

अंक 10 | जून, 2023 | अर्ध वार्षिक | बेंगलूरु



आई वंडर...

रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस



पेज 4

स्व-निर्मित
उपकरणों के साथ
दिन के समय
खगोलविज्ञान

सम्पादन समिति

चित्रा रवि

(सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : chitra.ravi@apu.edu.in

राधा गोपालन

(सलाहकार सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : radha.gopalan@
azimpremjifoundation.org

विजेता रघुराम

(सह-सम्पादक)

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज,
बिक्कनाहल्ली मेन रोड,
सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : vijetaraghuram@gmail.com

अमोल आनन्दराव काटे

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन,
पाडिव रोड, ग्राम मांडवा, सिरोंही, राजस्थान
ई-मेल : amol.kate@
azimpremjifoundation.org

मूर्ति ओवीएसएन

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : murthy.ovsn@apu.edu.in

सुशील जोशी

द्वारा आई वंडर...
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन
रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : rusushil@yahoo.com

आनन्द नारायणन

भारतीय अन्तरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी
संस्थान (आईआईएसटी),
वलीमाला रोड, तिरुवनन्तपुरम, केरल
ई-मेल : anand@iist.ac.in

राकेश तिवारी

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन,
सी-101, मन्दिर मार्ग, अशोक कुन्ज,
अशोक नगर, राँची, झारखण्ड
ई-मेल : rakesh.tewary@
azimpremjifoundation.org

वेंकट नाग विनय सूरम

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन,
#190, गाँधीबाजार, बसवनगुडी,
बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : vinay.suram@
azimpremjifoundation.org

हृदय कान्त दीवान

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : hardy@azimpremjifoundation.org

सौरभ सोम

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
खसरा नम्बर 40 और 51, भोपाल-विदिशा
बायपास रोड, ग्राम कान्हासैया तहसील हुजूर,
भोपाल, मध्य प्रदेश
ई-मेल : saurav.shome@
azimpremjifoundation.org

यास्मीन जयतीर्थ

द्वारा आई वंडर...
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन
रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु कर्नाटक
ई-मेल : yasmin.cfi@gmail.com

मधुकर एस. पुट्टी

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय,
सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली
मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक
ई-मेल : madhukara.putty@apu.edu.in

शिव पाण्डेय

अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन,
वार्ड नम्बर 3, चन्दन नगर डाकघर,
दिनेशपुर, उधम सिंह नगर, उत्तराखण्ड
ई-मेल : shiv.pandey@azimpremjifoundation.org

सलाहकार : सुधीश वेंकटेश, मुख्य संचार अधिकारी एवं प्रबन्ध सम्पादक, अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन

प्रकाशन टीम : मीरा प्रभु, शाहनाज़ बेगम, लोकराम वी. जी., सम्बित महापात्रा

अनुवाद अंक सम्पादक : मधुकर एस. पुट्टी (कन्नड़ा) एवं राजेश उत्साही (हिन्दी)

हिन्दी अनुवाद : एकलव्य फ़ाउंडेशन। समन्वय : प्रतिका गुप्ता

चित्र एवं कलापक्ष : विद्या कमलेश

डिज़ाइनर : एमएपी सिस्टम्स, उपकार चैम्बर्स, 34/1, राष्ट्रीय विद्यालय रोड, बसवनगुडी, बेंगलूरु, कर्नाटक

हिन्दी अंक लेआउट एवं मुद्रक : आदर्श प्रा.लि.भोपाल, मध्य प्रदेश

प्रकाशन कार्यालय : अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु 562125

ई-मेल : publications@apu.edu.in

वेबसाइट : www.azimpremjiuniversity.edu.in

हमारे बारे में

आई वंडर... मिडिल स्कूल (कक्षा VI-VIII) के शिक्षकों के लिए एक विज्ञान पत्रिका है। हमारा उद्देश्य समावेशी और चिन्तनशील कक्षा अभ्यास में शिक्षकों का समर्थन करना है जो विद्यार्थियों को विज्ञान की प्रकृति की सराहना करने और प्रभावी रूप से उनकी वास्तविक दुनिया में इसका उपयोग करने के लिए ज्ञान, क्षमताओं, मूल्यों और स्वभाव से लैस करता है। इस उद्देश्य को ध्यान में रखकर, हम उन लेखों को प्रस्तुत करते हैं और आमंत्रित करते हैं जो शिक्षकों को विज्ञान के शिक्षण और आजीवन सीखने के कई आयामों पर आलोचनात्मक जाँच-पड़ताल में संलग्न करते हैं।

हमें सब्सक्राइब करने के लिए इस लिंक पर जाएँ :

<https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder>.

यह मूल रूप से अंग्रेज़ी में प्रकाशित आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस अंक 10, जून 2023 के लेखों का हिन्दी अनुवाद है, जो अक्टूबर, 2024 में प्रकाशित हुआ है।

इस अंक के बारे में :

इस विशेष अंक में आपका स्वागत है। इस अंक के लिए हमने, आई वंडर...के पाठकों के लिए लोकप्रिय विज्ञान पर पूर्व में प्रकाशित आठ लेखों को दुबारा से देखा। फिर सोचा कि इन लेखों में हम और क्या जोड़ें या क्या बदलाव करें कि ये मिडिल स्कूल के विज्ञान शिक्षक की कक्षा में उपयोग करने के लायक बन जाएं? इन लेखों पर आप भी एक नज़र डालें। यदि इनमें से कोई भी लेख इस पत्रिका से निकलकर आपकी कक्षा में जीवन्त हो पाता है, तो उसका अनुभव हमसे साझा करें। ऐसे अनुभव जो अन्य शिक्षकों के लिए मददगार हो सकते हैं, हमें उन्हें अगले अंकों में शामिल करने में खुशी होगी।

- इस अंक पर अपनी प्रतिक्रिया साझा करें, हमें इस पते पर लिखें iwonder@apu.edu.in.
- इस अंक की अंग्रेज़ी सॉफ्ट कॉपी डाउनलोड करने के लिए इस लिंक पर जाएँ : <https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder>. और हिन्दी कॉपी के लिए इस लिंक पर : <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/>
- अपने लेख आदि भेजने के लिए दिशानिर्देश हेतु इस अंक में पेज 105-106 पर हमारे लिए लिखें देखें।

चित्र सौजन्य:

मुख्य आवरण : Tracking the Sun.
Credits: diego_torres, Pixabay. URL: <https://pixabay.com/photos/sundial-the-building-monument-880004/>.
License: CC0.

पिछला आवरण : Sparkler. Perspectives. Credits: Reva G, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/revatudor/39375549315/>.
License: CC BY-NC-ND 2.0 DEED.

कृपया ध्यान दें :

- इस अंक में व्यक्त सभी विचार और राय लेखकों के अपने हैं। अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय या अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन इनके लिए किसी भी रूप में ज़िम्मेदार नहीं है।
- हमारे लेखों का हवाला देने के लिए कृपया निम्नलिखित प्रारूप का उपयोग करें Author name (Year of publication). Name of article. i wonder... (Issue number): page numbers. ISSN 2582-1636. URL: Link from the university repository (<http://publications.azimpremjifoundation.org/view/divisions/fiel18=2E1/>).
- इस पत्रिका के सभी लेख इस लाइसेंस के तहत प्रकाशित हैं : Creative Commons-Attribution-Non Commercial 4.0 International License. हमारे लेखों को पुनः प्रकाशित करने से पहले कृपया हमें सूचित करें।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (एनसीईएफ़) 2023 में इस बात पर जोर दिया गया है कि विद्यार्थियों के लिए ज़रूरी है कि विज्ञान, टेक्नोलॉजी और समाज के परस्पर सम्बन्धों के साथ-साथ इन सम्बन्धों के “नैतिक पहलुओं के निहितार्थों” को समझें। यह लक्ष्य इस समय में अधिक ज़रूरी हो गया है क्योंकि हम बढ़ती पारिस्थितिकीय, सामाजिक व आर्थिक ग़ैर बराबरियों से जूझ रहे हैं। यह क्यों महत्वपूर्ण है? विज्ञान हमें अपने आस-पास की दुनिया को समझने के लिए ज्ञान, कौशल और क्षमताओं से लैस कर सकता है। यह हमें, हमारी क्रियाओं का एक-दूसरे पर और अन्य प्राणियों (जिनके साथ हम यह पृथ्वी साझा करते हैं) पर हो रहे असर की छानबीन व आकलन करने में भी मदद कर सकता है। यह समझ हमें विज्ञान के ऐसे इस्तेमाल की ओर ले जा सकती है जो हमें परिणामस्वरूप हुए परिवर्तनों पर प्रतिक्रिया देने के तरीकों तक पहुँचा सके। इस लक्ष्य को पूरा करने में शिक्षकों को कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। निष्पक्षता, न्याय और समानता जैसे नैतिक मुद्दों को पारम्परिक विज्ञान पाठ्यक्रम में कोई जगह नहीं मिलती। हमारी कक्षाओं में कई विद्यार्थी विविध सामाजिक, आर्थिक, राजनीतिक और पारिस्थितिक सन्दर्भों से अपने स्वयं के ज्ञान और अपनी दुनिया की समझ के साथ आते हैं। वे न केवल अपने परिवेश में, बल्कि अपने घरों और समुदायों में व्यक्तिगत स्तर पर भी निष्पक्षता और न्याय के मुद्दों से जूझते हैं। यह विशेष रूप से उन समुदायों के विद्यार्थी हैं जिन्हें ऐतिहासिक रूप से विज्ञान की शिक्षा से दूर रखा गया है। हमारे कई स्कूल, सीमित संसाधनों, उपकरणों और प्रयोगशाला जैसी आधारभूत संरचनाओं की कमी के कारण विवश हैं। सभी विद्यार्थी, चाहे उनकी पृष्ठभूमि कुछ भी हो, इस तरह से विज्ञान कैसे सीखें जिससे उन्हें अपने समुदायों में वास्तविक मुद्दों से जुड़ने में मदद मिले? इस उद्देश्य को पूरा करने के लिए हम विज्ञान शिक्षक के रूप में अपनी कक्षाओं में किन तरीकों का उपयोग कर सकते हैं?

अपने लेख ‘विज्ञान के शिक्षक विद्यार्थियों के साथ सामाजिक न्याय की पड़ताल कैसे कर सकते हैं’ में, डे ग्रीनबर्ग यह दर्शाने के लिए ‘समस्या-आधारित’ शिक्षण दृष्टिकोण प्रस्तुत करती हैं। वे बताती हैं कि कैसे मिडिल स्कूल के विद्यार्थियों के जल प्रदूषण या अम्ल और क्षार जैसी पाठ्यपुस्तकीय अवधारणाओं के ज्ञान का उपयोग स्थानीय पर्यावरण प्रदूषण के मुद्दों को सम्बोधित करने के लिए किया जा सकता है। वे तीन विशेष कामों का वर्णन करती हैं जिनके माध्यम से शिक्षक विद्यार्थियों को अपने समुदायों में “सामाजिक न्याय के लिए काम” करने के लिए विज्ञान की अपनी समझ का उपयोग करने के लिए सशक्त बना सकते हैं। डे कहती हैं कि यदि विज्ञान शिक्षा द्वारा इस तरह से विद्यार्थियों को सशक्त बनाना है, तो सामाजिक न्याय इसका लक्ष्य होना चाहिए और “विज्ञान (ज्ञान और अभ्यास) इसका उपकरण।” उनका दावा है कि सामाजिक न्याय की समझ को हर तरह की विज्ञान कक्षा में शामिल करने की सम्भावना है। लेकिन, इसके लिए, शिक्षक को “दुनिया में बदलाव लाने के लिए विद्यार्थियों की क्षमताओं का सम्मान करना होगा।” डे के लेख के साथ एक शिक्षक मार्गदर्शिका है जिसका शीर्षक है ‘विज्ञान के पाठ्यक्रम और सामाजिक न्याय का मेल’, जिसमें मैंने विद्यार्थियों को राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसन्धान और प्रशिक्षण परिषद (एनसीईआरटी) के मिडिल स्कूल विज्ञान के पाठ्यक्रम के विषयों के आस-पास सामाजिक न्याय के मुद्दों की जाँच करने की कुछ सम्भावनाएँ साझा की हैं। इस अंक के दो लेख बताते हैं कि कैसे शिक्षक कम लागत वाले लेकिन मज़बूत उपकरणों का उपयोग कर सकते हैं, जो स्कूल या घर पर सहजता से उपलब्ध सामग्रियों से बन सकते हैं। इनकी मदद से विज्ञान सीखने में सहायक जाँच और प्रयोगों को आसानी से डिज़ाइन किया जा सकेगा। ‘स्व-निर्मित उपकरणों के साथ दिन के समय खगोलविज्ञान’ शीर्षक वाले अपने लेख में, प्रज्वल शास्त्री उन गतिविधियों पर विचार प्रस्तुत करती हैं जिनके साथ शिक्षक न केवल छाया और पिनहोल कैमरों के बारे में अपने विद्यार्थियों की समझ को बढ़ा सकते हैं, बल्कि उनमें दूसरों को समझाने की क्षमता का निर्माण भी कर सकते हैं। ‘विज्ञान की एक मजेदार किताब’ शीर्षक से पुस्तक समीक्षा में, ईशान राज और संगीता राज ने आसानी से उपलब्ध सामग्रियों के साथ ऐसे कई अन्य प्रयोगों वाली एक पुस्तक के बारे में बताया है जिसका उपयोग शिक्षक और विद्यार्थी ध्वनि, अम्ल और क्षार तथा पदार्थ के गुणों से सम्बन्धित अवधारणाओं की पड़ताल के लिए कर सकते हैं।

आपके क्षेत्र में ऐसे कौन-से मुद्दे हैं जिनके बारे में आपको लगता है कि उन्हें विज्ञान की कक्षा में शामिल किया जा सकता है? इन्हें हमारे साथ iwonder@apu.edu.in पर साझा करें।

राधा गोपालन
सलाहकार सम्पादक

अनुवाद : सोनम कुमारी पुनरीक्षण : सुशील जोशी
कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



इस अंक में

विज्ञान प्रयोगशाला



4 स्व-निर्मित उपकरणों के साथ
दिन के समय खगोलविज्ञान

प्रज्वल शास्त्री

गतिविधि शीट

गतिविधि शीट-1 : दिन के समय का चन्द्रमा ढूँढ़ें

गतिविधि शीट-2 : जादुई दर्पण बनाएँ

गतिविधि शीट-3 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर बनाएँ

गतिविधि शीट-4 : जादुई दर्पण से करें सूरज का अध्ययन

गतिविधि शीट-5 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर से करें

सूरज का अध्ययन

जीवनी



19 ऑलिवर साक्स : बाइक दौड़ाने वाला
मस्तिष्क का डॉक्टर

तेजस्वी शिवानन्द

गतिविधि शीट

गतिविधि शीट-1 : मस्तिष्क का लचीलापन

गतिविधि शीट-2 : दृष्टिभ्रम

शोध से अभ्यास तक



29 विज्ञान के शिक्षक विद्यार्थियों के
साथ सामाजिक न्याय की पड़ताल
कैसे कर सकते हैं

डे ग्रीनबर्ग

शिक्षक मार्गदर्शिका

विज्ञान के पाठ्यक्रम और सामाजिक न्याय का मेल

आपके आँगन में जीवन



38 परागणकर्ता :
पौधों के प्रसारक

मीनाक्षी पन्त

गतिविधि शीट

गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

गतिविधि शीट : अपने अवलोकन दर्ज करें

शिक्षक मार्गदर्शिका

गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

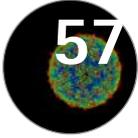
परिप्रेक्ष्य



51 विज्ञान क्यों महत्वपूर्ण है?

अनिल कुमार चल्ला और रीतिका सूद

पूछें एक सवाल



57 संक्रमण सामान्य जुकाम का

श्रीकान्त के.एस.

गतिविधि शीट

- गतिविधि शीट-1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल
- गतिविधि शीट-2 : जुकाम और बिना नाक-मुँह ढँके छींकना
- गतिविधि शीट-3 : अपने जुकामों का अवलोकन

शिक्षक मार्गदर्शिका

गतिविधि शीट- 1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल

पुस्तक समीक्षा



81 विज्ञान की मज़ेदार किताब

ईशान राज और संगीता राज

गतिविधि शीट

- गतिविधि शीट-1 : गुब्बारे को फुलाना
- गतिविधि शीट-2 : गाता हुआ वाइन्गलास
- गतिविधि शीट-3 : अण्डों में अन्तर करना

शिक्षक मार्गदर्शिका

गतिविधि शीट- 1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल

विज्ञान शिक्षक काम पर



91 बल की वैकल्पिक अवधारणाओं की पड़ताल

सौरभ सोम

गतिविधि शीट

- सवाल I : कौन बल लगाता है?
- सवाल II : कितना बल?
- सवाल III : पहले कौन नीचे आएगा?
- सवाल IV : कौन सबसे दूर तक जाता है?
- सवाल V : फेंकने का बल कितनी देर तक काम करता है?

पुस्तिका

समुन्दर नमकीन क्यों है?

लेखक : अंजलि सिंघल

स्व-निर्मित उपकरणों के साथ दिन के समय खगोलविज्ञान

प्रज्वल शास्त्री

लगभग हमेशा ही स्कूल का नियमित समय दिन का होता है, ऐसे में हम खगोलविज्ञान से विद्यार्थियों का परिचय कैसे कराएँ? आधुनिक खगोलविज्ञानी महँगे उपकरणों का इस्तेमाल करते हैं, क्या विद्यार्थी इनके बिना भी आसमान की छानबीन कर सकते हैं? दिन के समय के खगोलविज्ञान और स्व-निर्मित उपकरणों से विद्यार्थी क्या सीख सकते हैं?

अँ धेरी रात में, आकाशगंगा के नज़ारे से कभी आपके ज़हन में यह ख़्याल झिलमिलाया है कि क्या पृथ्वी एकमात्र ग्रह है जो जीवन को पोषित-पल्लवित करती है? क्या सुदूर अन्तरिक्ष की तस्वीरों ने कभी आपको यह जानने की गहरी ख्वाहिश से भर दिया है कि आखिर हम आए कहाँ से हैं? खगोलविज्ञान इस तरह के सवालों की तफ़्तीश करता है। हम आसमान में केवल अपनी आँखों से, या फिर 'हबल', 'स्पिट्ज़र' और 'चन्द्र' जैसी शक्तिशाली दूरबीनों से जो भी देखते हैं, वह सब खगोलविज्ञानियों के लिए अवलोकन और अध्ययन की चीज़ है।

तो, हम अपने विद्यार्थियों को खगोलविज्ञान के आनन्द से कैसे जोड़ें? अब आसमान तो सबके लिए मौजूद है, तो इस तरह से यह 'सबकी वेधशाला' है। तक़रीबन हमेशा ही स्कूल का नियमित समय दिन का होता है। इस समय सूरज की रोशनी आँखें चौन्धिया देती है। ऐसे में, दूसरी आकाशीय वस्तुओं को देखना मुश्किल हो जाता

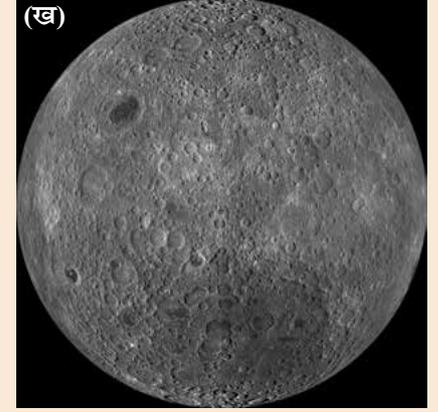
है। लेकिन इससे सभी सम्भावनाएँ खत्म नहीं हो जाती हैं। हमसे सबसे करीब का तारा सूरज है और हमारा उपग्रह चन्द्रमा है – ये दोनों हमें स्कूल के समय में दिखते हैं। दिन के समय के खगोलविज्ञान से हम इन आकाशीय पिण्डों का और इनसे जुड़ी परिघटनाओं का अध्ययन कर सकते हैं।

दिन के चन्द्रमा का अवलोकन

विद्यार्थियों को दिन के समय दिखते चन्द्रमा को ढूँढ़ने के लिए कहें (देखें गतिविधि शीट-1 : दिन के समय का चन्द्रमा ढूँढ़ें)। आप इस गतिविधि के आयोजन के लिए चन्द्र-कैलेंडर (lunar calendar) का इस्तेमाल कर सकते हैं। चन्द्र-कैलेंडर, चन्द्रमा की अवस्थाओं के मासिक चक्रों पर आधारित होता है। अपने विद्यार्थियों के लिए ऐसा पहला अवलोकन करने का इन्तज़ाम तब करें, जब चन्द्रमा और सूरज दोनों आसमान में दिख रहे हों (बॉक्स-1 देखें)। चन्द्रमा के एक पूरे चक्र के दौरान हर दिन इन अवलोकनों को दर्ज करने के लिए अपने विद्यार्थियों के साथ काम करते

बॉक्स-1 : हम चन्द्रमा पर क्या देख सकते हैं?

- हमारे चन्द्रमा के उजला होने की वजह सूरज की वह रोशनी है, जो चन्द्रमा की सतह से टकराकर हम तक पहुँचती है। चन्द्रमा का वह आधा हिस्सा जो सूरज के सामने है, वह हर समय रोशन रहता है। यह चन्द्रमा का 'दिन वाला हिस्सा' (day side) कहलाता है। दूसरा आधा हिस्सा, जो अँधेरे में रहता है, वह चन्द्रमा का 'रात वाला हिस्सा' (night side) कहलाता है।
- पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाने में चन्द्रमा को 27 दिन, 7 घण्टे, 43 मिनट और 11.5 सैकेंड लगते हैं। इतने ही समय में चन्द्रमा अपनी धुरी पर पूरा एक चक्कर घूम जाता है। इसका नतीजा यह है कि हमें हमेशा चन्द्रमा की सतह का केवल एक हिस्सा ही दिखता है। यह 'चन्द्रमा का अगला हिस्सा' (near side) कहलाता है। दूसरा हिस्सा, 'चन्द्रमा का पिछला हिस्सा' (far side) कहलाता है (चित्र-1 देखें)।
- हम चन्द्रमा को हर रोज़ एक ही समय पर नहीं देख पाते हैं क्योंकि पृथ्वी के चारों ओर अपनी कक्षा में चन्द्रमा हर रोज़ 12-13 डिग्री पूर्व की ओर खिसक जाता है। हर नए दिन चन्द्रमा हमें तब नज़र आता है जब पृथ्वी अपनी धुरी पर पिछले दिन से कुछ ज़्यादा देर तक (क़रीब 50 मिनट अधिक) घूम चुकी होती है।
- सूरज से रोशन, चन्द्रमा का अगला हिस्सा 0% ('नए चन्द्रमा' के समय) से लगभग 100% ('पूरे चन्द्रमा' के समय) तक रोशन होता है। इस वजह से हमें चन्द्रमा की अलग-अलग आकृतियाँ दिखती हैं। हमें चन्द्रमा की ऐसी आठ तरह की आकृतियाँ दिखती हैं, जिन्हें 'चन्द्रमा की कलाएँ' (phases of the moon) भी कहते हैं (चित्र-2 देखें)।
- साल के हर महीने के औसतन 25 दिनों में चन्द्रमा इतना चमकदार होता है कि वह हमें दिन के समय भी नज़र आता है। इसके विपरीत, जब चन्द्रमा तक्ररीबन नया होता है, तब चन्द्रमा के अगले हिस्से का इतना कम भाग सूरज की रोशनी से रोशन होता है कि वह हमें नज़र नहीं आता है। और, जब तक्ररीबन पूरा चन्द्रमा होता है, तब वह लगभग उसी



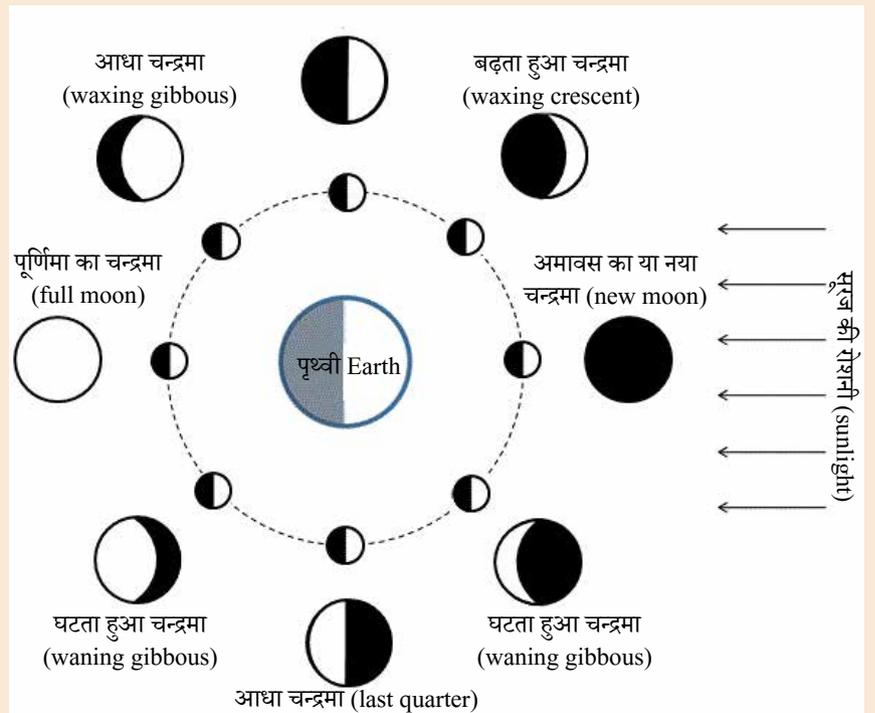
चित्र-1 : चन्द्रमा के दोनों पक्षों की तस्वीरें, जो नासा के लूनर रिक्ॉनोसैन्स ऑर्बिटर ने ली थीं— (क) चन्द्रमा का 'आगे' वाला हिस्सा, और (ख) चन्द्रमा का 'पीछे' वाला हिस्सा।

Credits: (क) NASA/GSFC/Arizona State University, Wikimedia Commons.

URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_nearside_LRO.jpg. License: Public Domain.

(ख) NASA/GSFC/Arizona State University, Wikimedia Commons.

URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_farside_LRO.jpg. License: Public Domain.



चित्र-2 : चन्द्रमा की कक्षा की आठ कलाएँ।

Credits: Andonee, Wikimedia Commons.

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Moon_Phase_Diagram_for_Simple_English_Wikipedia.GIF.

License: CC-BY-SA 4.0 DEED.

समय 'निकलता' है जब सूरज 'डूबता' है, और लगभग उसी समय 'डूबता' है जब सूरज 'निकलता' है। पूरे चन्द्रमा के एक हफ़्ते बाद की सुबहों में (तीन-चौथाई चन्द्रमा के समय), और पूरे चन्द्रमा के एक

हफ़्ते पहले की दोपहरों में (शुरुआती एक-चौथाई चन्द्रमा के समय) सूरज और चन्द्रमा को दिन में एक साथ सबसे आसानी से देखा जा सकता है।

तालिका-1 : चन्द्रमा पर नज़र रखने के लिए अवलोकन तालिका का एक उदाहरण।					
अवलोकन स्थल	तारीख	समय	आकाश का हाल	सूरज व चन्द्रमा के बीच का कोण	चन्द्रमा की आकृति
स्कूल में खेल का मैदान	रविवार 20 मार्च 2016	13:00	साफ़		
स्कूल में खेल का मैदान	सोमवार 21 मार्च 2016	15:00	हलके बादल		
घर के पास का पार्क	रविवार 20 मार्च 2016	11:00	हलके बादल		
स्कूल में खेल का मैदान	बुधवार 23 मार्च	11:30	ज्यादातर साफ़, जाते हुए बादल		

बॉक्स-2 : पिनहोल कैमरा क्या होता है?

यह बिना लेंस का कैमरा होता है। इसमें पिन के बराबर का एक छेद (एपरचर—aperture) होता है। कैमरा, इस एपरचर के ज़रिए रोशनी की एक निश्चित मात्रा को गुजरने देता है और बाकी को फिल्टर करता है और यह स्क्रीन पर उल्टा प्रतिबिम्ब बनाता है। ऐसे कैमरे हमारे आस-पास प्रकृति में भी होते हैं। इसका एक उदाहरण पेड़ की पत्तियों के बीच की जगह है (चित्र-3 देखें)।



चित्र-3 : प्राकृतिक पिनहोल। यहाँ आंशिक सूर्यग्रहण के दौरान पेड़ की छाया में दिख रहे रोशन अर्द्धचन्द्राकार हिस्से सूरज की छवियाँ हैं, जो पत्तियों के बीच फासले से बने प्राकृतिक पिनहोल से बन गई हैं।

Credits: Thayne Tuason. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_Eclipse_August_21_2017.jpg. License: CC-BY.

विद्यार्थी खुद ही अपने लिए ऐसा कैमरा बना सकते हैं। उन्हें बस एक ऐसा बॉक्स चाहिए, जिसमें रोशनी न जा सकती हो। इस बॉक्स के एक ओर पिन के आकार का छेद (एपरचर) बनाएँ और दूसरी ओर बॉक्स के अन्दर फ़िल्म लगाएँ। जब कैमरे के एपरचर को किसी वस्तु (को देखने के लिए उस) की ओर किया जाता है तो उस वस्तु से टकराकर आने वाली रोशनी पिनहोल के ज़रिए बॉक्स में जाएगी और फ़िल्म पर उस वस्तु का उल्टा प्रतिबिम्ब बनाएगी।

रहें, जिससे कि वे दिन भी दर्ज हों जब दिन के आसमान में चन्द्रमा दिखाई नहीं दिया हो (तालिका-1 देखें)। आप अपने विद्यार्थियों को प्रोत्साहित कर सकते हैं कि वे रात में उनके घर पर ऐसे ही अवलोकन करें और उन्हें दर्ज करें। विद्यार्थियों के अवलोकनों को पाठ्यपुस्तक में इनसे सम्बन्धित अवधारणाओं के साथ जोड़ें और चर्चा करें।

दिन के समय चन्द्रमा को देखना-समझना, आगे चलकर चन्द्रमा की कक्षाओं और चन्द्र-ग्रहणों के बारे में ज्यादा गहरी समझ वाली गतिविधियाँ करवाने की अच्छी शुरुआत हो सकती है।

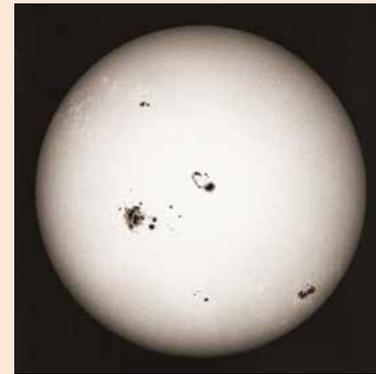
सूरज का अवलोकन

सीधे सूरज की ओर देखना आँखों को नुकसान पहुँचा सकता है। लेकिन हम किसी समतल सतह पर सूरज की छवि डालकर उसका अध्ययन कर सकते हैं। यह करने का एक तरीका 'जादुई दर्पण' के ज़रिए सूरज की छवि देखना है (देखें गतिविधि शीट-2 : जादुई दर्पण बनाएँ)। दूसरा तरीका, छवि को 'माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर' के ज़रिए प्रक्षेपित करना है (देखें गतिविधि शीट-3 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर बनाएँ)। ये आसानी से बनाए जाने वाले उपकरण हैं, जो किसी पिनहोल कैमरा की तरह काम करते हैं (बॉक्स-2 देखें)।

सूरज की छवि कैसी दिखती है? आप सूरज की छवि दिखाने के लिए एक परदा लगाएँ। इस पर पड़ती रोशनी के चमकदार हिस्से की आकृति की ओर अपने विद्यार्थियों का

बॉक्स-3 : सूरज के धब्बे या सनस्पॉट्स क्या होते हैं?

ये हमें धब्बे जैसे दिख सकते हैं, लेकिन असल में ये सूरज की सतह पर किसी ग्रह जितने बड़े क्षेत्र होते हैं। ऐसे हर सौर-धब्बे का शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र होता है (ऐसे चुम्बकीय क्षेत्रों की ताकत सूरज के किसी भी अन्य हिस्से से बहुत ज्यादा होती है, और यह पृथ्वी की चुम्बकीय शक्ति से लगभग 2500 गुना अधिक होती है)। इस क्षेत्र की ताकत की वजह से नई गर्म गैस सूरज के केन्द्र से उभरकर उसकी सतह पर नहीं आ पाती है। इसका नतीजा यह होता है कि सूरज के धब्बों के ये क्षेत्र अपने आस-पास के हिस्से से ज्यादा ठण्डे होते हैं और ज्यादा गहरे रंग के दिखाई देते हैं (चित्र-4 देखें)। आप सनस्पॉट्स के बारे में इस लिंक पर जाकर और पढ़ सकते हैं : <https://annex.exploratorium.edu/sunspots/research2.html>



चित्र-4 : गहरे-काले सौर-धब्बों वाला सूरज।

Credits: Hans Bernhard (Schnobby), Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sun_with_sunspots.JPG#file. License: CC BY-SA 3.0 DEED.

नासा/सोहो की वेबसाइट (URL: http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi_igr/512/) पर सूरज के हर रोज के चित्र को देखते रहें, तो सूरज के धब्बों को देख पाने की सम्भावनाएँ बढ़ जाएँगी। जिस दिन आप इन चित्रों में सौर-धब्बों को साफ़-साफ़ देखें, उस रोज सूरज के धब्बों को देखने की गतिविधि की योजना बनाएँ। यह ध्यान रखें कि सूरज के धब्बों को देखने की सम्भावना तब बढ़ जाएगी, जब ये सनस्पॉट काफ़ी बड़े होंगे और आपको सूरज की काफ़ी स्पष्ट छवि मिल सकती है।

ध्यान आकर्षित करते हुए शुरुआत करें (देखें गतिविधि शीट-4 : जादुई दर्पण से करें सूरज का अध्ययन और गतिविधि शीट-5 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर से करें सूरज का अध्ययन)। यह सूरज की छवि है। कभी-कभी इस छवि में आपके विद्यार्थियों को कुछ गहरे-काले धब्बे दिख सकते हैं। ये 'सूरज के धब्बे' यानी 'सनस्पॉट्स' (sunspots) हो सकते हैं (बॉक्स-3 देखें)।

आपके विद्यार्थी यह सवाल कर सकते हैं कि क्या सूरज की छवि की ऐसी आकृति दर्पण पर लगे वृत्ताकार कागज़ के आवरण की वजह से है? यहाँ जादुई दर्पण का इस्तेमाल करके उनकी इस शंका को दूर किया जा सकता है। छवि वृत्ताकार ही रहती है, भले ही इस दर्पण पर लगे आवरण की आकृति कुछ भी हो (वृत्ताकार, त्रिकोणीय, वर्गाकार या सितारेनुमा)। ऐसा इसलिए है क्योंकि वह सूरज की छवि है (बॉक्स-4 देखें)।

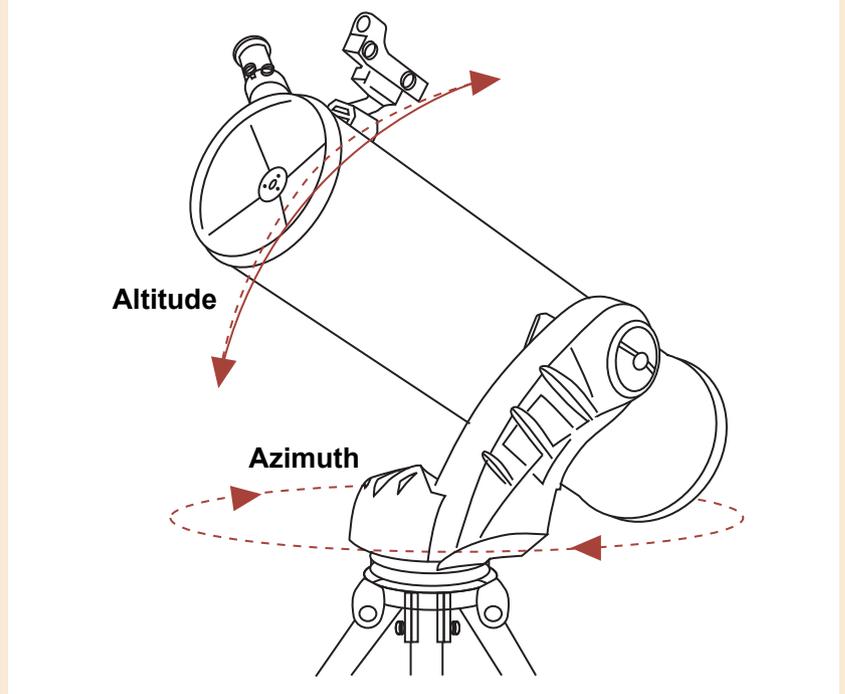
सूरज की अच्छी छवि हासिल कर पाना तीन कारकों पर निर्भर करेगा : (क) आवरण में

बॉक्स-4 : हमें कैसे पता चलेगा कि परदे पर जो वृत्ताकार छाया है, वह सूरज की छवि है?

इसे किसी कमरे के अन्दर एक सरल प्रयोग से पुख्ता तौर पर प्रदर्शित किया जा सकता है। कमरे में गहरा अँधेरा कर दें। केवल एक छोटे-से छेद से रोशनी कमरे में आएँ और एक साफ़ दीवार पर पड़े। अब अगर कोई व्यक्ति एक चमकदार लैम्प लेकर कमरे के बाहर छेद की ओर रुख करके खड़ा हो जाए, तो आप दीवार पर लैम्प की उलटी छवि देख सकते हैं। अगर बाहर खड़ा व्यक्ति लैम्प को हिलाएगा, तो दीवार पर छवि की दिशा और तीव्रता बदलेगी, लेकिन आकृति वही रहेगी। अगर आप उस छेद की आकृति बदलते हैं, जिससे रोशनी कमरे में आ रही है, तब भी लैम्प की आकृति वही रहेगी। जब आप सूरज की छवि हासिल करने के लिए माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर का इस्तेमाल करते हैं, तब भी यही होता है। आसमान में सूरज की स्थिति बदलने से या दर्पण को ढँकने वाले आवरण का आकार बदलने से सूरज की छवि की आकृति नहीं बदलती है।

बॉक्स-5 : 'अल्टाज़िमथ माउंट' क्या है?

यह एक सरल आलम्बन (माउंट) है, जिसका इस्तेमाल उपकरणों को टिकाने और घुमाने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए, भूमि पर स्थापित दूरबीनों (ground-based telescopes) को दो धुरियों – (क) ऊँचाई के लिए नीचे-ऊपर की धुरी (ऊर्ध्वाधर उन्नतांश अक्ष – vertical altitude axis), और (ख) क्षैतिज दिगंश धुरी (horizontal azimuth axis) – पर घुमाने में इसका उपयोग होता है (चित्र-5 देखें)।



चित्र-5 : 'अल्टाज़िमथ माउंट' का एक उदाहरण।

Credits: Adapted from BBC Sky At Night Magazine's: 'What's the difference between an equatorial mount and an altazimuth mount?' authored by Ninian Boyle. URL: <https://www.skyatnightmagazine.com/advice/difference-equatorial-altazimuth-mount>.

बॉल प्रोजेक्टर को बनाने में इसका इस्तेमाल करने से विद्यार्थियों को दो तरह की वृत्ताकार गति करने की सहूलियत मिलती है – ऊपर व नीचे और दाएँ व बाएँ। एक ही माउंट पर दोनों तरह की गति करने की सुविधा मिलने से उपकरणों के पूरे ताम-झाम को इधर-उधर किए बगैर विद्यार्थी आसमान में, मनचाही दिशा में सूरज का अवलोकन कर सकते हैं या क्षैतिज के ऊपर दूरबीन को किसी भी ओर घुमा सकते हैं।

छेद का आकार; (ख) जिस परदे पर छवि पड़ रही है, उसमें और छवि को उस पर डालने वाले उपकरण (जादुई दर्पण या माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर) के बीच की दूरी; तथा (ग) जिस कमरे में परदा लगा है उसमें कितना अँधेरा है। आवरण में छेद जितना बड़ा होगा, परदे को उतनी ही अधिक दूरी पर लगाना होगा जिससे कि पिनहोल कैमरे वाला प्रभाव मिल पाए। लेकिन, आवरण में छेद जितना बड़ा होगा, इन उपकरणों में लगे

दर्पण को उतनी ही ज़्यादा रोशनी मिलेगी। इससे परदे पर बनने वाली छवि आकार में ज़्यादा बड़ी और उजली होगी, लेकिन धुँधली होगी। आप कमरे में जितना ज़्यादा अँधेरा कर पाएँगे (जैसे कि खिड़कियों, रोशनदानों और रोशनी भीतर आने वाली अन्य जगहों को परदों से ढँककर), देखने वालों को उतनी ही साफ़ छवि नज़र आएगी। छवि में अन्तर का पता करने के लिए अपने विद्यार्थियों को आवरणों में अलग-अलग

आकार के छेद करके, परदे और उपकरणों के बीच दूरी को घटा-बढ़ाकर, और कमरे के अँधेरे को कम-ज्यादा करते हुए प्रयोग करने दें। उन्हें प्रोत्साहित करें कि वे इन प्रयोगों के अवलोकनों से स्वयं यह पहचानें कि इन तीनों कारकों में बदलाव और छवि की स्पष्टता के बीच क्या रिश्ता है। यह अभ्यास उन्हें 'पिनहोल प्रोजेक्शन' की समझ बनाने में मददगार होगा। पूरी तरह अँधेरे कमरे में, दर्पण के आवरण में क़रीब 2 सेमी व्यास का छेद हो और उससे 30 मीटर दूर परदा लगा हो तो सबसे साफ़ और स्पष्ट छवि दिखाई देती है।

अँधेरा कमरा किसी डेटा संग्रहण कक्ष की तरह काम कर सकता है। जिस दीवार पर सूरज की छवि प्रक्षेपित की जा रही हो, उस पर कागज़ की कुछ शीट लगाएँ। अपने विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करें कि वे कुछ दिनों तक इनका इस्तेमाल करते हुए सूरज

की स्थिति और चाल का पता लगाएँ और उसकी निशानदेही करें। इस प्रक्रिया का इस्तेमाल करके उन्हें सूरज की रोज़ाना की, और अलग-अलग मौसमों में बदलती चाल से परिचित करवाया जा सकता है। इस सन्दर्भ में माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर के कुछ फ़ायदे हैं। इसका इस्तेमाल करने पर, सारे समय प्रोजेक्टर से परदे तक का मार्ग भूमि के लगभग समानान्तर ही रहेगा, फिर चाहे आसमान में सूरज की स्थिति कुछ भी हो। यह इस प्रोजेक्टर को अध्ययन के लिहाज़ से बहुत सुविधाजनक बनाता है। रिंग पर एक वज़नी और नीचे की ओर भार डालती गेंद रखने से प्रोजेक्टर ज़्यादा स्थिर हो जाता है। इससे परदे पर बनने वाली छवि की स्पष्टता बढ़ जाती है। इस उपकरण को अलग-अलग तरह से सूरज की दिशा में करने पर विद्यार्थियों को उस उपकरण के साथ काम करने का अनुभव मिल सकता है, जिसे खगोलशास्त्री 'अल्टाज़िमथ माउंट'

(या, 'अल्ट-अज़' माउंट्स) (Atazimuth or Alt-Az mounts) कहते हैं (बॉक्स-5 देखें)।

चलते-चलते

खगोलविज्ञान, ऐसे खगोलीय पिण्डों का अध्ययन करने का मज़ेदार तरीक़ा है जो हमसे बहुत बड़े हैं, और बहुत दूर हैं, लेकिन वे भौतिकशास्त्र के नियमों के मुताबिक़ हैं जैसा कि हम उन्हें पृथ्वी पर समझते हैं। स्व-निर्मित उपकरणों के साथ दिन के समय खगोलविज्ञान के ज़रिए हम स्कूल के वक़्त में ही इन खगोलीय पिण्डों के अध्ययन से विद्यार्थियों का परिचय करवा सकते हैं। विद्यार्थी जब अपने उपकरण खुद ही बनाएँगे, उनका इस्तेमाल करेंगे और खुद अवलोकन करेंगे, तो वे स्कूल की पाठ्यचर्या से जुड़ी अवधारणाओं के बारे में ज़्यादा स्पष्ट और मज़बूत समझ बना पाएँगे।

मुख्य बिन्दु

- स्कूल के समय में ही विद्यार्थी सरल गतिविधियों और स्व-निर्मित उपकरणों के ज़रिए खगोलविज्ञान को जान-समझ सकते हैं।
- दिन के समय दिखने वाले चन्द्रमा को ढूँढ़ना और उसकी स्थिति को पन्द्रह दिन तक रोज़ाना दर्ज करना, विद्यार्थियों के लिए चन्द्रमा की कलाओं का पता लगाने में और पृथ्वी के सापेक्ष उसकी चाल का पता लगाने में मददगार हो सकता है।
- सूरज की छवि को किसी परदे पर प्रक्षेपित करना और इसकी चाल पर नज़र रखना विद्यार्थियों को सूरज के सापेक्ष हमारी स्थिति में रोज़ाना के परिवर्तन और मौसमी बदलावों को समझने में सहायक हो सकता है।
- सूरज को देखने के लिए 'जादुई दर्पण' और 'माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर' बनाना तथा उनका इस्तेमाल करना विद्यार्थियों को उन उपकरणों का अहसास करवा सकता है, जिनका उपयोग खगोलशास्त्री आकाशीय पिण्डों के अध्ययन के लिए करते हैं।



आभार : नवनिर्मिति लर्निंग फ़ाउंडेशन ने 'सोलर मैक्सिमम' (2000) के समय 'नवनिर्मिति के सन्तैक' के दौरान 'जादुई दर्पण' की और 'ट्रॉजिट ऑफ़ वीनस कैम्पेन' (2004) के दौरान 'माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर' की रूपरेखा बनाई और इनका विकास किया। ये दोनों और दिन के समय के खगोलविज्ञान के ऐसे ही कई प्रयोग नवनिर्मिति की वेबसाइट पर मौजूद हैं : www.navnirmitilearning.org। इन गतिविधियों का प्रदर्शन नवनिर्मिति यूट्यूब चैनल पर देखा जा सकता है। 'विज्ञान प्रसार' ने नवनिर्मिति लर्निंग फ़ाउंडेशन और भारत ज्ञान विज्ञान समिति, कर्नाटक के सहयोग से इन वीडियो का निर्माण किया है। मैं इस विषयवस्तु पर चर्चाओं के लिए नवनिर्मिति लर्निंग फ़ाउंडेशन के प्रमुख डिजाइनरों, विवेक मॉन्टेरिओ और गीता महाशब्दे, का शुक्रिया अदा करना चाहती हूँ।

टिप्पणियाँ :

1. यह लेख सबसे पहले आई वंडर..., जून 2016, पृष्ठ 77-82 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख के लिए इस लिंक पर जाएँ : <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1257/>। इसका हिन्दी अनुवाद इस लिंक से प्राप्त किया जा सकता है - <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/264/> यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री के साथ ही पाँच गतिविधि शीट जोड़ी गई हैं।
2. Source for the image used in the background of the article title: Sun vs Moon. Credits: Dino Abatzidis, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/atomicshark/727649411>. License: CC-BY-NC-SA 2.0 DEED

Additional resources:

1. One example of a lunar calender: <https://stardate.org/nightsky/moon>.
2. More information on safe viewing: Suraj Zameen Part 13: Safe Viewing. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=-Xdy5TOi2E4>.
3. More information on pinhole cameras: Suraj Zameen Part 2: Pin Hole. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=H0ythHRzSxc>.
4. More information on solar ball projectors: Ball Mirror. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6vK5hZa00I0>.
5. More information on magic mirrors here: Suraj Zameen Part 3: Magic Mirror. URL: www.youtube.com/watch?v=oLMYv0zZavA.

References:

1. Young M (1972). 'Pinhole Imagery'. American Journal of Physics, 40 (5), 715-720.
2. Monteiro V (2004). 'Measuring the Universe with a String and a Stone'. Navnirmiti. URL: <https://navnirmitilearning.org/wp-content/uploads/2021/07/Measuring-the-Universe-With-a-String-and-a-Stone-%E2%80%93-Transit-of-Venus-Experiment-2004.pdf>.
3. Monteiro V (2008). 'Sun-Earth experiments: Activity Cards for Day Time Astronomy'. Navnirmiti. URL: <https://navnirmitilearning.org/wp-content/uploads/2021/07/Sun-Earth-Experiments-Activity-Cards-for-Day-Time-Astronomy.pdf>.
4. Nilsson T H (1986). 'Pinhead Mirror: A Previously Undiscovered Imaging Device?'. Applied Optics, 25 (17), 2863-2864.
5. Nityananda R (2021). 'Observing Light: Shadows and Reflections'. i wonder... (6), 46-50.



प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। शोध से जुड़ी उनकी मुख्य रुचि अतिविशाल ब्लैक होल की अनुभवजन्य पड़ताल में है। वह वैज्ञानिक सोच को विकसित करने की आवश्यकता को समझती हैं और ब्रह्माण्ड के प्रति अपने आकर्षण को सभी आयु वर्ग के व्यक्तियों के साथ साझा करने के लिए खगोलभौतिकी का उपयोग करती हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब प्रज्वल भारतीय खगोलभौतिकी संस्थान (Indian Institute of Astrophysics – IIA), बेंगलूरु के साथ काम कर रही थीं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** प्रतिका गुप्ता

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-1 : दिन के समय का चन्द्रमा ढूँढें

आवश्यक सामग्री :  अवलोकनों को दर्ज करने के लिए एक नोटबुक

गतिविधि के लिए उपयुक्त आसमान :

आपको बाहर खुले में काफी हद तक साफ़ आसमान के नीचे जाना होगा। आसमान का काफी हिस्सा और हमारे सूरज व चन्द्रमा, पूरे समय न सही, लेकिन कुछ-कुछ वक़्त के लिए तो दिखते रहने चाहिए।

अवलोकन करें और पता लगाएँ :

- दिन के समय के आसमान में चन्द्रमा।
- चन्द्रमा की आकृति कैसी है? अपनी लॉग-बुक में अवलोकन की तारीख और समय के साथ चन्द्रमा का रफ़ चित्र दर्ज कर लें।
- चन्द्रमा की आकृति का रुख उसके ठीक नीचे के क्षितिज (horizon) या धरती व आकाश के मिलन की रेखा (दिगंत - skyline) के सम्बन्ध में किस ओर है?
- आसमान में सूरज के सापेक्ष चन्द्रमा कहाँ मौजूद है? (उदाहरण के लिए, क्या चन्द्रमा सूरज के दक्षिण-पूर्व में है या उत्तर-पश्चिम में है?)
- अपनी बाँहें सीधी करके एक बाँह सूरज की तरफ़ और दूसरी बाँह चन्द्रमा की ओर करें। आपकी बाँहें लगभग कितना कोण बना रही हैं?

