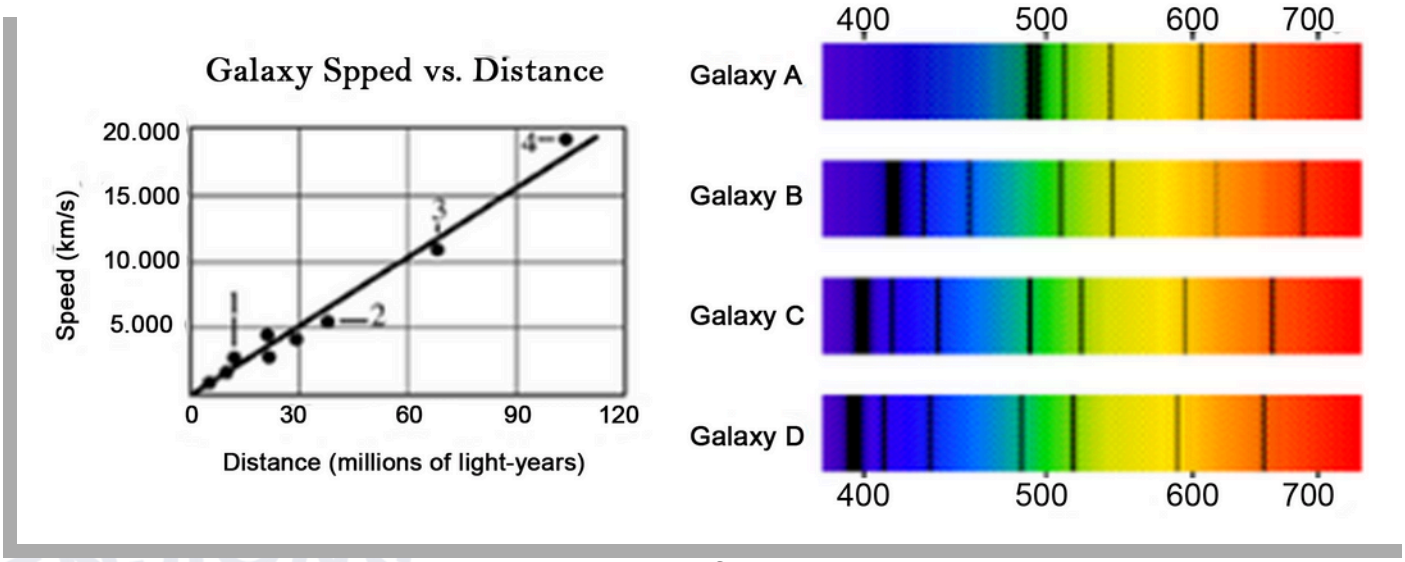
शिक्षिका :

बिलकुल! और जिस तरह हमने इन अंतरों को पृथ्वी पर देखा, खगोलशास्त्री इसी सिद्धांत का उपयोग कर तारों और आकाशगंगाओं से आने वाली रोशनी का निरीक्षण करते हैं, जिनसे हमें ब्रह्मांड के गूढ़ रहस्यों का पता चलता हैं।

निष्कर्ष :

शिक्षिका :

इससे पहले हम आज के पाठ का निष्कर्ष निकालें, क्या कोई बता सकता है (आकृति १२ देखें) कि 'आकाशगंगा गति बनाम दूरी' आलेख में आकाशगंगा अ कहाँ है और दूसरी आकाशगंगाओं की तुलना में वह वहाँ क्यों है?



आकृति १२

विद्यार्थी १ :

इसका सही जवाब है: आकाशगंगा अ बिंदु #४ है। आकाशगंगा अ सबसे अधिक "लालविचलित" है क्योंकि दूसरी आकाशगंगाओं की तुलना में उसके वर्णक्रम में काली अवशोषित पट्टियाँ लाल रंग की ओर सबसे अधिक स्थानांतरित है। अतः आकाशगंगा अ पृथ्वी से सबसे अधिक दूरी पर है।

शिक्षिका :