अवलोकन स्थल	रिकॉर्ड 1	रिकॉर्ड 2	रिकॉर्ड 3	रिकॉर्ड 4	रिकॉर्ड 5
तारीख					
समय					
आसमान का हाल					
चन्द्रमा की आकृति					
क्षितिज के सम्बन्ध में चन्द्रमा की आकृति का रुख					
सूरज के सापेक्ष चन्द्रमा कहाँ मौजूद है					
चन्द्रमा और सूरज के बीच का कोण					

इन अवलोकनों को दोहराएँ :

- उसी दिन हर 30-60 मिनट के बाद दोहराएँ।
- आने वाले दिनों में दोहराएँ।

पता लगाएँ और चर्चा करें :

चन्द्रमा की कक्षा (lunar orbit, यानी चन्द्रमा द्वारा पृथ्वी की परिक्रमा के रास्ते) के बारे में सोचें। पिछले कुछ दिनों में आपने चन्द्रमा में जो बदलाव होते देखे हैं, क्या चन्द्रमा की कक्षा उनकी व्याख्या कर सकती है?

रचनाकार :

iwonder..
Rediscovering school science

प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता



विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-2 : जादुई दर्पण बनाएँ

आवश्यक सामग्री :



करीब 3 सेमी x 3 सेमी का
एक वर्गाकार दर्पण



करीब 15 सेमी x 15 सेमी का
मोटा काला कागज़



एक वृत्ताकार सिक्का



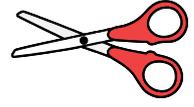
एक छोटा पैमाना



चिपकाने के लिए गोंद



मापने का फीता



एक कैंची

अब बनाएँ :

1. काले कागज़ के चारों कोनों से 5 सेमी x 5 सेमी आकार का एक वर्गाकार टुकड़ा काटें। ध्यान दें कि आपको कागज़ के किनारों के समानान्तर काटना है। इस तरह काटने पर कागज़ बड़े 'प्लस' (+) के निशान जैसा बन जाएगा। प्लस की भुजाओं की आकृति लगभग वर्गाकार होगी।
2. इस प्लस के निशान जैसे कागज़ की हर वर्गाकार भुजा पर एक ज्यामितीय आकृति बनाएँ। ध्यान रखें कि इनमें से हर आकृति दर्पण के आकार से छोटे आकार की होनी चाहिए। इन सभी आकृतियों को काटकर निकाल लें। उदाहरण के लिए :
 - i. प्लस की ऊपरी भुजा में एक वर्ग काटें
 - i. बाईं भुजा पर सिक्के से वृत्त बनाएँ और उसे काटें
 - ii. दाईं भुजा में सितारे की आकृति काटें
 - iii. निचली भुजा में समबाहु त्रिभुज काटें
3. प्लस आकार के कागज़ के ठीक बीच में, गोंद का इस्तेमाल करके दर्पण को चिपका दें।
4. हर वर्गाकार भुजा को मोड़कर दर्पण के ऊपर रखा जा सकता है। बारी-बारी से हर भुजा के साथ ऐसा करके देखें। आप देखें कि कैसे ये आकृतियाँ अलग-अलग आकृतियों के आवरण की तरह काम करती हैं। लीजिए, आपका जादुई दर्पण इस्तेमाल के लिए तैयार है!

रचनाकार :

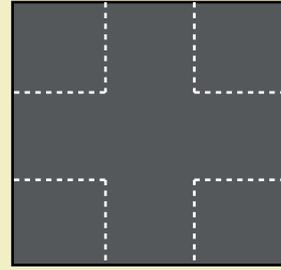
प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता

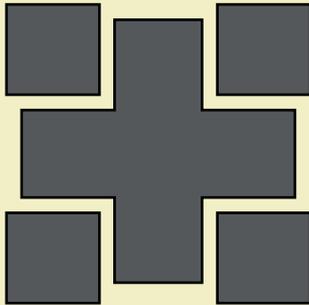
जादुई दर्पण को बनाना चित्रों से समझें



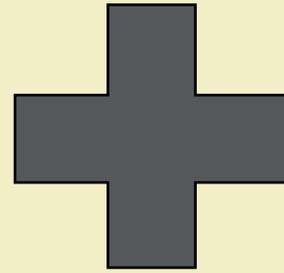
1. काले कागज़ का वर्गाकार टुकड़ा लें।



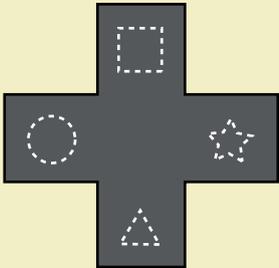
2. कागज़ के चारों कोनों पर बराबर माप के चार चौरस बनाएँ।



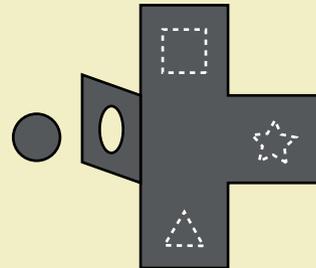
3. चारों कोनों से चारों चौरस काटकर हटा दें।



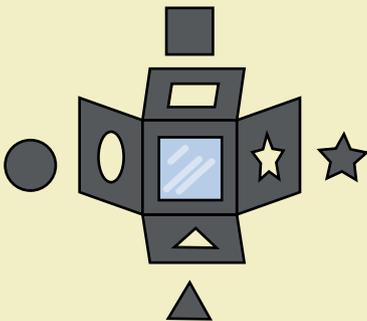
4. आपके पास 'प्लस' आकार का कागज़ रह जाएगा।



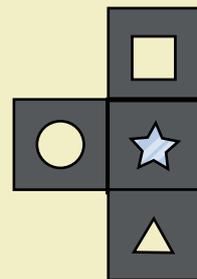
5. प्लस आकार के इस कागज़ की हर भुजा पर चार अलग-अलग आकृतियाँ बनाएँ।



6. प्लस की भुजाओं पर बनी इन चारों आकृतियों को काट लें। हर एक भुजा एक आवरण की तरह काम देगी।



7. वर्गाकार दर्पण को प्लस आकार के कागज़ के ठीक बीच में लगा दें।

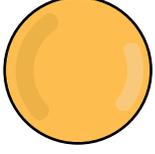


8. चारों आवरणों को बारी-बारी से दर्पण के ऊपर मोड़कर रखकर देखें। अब दर्पण, काटी गई हर एक आकृति के पार दिखेगा।

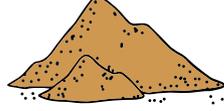
विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-3 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर बनाएँ

आवश्यक सामग्री :



प्लास्टिक के खिलाँने वाली मध्यम आकार की एक कड़क गेंद



गेंद में भरने के लिए कुछ रेत



चिपकाने वाली टेप के इस्तेमाल होने के बाद बचा छल्ला, या खेलने वाली रिंग, या टिकाकर रखने लायक चपटे पेंदे वाला बिना ढक्कन का बेलनाकार डिब्बा (जिसका व्यास गेंद से लगभग आधा होना चाहिए)



करीब 3 सेमी x 3 सेमी साइज़ का एक छोटा दर्पण



काँच से कुछ बड़ा सख्त कागज़ का एक टुकड़ा



गोंद



चिपकाने वाली टेप



एक वृत्ताकार सिक्का



एक पेपर-कटर

प्रोजेक्टर ऐसे बनाएँ :

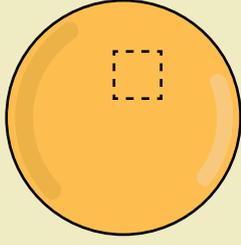
1. खिलाँने वाली प्लास्टिक की गेंद पर 2.5 सेमी x 2.5 सेमी आकार का वर्ग बनाएँ।
2. पेपर-कटर से इस वर्ग की तीन भुजाएँ काटें, जिससे कि एक वर्गाकार पल्ला बन जाए।
3. इस छेद में से गेंद में रेत भरें। गेंद को आधे से कुछ अधिक भर दें। इससे गेंद नीचे की ओर दबी रहेगी।
4. छेद का पल्ला बन्द कर दें और टेप से चिपका दें।
5. गेंद को छल्ले पर इस तरह से रखें कि आप इसे छल्ले पर चारों ओर आसानी से घुमा सकें, लेकिन जब इसे छोड़ दें तब यह अपनी जगह पर मज़बूती से बनी रहे।
6. सख्त कागज़ के ठीक बीच में सिक्के को रखकर करीब 2 सेमी व्यास का वृत्त बनाएँ।
7. पेपर-कटर से इस वृत्त में से कागज़ काटकर निकाल लें। बचेगा बीच में छेद वाला कार्ड-पेपर।
8. कार्ड-पेपर पर गोंद से दर्पण को इस तरह चिपकाएँ कि कागज़ का वृत्ताकार छेद दर्पण के लगभग बीच में रहे। यह काम सफ़ाई से इस तरह करें कि कार्ड-पेपर के वृत्ताकार छेद से दिखने वाले दर्पण के हिस्से की प्रतिबिम्बित करने वाली सतह पर ज़रा-सा भी गोंद न लगे।
9. चिपकाने वाली टेप का इस्तेमाल करके 'आवरण वाले' दर्पण को गेंद पर अच्छी तरह से चिपका दें। ध्यान रखें कि टेप का ज़रा भी हिस्सा दर्पण के बिना आवरण वाले हिस्से की प्रतिबिम्बित करने वाली सतह को न ढँके। लीजिए, आपका 'माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर' तैयार है!

रचनाकार :

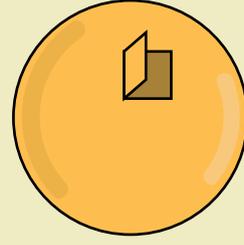
प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता

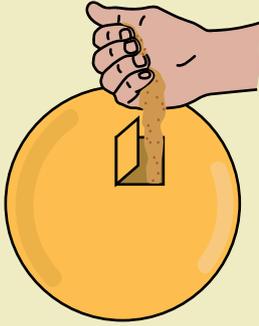
माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर को बनाना चित्रों से समझें



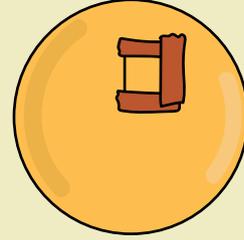
1. प्लास्टिक की गेंद पर एक वर्ग बनाएँ।



2. वर्ग की तीन भुजा काटकर एक पल्ला बना दें।



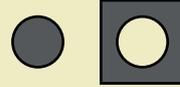
3. पल्ले को उठाकर गेंद में रेत भर दें।



4. पल्ले को बन्द करके टेप से चिपका दें।



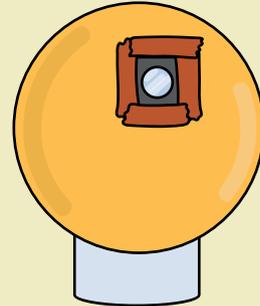
5. एक वर्गाकार काले कागज़ पर सिक्का रखकर वृत्त बना लें।



6. पेपर-कटर से कागज़ का वह वृत्ताकार हिस्सा काटकर अलग कर लें।



7. काले कागज़ पर गेंद से दर्पण को चिपका दें।



8. इस 'आवरण वाले' दर्पण को टेप से गेंद पर चिपका दें।

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-4 : जादुई दर्पण से करें सूरज का अध्ययन

आवश्यक सामग्री :



अवलोकन दर्ज करने के लिए एक नोटबुक

गतिविधि के लिए उपयुक्त आसमान :

आपको बाहर खुले में ऐसी जगह जाना होगा, जहाँ आप आसमान के ज्यादातर हिस्से को किसी रुकावट के बिना देख पाएँ। आसमान साफ हो और सूरज, पूरे समय न भी सही, लेकिन कुछ-कुछ वक्त के लिए तो दिखता रहना चाहिए।

क्या करें?

1. जादुई दर्पण को बाहर ऐसी जगह ले जाएँ जहाँ सूरज दिख रहा हो।
2. सूरज को दर्पण के दायरे में लेने के लिए दर्पण उठाएँ। करीब एक मीटर दूर किसी सतह पर सूरज की रोशनी का एक चमकदार हिस्सा प्रतिबिम्बित करने के लिए दर्पण की स्थिति और झुकाव के साथ आजमाइश करें। यह सतह दीवार हो सकती है, या कोई कागज़ की शीट हो सकती है जिसे कोई दोस्त पकड़कर रखे। किसी के पहने हुए कपड़े को भी सतह की तरह उपयोग किया जा सकता है। अगर आप रोशनी को किसी के कपड़े पर प्रतिबिम्बित कर रहे हैं तो यह सुनिश्चित करें कि दर्पण की ओर उस व्यक्ति की पीठ हो। यह सावधानी इसलिए आवश्यक है ताकि सूरज उसकी आँखों में प्रतिबिम्बित होकर आँखों को नुकसान न पहुँचा दे।
3. वर्गाकार आवरण को मोड़कर दर्पण के ऊपर लाएँ। देखें कि सूरज की रोशनी के प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्से की आकृति पर इससे क्या फ़र्क पड़ा है।
4. अब, दर्पण और प्रतिबिम्ब की सतह में दूरी बढ़ाकर 8-10 मीटर कर दें। अब देखें कि सूरज की रोशनी के प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्से की आकृति पर दूरी बढ़ने का क्या असर हुआ है।
5. वर्गाकार आवरण को हटाएँ और किसी दूसरी आकृति वाले आवरण को दर्पण पर रखें। इस आकृति के साथ भी ऊपर दिए गए चरण 3 व 4 दोहराएँ। बाकी सभी आकृतियों के आवरणों के साथ भी यही प्रयोग आजमाएँ।

किस सतह से प्रतिबिम्बित कर रहे हैं?	प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्सा कैसा दिखता है?
दर्पण से	
वर्गाकार आवरण से ढँके दर्पण से	
वृत्ताकार आवरण से ढँके दर्पण से	
सितारे की आकृति के आवरण से ढँके दर्पण से	
त्रिभुज की आकृति के आवरण से ढँके दर्पण से	
त्रिभुज की आकृति के आवरण से ढँके दर्पण से, जिसकी दूरी प्रतिबिम्ब की सतह से बढ़ाई गई हो	

विचार करें :

- अलग-अलग आवरणों से देखने पर, या प्रतिबिम्ब की सतह से अलग-अलग दूरियों पर, क्या आपको सूरज की रोशनी के प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्से के आकार में बदलाव का कोई पैटर्न दिखा? अगर हाँ, तो आप इस पैटर्न को किस तरह समझाएँगे?
- चलिए, यह मान लेते हैं कि आप जिस प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्से को देख रहे हैं वह सूरज की छवि है। आप कैसे तय करेंगे कि ऐसा मानना सही है?

रचनाकार :

iwonder...
Rediscovering school science

प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता

 Azim Premji University

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-5 : माउंटेड सोलर बॉल प्रोजेक्टर से करें सूरज का अध्ययन

आवश्यक सामग्री :



अवलोकन दर्ज करने के लिए एक नोटबुक

गतिविधि के लिए उपयुक्त आसमान :

आसमान साफ़ हो और सूरज, पूरे समय न भी सही लेकिन, कुछ-कुछ वक़्त के लिए तो दिखता रहना चाहिए।

अवलोकन की जगह :

- बाहर खुले मैदान में किसी समतल जगह पर सोलर बॉल प्रोजेक्टर को अपने माउंट पर रखें।
- हमें सूरज को प्रोजेक्टर के दायरे में लाना है, और दीवार या परदे जैसी किसी खड़ी सतह पर सूरज की छवि प्रतिबिम्बित करनी है। इसके लिए बॉल को घुमाते हुए दर्पण को सूरज की ओर करने की आजमाइश करें।

अवलोकन करें और दर्ज करें :

- आप जब प्रोजेक्टर व प्रतिबिम्बित छवि के बीच की दूरी को बदलते हैं तो छवि में किस तरह का बदलाव होता है?
- प्रोजेक्टर को कुछ मिनट के लिए एक ही जगह पर बिना हिलाए रहने दें। सूरज की छवि किस दिशा की ओर बढ़ती है (दाएँ-बाएँ, ऊपर-नीचे, या पूर्व-पश्चिम)?
- प्रोजेक्टर को कुछ इस तरह जमाएँ कि सूरज की छवि, किसी दरवाज़े से या बिना जाली व सलाखों वाली खिड़की से होकर, कमरे की दीवार पर प्रक्षेपित हो। सूरज की छवि और उसके आस-पास के हिस्से के बीच कॉण्ट्रास्ट (contrast) कैसे बदलता है? यह कॉण्ट्रास्ट तब कैसा होता है जब खिड़कियों, रोशनदानों, और ऐसे अन्य सुराखों को काले पर्दों से ढँककर कमरे में और अँधेरा कर दिया जाता है?
- प्रोजेक्टर को उसी जगह छोड़ दें। दिन के अलग-अलग समय और अलग-अलग रोज़ सूरज की छवि का अवलोकन करें। क्या आपको सूरज की छवि में कोई अन्तर दिखाई देता है? आप सूरज की स्थिति किस तरह से बदलती हुई पाते हैं? जिस सतह पर छवि को प्रतिबिम्बित कर रहे हैं, उस पर हलके रंग के कागज़ की एक बड़ी शीट लगा दें। इस शीट पर सूरज की छवि की स्थिति में बदलाव की निशानदेही करें।
- क्या आपको सूरज की छवि के भीतर गहरे धब्बे दिखते हैं? क्या समय के साथ उनकी स्थिति बदलती है (यानी, छवि के छोर से मिलाने पर क्या उनकी स्थिति बदलती है)?

सोचें और चर्चा करें :

- चलिए, यह मान लेते हैं कि इस सीधी सतह पर जो प्रतिबिम्बित चमकदार हिस्सा है वह सूरज की छवि है। क्या आपके अवलोकन इस मान्यता को साबित करते हैं? कैसे?

रचनाकार :

प्रज्वल शास्त्री खगोलभौतिकी वैज्ञानिक हैं। उनसे prajval.shastri@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : हिमालय तहसीन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता

ऑलिवर साक्स :

बाइक दौड़ाने वाला मस्तिष्क का डॉक्टर

तेजस्वी शिवानन्द

हम मानव मस्तिष्क का अध्ययन कैसे करते हैं? मस्तिष्क से जुड़ी हुई पेचीदगियों या न्यूरोलॉजिकल (Neurological) स्थितियों के इलाज में लोगों के जीवन से जुड़ी हुई कहानियों की क्या भूमिका होती है? हम आधुनिक चिकित्सा को सामाजिक महत्त्व के सवालों से कैसे जोड़ते हैं? आइए 20वीं सदी के महानतम लेखकों में से एक, ऑलिवर साक्स के जीवन और लेखन के माध्यम से मस्तिष्क से जुड़ी कहानियों के इन सवालों की पड़ताल करें।

एक ऐसे डॉक्टर से मिलने की कल्पना करें जो मित्रवत व्यवहार वाले हैं, उनकी दाढ़ी सफ़ेद है और जो मेज़ के दूसरी ओर अपनी कुर्सी पर बैठे हुए आनन्द से मुस्कुराते हुए आपको देख रहे हैं। आप उन्हें बताते हैं कि बिजली गिरने की घटना के बाद से आपको भयंकर सिरदर्द हो रहा है, इसलिए आपके एक मित्र के कहने पर आप उनसे परामर्श लेने आए हैं। वे आपसे पूछते हैं कि क्या उस घटना के बाद से आपने अपने आप में कोई अन्य बदलाव महसूस किए हैं। आप हिचकिचाते हैं, लेकिन उनके व्यवहार में ऐसा कुछ है जिससे आप उनके साथ अपनी बातें साझा करते हैं। आप उन्हें बताते हैं कि अचानक आपको शास्त्रीय संगीत में दिलचस्पी जाग गई है, जबकि बिजली गिरने की घटना से पहले तक आपको शास्त्रीय संगीत में कोई खास दिलचस्पी नहीं थी। आपको लगता है कि डॉक्टर आपकी बात पर अविश्वास करेंगे

या उदासीनता दिखाएँगे। लेकिन, उनकी रुचि और बढ़ जाती है। वे आपसे सिरदर्द के बारे में पूछने की बजाय आपकी नई संगीत रुचि के बारे में अधिक सवाल पूछते हैं। आप उनके साथ बाइख और डेब्यूसी (Bach and Debussy) के बारे में चर्चा करते हैं। इस दौरान वे आपको ध्यान से सुनते हैं और तेज़ी से नोट्स लेते हैं। ऐसा लगता है जैसे उनके साथ बातचीत का सत्र कुछ ज़्यादा जल्दी समाप्त हो गया। अन्त में, वे आपके सिरदर्द के लिए दवाई का एक पर्चा लिखते हैं। आप उन्हें धन्यवाद देते हैं और उनके क्लीनिक से निकल जाते हैं। कुछ महीनों बाद, आपको उन्हीं डॉक्टर का हाथ से लिखा एक पत्र मिलता है जिसमें संगीत से जुड़ी दिलचस्प कहानियों वाले चिकित्सकीय मामलों के एक संग्रह में, आपके अनुभव को शामिल करने की अनुमति माँगी गई है। आप उन्हें अनुमति देते हुए वापस एक पत्र लिखते हैं, जिसमें नाम न छापने का

बॉक्स-1 : मस्तिष्क का परिचय

मानव मस्तिष्क भले ही देखने में भूरे रंग के ऊतक का एक लौदा लगता हो, लेकिन यह वही अंग है जिसने हमारी प्रजाति को हजारों भाषाओं में संवाद करने के साथ-साथ संस्कृतियों, शहरों और शेर बाजार का निर्माण करने में सक्षम बनाया है। साथ ही यह जीवन को बदल देने वाले विकारों जैसे अवसाद, सीज़ोफ्रेनिया या मनोभ्रंश का केन्द्र भी हो सकता है।

हम इस अद्भुत अंग और उसके कई हिस्सों की संरचना और कार्यों के बारे में बच्चों को कैसे बताएँ? आइए तीन तरीकों पर नजर डालते हैं :

- यहाँ सूचीबद्ध कुछ मजेदार और बच्चों के अनुकूल गतिविधियों और प्रयोगों को आजमाएँ :
 - बच्चों के लिए तंत्रिका विज्ञान : <https://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>.
 - शिक्षकों को मस्तिष्क के बारे में पढ़ाने में मदद करने के लिए तंत्रिका विज्ञान संसाधन : <https://ntp.neuroscience.wisc.edu/for-teachers/>
- हम कैसे पढ़ाते और सीखते हैं, इस सम्बन्ध में मस्तिष्क की प्रकृति का पता लगाएँ (देखें गतिविधि शीट-1 : मस्तिष्क का लचीलापन)। यहाँ आप कुछ ऐसे संसाधन पा सकते हैं :
 - न्यूरोप्लास्टिसिटी : शिक्षकों के लिए इसका क्या अर्थ है : <https://www.n2y.com/blog/neuroplasticity-for-educators/>
 - मेटाकॉग्निटिव, हस्तान्तरणीय और कल्याण कौशल के विकास के लिए शिक्षण संसाधन : <https://www.apa.org/ed/precollege/topss/teaching-resources>
 - ब्रेनयू (BrainU) – शिक्षकों और उनके विद्यार्थियों के लिए तंत्रिका विज्ञान : <https://brainu.org/>
- फॉर्मलिन में संरक्षित मस्तिष्क को देखने में बच्चों को मज़ा आ सकता है। यह स्थानीय अस्पताल के संग्रहालय का दौरा करके सम्भव हो सकता है।

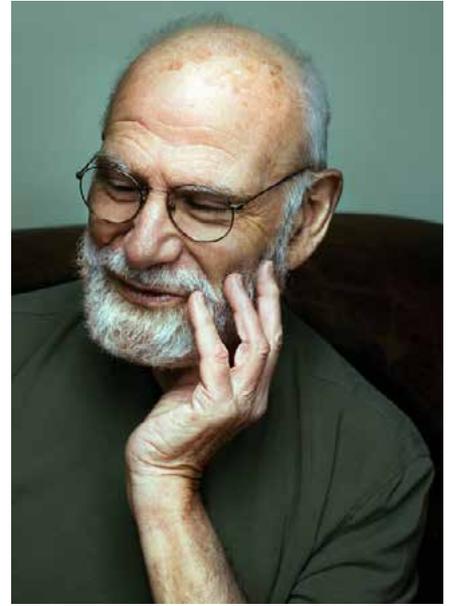
आग्रह करते हैं। वे मान जाते हैं। एक साल बाद, आप किताबों की एक दुकान के पास से गुज़रते हैं और वहाँ अलमारियों पर रखी एक नई किताब देखते हैं जिसका शीर्षक है 'म्यूजिकोफिलिया' (Musicophilia)। यह पुस्तक आपके डॉक्टर ऑलिवर साक्स द्वारा लिखी गई है (चित्र-1 देखें)। किताब में आपकी कहानी को प्रमुखता से जगह दी गई है, लेकिन आपका नाम गोपनीय रखा गया है, यह देखकर आप राहत महसूस करते हैं।

चिकित्सक और लेखक

“एक चिकित्सक होने के मायने केवल रोग की पहचान करना और इलाज करना भर नहीं है; इसमें रोगी के जीवन के सबसे निजी कुछ निर्णयों में भागीदार होना शामिल है।”

– ओलिवर साक्स।

ऑलिवर साक्स एक तंत्रिका विज्ञानी (Neurologist) थे – एक चिकित्सक जो मस्तिष्क की कार्यप्रणाली को समझने में विशेषज्ञ होते हैं, खासकर जब यह गड़बड़ हो जाए या असामान्य कार्य करने लगे (बॉक्स-1 देखें)। जैसा कि काल्पनिक वर्णन से ज़ाहिर है कि यदि आप किसी पेचीदा न्यूरोलॉजिकल समस्या से पीड़ित होते तो वे ऐसे डॉक्टर थे जिनसे आपने



चित्र-1 : 2013 में ऑलिवर साक्स।

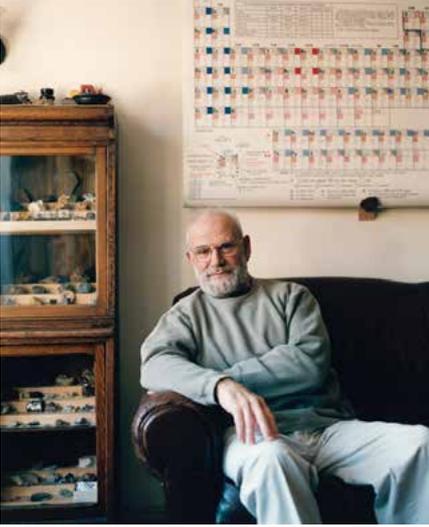
Credits: Maria Popova, Wikimedia Commons.
URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oliversacks.jpg>. License: CC-BY-SA 3.0 Unported.

परामर्श लिया होता। साक्स 20वीं सदी के तंत्रिका विज्ञान (न्यूरोलॉजिकल) से जुड़ी कहानियों के महानतम वृत्तान्त लेखकों और प्रचारकों में से भी एक थे। मानव मस्तिष्क उनकी प्रयोगशाला था और इसके बारे में लिखना उनका जुनून था। उन्होंने 45 वर्षों में प्रकाशित अपनी 14 पुस्तकों में मस्तिष्क

बॉक्स-2 : अभाज्य संख्याओं की पहचान

अभाज्य संख्याओं से परिचित बच्चों को जुड़वाँ बच्चों की कहानी सुनाएँ (कुछ अंश यहाँ देखे जा सकते हैं : <https://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/mrwatkin/isoc/twins.htm>)। उन्हें शून्य से शुरू करके क्रमशः बढ़ती हुई अभाज्य संख्याओं की पहचान करने के लिए प्रेरित किया जा सकता है। उन्हें उनके किसी भी तरीके से प्रयास करने के लिए कुछ समय दें। उन्हें कक्षा के साथ अपना तरीका साझा करने के लिए कहें।

फिर, अपने विद्यार्थियों को 'सीव ऑफ एराटोस्थीस' तकनीक से परिचित कराएँ (विवरण यहाँ देखा जा सकता है : <http://www.geeksforgoeks.org/sieve-of-eratosthenes/>)। उन्हें इस तकनीक का उपयोग करके सबसे बड़ी अभाज्य संख्या का पता लगाने और इसे करने में लगने वाले समय को दर्ज करने के लिए कहें। फिर इसकी तुलना साक्स के केस स्टडी में जुड़वाँ बच्चों द्वारा बड़ी अभाज्य संख्याओं की पहचान करने में लगे समय से करें। (जुड़वाँ बच्चों को 8-अंकीय अभाज्य संख्याओं की पहचान करने में 'आधा मिनट या उससे थोड़ा अधिक' वक्रत, 9-अंकीय अभाज्य संख्याओं के लिए 'कम-से-कम 5 मिनट' और 12-अंकीय अभाज्य संख्याओं को पहचानने के लिए '5 मिनट' लगे थे)। इस पर विद्यार्थियों को उनकी राय साझा करने के लिए कहें कि क्या पहचान के समय में आया यह अन्तर जुड़वाँ बच्चों द्वारा अभाज्य संख्याओं को सहजता से पहचानने की सम्भावना को मज़बूत या कमज़ोर करता है। विद्यार्थियों की प्रतिक्रियाओं और उनके द्वारा दिए गए तर्कों के इर्द-गिर्द आपसी चर्चा को बढ़ावा दें।



चित्र-2 : जीवन के शुरुआती वर्षों से ही, साक्स को आवर्त सारणी में गहरी रुचि थी जो जीवनपर्यन्त रही।

Credits: The Oliver Sacks Foundation. URL: <https://www.oliversacks.com/wp-content/uploads/2022/03/oliver-sacks-1.jpg>. License: CC-BY-SA 3.0 Unported.

के कई रहस्यों और हैरत में डाल देने वाले मामलों की पड़ताल की। उदाहरण के लिए, अपनी पहली पुस्तक 'माइग्रेन' में साक्स मस्तिष्क की उस क्षमता की पड़ताल करते हैं जो आँखों के आगे अँधेरा कर देने वाले भयंकर सिरदर्द को पैदा करती है। 'हैल्यूसिनेशंस' में, वे मस्तिष्क द्वारा ऐसी चीजों को 'देखने' की क्षमता पर ध्यान केन्द्रित करते हैं जो वास्तव में मौजूद ही नहीं हैं। और 'म्यूजिकोफिलिया' में, साक्स संगीत बनाने, तराशने और समझने की मानव मस्तिष्क की शानदार सार्वभौमिक क्षमता की पड़ताल करते हैं। उनकी पुस्तकों का 25 से अधिक भाषाओं में अनुवाद किया जा चुका है।

डॉ.साक्स लोगों के जीवन और उनके मस्तिष्कों की कहानियों का संग्रह करने में बहुत पक्के थे। साक्स ने अपने डॉक्टरी पेशे के दौरान मरीजों की विभिन्न दशाओं के लिए उपचार के मापदण्डों की सूची भर बनाने की बजाय मरीजों के और अपने जीवन की कहानियों और उनके मर्ज के इतिहास का भी वर्णन किया। वे चिकित्सीय

वर्षों के दौरान मिलने वाले लोगों से स्पष्ट रूप से प्रभावित थे। साक्स की कहानियों में वे लोग केवल चिकित्सकीय चमत्कारों या निदान, वर्गीकरण और उपचार के लिए क्लिनिकल 'वस्तुओं' के रूप में नहीं, बल्कि जीते-जागते इन्सानों के रूप में नज़र आते हैं। जिस हमदर्दी के साथ साक्स उनके जीवन की घटनाओं को प्रस्तुत करते हैं, वह उनकी कहानियों को एक ऐसी गुणवत्ता प्रदान करती है जो आपको मानक केस हिस्ट्री में शायद ही कभी देखने को मिले। उदाहरण के लिए, 'द ट्विंस' में, साक्स दो जुड़वाँ बच्चों की अद्भुत गणितीय प्रतिभाओं का वर्णन करते हैं, जिनसे वे 1960 और 70 के दशक में राज्य के एक मनोचिकित्सालय में मिले थे और कुछ समय तक उनका निरीक्षण करते रहे थे। कई अन्य क्षमताओं के साथ इन जुड़वाँ बच्चों में अभाज्य संख्याओं (प्राइम संख्याओं) को पहचानने की सहज क्षमता थी। साक्स ने उनकी इस क्षमता को तब समझा जब उन्होंने उन दोनों बच्चों को आपस में 6-अंकों की संख्याएँ बताते हुए सुना। उन्होंने जब इन संख्याओं को नोट किया और गणितीय तालिकाओं की एक पुस्तक में देखा, तो उन्होंने पाया कि वे सभी अभाज्य संख्याएँ थीं (बॉक्स-2 देखें)। एक मर्मस्पर्शी अंश में, साक्स वर्णन करते हैं कि कैसे ये संख्याएँ जुड़वाँ बच्चों के बीच आपसी भावनात्मक सम्बन्ध का हिस्सा थीं। साक्स ने उनके बारे में जब लिखा तब तक जुड़वाँ बच्चों को लम्बे अरसे के लिए अलग कर दिया गया था। उन्हें अस्पताल से छुट्टी दे दी गई और उन्हें 'समाज का हिस्सा' बनने में मदद करने वाले किसी कार्यक्रम से जोड़ दिया गया था। इससे उनकी अपनी गणितीय प्रतिभाएँ भी जा चुकी थीं। क्या उन दोनों बच्चों को इस तरह एक-दूसरे से जुदा करना सही था? ऐसी तंत्रिका सम्बन्धी जटिलता वाले लोगों के प्रति समाज के रवैए के बारे में सोचने का काम वे पाठकों पर छोड़ देते हैं। इस तरह के विस्तृत और मानवीय चिकित्सकीय विवरणों के माध्यम से डॉ.साक्स आधुनिक विज्ञान और चिकित्सा को सामाजिक महत्त्व

बॉक्स-3 : आवर्त सारणी के प्रति साक्स का मोह

“ओह, मैं अपने बटुए में एक आवर्त सारणी रखता हूँ। मुझे यह बहुत पसन्द है। यह अनुक्रम (order) व स्थिरता के साथ-साथ कल्पना और रहस्य का भी प्रतीक है। जैसे-जैसे आप 92 से ऊपर जाते हैं, कुछ तत्व बहुत ही जटिल हो जाते हैं, तब सापेक्षता (relativistic) और अन्य अगर-मगर सामने आने लगते हैं। उदाहरण के लिए, आप आवर्त सारणी के आधार पर यह नहीं समझ सकते कि सोना, सोना क्यों है। यह एक बहुत ही सरल सवाल है। लेकिन वास्तव में, यह एक बहुत ही गहरा सवाल है। और मैं गणित का इतना बड़ा विशेषज्ञ नहीं हूँ कि आपको इसका जबाब दे सकूँ। लेकिन इसमें क्वांटम भौतिकी और सापेक्षता दोनों ही शामिल हैं।” – ऑलिवर साक्स।

आप आवर्त सारणी के लिए ऑलिवर साक्स के मोह के बारे में यहाँ और पढ़ सकते हैं :

- ऑलिवर साक्स : मेरी पीरियोडिक टेबल : <https://www.nytimes.com/2015/07/26/opinion/my-periodic-table.html>।
- डॉ.ऑलिवर साक्स का अजीब मामला : <https://www.smh.com.au/lifestyle/the-strange-case-of-dr-oliver-sacks-20150831-gjbbdd.html>।

यदि आप विद्यार्थियों को आवर्त सारणी से परिचित करा रहे हैं, तो यहाँ कुछ अभ्यास दिए गए हैं जो इस बात से प्रेरित हैं कि साक्स ने रासायनिक तत्वों से कैसे सम्बन्ध बनाया :

- विद्यार्थियों को अपने, अपने दोस्तों और परिवार के सदस्यों के लिए तत्वों के नाम चुनने के लिए कहें। और उन्हें अपनी पसन्द के कारणों को साझा करने के लिए कहें।
- साक्स, बिस्मथ (Bismuth) का उदाहरण देते हुए पूछते हैं कि मनुष्य कुछ तत्वों को क्यों 'नज़रअन्दाज' करते हैं। इस उदाहरण को साझा करें और विद्यार्थियों से आवर्त सारणी को देखकर कुछ ऐसे गुणों की पहचान करने के लिए कहें जो उनके विचार से कुछ तत्वों को अन्य की तुलना में अधिक 'लोकप्रिय' बनाते हैं।

के सवालोंने से जोड़ने की अपनी क्षमता में उल्लेखनीय गहराई लाए।

साक्स मस्तिष्क के अध्ययन को लोकप्रिय बनाने में अगुआ थे। एक अन्य लोकप्रिय लेखक और तंत्रिका विज्ञानी, विलायनुर सुब्रमण्यम रामचन्द्रन ने साक्स के लेखन के मज़बूत प्रभाव के बारे में बात की है। मुख्यतः उन्होंने “असम्बन्धित प्रतीत होने वाले विषयों को एक-दूसरे के साथ जोड़ने, तथा विद्यार्थियों को चिकित्सा और तंत्रिका विज्ञान की ओर रुख करने के लिए प्रेरित करने” वालों में डॉ. साक्स के योगदान का उल्लेख किया है। बुढ़ापे और मृत्यु के बारे में लिखने वाले एक डॉक्टर अतुल गवाण्डे ने अपने इस शिक्षा क्षेत्र से असम्बन्धित, आम पाठकों के लिए लिखना शुरू करने में डॉ. साक्स की लेखनी में मानवीयता को अपनी प्रेरणा के रूप में उद्धृत किया है।

सहृदय पर्यवेक्षक

मस्तिष्क के प्रति डॉ. साक्स का जुनून और तंत्रिका सम्बन्धी विकारों से पीड़ित लोगों के प्रति उनकी सहानुभूति शायद उनके अपने जीवन के अनुभवों से उपजी थी, उनमें से कुछ को उन्होंने अपनी पुस्तकों में साझा किया है। एक यहूदी डॉक्टर दम्पति के चार पुत्रों में तीसरे, साक्स का जन्म 9 जुलाई, 1933 को लन्दन में हुआ था। वे अपने जीवन के शुरुआती वर्षों का वर्णन अपनी आत्मकथा ‘अंकल टंगस्टन’ में करते हैं, जिसमें वे रासायनिक तत्वों और आवर्त सारणी के प्रति जीवनभर रहने वाले जुनून का भी विस्तार से वर्णन करते हैं (चित्र-2 देखें)। यह किताब अपनी दुनिया को समझने के प्रयास में एक बच्चे की स्वतंत्र पड़ताल और सवाल पूछने की भूमिका को उभारने में बहुत उपयोगी है (बॉक्स-3 देखें)। छह साल की उम्र में, साक्स और उनके छोटे भाई माइकल को युद्धकालीन बमबारी से दूर रखने के लिए लन्दन से बाहर एक बोर्डिंग स्कूल भेज दिया गया था। जहाँ कम राशन और कठोर दण्ड ने दोनों के लिए इसे एक कठिन अनुभव बना दिया था। 10 साल की उम्र में लन्दन से लौटने पर, साक्स की रुचि रसायन

विज्ञान में विकसित हुई। हालाँकि, जल्द ही, अपने माता-पिता की तरह चिकित्सा के क्षेत्र में उनकी रुचि जागी। 1950 के दशक की शुरुआत में युद्ध समाप्त होने के बाद साक्स ने ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय में चिकित्सा में अध्ययन करने का फैसला लिया। शुरु में प्रसूति विशेषज्ञ (obstetrician) के रूप में अर्हता हासिल करने का विकल्प चुनने के बाद, उनका झुकाव तंत्रिका विज्ञान की ओर हुआ जो दो शिक्षकों से हुई बातचीत से प्रभावित था। यह उनकी आत्मकथा ‘ऑन द मूव : ए लाइफ’ में दिखाई पड़ता है। साक्स इन शिक्षकों को ‘स्नेह और कृतज्ञता’ के साथ याद करते हैं। साक्स श्रेय देते हुए कहते हैं कि उनमें से एक शिक्षक ने उन्हें चीजों पर बारीकी से ध्यान देना और सहज ज्ञान को सामने लाना सिखाया, जबकि दूसरे ने उन्हें खास तरह के व्यवहारों की बुनियाद में मौजूद सम्भावित मनोवैज्ञानिक तंत्र की तलाश करना सिखाया।

एक चिकित्सक के रूप में, साक्स की भूमिका तंत्रिका सम्बन्धी विकारों का पता लगाना और उनके लिए सबसे उपयुक्त इलाज बताना था। उनके भाई के मानसिक विकारों के सीधे अनुभव ने, सम्भवतः उनमें अन्य तंत्रिका सम्बन्धी विकारों वाले लोगों के प्रति ‘साक्स दृष्टिकोण’ विकसित किया हो। किशोरावस्था में सीज़ोफ्रेनिया रोग का शिकार होने के बाद माइकल समाज में रहने की चुनौतियों का सामना नहीं कर पा रहा था। इस अवधि के बारे में लिखते हुए साक्स बताते हैं कि वे कैसे अपने भाई की समस्या को समझने और मदद न कर पाने के कारण असफलता की भावना से जूझते रहे थे। वे यह भी बताते हैं कि कैसे दवा ने कुछ अधिक कमज़ोर करने वाले मनोविकारों और मतिभ्रमों को कम करने में मदद की, जो माइकल अनुभव करता था (बॉक्स-4 देखें)। शायद इसी अनुभव ने साक्स को तंत्रिका सम्बन्धी विकारों के इलाज में दवा के उपयोग की वैधता स्वीकार करने में भूमिका निभाई होगी, लेकिन इससे उनके द्वारा इन पर सवाल उठाना खत्म नहीं

बॉक्स-4 : मतिभ्रम और भ्रम कैसे अलग हैं?

अकसर, लोग मतिभ्रम (hallucinations) और भ्रम (illusions) को एक-दूसरे का पर्याय समझ लेते हैं। भ्रम हमारे पर्यावरण में किसी चीज़ से प्राप्त होने वाली इन्द्रिय अनुभूतियों (जिसे हम देख, सुन, स्वाद, महसूस और सूँघ सकते हैं) की ग़लत व्याख्याएँ हैं, जबकि मतिभ्रम में कुछ ऐसा अनुभव होना शामिल है जो वास्तव में मौजूद ही नहीं है। उदाहरण के लिए, अगर हम ज़मीन पर पड़ी रस्सी को साँप समझ लें तो यह एक भ्रम होगा। वहीं दूसरी ओर, अगर हम ज़मीन पर एक साँप को देखें जबकि वास्तव में जहाँ कुछ भी नहीं है, तो शायद हम मतिभ्रम का अनुभव कर रहे होंगे। हालाँकि दोनों घटनाएँ अनुभूति और वास्तविकता के बीच की रेखा को धुँधला कर सकती हैं।

अपने विद्यार्थियों को इन दोनों के बीच के अन्तर से परिचित कराने के लिए, उनके साथ कुछ सामान्य (फिर भी मज़ेदार) दृष्टिभ्रम के उदाहरण साझा करें (देखें गतिविधि शीट-2 : दृष्टिभ्रम)।

इनमें से कुछ यहाँ मिल सकते हैं :

• बच्चों के लिए दृष्टि विज्ञान : <https://www.optics4kids.org/optical-illusions>

• दृश्य घटनाएँ और दृष्टि भ्रम : <http://www.michaelbach.de/ot/>

इस घटना के लिए विद्यार्थियों को अपने स्वयं के स्पष्टीकरण को साझा करने के लिए प्रेरित करें। इस चर्चा का उपयोग भ्रम और मतिभ्रम के बीच प्रमुख अन्तरों को उजागर करने के लिए करें।

हुआ। उदाहरण के लिए, ‘विट्टी टिककी रे’ में साक्स ने बताया कि उन्होंने अपने एक मरीज रे, के इलाज के लिए दवा के उपयोग का दस्तावेज़ीकरण किया जो टुरेट्स सिंड्रोम से पीड़ित था। टुरेट्स सिंड्रोम से पीड़ित लोग अचानक बार-बार, बिना किसी लय के होने वाली शारीरिक हलचलों (motor tics) करने लगते हैं और बड़बड़ाने (phonic tics) लगते हैं। साक्स के अनुसार रे का व्यवहार अत्यधिक आवेगी था और उसके शारीरिक व्यवहार में ‘कम्पन (tics), झटके,

कुछ खास तौर-तरीके (mannerisms), बिगड़ी भाव-भंगिमाएँ (grimaces), शोर मचाना, कोसना, अपने से होने वाली नकलें, और तरह-तरह की विवशताएँ दिखाई देती थीं। दवाइयों से रे के लक्षण तो दूर हुए, लेकिन दवाइयों ने उसकी स्वाभाविकता को भी छीन लिया था। दवाइयों ने उसके व्यक्तित्व को इतना बदल दिया कि साक्स अकसर सोचते थे कि वास्तविक रे कौन था। इसी तरह, 'अवेकनिंग्स' में, साक्स ने न्यूयॉर्क के बेथ अब्राहम अस्पताल में 40 वर्षों से अधिक समय से कोमा जैसी स्थिति में रह रहे रोगियों को 'नींद' से जगाने के लिए हाल ही में पाए गए एल-डोपा नामक एक नए रसायन का उपयोग किया और अपने इन प्रयासों का दस्तावेजीकरण किया था। उन्होंने देखा कि दवा न केवल उनके रोगियों को कोमा से बाहर लाने में बल्कि उनकी गतिशीलता को भी वापस लाने में सफल रही। लेकिन, इसके प्रभाव कुछ समय तक ही रहे। कुछ समय बाद रोगी अपनी पूर्व या उससे भी अधिक 'अस्थिर अवस्थाओं' में वापस जा रहे थे। कम समय के लिए लम्बी 'नींद' से जागे हुए रोगियों की अपने आस-पास की दुनिया पर प्रतिक्रियाओं और दवा के विविध व्यवहारिक प्रभावों का वर्णन करते हुए, कोमा से बाहर आने का अर्थ और उपचार की प्रकृति के बारे में साक्स गहन सवाल उठाते हैं। 1973 में प्रकाशित, इस पुस्तक पर शुरुआती प्रतिक्रियाएँ उत्साहजनक नहीं थीं। लेकिन जब इस पर एक फ़िल्म बनाई गई, तो साक्स संयुक्त राज्य अमेरिका (यूएस) में प्रसिद्ध हो गए, जहाँ वे 1961 से रह रहे थे।

साक्स ने बहुत सारी यात्राएँ कीं, लेकिन द्वीपों की यात्राओं में उनकी विशेष रुचि थी। वे हमेशा दिलचस्प अवलोकनों की तलाश में रहते थे, वे शायद ही कभी बिना नोटबुक और पेंसिल के कहीं जाते थे। उदाहरण के लिए, 'द आइलैंड ऑफ़ द कलरब्लाइंड एंड साइकैड आइलैंड' में, वे द्वीप की आबादी के बारे में दो असामान्य कहानियाँ बताते हैं। इनमें से पहली कहानी में, वे प्रशान्त

बॉक्स-5 : रंग अन्धता का परिचय

पिंगेलाप द्वीपों पर साक्स द्वारा रंग अन्धता पर किए गए के शोध के एनिमेटेड संस्करण आप यहाँ देख सकते हैं :

<https://aeon.co/videos/how-the-island-of-the-colourblind-made-oliver-sacks-rethink-normal>

विद्यार्थियों को लाल-हरे रंग की अन्धता से परिचय कराने के लिए आप इशीहारा के रंग अन्धता कार्डों का उपयोग कर सकते हैं। ये कार्ड यहाँ उपलब्ध हैं : <http://colorvisiontesting.com/ishihara>

हमारी आँखें किसी रंग की पहचान कैसे करती हैं, यह समझने के लिए आप इस गतिविधि का उपयोग कर सकते हैं। इसके साथ-साथ मस्तिष्क द्वारा दृश्यों को प्रोसेस करने की प्रक्रिया (विजुअल प्रोसेसिंग) को समझने के लिए मस्तिष्क के भौतिक प्रतिरूपों का भी उपयोग किया जा सकता है।

महासागर में पिंगेलाप और पोहनपेई द्वीपों पर रहने वाले लोगों में बड़े पैमाने पर पाई जाने वाली पूर्ण रंग अन्धता (Achromatopsia) नामक बीमारी पर विस्तार से लिखते हैं। इस आनुवंशिक विकार से पीड़ित लोगों में रेटिनल कोन की कमी होती है, जो रंगों को पहचानने की दृष्टि और तेज प्रकाश में देखने की क्षमता के लिए ज़रूरी है। इस तरह, इस स्थिति का एक लक्षण आंशिक या पूर्ण रंग अन्धता होता है (बॉक्स-5 देखें)। पूर्ण रंग अन्धता वाले लोग केवल काले, सफ़ेद और भूरे रंग के विभिन्न शेड (shade) ही देख सकते हैं। विश्व स्तर पर, हर 30,000 लोगों में से सिर्फ़ 1 व्यक्ति ही इस विकार से पीड़ित होता है। लेकिन इसके उलट, पिंगेलाप और पोहनपेई द्वीपों पर 3000 लोगों की आबादी में से लगभग 8 प्रतिशत लोग इस विकार से पीड़ित थे। साक्स का मानना था कि इन दरदराज के द्वीपों पर इस विकार का बड़े पैमाने पर पाया जाना, 1775 में यहाँ आए एक तूफ़ान से जुड़ा हो सकता है, जिसमें केवल 20 लोग ही जीवित बचे थे। हालाँकि बाद के दशकों में इन द्वीपों की आबादी तो बढ़ी, लेकिन इसका आधा हिस्सा पूर्ण रंग