बहुत खूब, विद्यार्थी १! आज कॉस्मोवर्स एडवेंचर्स में, हमने कक्षा की जानी-पहचानी आवाज़ों से लेकर भव्य ब्रह्मांड की यात्रा की, ब्रह्मांडीय लालविचलन के रहस्यों को उजागर किया। छाया के कल्पना के अंतरिक्ष यान और बंसन एवं किर्चोफ़ की सहायता से हमने डॉप्लर प्रभाव को समझा, स्पेक्ट्रोस्कोपी में इलेक्ट्रॉन के नृत्य को देखा, और आकाशगंगाओं के अनूठे प्रकाश चिन्हों को पहचाना। हमने देखा की हमारी जिज्ञासा और सही उपकरणों के माध्यम से किए अवलोकनों और प्रयोगों के द्वारा हम इस विशाल ब्रह्मांड के गूढ़ रहस्यों को उजागर कर सकते हैं।

कॉस्मिक लाइब्रेरी

वीडियो :

डॉप्लर प्रभाव कैसे काम करता है
डॉप्लर प्रभाव क्या है? एम्बुलेंस की साईरन और पुलिस की राडार बंदूक़
लालविचलन क्या है?
लालविचलन । खगोलभौतिकी
डॉप्लर प्रभाव, लालविचलन एवं महाविस्फोट का सिद्धांत
जीसीएसई भौतिकी - लालविचलन क्या है?
लालविचलन। ब्रह्मांड का स्तर ख़ान अकैडमी
प्रकाश: खगोलशास्त्र का द्रुत पाठ
स्पेक्ट्रोस्कोपी से परिचय। ख़ान अकैडमी
स्पेक्ट्रोस्कोपी समझिए
लालविचलन: गति और रंग

संवादात्मक :

प्रकाश का विश्लेषण: श्रवण तारे का वर्णक्रम
ब्रह्मांडीय लालविचलन समीकरण
रेडीमैग: लालविचलन

वेबसाइट :

स्पेक्ट्रोस्कोपी: इंद्रधनुष को जाने
स्पेसबुक: लालविचलन

प्रलेख :

ब्रह्मांड के छोर की यात्रा
सब कुछ और कुछ नहीं
अणु: टाइटन्स की भिड़ंत

लेख :

ब्रह्मांडीय लालविचलन क्या है?
ईसा: लालविचलन क्या है?

इंफ़ोग्राफ़िक्स :

ब्रह्मांडीय लालविचलन क्या है?

शब्दावली

डॉप्लर प्रभाव (Doppler effect): एक तरंग की आवृत्ति या तरंगदैर्ध्य में बदलाव जब तरंग का स्रोत और पर्यवेक्षक एक-दूसरे की ओर या दूर जा रहे हों।

नीलविचलन (Blueshift): जब कोई खगोलीय वस्तु हमारे पास आ रही होती है तब उसके प्रकाश की तरंगदैर्ध्य कम हो जाती है, जिसे नीलविचलन कहते हैं।

ब्रह्मांडीय लालविचलन (Cosmic Redshift): खगोलीय पिंडों के प्रकाश का वर्णक्रम में लाल रंग की ओर स्थानांतर होना, जिससे पता चलता है कि वस्तु हमसे दूर जा रहा है।

विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम (Electromagnetic Spectrum): सभी प्रकार के विद्युतचुंबकीय तरंगों के आवृत्ति या तरंगदैर्ध्य की पूरी श्रृंखला, जिनमें रेडियो तरंगें, माइक्रोवेव, इन्फ्रारेड, दृश्यमान प्रकाश, पराबैंगनी, एक्स-रे, और गामा किरणें सम्मिलित हैं।

अवशोषण वर्णक्रम (Absorption Spectra): प्रकाश के तरंगदैर्ध्य (अथवा रंगों) की श्रृंखला जो कोई पदार्थ अवशोषित करता है। यह निरंतर वर्णक्रम में काले रेखाओं के रूप में दिखता है।

उत्सर्जन वर्णक्रम (Emission Spectra): प्रकाश के तरंगदैर्ध्य (अथवा रंगों) की श्रृंखला जो कोई पदार्थ उत्सर्जित करता है।

प्रमात्रा यांत्रिकी (Quantum Mechanics): भौतिकी का एक मौलिक सिद्धांत जो परमाणु और उपपरमाणु स्तर पर पदार्थ और ऊर्जा के व्यवहार का वर्णन करता है।

स्पेक्ट्रोमीटर (Spectrometer): एक उपकरण जो विद्युतचुंबकीय वर्णक्रम के एक हिस्से में प्रकाश के गुणों को मापता है।

स्पेक्ट्रोस्कोपी (Spectroscopy): पदार्थ और विद्युतचुंबकीय विकिरण के बीच की क्रियाओं का अध्ययन, जो किसी पदार्थ की संरचना समझने में सहायक 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