आप एक सरल वंशवृक्ष (वंश का लेखाचित्र) बनाकर भी विद्यार्थियों को आनुवंशिक रूप से रंग अन्धता से ग्रसित होने की प्रक्रिया को बता सकते हैं। उनके साथ साझा करें कि कैसे प्रशान्त महासागर के द्वीपों पर एक तूफ़ान के आने से मनुष्यों की अधिकांश जनसंख्या खत्म हो गई। तूफ़ान में बचे चन्द लोगों से शुरू करके, आप इस तरह के वंशवृक्ष का इस्तेमाल यह दर्शाने के लिए कर सकते हैं कि कैसे रिश्तेदारों के बीच शादियाँ करने से द्वीप की आबादी बहुत जल्दी एक-दूसरे से सम्बन्धित हो जाती है। विद्यार्थियों को इस सम्भावना पर विचार करने के लिए कहें कि यदि तूफ़ान में बचा कोई एक व्यक्ति पूरी तरह से रंग अन्धता का शिकार रहा हो तो क्या होगा? वंशवृक्ष का इस्तेमाल कर बताएँ कि कैसे एक व्यक्ति में पूर्ण रंग अन्धता अगली कुछ ही पीढ़ियों में बड़ी संख्या में पूर्ण रंग अन्धता व्याप्त होने का कारण बन सकती है।

अन्धता (एक्रोमैटोपसिया) के जीन लिए हुए थे।

साक्स की दूसरी कहानी प्रशान्त महासागर के एक अन्य दूरस्थ द्वीप गुआम पर एक न्यूरोडीजेनेरेटिव बीमारी, जिसे लाइटिको-बोडिंग रोग भी कहा जाता है, की घटना से सम्बन्धित है। इस विकार से पीड़ित लोगों में मनोभ्रंश (dementia) के लक्षण दिखाई देते हैं जो मस्तिष्क की कोशिकाओं (न्यूरोन) के मरने के कारण होता है। ऐसे लोग धीरे-धीरे याद रखने, सोचने और निर्णय लेने की क्षमता खो देते हैं। इससे उनकी रोज़मर्रा के काम करने की क्षमता बुरी तरह से प्रभावित होती है। विस्तृत चिकित्सकीय परीक्षणों से पता चला कि इस बीमारी से मरने वाले लोगों के मस्तिष्क में एक न्यूरोटॉक्सिन रसायन की अत्यधिक मात्रा पाई जाती है। साक्स ने बताया कि यह न्यूरोटॉक्सिन ही इस बीमारी का कारण था। आगे के परीक्षणों से यह भी पता चला कि यह न्यूरोटॉक्सिन, आमतौर पर गुआम में पाए जाने वाले एक साइकैड प्रजाति के पेड़ों के फलों में भी अधिक मात्रा में पाया जाता है। न्यूरोटॉक्सिन मनुष्यों तक कैसे पहुँचा होगा? सम्भवतः चमगादड़ों की

एक प्रजाति से, जो इन साइकैड फलों को खाते थे। क्योंकि द्वीप में रहने वाले लोग चमगादड़ की इस प्रजाति का शिकार करते थे और उसे खाते थे। दिलचस्प बात यह है कि समय के साथ यह बीमारी गायब हो गई है। हो सकता है कि साइकैड के फलों को खाने वाले चमगादड़ों का अत्यधिक शिकार किया गया हो और उनकी संख्या बहुत कम हो गई हो। इन दोनों स्थितियों के बारे में साक्स के विस्तृत अवलोकनों और विवरणों ने सवाल उठाने और परिकल्पनाएँ बनाने में मदद की। सवाल करना और परिकल्पनाएँ बनाना इन दोनों की ही विज्ञान में अहम भूमिका है, खासकर विचारों को जाँचने में और अवैध विचारों को खारिज करने में।

साक्स जिस लगन के साथ मस्तिष्क पर काम करते थे, वह उनकी शारीरिक गतिविधियों में भी दिखाई देती है। उदाहरण के लिए, वे एक चैम्पियन भारोत्तोलक थे, इस शौक के प्रति बेहद जुनूनी होने के कारण उन्हें कई चोटें लगीं। इसी तरह तेज़ गति से मोटरसाइकिल चलाने और साहसिक कार्यों में भाग लेने के शौक के कारण उन्हें कई दुर्घटनाओं का सामना करना पड़ा। साक्स ने 1984 में लिखी अपनी किताब 'ए लेग टू स्टैंड ऑन'

में ऐसी ही एक जानलेवा दुर्घटना का वर्णन किया है। 1974 की गर्मियों में बादलों से घिरी हुई एक सुबह नॉर्वे के एक पहाड़ पर साक्स चढ़ रहे थे जहाँ उनका सामना एक बड़े साँड से हुआ। अकेले होने और हमले के डर से, साक्स भाग खड़े हुए। उन्हें लगा कि साँड उनका पीछा कर रहा है इसलिए डर के मारे वे एक चट्टान से फिसलकर गिर पड़े, जिससे उनका पैर बुरी तरह टूट गया। यह सोचकर कि उन्हें खोजने कोई नहीं आएगा, साक्स ने अपने टूटे हुए पैर के लिए एक अस्थायी खाँचा बनाया और लंगड़ाते हुए वापस जाने की कोशिश करने लगे। सौभाग्य से, दो शिकारियों ने उन्हें बचा लिया। मगर, लन्दन में उस पैर की सर्जरी के बाद उन्हें अपने पैर के प्रति एक अजीब भावना पैदा हुई जिसे तकनीकी रूप से बाँडी इंटीग्रिटी आइडेंटिटी डिसऑर्डर के नाम से जाना जाता है। यह एक ऐसी स्थिति होती है जिसमें लोग अपने शरीर के कुछ हिस्सों या अंगों के होने के एहसास को खो देते हैं। साक्स को 'ए लेग टू स्टैंड ऑन' लिखना कठिन लगा क्योंकि वे खुद इस अध्ययन के विषय थे। इस पुस्तक ने मन और शरीर के बीच के घनिष्ठ सम्बन्ध को उजागर करने के

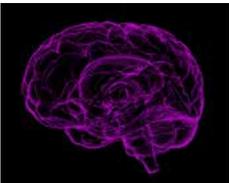
लिए आलोचनात्मक प्रशंसा हासिल की।

चलते-चलते

आँखों के कैंसर के कारण 30 अगस्त, 2015 को 82 वर्ष की उम्र में साक्स का निधन हो गया। अपनी मृत्यु शय्या पर होते हुए भी साक्स एक कहानी सुनाने से नहीं चूके। उन्होंने न्यू यॉर्क पत्रिका के लिए एक लेख लिखा था। इसमें अपने बचपन में माँ द्वारा बनाए जाने वाले मछली के एक व्यंजन का जिक्र किया था। इस लेख में आप देख सकते हैं कि साक्स ने अपनी नियति को स्वीकार कर लिया था कि उनका जीवन अब समाप्त होने वाला है – एक ऐसा जीवन जो जिज्ञासा और खोज से भरा था, जिसमें अपने मरीजों के लिए गहरी सहानुभूति थी। उनके शब्दों में, "मैं यह दावा नहीं कर सकता हूँ कि मुझे कोई डर नहीं है। लेकिन इस समय मेरी मुख्य इच्छा आभार प्रकट करने की है कि... मैंने इस खूबसूरत ग्रह पर एक संवेदनशील और सोचने वाले प्राणी के रूप में जीवन जिया है, जो अपने आप में एक बहुत बड़ा सौभाग्य और साहसिक अनुभव रहा है।"

मुख्य बिन्दु

- ऑलिवर साक्स एक तंत्रिका विज्ञानी थे जिनकी पहेली जैसे मस्तिष्क की पेचीदगियों की पड़ताल करने में गहरी रुचि थी। वे 20वीं सदी के तंत्रिका विज्ञान सम्बन्धी कहानियों के सबसे महान लेखकों और प्रचारकों में से एक थे।
- आधुनिक विज्ञान और चिकित्सा को सामाजिक महत्त्व के सवालियों से जोड़ने के लिए साक्स ने अपने जीवन की कहानियों के साथ-साथ अपने रोगियों के विस्तृत और मानवीय चिकित्सकीय विवरणों का उपयोग किया।
- रोगियों की जाँच केवल एक क्लिनिकल वस्तुओं के रूप में न करते हुए जटिल कहानियों वाले जीते-जागते लोगों के रूप में प्रस्तुत करने में उनकी केस स्टडीज़ उल्लेखनीय हैं।
- साक्स के काम और अनुभव हमें मस्तिष्क के रहस्यों के साथ-साथ वैज्ञानिक और चिकित्सकीय जाँच के मरीज से जिज्ञासा, सहानुभूति और देखभाल के साथ जुड़ने की सम्भावनाओं को भी खोलते हैं।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार *आई वंडर...*, जून 2016, पेज 109-111 (अंग्रेजी) में प्रकाशित हुआ था। मूल अंग्रेजी लेख को इस लिंक से प्राप्त किया जा सकता है : <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1281/1>
इसका हिन्दी अनुवाद इस लिंक से प्राप्त किया जा सकता है : <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/259/>
यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री, दो नए चित्र और दो गतिविधि शीट भी जोड़ी गई हैं।
2. Source of the image used in the background of the article title: The human brain. Credits: sbtnet, Pixabay. URL: <https://pixabay.com/illustrations/brainhuman-anatomy-anatomy-human-1787622/>. License: CC0.

References:

1. 'Books by Oliver Sacks'. Oliver Sacks Foundation. URL: <https://www.oliversacks.com/books-by-oliver-sacks/>.
2. Sacks O (1996). 'The Island of the Colorblind and Cycad Island'. Picador.
3. Sacks O (1998). 'The Man Who Mistook His Wife for a Hat: And Other Clinical Tales'. Pocket Books.
4. Sacks O (1998). 'A Leg to Stand On'. Simon and Schuster.
5. Sacks O (1999). 'Awakenings'. Vintage.
6. Ramachandran VS (1999). 'Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind'. Mariner Books.
7. Sacks O (2002). 'Uncle Tungsten: Memories of a Chemical Boyhood'. Vintage.
8. Raghavan RK (2015). 'Neurologist, Writer, Healer'. The Hindu. URL: <https://www.thehindu.com/opinion/op-ed/neurologist-writer-healer/article7629878.ece>.
9. Gawande A (2015). 'Oliver Sacks'. The New Yorker. URL: <https://www.newyorker.com/magazine/2015/09/14/oliver-sacks>.
10. Sacks O (2015). 'My Own Life'. The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/2015/02/19/opinion/oliver-sacks-on-learning-he-has-terminal-cancer.html>.
11. Cowles G (2015). 'Oliver Sacks, Neurologist Who Wrote About the Brain's Quirks, Dies at 82'. The New York Times. URL: <https://www.nytimes.com/2015/08/31/science/oliver-sacks-dies-at-82-neurologist-and-author-explored-the-brains-quirks.html>.
12. Sacks O (2016). 'On the Move: A Life'. Picador.
13. Sacks O (2015). 'Filter Fish'. The New York Times. URL: <https://www.newyorker.com/magazine/2015/09/14/filter-fish>.

तेजस्वी शिवानन्द बेंगलूरु स्थित चम्पका बुकस्टोर और चिल्ड्रन्स लाइब्रेरी में शिक्षक और पुस्तकालय संचालक हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब वे बेंगलूरु के सेंटर फॉर लर्निंग (CFL) स्कूल में काम कर रहे थे। उस स्कूल में उन्होंने 13 वर्ष बिताए, जहाँ वे कक्षा-10 और 12 के विद्यार्थियों को जीवविज्ञान और सांख्यिकी पढ़ाने के साथ-साथ पुस्तकालय में भी काम करते थे।

अनुवाद : विजय सेन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

जीवनी

गतिविधि शीट-1 : मस्तिष्क का लचीलापन

क्या करें?

परीक्षण	प्रमुख हाथ (सवाल)	समय-1	गैर-प्रमुख हाथ (जबाब)	समय-2
1.				
2.				
3.				
4.				

- ऊपर दी गई तालिका में, बाईं ओर के कॉलम की एक पंक्ति में अपने प्रमुख हाथ (जिस हाथ से आप अपने अधिकतर काम करते हैं) से एक सवाल लिखें। फिर दाईं ओर के कॉलम में उसी पंक्ति में अपने गैर-प्रमुख हाथ से उस सवाल का जबाब दें। ऐसा करने में लगने वाले समय को नोट करें।
- यह अभ्यास 3-4 बार और करें।
- याद रखें कि इन सभी प्रयासों में लगने वाले समय को नोट करना है।

अवलोकन करें :

- पहले प्रयास में, बाएँ कॉलम की लिखावट दाएँ कॉलम की लिखावट से कितनी अलग है? चौथे या पाँचवें प्रयास में इसकी क्या स्थिति है?
- क्या बाएँ कॉलम की अलग-अलग पंक्तियों में आपकी लिखावट हर नए प्रयास के साथ बदलती है? सवाल लिखने में लगने वाला समय क्या बढ़ता या घटता है?
- दाएँ कॉलम की लिखावट के बारे में क्या पता चला? क्या वह हर नए प्रयास के साथ बदलती है? क्या चौथे प्रयास में आपकी लिखने की गति पहले प्रयास की तुलना में तेज़ या धीमी हुई है?

विचार करें :

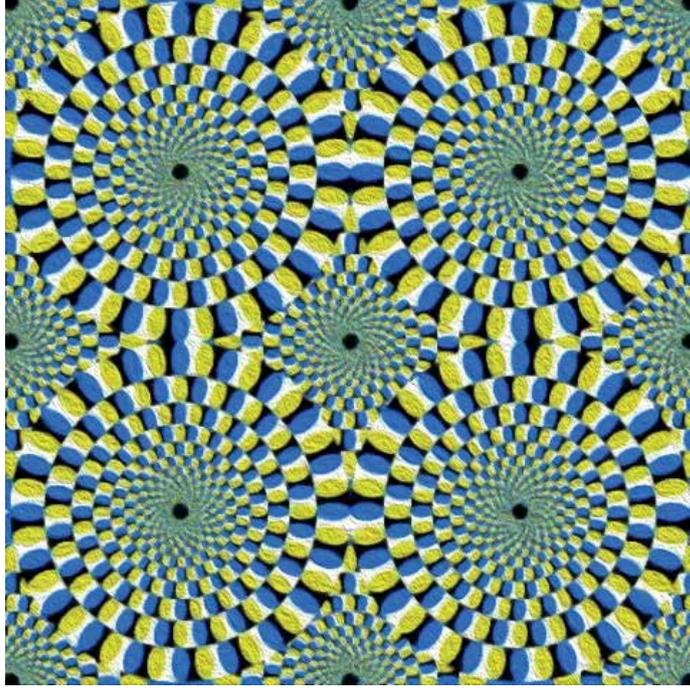
- क्या आपको अपने गैर-प्रमुख हाथ से लिखने में कोई चुनौती महसूस हुई? यदि हाँ, तो
 - क्या यह हर नए प्रयास के साथ बढ़ी या घटी?
 - क्या आपने इस चुनौती से निपटने के लिए कोई रणनीति अपनाई? हमें इसके बारे में बताएँ।
 - क्या आपको लगता है कि आप हर नए प्रयास में इस चुनौती को पूरा करने में बेहतर होते गए?
- अपने प्रमुख हाथ से लिखने का आपका अनुभव कैसा रहा? क्या यह किसी भी तरह से आपके गैर-प्रमुख हाथ से लिखने के अनुभव से अलग था?

चर्चा करें :

- इस अभ्यास में, आपने एक नए मोटर कौशल (गैर-प्रमुख हाथ से लिखना) के साथ काम करने की कोशिश की।
- क्या आपको लगता है कि मस्तिष्क इसके अनुकूल हो सकता है? अपने कारण साझा करें।
- इस नए कौशल की आवश्यकताओं के अनुरूप मस्तिष्क कैसे ढलता है? आपको क्या लगता है? कुछ अवलोकन साझा करें।
- क्या बार-बार रियाज़ करना मस्तिष्क को इस कौशल में बेहतर बनने में मदद करता है? हमें बताएँ कि आपको ऐसा क्यों लगता है?
- क्या आप कुछ वास्तविक परिस्थितियों के बारे में सोच सकते हैं जिनमें आपके मस्तिष्क की लचीले और अनुकूल स्वभाव के बारे में जानने से आपकी मदद हो सकती है?

जीवनी

गतिविधि शीट-2 : दृष्टिभ्रम



दृष्टिभ्रम का एक उदाहरण

Credits: Fusheng Tang, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/>

क्या करें?

- ऊपर दी गई छवि को दोनों आँखें खोलकर देखें। क्या यह चलती हुई या स्थिर दिखाई देती है?
- अपनी बाईं आँख बन्द करें। छवि को फिर से देखें। क्या यह चलती हुई या स्थिर दिखाई देती है?
- अपनी दाईं आँख बन्द करें और छवि को अपनी बाईं आँख से देखें। क्या यह किसी भी तरह से अलग दिखाई देती है?

बिचार करें :

- जब आप छवि को एक आँख से देखते हैं और जब आप उसे दोनों आँखों से देखते हैं, तो वह आपको कैसी दिखाई देती है?
- क्या आपके सहपाठी छवि को आपके जैसे ही देखते हैं?

चर्चा करें :

- क्या छवि वास्तव में चल रही है? या सिर्फ आपको ऐसा लग रहा है? आप यह कैसे जानते हैं?
- आपको क्यों लगता है कि छवि वास्तविकता से अलग दिखाई देती है?
- क्या आप किसी वास्तविक जीवन की स्थिति के बारे में सोच सकते हैं जहाँ इस प्रकार का भ्रम आपको दुविधा में डाल सकता है?

रचनाकार :

i wonder...
Rediscovering school science

तेजस्वी शिवानन्द बेंगलूरु स्थित चम्पका बुकस्टोर और चिल्ड्रन्स लाइब्रेरी में शिक्षक और पुस्तकालय संचालक हैं।

अनुवाद : विजय सेन पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



विज्ञान के शिक्षक विद्यार्थियों के साथ सामाजिक न्याय की पड़ताल कैसे कर सकते हैं

डे ग्रीनबर्ग

विज्ञान की शिक्षा में सामाजिक न्याय की क्या भूमिका है? किस तरह न्याय के मुद्दों से जुड़ाव विद्यार्थियों की शिक्षा को सशक्त बना सकता है, खासतौर से उन विद्यार्थियों के सन्दर्भ में जो ऐसे समुदायों से ताल्लुक रखते हैं जिन्हें पारम्परिक तौर पर विज्ञान शिक्षण और करियर्स से दूर रखा गया है?

‘**शि**क्षकों और विद्यार्थियों को एक ऐसी नई भूमिकाओं के लिए तैयार करना ज़रूरी है जो उन्हें निभानी ही चाहिए...स्कूली शिक्षा और उसी को आगे बढ़ाते हुए विज्ञान की शिक्षा का हमारा नज़रिया उस सहभागितापूर्ण लोकतंत्र से ज़्यादा मेल खाता है जहाँ नागरिक सक्रिय रूप से...भावी पीढ़ियों के लिए सहयोग करते हैं।’

– माइक म्युलर

‘इस कार्यक्रम ने मुझे इस बात का एहसास कराया कि मैं स्कूल का बाशिन्दा हूँ, मैंने बदलाव लाया, लिहाज़ा मुझे स्कूल जाना पड़ा क्योंकि उसने मुझे मदद दी और मैंने भी स्कूल की बहुत मदद की।’
फ़ातिमा – प्राथमिक शाला की एक विद्यार्थी जिसने स्कूल में ‘एक्शन रिसर्च’ की।

जैसे-जैसे हमारी दुनिया अनेक आयामों (सामाजिक, राजनैतिक, पारिस्थितिकी,

चिकित्सकीय, डिजिटल और आर्थिक) में बदलती जाती है, वैसे-वैसे विज्ञान के अध्यापकों के लिए यह महत्वपूर्ण होता जाता है कि वे विद्यार्थियों को वे दक्षताएँ, ज्ञान और अवसर उपलब्ध कराएँ जिन्हें विद्यार्थी अपने आस-पास की उत्तरोत्तर जटिल होती जाती दुनिया में प्रयुक्त कर सकें। यह विशेष रूप से उन विद्यार्थियों के लिए महत्वपूर्ण है जो ऐसे समुदायों (मसलन, आप्रवासी या जनजातीय अल्पसंख्यक समुदायों) या पृष्ठभूमियों से ताल्लुक रखते हैं जिन्हें पारम्परिक तौर पर मुख्यधारा के विज्ञान-शिक्षण और विज्ञान सम्बन्धी करियर्स से अलहदा रखा गया है। जो शिक्षक वैज्ञानिक परिघटना के नैतिक, ऐतिहासिक, सांस्कृतिक, और सामाजिक-राजनैतिक पहलुओं से जुड़ाव रखते हैं, वे अपने विद्यार्थियों को ऐसी स्वायत्तताओं और साधनों से लैस कर सकते हैं जिनके सहारे वे वर्तमान और भविष्य की चुनौतियों का उन तरीकों से सामना कर सकें जो उनके लिए महत्वपूर्ण हैं। वे शिक्षक यह

काम जिस एक तरीके से कर सकते हैं, वह है विज्ञान की सामाजिक न्यायमूलक शिक्षा।

विज्ञान की सामाजिक न्यायमूलक शिक्षा

विज्ञान के जो शिक्षक सामाजिक न्याय के लिए काम करते हैं, वे अपने अध्यापन को विद्यार्थियों के अकादमिक, सामाजिक और राजनैतिक सशक्तिकरण के लिए इस्तेमाल करते हैं।

वे विद्यार्थियों को सिखाते हैं कि उन मुद्दों और चुनौतियों का मुकाबला कैसे करें जिनमें वैज्ञानिक ज्ञान और कर्म शामिल होते हैं, साथ ही उन पर आलोचनात्मक प्रश्न उठाएँ या सम्बन्धित राजनैतिक और सामाजिक कारकों का परीक्षण करें (देखें चित्र-1)। शायद बहुत-से शिक्षक पहले ही इन मुद्दों से निपटते रहे होंगे; उदाहरण के लिए, परिवार की चिकित्सा पर बहस करते हुए और उनके बारे में निर्णय करते हुए, पोषण सम्बन्धी लाभों और आर्थिक बजट को सन्तुलित रखने के लिए भोजन की सामग्री का चुनाव करते हुए और सरकारी तथा कॉर्पोरेट नीतियों के पर्यावरणपरक प्रभावों पर सवाल उठाते हुए। जो अध्यापक विद्यार्थियों को ऐसे मुद्दों से जुड़ने के अवसर उपलब्ध कराते हैं, वे अपने विद्यार्थियों को ऐसे सम्पूर्ण व्यक्तियों के रूप में देखते हैं जो एक पेचीदा दुनिया में विकसित हो रहे हैं। चिकित्सा की नाजायज़ क्रिमताओं, विभिन्न मोहल्लों में भोजन तक पहुँच बनाने की समस्याएँ, ज़हरीले प्रदूषण उत्पन्न करने वाले कॉर्पोरेशनों को सरकारी सब्सिडी जैसे मुद्दों पर विचार विद्यार्थियों को दुनिया के बारे में आलोचनात्मक दृष्टिकोण और नागरिक स्वायत्तता का बोध विकसित करने की गुंजाइश देता है।

ये अध्यापक विज्ञान को सकारात्मक परिवर्तन के साधन के रूप में देखने और इस्तेमाल करने में भी विद्यार्थियों की मदद करते हैं। वे विद्यार्थियों को दूसरों के साथ मिलकर ऐसी कार्रवाइयों के लिए प्रोत्साहित करते हैं जिनका लक्ष्य हर किसी के लिए एक निष्पक्ष और ज़्यादा न्यायसंगत दुनिया



चित्र-1: विज्ञान शिक्षण और सामाजिक न्याय। न्याय-केन्द्रित विज्ञान शिक्षण के विचार को एकीकृत समग्र रूप में प्रस्तुत करने वाला एक चित्र जो स्वस्थ समुदायों के विकास, सूचना और संसाधन के उन्मुक्त आदान-प्रदान और पारिस्थितिक बहाली से उभरता है।

Credits: Illustration created using Adobe Firefly under prompting by Punya Mishra and Day Greenberg, 2023. License: CC-BY-NC.

बनाना होता है। एक कक्षा के रूप में विशिष्ट सकारात्मक परिवर्तन लाने की साझा आकांक्षा विद्यार्थियों को विषयवस्तु के अध्ययन को प्रोत्साहित कर सकती है। यह उनमें विषयवस्तु को (सिर्फ ग्रहण करना नहीं) अपनाने को जगा सकता है ताकि वे स्वयं सकारात्मक परिवर्तन लाने में जुट जाएँ और/या सत्ता में बैठे अन्य लोगों को इसके लिए आश्वस्त कर सकें। उदाहरण के लिए, 2020 के मेरे संयुक्त राज्य अमेरिका के अध्ययन के दौरान परिवारों ने कोविड-19 महामारी के बारे में विश्व स्वास्थ्य केन्द्र के आँकड़ों और नर्सों तथा रिश्तेदारों के परामर्श का इस्तेमाल करके उनके देश के नेताओं के गुमराह करने वाले वक्तव्यों की सामूहिक आलोचना की थी। नताली डेविस और जैनेली शोफर के 2019 के अध्ययन में, जब विद्यार्थियों को उनके शिक्षकों ने क्षेत्रीय जल संकट के सार्वजनिक उत्तरदायित्व और उसके मानवाधिकार सम्बन्धी आयामों पर चर्चा के लिए आमंत्रित किया था तब उन्होंने पानी के बारे में सीखते हुए एपिस्टेमिक एजेंसी (epistemic agency) (स्वयं

के सीखने को लेकर ज़िम्मेदारी का भाव) विकसित की थी और नेतृत्व कौशल का अभ्यास किया था। इसी तरह, कैथलीन अराडा (Kathleen Arada's) के 2023 के अध्ययन में, जब विद्यार्थी त्वचा के कैंसर का पता लगाने के लिए कृत्रिम बुद्धि (artificial intelligence) आधारित तकनीक के बारे में सीख रहे थे, तो उन्होंने अपेक्षाकृत काली चमड़ी के सन्दर्भ में इस तकनीक की नाकामयाबियों के बारे में आलोचनात्मक ढंग से विचार किया था। इससे इस विषय पर शोध पत्रों की गहन और चिन्तनशील टिप्पणियों को बल मिला था।

ये अध्यापक विज्ञान की कक्षाओं को एक ऐसी जगह की शकल देते हैं जहाँ विद्यार्थी अपने कौशल विकसित कर सकते हैं और ऐसे रूपों में ज्ञान का इस्तेमाल कर सकते हैं जो उस चीज़ को प्रतिबिम्बित करते हैं और/ या उन सवालों का जवाब देते हैं जो वास्तविक दुनिया उनसे पूछ चुकी होती है (और भविष्य में उनसे पूछती रहेगी)। इस तरह की कक्षाएँ विद्यार्थियों को जटिल और निरन्तर परिवर्तनशील दुनिया में स्वतंत्र रूप

ज्ञान को एक साधन के रूप में
इस्तेमाल करने में विद्यार्थियों की मदद



विद्यार्थियों को योजना बनाने और
कार्रवाई करने के लिए तैयार करें



विद्यार्थियों की स्वायत्तता और
सहयोगपूर्ण समझ में सहायता



**चित्र-3 : सामाजिक न्याय के लिए विज्ञान
के शिक्षण के तीन घटक : शैक्षणिक,
सामाजिक और राजनैतिक।**

Credits: Illustration by Punya Mishra, 2023.
License: CC-BY-NC.

प्रयोगशाला की गतिविधियों में सहयोग करने के बाद, मिस्टर कार्सन ने विद्यार्थियों से कहा कि अगले चरण की योजनाएँ बनाने से पहले वे कार्रवाई पर केन्द्रित विचारों पर अपना मत दें। 2019 के अध्ययन में अध्यापक मिस्टर जैनेली ने भी स्कूल के पास की एक नदी का दौरा शामिल किया था। तब कक्षा ने उस नगर के खतरनाक जल संकट के बारे में समाचार पढ़े थे जो उनसे मात्र एक घण्टे की दूरी पर था। समस्या के सामाजिक और राजनैतिक आयामों पर उत्कट सामूहिक विचार-विमर्श के दौरान, मिस्टर जैनेली के विद्यार्थियों ने अपनी भावनात्मक और वैज्ञानिक दोनों समझ साझा की थीं, जिसमें इस तरह के वक्तव्य शामिल थे : ‘‘यह जायज़ नहीं है’’, और ‘‘(गवर्नर) बेवकूफी कर रहा है।’’

क्रियान्वित कैसे करें : विद्यार्थियों के साथ उन्मुक्त वार्तालाप की एक ऐसी संस्कृति तैयार करें जो उन्हें न केवल अपने बौद्धिक स्वत्व को साझा करने बल्कि भावनात्मक और सामाजिक स्वत्वों को भी साझा करने को प्रेरित करे। विद्यार्थियों को सवाल पूछने की, साथ ही उन विचारों और किस्सों में साझा करने की इजाज़त दें जो कक्षा के विषय के साथ सम्बन्ध बनाने में उनकी मदद करें। उन्हें अपने साथियों के दृष्टिकोणों और अनुभवों की इज़्जत करने की भी याद दिलाएँ। उन्हें समूह की सामाजिक अपेक्षाओं की सहयोगी संरचना

के भीतर बौद्धिक टीमवर्क और समझौते की भावना के साथ स्वस्थ सामूहिक समझ बनाने का अवसर दें (देखें चित्र-2)। एक अतिरिक्त लाभ : इससे विद्यार्थियों को प्रत्येक स्कूल वर्ष की शुरुआत में आपके साथ मिलकर सामाजिक अपेक्षाओं के एक सेट के सहनिर्धारण के लिए आमंत्रित करने में तथा प्रत्येक इकाई की शुरुआत में विद्यार्थियों को इन सह-निर्धारित अपेक्षाओं की याद दिलाने में मदद मिलती है। इस तरह के निर्णयों के कुछ उदाहरण हैं : ‘‘अगर सामूहिक चर्चाएँ मुश्किल होती हैं, तो हम वोट देंगे’’ और ‘‘हम अपने साथियों के भावनात्मक दृष्टिकोण का सम्मान करेंगे।’’ जब मैं अध्यापक के रूप में ऐसा करता हूँ, तो मैं विद्यार्थियों से अपनी कुछ अपेक्षाओं को हमेशा शामिल करता हूँ और उनसे कहता हूँ कि वे भी मुझसे अपनी अपेक्षाओं को शामिल करें।

गाइड 2 : विद्यार्थियों को योजना बनाने और उन पर कार्रवाई करने के लिए तैयार करें (राजनैतिक घटक) – मिस्टर कार्सन की कक्षा ने संगीत का एक वीडियो, एक मिक्सटेप रिकॉर्डिंग, और स्थानीय पर्यावरणीय अन्याय के प्रति जागरूकता पैदा करने के लिए सार्वजनिक सफ़ाई का कार्यक्रम तैयार किया। सुश्री जैनेली की कक्षा ने एक घण्टे की दूरी पर स्थित एक क़स्बे में हो रहे पर्यावरणीय अन्याय के बारे में व्यापक स्कूली समुदाय को शिक्षित

करने के लिए पोस्टर तैयार किए। 2020 के मेरे अध्ययन के दौरान अलग-थलग रह रहे एक विद्यार्थी ने मानसिक स्वास्थ्य सम्बन्धी सूचना में साझेदारी करने और कोविड-19 से सम्बन्धित अवसाद और उद्विग्नता महसूस कर रहे साथियों को भावनात्मक अवलम्ब के सन्देश देने के लिए एक सोशल मीडिया सपोर्ट ग्रुप तैयार किया। ये सब इस बात के उदाहरण हैं कि कैसे वैज्ञानिक और राजनैतिक शिक्षण ने अन्याय से निपटने के लिए कार्रवाइयों के नियोजन और क्रियान्वयन को प्रेरित किया।

क्रियान्वयन कैसे करें : विद्यार्थियों के वैचारिक आदान-प्रदान का सक्रिय हिस्सा बनें और उस तरह की कार्रवाइयों का चुनाव करने में सहयोग करें जो उस तरह के बदलाव लाते हैं जो उनके लिए और उनके समुदाय के लिए महत्त्व रखते हैं। वैयक्तिक और सामूहिक कार्रवाइयों के सम्भावित प्रभावों पर चर्चा करें; और उन्हें विज्ञान के कामकाज और/या विज्ञान की नीति में सत्ता की उन संरचनाओं पर गम्भीरतापूर्वक सवाल उठाने में मदद करें जो लोगों को पीड़ा पहुँचाती हैं या पर्यावरण तंत्रों के विनाश में योगदान करती हैं। ‘समस्याओं की जड़ों’ को खोजने में उनकी मदद करें – ये अकसर तो सामाजिक अन्याय से सम्बन्ध रखती हैं, लेकिन किन्हीं रूपों में इन्हें वैज्ञानिक पड़ताल के माध्यम से बेहतर समझा जा सकता है। उदाहरण के लिए, विज्ञान के अध्यापक

अपने विद्यार्थियों से ये प्रश्न पूछकर उनकी मदद कर सकते हैं : स्थानीय स्कूल भवन की बिजली कटौती की समस्याएँ शिक्षा के बजट प्रस्तावों पर राजनैतिक बहस से किस तरह जुड़ी हुई हैं? कोयले की ऊर्जा के उपयोग और उसके उत्खनन से कौन लाभान्वित होता है? कम्प्यूटिंग के इतिहास में कम्प्यूटर के लिए स्त्रियों के योगदान की किस तरह उपेक्षा की गई है?

गाइड 3 : ज्ञान का इस्तेमाल एक औज़ार के रूप में करने में विद्यार्थियों की मदद करें (अकादमिक घटक) – जब साध्य सामाजिक न्याय हो और साधन विज्ञान (ज्ञान और व्यवहार) हो, तो विज्ञान की शिक्षा के साथ विद्यार्थियों के सशक्तीकरण का सामंजस्य बिठाया जा सकता है। विद्यार्थी सशक्त महसूस करें, इसके लिए अध्यापकों को चाहिए कि वे विद्यार्थियों के लिए विद्यार्थी-नेतृत्व के अनुभवों को सुगम बनाएँ और उन्हें सहयोगी संसाधन और सूचना मुहैया कराएँ। लेकिन विद्यार्थियों को नेतृत्व के अवसर उपलब्ध करा देना भर पर्याप्त नहीं है – विज्ञान के अध्यापकों के लिए यह भी ज़रूरी है कि वे विद्यार्थियों को उनकी इच्छानुसार कार्रवाई करने के लिए वैज्ञानिक कौशल और ज्ञान भी उपलब्ध कराएँ।

क्रियान्वयन कैसे करें : इस बारे में सीखने में विद्यार्थियों की मदद करें कि वे जो कार्रवाइयाँ करना चाहते हैं उन्हें विज्ञान की शिक्षा और अभ्यास से सहारा मिल सकता है। जब एक बड़ा लक्ष्य उनके दिमाग में आए, उसे छोटे-छोटे, और अधिक पहुँच में आने वाले लक्ष्यों में विभाजित करने में उनकी मदद करें। विद्यार्थियों को इस बारे में मिलकर चर्चा करने को प्रेरित करें कि प्रत्येक छोटे लक्ष्य तक पहुँचने के लिए उन्हें कौन-सी वैज्ञानिक जानकारी और कौशल सीखने की ज़रूरत होगी। जैसे ही वे छोटे लक्ष्य पूरे कर लेते हैं, उनकी प्रगति के हर चरण में उनकी मदद करने के लिए उनके साथ निरन्तर सम्पर्क बनाए रखें। इसी के साथ-साथ, उन्हें यह देखने और इस पर गर्व करने में मदद करें कि कैसे उनके ज्ञान और कौशल का भण्डार आकार और गहराई में बढ़ता जाता है।

चलते-चलते

सामाजिक न्यायोन्मुख विज्ञान के शिक्षक अपने विद्यार्थियों को विज्ञान को एक उपकरण के रूप में बरतने में सक्षम बनाते हैं ताकि वे उन वास्तविक समस्याओं को हल कर सकें जो उन्हें और साथ ही उन लोगों और परिवेश को प्रभावित करती हैं जिन्हें वे

प्रेम करते हैं और जिन पर वे निर्भर करते हैं। इस तरह के अध्यापक विद्यार्थियों को सामाजिक न्याय के लिए कार्रवाई करने की दिशा में विज्ञान की अपनी समझ को अपने सामाजिक, राजनैतिक और अकादमिक विकास से जोड़ने के लिए सहायता और संसाधन उपलब्ध कराते हैं (देखें **चित्र-3**)। लेकिन, इसके लिए विद्यार्थियों को सशक्त किरदार (एक्टर) बनने की इजाज़त देने से ज़्यादा कुछ करने की ज़रूरत है। जैसे-जैसे विद्यार्थी अपने (वैज्ञानिक, सामाजिक और राजनैतिक) ज्ञान और पुस्तकों के सहारे बड़े और ज़्यादा पेचीदा मुद्दों से उलझने की दिशा में आगे बढ़ते हैं शिक्षकों को उन्हें हर कदम पर सहायता देते रहना होगा।

अन्त में, सामाजिक न्यायोन्मुख विज्ञान के अध्यापक हमेशा अपने विद्यार्थियों की बुद्धिमत्ता, व्यक्तित्व, पहचानों, संस्कृतियों, परिवारों और समुदायों का सम्मान करने के साथ शुरुआत करते हैं। वे अपने विद्यार्थियों की पृष्ठभूमियों, इतिहासों और निजी कहानियों को ऐसे संसाधन के रूप में देखते हैं जो कक्षा में सबके लिए साझा सीखने के सशक्तीकरण में मददगार हैं। मैं और अन्य शोधकर्ता इसे 'न्याय-केन्द्रित शिक्षण पद्धति' कहने लगे हैं।

मुख्य बिन्दु

- सामाजिक न्याय विज्ञान शिक्षा हर प्रकार की विज्ञान कक्षा में एकीकृत की जा सकती है, जिसमें शिक्षक विद्यार्थियों की दुनिया में बदलाव लाने की क्षमताओं का सम्मान करते हैं।
- वैज्ञानिक मुद्दों (सामाजिक, राजनीतिक, पर्यावरणीय, औद्योगिक, आवासीय, सांस्कृतिक आदि) के एकदम स्थानीय या परिचित सन्दर्भों से शुरू करना मददगार होता है। शिक्षक ऐसे मुद्दों को चुन सकते हैं, उनके स्थानीय सन्दर्भों पर शोध कर सकते हैं और उन्हें विद्यार्थियों के सामने रख सकते हैं। या वे विद्यार्थियों से उन मुद्दों को साझा करने के लिए कह सकते हैं जो उनके और उनके समुदायों के लिए अभी महत्वपूर्ण हैं। एक बार जब कोई प्रासंगिक स्थानीय मुद्दा पहचान लिया जाए, तो शिक्षक विद्यार्थियों (और उनके परिवारों) के सम्बन्धित नज़रिए और अनुभवों को सुन सकते हैं और उन्हें शामिल कर सकते हैं।
- विद्यार्थी जब जटिल वैज्ञानिक घटनाओं के सामाजिक न्याय आयामों का सामना करने और उन्हें सम्बोधित करने के तरीके खोज रहे होंगे तब उन्हें अपने शिक्षकों की मदद की ज़रूरत होगी। इस मदद में प्रासंगिक सहायक सामग्री या जानकारी साझा करना, नए प्रासंगिक कौशलों के अभ्यास करने के अवसर प्रदान करना और वांछित न्यायोन्मुख विज्ञान सीखने को और परियोजनाओं को पूरा करने के लिए आवश्यक संसाधनों तक पहुँच को सुविधाजनक बनाना शामिल है।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार आई वंडर... फरवरी 2017, पेज 70-73 (अंग्रेजी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख इस लिंक पर पढ़ा जा सकता है : <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1270/>। इसका हिन्दी अनुवाद इस लिंक से <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/3546/> प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री और एक शिक्षक मार्गदर्शिका भी जोड़ी गई है।
2. इस लेख के मूल संस्करण का सम्पादन डॉ. पुण्य मिश्र और डॉ. एंजेला कैलाब्रेसे बार्टन (ईमेल : acb@msu.edu; वेब : barton.wiki.educ.msu.edu) ने किया था। डॉ. पुण्य मिश्र (ईमेल : punya.mishra@asu.edu; वेब : punyamishra.com), एरिजोना स्टेट यूनिवर्सिटी के दि मैरी लो फुलटन टीचर्स कॉलेज में स्कॉलरशिप एंड इनोवेशन के एसोसिएट डीन के रूप में काम करते हैं। डॉ. एंजेला कैलाब्रेसे बार्टन (ईमेल : acb@msu.edu; वेब : barton.wiki.educ.msu.edu), मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी के कॉलेज ऑफ़ एजुकेशन में प्रोफ़ेसर के रूप में काम करती हैं। इस अंक में शामिल संस्करण की समीक्षा डॉ. पुण्य मिश्र ने की है।
3. Credits for the image used in the background of the article title: Cudrefin-justice, Roland Zumbuehl, Wikimedia Commons. URL: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cudrefin-justice.jpg>. License: CC-BY-SA.

References:

1. Arada K, Sanchez A, & Bell P (2023). 'Youth as Pattern Makers for Racial Justice: How Speculative Design Pedagogy in Science can Promote Restorative Rutures Through Radical Care Practices'. *Journal of the Learning Sciences*, 32 (1), 76-109. URL: <https://doi.org/10.1080/10508406.2022.2154158>.
2. Calabrese Barton A, Birmingham D, Sato T, Tan E, & Calabrese Barton S (2013). 'Youth as Community Science Experts in Green Energy Technology'. *Afterschool Matters*. URL: https://ecommons.luc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1082&context=education_facpubs.
3. Davis NR & Schaeffer J (2019). 'Troubling Troubled Waters in Elementary Science Education: Politics, Ethics & Black Children's Conceptions of Water (Justice) in the Era of Flint'. *Cognition and Instruction*, 37 (3), 367-389. URL: <https://doi.org/10.1080/07370008.2019.1624548>.
4. Dimick AS (2012). 'Student Empowerment in an Environmental Science Classroom: Toward a Framework for Social Justice Science Education'. *Science Education*, 96 (6), 990-1012. URL: <http://doi.org/10.1002/sc.21035>.
5. Greenberg D, Calabrese Barton A, Turner C, Hardy K, Roper A, Williams C, Herrenkohl LR, Davis EA & Tasker T (2020). 'Community Infrastructuring as Necessary Ingenuity in the COVID-19 Pandemic'. *Educational Researcher*, 49 (7), 518-523. URL: <https://doi.org/10.3102/0013189X20957614>.
6. Greenberg D, Kim WJ, Brien S, Calabrese Barton A, Balzer M & Archer L (Forthcoming). 'Designing and Leading Justice-Centered Informal STEM Education: A Relational and Ethical Teaching Framework'. *Science Education*.
7. Langhout RD, Collins C & Ellison ER (2014). 'Examining Relational Empowerment for Elementary School Students in a yPAR Program'. *American Journal of Community Psychology*, 53 (3-4), 369-381. URL: <http://doi.org/10.1007/s10464-013-9617-z>.
8. Mueller M, Tippins D, Bryan L (2012). 'The Future of Citizen Science'. *Democracy & Education*, 20 (1), 1-12.
9. Shin M, Calabrese Barton A, Greenberg D, Nazar CR, Tan E (2015). 'Little Kids Can Do Ginormous Works: Youth's Engineering Design and Identity Work'. In *Equity-Focused Implementation of the Next Generation Science Standards: Exploring Models of Hope and Possibility*. American Educational Research Association, Chicago, IL.



डे ग्रीनबर्ग एक शिक्षण वैज्ञानिक हैं। वे युवाओं और परिवारों, विज्ञान केन्द्रों और संग्रहालयों तथा सामुदायिक संगठनों के साथ मिलकर न्याय-उन्मुख अनौपचारिक स्टेम (STEM) शिक्षण का डिजाइन और अध्ययन करती हैं। वे वर्तमान में इंडियाना विश्वविद्यालय के स्कूल ऑफ़ एजुकेशन में असिस्टेंट प्रोफ़ेसर के तौर पर कार्यरत हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब वे मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी से शैक्षिक मनोविज्ञान और शैक्षिक प्रौद्योगिकी में पीएचडी कर रही थीं। उनसे daygr@iu.edu पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : मदन सोनी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अफसाना पठान

शोध से अभ्यास तक

विज्ञान के पाठ्यक्रम और सामाजिक न्याय का मेल

“

शिक्षा या तो एक ऐसे साधन के रूप में काम करती है जिसका इस्तेमाल नई पीढ़ी को वर्तमान व्यवस्था के सोच के साथ जोड़ने और अनुकूल बनाने के लिए किया जाता है या फिर वह उस स्वतंत्रता का अभ्यास बन जाती है, जिसके माध्यम से मर्द और औरतें वास्तविकता के साथ आलोचनात्मक और रचनात्मक ढंग से जुड़ते हैं और पता लगाते हैं कि अपनी दुनिया के रूपान्तरण में किस तरह हिस्सेदारी की जाए।”

-पाउलो फ़ेयरे (Paulo Freire)

संयुक्त राष्ट्र संघ सामाजिक न्याय को इस तरह परिभाषित करता है: “आर्थिक विकास के फलों का न्यायसंगत और सहानुभूतिपूर्ण वितरण।” सामाजिक न्याय के अन्तर्निहित सिद्धान्तों में न्याय, हिस्सेदारी, बराबरी, विविधता और मानवाधिकार शामिल हैं। यह हमारे जीवन में तब उजागर होता है जब हम लिंग, जाति, वर्ग, नस्ल, मज़हब, भूगोल या विकलांगता की बाधाओं को हटाते हैं। डे ग्रीनबर्ग अपने लेख ‘विज्ञान के शिक्षकों को सामाजिक न्याय की चिन्ता क्यों करनी चाहिए’ में संकेत करती हैं कि विज्ञान के अध्यापक कक्षा के अपने कामकाज में सामाजिक न्याय को जोड़कर दुनिया को अधिक निष्पक्ष और न्यायपूर्ण बनाने के लिए विज्ञान के ज्ञान और कौशलों का इस्तेमाल कर सकते हैं। यह काम अध्यापक कैसे कर सकते हैं?

विज्ञान हमें अपने आस-पास की दुनिया को, सारे जीवन की परस्पर सम्बद्धता और पृथ्वी की हालत को समझने की गुंजाइश देता है। कोई भी ऐसी गतिविधि जो पर्यावरण पर प्रभाव डालती है, वह इन्सानों के जीवन (और दूसरे जीवन-रूपों) पर भी प्रभाव डालती है। वैज्ञानिक ज्ञान और कौशल हमें प्रकृति को और इस प्रभाव की मात्रा को जाँचने और समझने में और इन प्रभावों को कम करने या उनके अनुरूप ढलने में मदद करते हैं। लेकिन आवश्यक ज्ञान, प्रौद्योगिकी, आर्थिक साधनों, सामाजिक और सामुदायिक तंत्रों तक सारे लोगों की समान पहुँच नहीं होती। इसी मुकाम पर पर्यावरण का मुद्दा सामाजिक न्याय का मुद्दा बन जाता है।

यहाँ कुछ विषय और राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसन्धान और प्रशिक्षण परिषद (एनसीईआरटी) के माध्यमिक स्कूल के विज्ञान पाठ्यक्रम के वे हिस्से प्रस्तुत हैं जो विद्यार्थियों को सामाजिक न्याय के सवालों की छानबीन की सम्भावनाएँ उपलब्ध कराते हैं।

कक्षा	एनसीईआरटी की पाठ्य पुस्तक के विषय	सम्भावित गतिविधियाँ या परियोजनाएँ
VI	भोजन के अवयव, कमियाँ और बीमारियाँ	विद्यार्थी अपने परिवार, स्कूल और समुदाय में व्याप्त कमियों और बीमारियों की पड़ताल कर सकते हैं और उनके कारणों का पता लगा सकते हैं। इसमें मदद देने के लिए, अध्यापक विद्यार्थियों के लिए चिकित्सकों, पोषणविदों, भोजन विज्ञानियों, सार्वजनिक स्वास्थ्य या सामुदायिक स्वास्थ्य के विशेषज्ञों, या आँगनवाड़ियों या बालवाड़ियों के स्वास्थ्यकर्मियों के साथ संवाद सुलभ करा सकते हैं।

VI	पृथक्करण की तकनीकें	विद्यार्थी भोजन में मिलावट की जाँच कर सकते हैं और जागरूकता फैलाने और दूसरों तक अपनी बात पहुँचाने के लिए उपाय के तौर पर किसी परियोजना पर काम कर सकते हैं। इसमें मदद के लिए, अध्यापक विद्यार्थियों को प्रोत्साहित कर सकते हैं कि वे पृथक्करण की तकनीकों (किसी भी खाद्य तेल - नारियल, सरसों या मूँगफली का तेल) और रासायनिक परिवर्तनों (जैसे, दूध और दूध के उत्पादों, मसालों के रासायनिक परिवर्तनों) के लिए अपने ज्ञान और कौशल का अनुप्रयोग करें। अध्यापक और विद्यार्थी परीक्षण पद्धतियों की इस मार्गदर्शिका का इस्तेमाल कर सकते हैं : https://www.fssai.gov.in/upload/uploadfiles/files/Manual_Methods_Testing_Adultrants_18_1_0_2019.pdf/ .
VI	भौतिक और रासायनिक परिवर्तन	जागरूकता कार्यक्रम तैयार करने के लिए, प्रभावली-आधारित सर्वेक्षण के माध्यम से अपने परिवारों, दोस्तों, सहपाठियों, अध्यापकों और स्कूल के अन्य कर्मचारियों, साथ ही पास के रेस्तरांओं या ढाबों में जागरूकता के स्तर सम्बन्धी आँकड़े एकत्र किए जा सकते हैं। इन सबका इस्तेमाल विशिष्ट चिह्नित-वर्ग के शिक्षण और विज्ञान सम्प्रेषण की दक्षताएँ विकसित करने के लिए किया जा सकता है।
VII	ताप	विद्यार्थी अपने इलाके के तापमान में आने वाले बदलावों के परिप्रेक्ष्य में ताप के विषय की पड़ताल कर सकते हैं। गतिविधियाँ या परियोजनाएँ विकसित करने के लिए पेल्लुयिर ट्रस्ट (Palluyir Trust) का यह स्रोत उपयोगी हो सकता है: https://palluyirtrust.org/download/heat-why-is-it-getting-hotter/ .
VIII	वायु प्रदूषण	विद्यार्थी अपने इलाके के वायु प्रदूषण की पड़ताल कर सकते हैं : इलाके में हवा को प्रदूषित करने वाली मुख्य चीज़ें क्या हैं? इन प्रदूषणकारी चीज़ों से सबसे ज्यादा कौन और क्यों प्रभावित होता है? अपने इलाके के वायु प्रदूषण के स्तर, इन प्रदूषकों के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों और उन्हें कम करने के बारे में जानने के लिए उनकी विज्ञान की कक्षा के किस ज्ञान और कौशलों का इस्तेमाल किया जा सकता है? इस बारे में और अधिक जानने के लिए कि प्रदूषण के स्तर को कैसे मापा जाता है और उससे किस तरह निपटा जा रहा है, विद्यार्थी अपने मोहल्ले, नगर पालिका, या नगर निगम में किससे बात कर सकते हैं?
VII और VIII	कचरे का इन्तज़ाम	विद्यार्थी अपने इलाके के कचरे के इन्तज़ाम के बारे में जाँच-पड़ताल कर सकते हैं। पेल्लुयिर ट्रस्ट का यह स्रोत उपयोगी हो सकता है : https://palluyirtrust.org/download/consumption-and-climate/ .
VIII	बल	विद्यार्थी उत्तराखण्ड की सिल्कयारा सुरंग के धँसने की घटना की जाँच-पड़ताल कर बल के विषय की छानबीन कर सकते हैं।

VIII	फसल का उत्पादन और प्रबन्धन	<p>विद्यार्थी इन चीजों के प्रभाव की पड़ताल कर सकते हैं : (क) इलाके के किसानों पर कृत्रिम उर्वरकों और कीटनाशकों का प्रभाव। पाठ्यक्रम को वास्तविक जीवन-स्थितियों से जोड़ने के लिए इस तरह के क्रिसे इस्तेमाल किए जा सकते हैं : https://ruralindiaonline.org/en/articles/the-soil-does-not-need-poison-to-kill-pests/; और https://ruralindiaonline.org/en/articles/pomegranates-are-losing-their-shine/.</p> <p>(ख) बिजली गिरने जैसी प्राकृतिक घटनाएँ। बिजली गिरने से खेतों में काम करने वाले लोग क्यों मरते हैं?</p>
VIII	सूक्ष्मजीव : दोस्त और दुश्मन	<p>विद्यार्थी अपने इलाके में व्याप्त सबसे ज्यादा आम संक्रामक बीमारियों की पड़ताल कर सकते हैं। इन बीमारियों के मुख्य कारण क्या हैं? इन बीमारियों का सबसे ज्यादा शिकार होने की सम्भावना किनमें और क्यों है? उदाहरण के लिए, क्या इन संक्रमणों का शिकार होने की सम्भावना का उम्र, लिंग, रहने के स्थान, स्वच्छ पानी, सफाई-व्यवस्था और चिकित्सा-सेवाओं तक पहुँच से है? लोग अपनी बीमारी का इलाज किस तरह करते हैं? उदाहरण के लिए, क्या वे किसी रजिस्टर्ड डॉक्टर के पास जाते हैं या फिर कोई दूसरे तरीके अपनाते हैं और वे तरीके क्या हो सकते हैं?</p>

Reference: 1. The International Forum for Social Development, Department of Economic and Social Affairs, Division for Social Policy and Development, United Nations (2006). 'Social Justice in an Open World: The Role of the United Nations.' United Nations Publications. pp. 7. URL: <https://www.un.org/esa/socdev/documents/ifsd/SocialJustice.pdf>.

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरजनेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : मदन सोनी पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अफसाना पठान

परागणकर्ता : पौधों के प्रसारक

मीनाक्षी पन्त

पौधे अपनी उत्तरजीविता और प्रसारण के लिए जन्तुओं को आकर्षित करते हैं। परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए उनमें कौन-से लक्षण विकसित हुए हैं? विभिन्न परागणकर्ता इस प्रक्रिया में क्या भूमिका निभाते हैं?

मधुमक्खियाँ

सूरजमुखी न होंगे, मटर न होंगे
सेब के पेड़ों पर सेब न लगेंगे
यदि ये रोमिल मधुमक्खियाँ,
ये भिनभिनाती मधुमक्खियाँ
अपने घुटनों पर चिपके पराग को
न झटकारें!

– आइलीन फिशर

पृथ्वी पर लैंगिक प्रजनन करने वाली पादप प्रजातियों की उत्तरजीविता और प्रसारण में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। लैंगिक प्रजनन करने वाले पौधों का विकास इस प्रकार हुआ है कि स्व-निषेचन की सम्भावना न्यूनतम हो जाए। यह नर और मादा युग्मकों के परिपक्व होने के समय और स्थान या दोनों में भिन्नता से सम्भव होता है। उदाहरण के लिए, नर युग्मक (परागकण) और मादा युग्मक (अण्डाणु) अलग-अलग पौधों में या एक ही पौधे के अलग-अलग फूलों में या फिर एक ही फूल में

अलग-अलग समय पर परिपक्व हों। ऐसे पौधों में निषेचन का एकमात्र तरीका होता है किसी अन्य माध्यम (परागणकर्ता) के जरिए, जो परागकणों को एक फूल से दूसरे फूल तक स्थानान्तरित कर सके।

एक अनुमान के अनुसार, पृथ्वी पर पाए जाने वाले पुष्पधारी पौधों के लगभग 75% का परागण जन्तुओं द्वारा किया जाता है और दो लाख से अधिक जन्तु प्रजातियाँ पौधों का परागण करती हैं। इन पौधों ने अपने जन्तु परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार की क्रियाविधियाँ विकसित की हैं (देखें **बॉक्स-1**)। इस प्रक्रिया में भाग लेकर परागणकर्ता इन पौधों की आनुवंशिक विविधता को बढ़ाते हैं। किसी प्रजाति की आनुवंशिक विविधता जितनी अधिक होती है उसकी बदलते पर्यावरण में जीवित रहने की सम्भावना उतनी अधिक होती है। पृथ्वी पर लैंगिक प्रजनन करने वाली पादप प्रजातियों की उत्तरजीविता और प्रसारण में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

बॉक्स-1 : ऑर्किड्स में परागण

ऑर्किड्स की 35,000 से अधिक प्रजातियाँ ज्ञात हैं। पौधों के इस परिवार ने अपने कीट परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार की रचनाओं और क्रियाविधियों का विकास किया है। अधिकांश ऑर्किड फूलों की संरचना समान होती है। कई ऑर्किड्स के फूलों के नर और मादा अंग एक मध्यवर्ती स्तम्भ के रूप में जुड़े होते हैं। इस स्तम्भ के ठीक नीचे एक रूपान्तरित पंखुड़ी होती है जिसका आकार होंठ के समान होता है (इसे ओष्ठक या लॅबेलम कहते हैं)। यह परागणकर्ता कीटों के उतरने (बैठने) के लिए एक मंच का काम करता है। मकरन्द ग्रन्थियाँ (यदि हों तो) ओष्ठक के आधार में स्थित होती हैं या फूल के पीछे की ओर एक मकरन्द स्पर के रूप में होती हैं। परागण परागपिण्ड (पोलिनियम) नामक सघन संरचनाओं के रूप में बंधे होते हैं। परागपिण्ड परागकोश टोपी के नीचे स्थित होते हैं और विसिडियम नामक एक चिपचिपी, तश्तरी के आकार की संरचना से जुड़े होते हैं। कई ऑर्किड में फूल का आकार ऐसा होता है कि किसी परागणकर्ता के लिए अपने सिर को विसिडियम से सम्पर्क में लाए बिना ओष्ठक पर उतरने की सम्भावना क्षीण होती है। ओफ्रिस (Ophrys) वंश के ऑर्किड्स का ओष्ठक इस प्रकार रूपान्तरित होता है कि फूल कुछ मधुमक्खी या भौरा प्रजातियों की मादाओं के समान दिखाई पड़ता है (देखें चित्र-1)। चूँकि इन प्रजातियों की मधुमक्खियों या भौरों के नर मादाओं से एक या दो सप्ताह पहले शंखी अवस्था से निकलते हैं, वे इन ऑर्किड फूलों को मादा समझकर उनसे सम्भोग करने का प्रयास करते हैं और ऐसा करते समय परागपिण्ड उनके सिर से चिपक जाते हैं।

कोरेन्थेश वंश के ऑर्किड्स का ओष्ठक एक बाल्टी के आकार का होता है (देखें चित्र-2)। इस बाल्टी में कुछ सुगन्धित, वाष्पशील पदार्थ होते हैं जिनका इस्तेमाल युग्लोसीन मधुमक्खियों (युग्लोसीन उपकुल) के नरों द्वारा मादा मधुमक्खियों को आकर्षित करने के लिए किया जाता है। नर मधुमक्खियाँ इन बाल्टियों में छलाँग लगाकर इन पदार्थों को अपनी पिछली टाँगों पर स्थित झोलों के समान संरचनाओं में भर लेती हैं। इस बाल्टी में से निकलने का एकमात्र रास्ता पिंजरे के ढक्कन जैसे एक दरवाजे को धक्का देकर बाहर निकलना होता है जिस पर परागपिण्ड लगे होते हैं।



चित्र-1 : मिरर ऑफ़ वीनस ऑर्किड (*Ophrys speculum*) केवल नर ततैया (*Dasyscolia ciliata*) द्वारा छद्म सम्भोग से परागित होता है। (क) यह फूल कई मायनों में मादा ततैया जैसा दिखता है। उदाहरण के लिए, फूल के होंठ के किनारे पर घने लाल बालों की पट्टी मादा ततैया के बालों जैसी दिखती है। फूल की खुशबू मादा ततैया के फेरोमोन जैसी होती है। फूल पर चमकीला इन्द्रधनुषी बैंगनी या नीला धब्बा अत्यधिक परावर्तक होता है और दूर से ततैया को आकर्षित कर सकता है। (ख) यह ततैया प्रजाति यूरोपीय मिरर ऑफ़ वीनस ऑर्किड का एकमात्र ज्ञात परागणकर्ता है। नर ततैया ऑर्किड के फूल को मादा ततैया समझकर उसके साथ सम्भोग करते हैं। इस प्रक्रिया में, वे फूल से पराग उठाते हैं और इसे अगले फूल तक ले जाते हैं जहाँ वे जाते हैं।

Credits: (क) Steve Garvie, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/rainbirder/16755027492>.

License: CC BY-NC-SA 2.0 DEED. (ख) gbohne, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/51216897@N07/8707297837>. License: CC BY-SA 2.0 DEED.

कुछ ऑर्किड्स ऐसे पदार्थ पैदा करते हैं जो बहुत अधिक नशीला असर रखते हैं। इनकी सुगन्ध से उनके कीट परागणकर्ता आकर्षित होकर उनकी ओर आते हैं और मूर्च्छित हो जाते हैं। जब इनके शरीर पर परागपिण्ड चिपक जाते हैं तब सुगन्ध अचानक गायब हो जाती है और अस्थायी रूप से मूर्च्छित कीट होश में आकर अपने साथ परागपिण्ड लेकर उड़ जाता है। केटासेटम

वंश के ऑर्किड बन्दूक के घोड़े के समान एक क्रियाविधि का उपयोग करते हुए परागपिण्डों को किसी कीट परागणकर्ता की पीठ पर चिपका देते हैं। दलदल में पाए जाने वाले कुछ ऑर्किड्स के परागपिण्ड उन मादा मच्छरों की आँखों पर चिपक जाते हैं जो उनका परागण करती हैं। बार-बार ऐसा होने पर मादा मच्छर अन्धी हो जाती हैं।



चित्र-2 : बकेट ऑर्किड (*Coryanthes macrantha*) युग्लोसीन कुल की मधुमक्खियों (या ऑर्किड मधुमक्खियों) द्वारा परागित किए जाते हैं। (क) इस ऑर्किड के फूल बड़े होते हैं - एक फूल का वजन 100 ग्राम तक हो सकता है। फूल पीले-नारंगी रंग के होते हैं। ऑर्किड का होंठ बाल्टी के आकार का होता है और इसमें एक सुगन्धित स्राव भरा होता है जो परागणकर्ताओं को आकर्षित करता है। (ख) केवल नर ऑर्किड मधुमक्खियाँ ही इन ऑर्किड्स को परागित करती हैं।

Credits: (क) Orchi, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coryanthes_macrantha_Orchi_02.jpg. License: CC BY-SA 3.0 DEED. (ख) Jacob Rus, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_Euglossa_sp.jpg. License: CC BY-SA 2.0 DEED.

कीट परागणकर्ता

परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समुदाय कीट होते हैं। इनमें मधुमक्खियाँ, गुबैरले, तितलियाँ, पतंगे, ततैया, मक्खियाँ और चींटियाँ प्रमुख हैं।

चूँकि मधुमक्खियों की लगभग 20,000 प्रजातियाँ परागण का काम करती हैं, वे सबसे महत्वपूर्ण कीट परागणकर्ताओं में शामिल हैं। मधुमक्खियाँ पौधे पर केवल मकरन्द के लिए निर्भर नहीं होती हैं (जो उनका मुख्य भोजन है), अपितु परागणों के लिए भी निर्भर होती हैं (जो वे अपनी इल्लियों को खिलाती हैं)। जब कोई मधुमक्खी भोजन प्राप्त करने के लिए किसी फूल पर जाती है तो परागकोश उसके शरीर से रगड़ खाते हैं और उसके शरीर पर परागकण छिड़क देते हैं। मधुमक्खी इन परागणों को अपनी जीभ से इकट्ठा करती है, उन्हें अपनी लार या शहद से गीला करती है, और उन्हें पराग टोकरीयाँ नामक विशिष्ट रचनाओं में पैक करके दूसरे फूल तक ले जाती है (देखें चित्र-3)। मधुमक्खियों द्वारा परागित पौधों के फूलों में इन कीटों को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार के लक्षण पाए जाते हैं। चूँकि मधुमक्खियाँ अपनी घ्राणशक्ति पर निर्भर होती हैं, उनके द्वारा परागित फूल प्रायः इतने सुगन्धित होते हैं कि वे काफ़ी दूर से इन कीटों को आकर्षित कर सकें। मधुमक्खियों की आँखों में ऐसे रंजक होते हैं जो प्रकाश की हरी, नीली और पराबैंगनी तरंगदैर्घ्य के प्रति संवेदनशील होते हैं। अतः मधुमक्खियों द्वारा परागित फूल प्रायः नीले या बैंगनी रंग के होते हैं। उन पर रेखाएँ और अन्य प्रकार के ऐसे चिन्ह होते हैं जो पराबैंगनी किरणों को परावर्तित करते हैं और जो शायद मकरन्द की ओर जाने के लिए मार्गदर्शक का काम करते हैं। ये चिन्ह मानव की आँख को भले ही न दिखाई दें, लेकिन वे यह सुनिश्चित करते हैं कि मधुमक्खियाँ वहाँ पहुँच जाएँ जहाँ फूल उन्हें पहुँचाना 'चाहते' हैं (देखें चित्र-4)। मधुमक्खियों द्वारा परागित फूल उनके अतिथियों को बड़ी मात्रा में मकरन्द



चित्र-3 : परागणों को एक फूल से दूसरे फूल तक ले जाने के लिए मधुमक्खियों में विशेष संरचनाओं का विकास हुआ है। (क) स्वेट बी जैसी कुछ मधुमक्खियों में उदर या पिछली टाँगों पर लम्बे, घने बाल होते हैं। इन्हें स्कोपा कहते हैं। इसका उदाहरण यहाँ मेगाचिलिड मधुमक्खी में देखा जा सकता है। (ख) अन्य मधुमक्खियों (जैसे हनीबी) में ये अंग बिना बालों के एक गड्ढे के समान होते हैं जिसमें केवल किनारे पर कुछ बाल होते हैं। इसका एक उदाहरण यहाँ दर्शाई गई युरोपियन हनीबी की पिछली टाँगों पर स्थित पराग टोकरी है।

Credits: (क) Dave (AKA Pollinator). URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scopa_5948.jpg. License: CC BY-SA 3.0. (ख) Muhammad Mahdi Karim. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apis_mellifera_flying2.jpg. License: GNU Free Documentation License, Version 1.2.

और परागकण प्रदान करते हैं। मधुमक्खियों की एक कॉलोनी एक वर्ष में 28 किलोग्राम से अधिक परागकण इकट्ठा करती है।

यद्यपि परागणकर्ताओं के सन्दर्भ में मधुमक्खियों की चर्चा अधिक होती है, गुबैरले परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समूह है। वे समस्त फूलदार पौधों में से लगभग 85% का परागण करते हैं। गुबैरले प्रायः रंगहीन, सफ़ेद या हरे फूलों पर जाते हैं जो कटोरी या तश्तरी के आकार के होते हैं और जिनके जननांग आवरणरहित होते हैं। चूँकि गुबैरले भोजन खोजने और अण्डे देने के लिए अपनी घ्राणशक्ति पर निर्भर करते हैं गुबैरलों द्वारा परागित फूल प्रायः तीव्र गन्ध पैदा करते हैं। हमें यह गन्ध मीठी, तीखी, कस्तूरी के समान या बहुत अधिक पके हुए फल के समान किण्वित लग सकती है। गुबैरलों को प्रायः 'बर्बाद करने वाले परागणकर्ता' कहा जाता है क्योंकि वे जितने परागकण खाते हैं उससे अधिक बिखेरकर बर्बाद कर देते हैं। पंखुड़ियों को खाते हुए आगे बढ़ते हैं और जिन फूलों को वे परागित करते हैं उन पर अपना मल भी छोड़ते हैं। गुबैरलों द्वारा परागित फूलों की पंखुड़ियाँ प्रायः मोटी और चर्मिल होती हैं, वे बड़ी मात्रा में परागकण पैदा करते हैं (जो परागकण बर्बाद कर दिए जाते हैं, उनकी भरपाई करने के लिए) और



चित्र-4 : पोटेटिला रेप्टान्स के फूलों पर पराबैंगनी किरणों को परावर्तित करने वाले विशेष चिन्ह होते हैं। (क) मनुष्य को फूल इस प्रकार दिखाई देता है। (ख) मधुमक्खी को फूल इस प्रकार दिखाई देता है।

Credits: (क) Wiedehopf20, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flower_in_visible_light_Potentilla_reptans.jpg. License: CC BY-SA 4.0 International. DEED. (ख) Wiedehopf20, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flower_in_UV_light_Potentilla_reptans.jpg. License: CC BY-SA 4.0 DEED.



चित्र-5 : कॉमन मिल्कवीड (*Asclepias syriaca*) का परागण और भक्षण कॉमन मिल्कवीड बीटल (*Tetraopes etrophthalmus*) द्वारा किया जाता है। मिल्कवीड के फूल बड़ी मात्रा में मकरन्द का निर्माण करते हैं। उनके परागकण ऑर्किड्स के समान परागपिण्डों के रूप में होते हैं। परागपिण्ड फूल के मध्य में एक छोटे प्रकोष्ठ में स्थित होते हैं। वे गुबरैले के शरीर पर चिपक जाते हैं जब गुबरैला मकरन्द या फूल को खाता है परागपिण्ड उसके द्वारा अगले फूल तक पहुँचा दिए जाते हैं।

Credits: Rbreidbrown, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Milkweed_Beetle_\(Tetraopes_tetraphthalmus\)_Consuming_Common_Milkweed_Flower.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Milkweed_Beetle_(Tetraopes_tetraphthalmus)_Consuming_Common_Milkweed_Flower.jpg). License: CC BY-SA 4.0 DEED.



चित्र-6 : कॉमन जेज़बल तितली (*Delias eucharis*) कॉमन लॅन्टना (*Lantana camara*) को परागित करता है। मकरन्द का पान करने के लिए तितली अपनी सूँड का उपयोग करती है। जब सूँड का उपयोग नहीं होता है तब उसे एक कुण्डली बनाकर रखा जाता है।

Credits: Hari K Patibanda, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/krishnacolor/51433350855/in/photostream/>. License: CC BY 2.0 DEED.

सीमित मात्रा में मकरन्द पैदा करते हैं (देखें चित्र-5)।

यद्यपि रंग-बिरंगी तितलियों को फूलों पर बैठे हुए देखना सुखद होता है, मधुमक्खियों की तुलना में वे परागण करने में कम कार्यक्षम होती हैं। उनके शरीर पर परागकण इकट्ठा करने के लिए विशिष्टीकृत अंग नहीं होते हैं, उनका दुबला-पतला शरीर लम्बी पतली टाँगों की वजह से फूल से दूरी पर रहता है। इसलिए उनके शरीर पर अधिक परागकण नहीं चिपकते। फिर भी, वे अनेक जंगली और कृषि फ़सल के पौधों के परागण के लिए महत्त्वपूर्ण होती हैं। तितलियाँ दिनचर होती हैं और ज़्यादातर सुबह तथा खिली धूप में खुलने वाले फूलों पर भोजन खोजती हैं। वे चटख रंगों वाले (नीले, पीले, नारंगी, विशेष रूप से लाल) फूलों को पसन्द करती हैं। तितलियों द्वारा परागित फूल प्रायः छोटे होते हैं और सपाट शीर्ष वाले खड़े पुष्प विन्यासों में समूह में होते हैं ताकि तितलियाँ उन पर

बॉक्स-2 : फूलों का मकरन्द पीने वाले पक्षियों द्वारा परागण

जिन पौधों के विशिष्ट पक्षी परागणकर्ता होते हैं उनमें पुष्प नलिका इतनी लम्बी और संकरी होती है कि अधिकांश कीट अन्दर नहीं पहुँच पाते। लेकिन इनमें ऐसे पक्षियों को पहुँच मिल जाती है जिनकी चोंच लम्बी, पतली और वक्र आकार की होती है। ऐसे पौधों का परागण करने वाले दक्षिण अमरीका के हमिंग बर्ड और भारत के सनबर्ड की चोंचें काफ़ी लम्बी होती हैं और जीभ ब्रश के समान होती है। इनके शरीर इतने छोटे और हलके होते हैं कि वे फूलों पर मँडरा सकते हैं या उन पर बैठ सकते हैं (देखें चित्र-7)।

जिन पौधों को मैना, बुलबुल या भुजंगे जैसे पक्षी परागित करते हैं, जिनकी भोजन की पसन्द व्यापक और कम विशिष्टीकृत होती है उनके फूल प्रायः बड़े और संख्या में अधिक होते हैं।



चित्र-7 : लोटेन शकरखोरा (*Cinnerys lotenius*) लॉयन्स टेल को परागित करता है। शकरखोरा मकरन्द के लिए फूलों पर मँडरता है जिसे वह अपनी लम्बी, मुड़ी हुई चोंच और ब्रश के समान नलिकाकार जीभ से इकट्ठा करता है। लॉयन्स टेल के नलिकाकार फूल गेंद के समान गोल गुच्छे में होते हैं और उनका मकरन्द कुछ मीठापन लिए होता है।

Credits: Hari K Patibanda, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/krishnacolor/50950412397>. License: CC BY 2.0 DEED.



चित्र-8 : भारतीय चमगादड़ (*Pteropus medius*) केले के मकरन्द का सेवन करते हुए उसका परागण करते हैं।

Credits: Manojiritty, Wikimedia Commons.
URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_flying_fox_cropped.jpg
License: CC BY-SA 4.0 DEED.

उतर सकें। अनेक वयस्क तितलियाँ अपनी लम्बी सूँडनुमा संरचना की मदद से फूलों से मकरन्द चूसती हैं (देखें चित्र-6)। इनके द्वारा परागित फूलों की मकरन्द ग्रन्थियाँ पंखुड़ियों की नली या स्पर के आधार में स्थित होती हैं जो ऐसे स्थान हैं जहाँ केवल ऐसा कीट पहुँच सकता है जिसकी लम्बी सूँडनुमा संरचना हो।



चित्र-9 : नेसोकोडोन मॉरीशियनस का परागण मॉरीशियस ओर्नेट डे गेको (*Phelsuma ornata*) द्वारा किया जाता है। (क) यह पौधा केवल मेडागास्कर में पाया जाता है और या पहला पौधा है जिसके बारे में यह ज्ञात है कि यह लाल सुख मकरन्द पैदा करता है। (ख) यह देखा गया है कि ये छिपकलियाँ मकरन्द, नरम फल और परागणों को चाटती हैं।

Credits: (क) Ph. Saget, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nesocodon_mauritianus_07_04_Philweb_\(19228890139\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nesocodon_mauritianus_07_04_Philweb_(19228890139).jpg). License: CC BY 2.0 DEED. (ख) Charles J. Sharp, Wikimedia Commons. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mauritius_ornate_day_gecko_\(Phelsuma_ornata\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mauritius_ornate_day_gecko_(Phelsuma_ornata).jpg). License: CC BY-SA 4.0 DEED.

पक्षी परागण

पक्षियों की लगभग 2,000 प्रजातियाँ पौधों में परागण के लिए जानी जाती हैं। पक्षी लम्बी दूरी तय कर सकते हैं और उनकी देखने की क्षमता बहुत अच्छी होती है (जिसमें उनकी रंगों और पराबैंगनी किरणों को पहचानने की क्षमता शामिल है)। इन दोनों लक्षणों के कारण वे अच्छे सहायक परागणकर्ता होते हैं। किन्तु पक्षी आकार में बड़े होते हैं और उन्हें कीटों से अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अधिकांश पक्षी दिन में सक्रिय होते हैं। कुछ अपवादों को छोड़कर उनकी घ्राणशक्ति मनुष्य से बेहतर नहीं होती। पक्षियों द्वारा परागित फूल प्रायः चटख रंगों (लाल, नारंगी या गुलाबी) के होते हैं, कीटों द्वारा परागित फूलों की तुलना में बड़े होते हैं, दिन के समय खुलते हैं और गन्धहीन होते हैं या भीनी खुशबू वाले होते हैं। कीटों द्वारा परागित फूलों की तुलना में वे काफ़ी अधिक मकरन्द पैदा करते हैं। मकरन्द प्रायः नली, कीप या कटोरे के आकार की संरचना के आधार में होता है और पुकेसर चटख रंग के और बाहर निकले होते हैं ताकि पक्षी के सिर, पीठ या सीने पर परागकण पर छिड़क जाएँ (देखें बॉक्स-2)। चूँकि एक फूल का मकरन्द पक्षी का पेट भरने के लिए पर्याप्त नहीं होता, वह दूसरे फूलों पर जाता है और ऐसा करते समय पहले फूल के परागकण दूसरे फूल तक पहुँच जाते हैं।

चमगादड़ परागणकर्ता

मकरन्द का सेवन करने वाले चमगादड़ (जिनमें प्राचीन विश्व की 'उड़न लोमड़ियों' की 12 प्रजातियाँ और अमरीका के लीफ़-नोज़्ड चमगादड़ों की 36 प्रजातियाँ शामिल हैं) उष्ण पारिस्थितिकी तंत्र वाले हर महाद्वीप पर पाए जाते हैं। इनकी अधिकांश प्रजातियाँ दक्षिण-पूर्वी एशिया, अफ्रीका और प्रशान्त महासागर के द्वीपों पर पाई जाती हैं। चमगादड़ उष्णकटिबन्धीय पादप प्रजातियों की आनुवंशिक विविधता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। लगभग 500 उष्णकटिबन्धीय पादप प्रजातियाँ आंशिक या पूर्ण रूप से परागण के लिए चमगादड़ों पर निर्भर होती हैं (देखें चित्र-8)। इनमें आम, लीची, केला और अमरूद शामिल हैं। कीटों की तुलना में चमगादड़ अधिक दूर तक उड़कर जा सकते हैं और अपनी रोएँदार खाल में अधिक मात्रा में परागकण ले जा सकते हैं। ये उन पौधों की प्रजातियों के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण होते हैं जो छितरी हुई होती हैं या ऐसे आवासों में पाई जाती हैं जो एक-दूसरे से दूरी पर स्थित होते हैं।

अधिकांश मकरन्द भक्षी चमगादड़ रात्रिचर होते हैं, उनकी घ्राणशक्ति तीव्र होती है। परागण के लिए चमगादड़ों पर निर्भर पौधों के फूल सूर्यास्त के समय खुलते हैं और रात भर खुले रहते हैं। उनके सफ़ेद या हलके रंगों वाले फूल पत्तियों के बीच और रात के अँधेरे में साफ़ नज़र आते हैं। चमगादड़ों द्वारा परागित कुछ फूल उन्हें आकर्षित करने के लिए किण्वन या सड़ाँध जैसी बदबू पैदा करते हैं।

असाधारण परागणकर्ता

परागण में छिपकलियों की भूमिका की ओर हाल ही में ध्यान आकर्षित हुआ है। छिपकलियों द्वारा परागण की रिपोर्ट ऐसे द्वीपों तक सीमित हैं जहाँ ये सरीसृप अपने भोजन में कीटों और ऑर्थोपॉड जन्तुओं के अलावा मकरन्द, परागकण, फूल और फलों के गूदे जैसे वनस्पति पदार्थ लेते हैं। चूँकि इन पदार्थों में प्रोटीन कम होता है,

वे सम्भवतः इन जन्तुओं की ऊर्जा और पानी की आवश्यकता की पूर्ति करते हैं। भोजन के लिए वनस्पतियों की तलाश में ये छिपकलियाँ फूलों का परागण कर देती हैं। मुख्य भूमि पर छिपकलियों द्वारा परागण बिरले ही होता है। इसके चार कारण हो सकते हैं जो मुख्य भूमि की तुलना में द्वीपों पर अधिक देखे जा सकते हैं। ये चार कारण हैं – कम स्थिर और विविध कीट आबादी, भोजन के रूप में फूलों की बहुतायत उपस्थिति, छिपकलियों की प्रजातियों का अधिक घनत्व, और उनके लिए परभक्षियों का कम खतरा।

सम्भव है कि द्वीपों पर पाए जाने वाले पौधों के लिए छिपकलियाँ, कीटों और पक्षियों से अधिक महत्वपूर्ण परागणकर्ता हों। चूँकि छिपकलियों की घ्राणशक्ति तीव्र होती है, वे तेज गन्ध वाले फूलों की ओर आकर्षित होती हैं। ये फूल शर्करा की बहुतायत वाला चिपचिपा मकरन्द पैदा करते हैं। फेलसुमा जैसी परागणकर्ता छिपकलियों में देखा गया है कि वे रंगहीन मकरन्द वाले पौधों की तुलना

में रंगीन मकरन्द वाले पौधों की ओर अधिक आकर्षित होती हैं। छिपकलियाँ ट्रोचेटिया ब्लैकबर्नियाना, जो नारंगी-पीले रंग का मकरन्द पैदा करता है और नेसोकोडोन मॉरीशियनस, जो सुर्ख लाल रंग का मकरन्द पैदा करता है, (देखें चित्र-9) की ओर अधिक आकर्षित होती हैं। छिपकलियों द्वारा परागित पौधों के फूल प्रायः मजबूत होते हैं ताकि वे इन सरीसृपों का भार उठा सकें। फूलों पर चढ़ने वाले इन सरीसृपों के लिए पुष्पक्रम अधिक सुविधाजनक होते हैं। जब कोई छिपकली किसी फूल पर चढ़कर उसके आधार से मकरन्द का सेवन करती है तब उसके चेहरे और शरीर पर परागकण छिड़क जाते हैं और उसके साथ अगले फूल पर पहुँच जाते हैं।

चलते-चलते

वैकासिक जीवविज्ञानी लिन मार्गुलिस और विज्ञान लेखक डोरिएन सागां (1986) के मुताबिक, “जीवन ने युद्ध की बजाय नेटवर्किंग के द्वारा पृथ्वी पर कब्जा किया है।” इस प्रकार के सहयोगात्मक

नेटवर्क के व्यापक और सामान्य उदाहरण परागण की प्रक्रिया में देखने को मिलते हैं। अनेक पादप-परागणकर्ता सम्बन्ध इतने विशिष्टिकृत होते हैं कि एक सहयोगी के अस्तित्व को खतरा होने पर उस पर निर्भर सहयोगी का जीवन भी खतरे में पड़ जाता है। ये नेटवर्क हमारे लिए कई तरह से महत्वपूर्ण हैं। उदाहरण के लिए, दुनिया में 75% खाद्य फसलें (सब्जियाँ, फल, बीज, दाने और तेल) कम-से-कम आंशिक रूप से जन्तु परागणकर्ताओं पर निर्भर हैं। कई परागणकर्ता विभिन्न कारणों से विलुप्त हो रहे हैं। इन कारणों में से अनेक कारण मानव गतिविधियों से सम्बन्धित हैं। इनमें भूमि के उपयोग में बदलाव, प्राकृतिक आवासों का विघटन, कीटनाशकों का उपयोग, प्रदूषण, रोगाणु और जलवायु परिवर्तन शामिल हैं। विद्यार्थियों को स्कूल में तथा आस-पास पादप-परागणकर्ता परस्पर क्रिया का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करने से वे स्थानीय परागणकर्ताओं के बारे में जागरूक हो सकते हैं और जीवन को बनाए रखने में उनकी भूमिका को समझ सकते हैं।

मुख्य बिन्दु

- 75% फूलदार पौधों के अस्तित्व और प्रसार में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। 2,00,000 से अधिक जन्तु प्रजातियाँ इन पौधों के परागण में शामिल हैं।
- पौधों के अनेक लक्षण परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विकसित हुए हैं। इनमें शामिल हैं – फूल खिलने का समय, रंग, आकार, गन्ध और उनके द्वारा निर्मित मकरन्द और परागकण।
- परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समुदाय कीटों का है। पक्षी अच्छे सहायक परागणकर्ता होते हैं, चमगादड़ उष्णकटिबन्धीय पौधों की प्रजातियों के परागण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और छिपकलियों की भूमिका द्वीपीय पौधों के परागण में महत्वपूर्ण होती है।
- जहाँ पादप-परागणकर्ता सम्बन्ध मनुष्य के लिए कई तरह महत्वपूर्ण हैं, मानव गतिविधि से जुड़े कई दबाव अधिक-से-अधिक परागणकर्ताओं को विलोपन की ओर धकेल रहे हैं।
- विद्यार्थियों को पादप-परागणकर्ता की परस्पर क्रिया का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करने से परागणकर्ताओं की पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने में भूमिका के बारे में जागरूकता विकसित करने में मदद मिलेगी।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार आई वंडर... फ़रवरी 2017, पेज 55-50 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख <https://publications.azimpremjiuniversity.edu> पर देखा जा सकता है। इसका हिन्दी अनुवाद इस लिंक से <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/3543/> प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री, एक गतिविधि शीट और एक शिक्षक निर्देशिका जोड़ी गई है।
2. Source for the image used in the background of the article title: Butterfly perch. Credits: Amol Mande. URL: <https://www.pexels.com/photo/selective-focus-photo-of-butterfly-perched-on-flower-bud-2675714/>. License: CC0.

References:

1. Waser NM & Ollerton J (Eds.) (2006). 'Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization'. University of Chicago Press.
2. Olesen JM & Valido A (2003). 'Lizards as Pollinators and Seed Dispersers: An Island Phenomenon'. Trends in Ecology & Evolution, 18 (4): 177-181.
3. USDA Forest Service, Rangeland Management Botany Program (2006). 'Celebrating Wildflowers: Bat pollination'. URL: <https://webarchive.library.unt.edu/eot2008/20090511204939/http://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/bats.shtml>.
4. New World Encyclopedia (2015). 'Pollination'. URL: <https://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Pollination&oldid=991213>.
5. Tinbergen N (1965). 'Social Behaviour in Animals: With Special Reference to Vertebrates' (2nd Ed). Springer Netherlands. URL: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-7686-6>.
6. Bayer M (2015). 'Pollinators in the Landscape II: Plants and Pollinators'. The Center for Agriculture, Food, and the Environment. URL: <https://ag.umass.edu/fact-sheets/pollinators-in-landscape-ii-plants-pollinators>.
7. McHatton R (2011). 'Orchid Pollination: Exploring a Fascinating World'. American Orchid Society. URL: <http://staugorchidsociety.org/PDF/OrchidPollinationbyRonMcHatton.pdf>.



मीनाक्षी पन्त दिसम्बर, 2012 से अज़ीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन (राज्य संस्थान, देहरादून) में विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में कार्य कर रही हैं। वे अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के विश्वविद्यालय स्रोत केन्द्र में शिक्षा कार्यकर्ताओं की क्षमतावर्धन कार्यक्रम में भाग लेती हैं। मीनाक्षी ने पर्यावरण जीवविज्ञान में स्नातकोत्तर और शिक्षा में स्नातक उपाधि प्राप्त की है। फ़ाउंडेशन में आने से पहले उन्होंने स्नातकोत्तर शिक्षक (जीवविज्ञान और पर्यावरण विज्ञान) के रूप में 15 वर्ष तक कार्य किया। मीनाक्षी की वन्य जीवन और उसके संरक्षण में बहुत अधिक रुचि है। उनसे meenakshi.pant@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

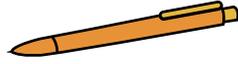
उद्देश्य :

हमारे आस-पास परागणकर्ता कौन हैं? वे कौन-से फूलों पर जाते हैं? परागणकर्ता को फूल की कौन-सी विशेषताएँ आकर्षित करती होंगी?

आवश्यक सामग्री :



अवलोकन नोटबुक



पेन/ पेन्सिल



हैंडलेंस

करना क्या है :

1. आपके शिक्षक आपको फूलदार पौधों की एक सूची देंगे। पहले पौधे के फूलों का अवलोकन कीजिए। अधिक विस्तार से अवलोकन करने के लिए अपने हैंडलेंस का उपयोग करें। इस कार्य के लिए आप लगभग 10 मिनट ले सकते हैं।
2. अपने अवलोकनों को नोट करें। फिर उन्हें अपने अवलोकन दर्ज करें शीट में दिए गए प्रारूप में दर्ज करें। अन्य किन्हीं विशेषताओं, जो आप सोचते हैं कि परागण से सम्बन्धित हैं, के विवरण के बारे में नोट्स शामिल करें। आप अपने अवलोकनों को चित्र के रूप में भी दर्ज कर सकते हैं।
3. अगर आप किसी पौधे का स्थानीय या अँग्रेज़ी नाम जानते हैं तो उसे अपनी नोटबुक में लिखें और अपने शिक्षक से उसकी पुष्टि करें। अन्यथा यह जानकारी अपने शिक्षक से प्राप्त करें।
4. अवलोकन करते समय जो प्रश्न और/या व्याख्याएँ आपके मन में आती हैं उन्हें नोट करें।
5. अगले पौधे पर जाएँ और 1 से 4 चरणों को दोहराएँ जब तक कि आप के समूह को आवंटित सब पौधों का अवलोकन पूरा न हो जाए।
6. अपने समूह के अवलोकनों को इकट्ठा करके कक्षा के साथियों से साझा करें। हर समूह के द्वारा किए गए प्रस्तुतिकरणों को ध्यान से सुनें और कुछ नई या अलग बात सुनें तो उसे नोट करें।

सोचें और विचार करें :

प्रश्न-1 : शिक्षक द्वारा दी गई फ़ैक्ट शीट को पढ़ें। इसका उपयोग करते हुए :

- यह अनुमान लगाएँ कि सम्भावित परागणकर्ता कौन हो सकते हैं।
- फ़ैक्ट शीट में दी गई जानकारी और आपके अवलोकनों में अन्तरों की पहचान करें।

क्या आप इन अन्तरों की कोई व्याख्या सुझा सकते हैं?

प्रश्न-2 : नीचे दिए गए प्रश्नों को पढ़ें, उनके बारे में सोचें और समूह में चर्चा करें।

- क्या हर पौधे के फूल एक से अधिक प्रकार के परागणकर्ता को आकर्षित करते हैं? आपके विचार से फूल के कौन-से लक्षण इन परागणकर्ताओं को आकर्षित करते होंगे? आपने कैसे जाना?
- क्या आपको विभिन्न पौधों के फूलों की सुगन्ध में अन्तर लगा? इस विशेषता का हर पौधे द्वारा आकर्षित किए जाने वाले परागणकर्ताओं के प्रकार से क्या सम्बन्ध है?
- जिन फूलों के रंग फीके होते हैं और जिनमें सुगन्ध नहीं होती है आपके विचार से उनमें परागण कैसे होता होगा?
- क्या किसी पौधे के फूलों पर आने वाले सब जन्तु उसका परागण करते हैं? क्या आपके विचार से कुछ जन्तु अन्य कारणों से उन पर आते होंगे? क्या आप अपने उत्तर के लिए कुछ कारण सोच सकते हैं?
- क्या आप जन्तुओं के अतिरिक्त किन्हीं अन्य 'अभिकर्ताओं' या परागणकर्ताओं के बारे में सोच सकते हैं? ये कौन-से हो सकते हैं?

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरजनेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन फैक्टशीट

मधुमक्खियाँ



मधुमक्खियाँ अधिकतर बैंगनी या नीले रंग के फूलों वाले पौधों का परागण करती हैं। मधुमक्खियों द्वारा परागित फूलों में तेज़ खुशबू होती है। वे प्रायः दिन में खुलते हैं।

गुबरँले



गुबरँले प्रायः निस्तेज सफ़ेद या हरे रंगों वाले, तश्तरी या कटोरे के आकार के फूलों को परागित करते हैं। गुबरँलों द्वारा परागित फूल प्रायः बड़े, एकल और मोटी, चर्मिल पंखुड़ियों वाले होते हैं। गुबरँलों द्वारा परागित कुछ फूल छोटे, और ज़मीन के पास गुच्छों में होते हैं।

तितलियाँ



तितलियाँ चटख नीले, पीले, नारंगी और लाल फूलों की ओर आकर्षित होती हैं। वे प्रायः ऐसे फूलों पर जाती हैं जो ऊपर से चपटे हों और तितलियों को उतरने का स्थान उपलब्ध कराते हों। तितलियों द्वारा परागित फूल सुबह खुलते हैं जब धूप खिली हो।

पक्षी



पक्षी चटख रंगों वाले (लाल, नारंगी, नीले या गुलाबी) कीप, नली या प्याली के आकार के ऐसे फूलों को परागित करते हैं जिनकी गन्ध बहुत भीनी होती है या गन्धहीन होते हैं। ये फूल दिन भर खुले रहते हैं और आकार में कीटों द्वारा परागित फूलों से बड़े होते हैं।

चमगादड़



चमगादड़ों द्वारा परागित फूल सूर्यास्त के समय खुलते हैं या रात में खुले रहते हैं। वे आकार में बड़े होते हैं, सफ़ेद या हलके रंग के होते हैं और किण्वन या सड़ाँध की गन्ध छोड़ते हैं।

सन्दर्भ :

पन्त, मीनाक्षी। 'परागणकर्ता : पौधों के प्रसारक', आई वंडर...जून, 2023 पेज 40-46

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन गतिविधि शीट : अपने अवलोकन दर्ज करें

फूलदार पौधे का नाम :

स्थान :

दिनांक :

समय :

मौसम (जैसे बादल हैं या धूप खिली है, गरम, ठण्डा, हवा चल रही है या स्थिर) :

विशेषता/ लक्षण	विवरण	प्रश्न/ व्याख्या
फूल		
रंग		
आकार (उदाहरण के लिए चपटा, खुला हुआ, कटोरे के समान, नलिकाकार)		
विशेष लक्षण (उदाहरण के लिए होंठ, रंगीन पैटर्न, जीभ, बाहर निकले हुए अंग)		
गन्ध (उदाहरण के लिए तेज़, हलकी, सुखद, खराब, अधिक पके हुए फल के समान)		
पौधे पर स्थिति (उदाहरण के लिए ज़मीन के पास, पौधे में ऊँचाई पर, बीच में, पूरे पौधे पर छितरे हुए)		
फूलों की जमावट (उदाहरण के लिए गुच्छे में या अकेले)		
पंखुड़ियों की बनावट (उदाहरण के लिए पतली, कागज़ के समान, मोटी, मोमी, चिपचिपी)		
जननांग (खुले हुए, छुपे हुए, केवल हैंडलेंस से देख सकते हैं)		

विशेषता/ लक्षण	विवरण	प्रश्न/ व्याख्या
आने वाले जन्तु		
प्रकार (उदाहरण के लिए पक्षी, कीट मकड़ियाँ, चमगादड़, अन्य कोई)		
आने वाले जन्तुओं के बारे में अधिक जानकारी, विशेष रूप से पहचान में सहायक (उदाहरण के लिए रंग, विशिष्ट चिन्ह, कीटों के स्पर्शक और आँखें, आकार, रंग, पक्षियों की चोंच की लम्बाई और बनावट)		
फूल पर स्थिति		
अन्य सम्बन्धित प्रश्न/ व्याख्याएँ/ अवलोकन		

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरजनरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन

गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

शिक्षक मार्गदर्शिका

1. इस गतिविधि को माध्यमिक शाला के विद्यार्थियों के लिए एक सामूहिक गतिविधि के रूप में बनाया गया है। हर समूह में 4-5 विद्यार्थी हो सकते हैं।
2. इस गतिविधि की योजना इस प्रकार बनाएँ कि इसमें लगातार दो दिन तक 2-2 घण्टे लगे जिसमें एक दिन अवलोकन हो और दूसरे दिन चर्चा हो।
3. इस गतिविधि के लिए फूलदार पौधों की आवश्यकता होगी। इसे स्कूल के बगीचे में या किसी पास के बगीचे में या सब्जियों के बगीचे में या जहाँ कहीं भी फूलदार पौधे हों, किया जा सकता है।
4. फूल किसी विशिष्ट मौसम में ही खिलते हैं। उचित स्थान खोजने के बाद वहाँ उगने वाले फूलदार पौधों के बारे में जानकारी एकत्रित करें - पौधों के स्थानीय और वैज्ञानिक नाम, हर पौधे में फूल खिलने का मौसम और वह वार्षिक है या बारहमासी। इस जानकारी को गतिविधि के दौरान विद्यार्थियों के साथ साझा करें।
5. फील्ड में अवलोकन के लिए :
 - चयनित स्थान पर उपलब्ध फूलदार पौधों की संख्या के अनुसार हर समूह को 3-4 फूलदार पौधे आवंटित करें।
 - किए जाने वाले हर कार्य को स्पष्ट करें और उसे समूहों द्वारा कैसे किया जाएगा यह स्पष्ट करें।
 - अपने अवलोकन दर्ज करें शीट में सूचीबद्ध हर विशेषता को चर्चा द्वारा विद्यार्थियों को स्पष्ट करें। विद्यार्थियों को हैडलेस का उपयोग करने के लिए आमंत्रित करें ताकि वे हर फूल को अधिक ध्यान से देखें और उन्हें महत्वपूर्ण लगने वाली परागण से सम्बन्धित विशेषताओं को नोट करें।
 - विद्यार्थी जो अवलोकन करते हैं उन्हें उसके चित्र बनाने के लिए प्रोत्साहित करें। यह स्पष्ट करें कि चित्रों का कलात्मक होना ज़रूरी नहीं है बल्कि जो अवलोकन वे करते हैं उसका सही निरूपण होना चाहिए।
 - हर समूह को उन्हें आवंटित हर पौधे का निरीक्षण करने के लिए लगभग 10 मिनट का समय लेने के लिए कहें जिसके बाद वे अपनी सूची के अगले पौधे पर जा सकते हैं।
 - विद्यार्थियों को एक समूह के रूप में काम करने के लिए प्रोत्साहित करें और यह स्पष्ट करें कि यह अवलोकन करने, चर्चा करने और एक साथ सीखने का मौका है।
6. साझा करने और चर्चा के लिए :
 - परागणकर्ता के बारे में **फैक्ट शीट** हर समूह के साथ साझा करें। इसमें दी गई जानकारी से उन्हें परिचित करवाकर कोई शंका हो तो उसका समाधान करें।
 - स्पष्ट करें कि विद्यार्थियों को अपने समूह के रूप में कक्षा के साथ साझा करना है और हर समूह के प्रस्तुतिकरण को ध्यान से सुनना है।

- विद्यार्थियों को इस बात के लिए प्रोत्साहित करें कि वे **गतिविधि शीट** 'सोचो और चर्चा करो' खण्ड के प्रश्नों की छानबीन करें।
 - यदि विद्यार्थियों के ऐसे कोई प्रश्न हैं जिनका सामूहिक चर्चा में समाधान न हुआ हो तो उन्हें नोट करें। आप यह भी कर सकते हैं कि ऐसे प्रश्नों की छानबीन करने के लिए विद्यार्थियों को दे दिया जाए और वे अपने निष्कर्षों को कक्षा के साथ साझा करें।
 - विद्यार्थियों को इस गतिविधि को दिन के अलग-अलग समय पर करने के लिए आमंत्रित करें। उदाहरण के लिए, वे इसे सुबह जल्दी कर सकते हैं, दोपहर के समय कर सकते हैं जब तेज़ धूप हो या स्कूल के समाप्त होने के समय कर सकते हैं। उन्हें इस बात के लिए भी प्रेरित करें कि इसे घर में लगे और आस-पास के फूलदार पौधों पर करके देखें।
7. उन्हें परागण सम्बन्धित अवलोकनों की डायरी बनाने के लिए कहें। इससे उन्हें पौधे और परागणकर्ता के बीच की परस्पर क्रिया के चक्र को समझने में मदद मिलेगी। इससे उन्हें पौधे के जीवनचक्र में पैटर्न्स का अवलोकन करने में भी मदद मिलेगी जिससे उनकी जिज्ञासा और अधिक बढ़ेगी।

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरनैशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

विज्ञान क्यों महत्वपूर्ण है?

अनिल कुमार चल्ला और रीतिका सूद

अकसर 'तथ्यों' के संग्रह को विज्ञान समझ लिया जाता है और उन तथ्यों तक पहुँचने की प्रक्रिया को नज़रअन्दाज़ कर दिया जाता है। असल में, विज्ञान खोज की एक प्रक्रिया है और सोचने का एक तरीका है। इसे सिखाने के हमारे तरीकों में इसकी प्रक्रिया और अभ्यास के मुख्य पहलुओं को झलकना चाहिए।

लगभग 20 साल पहले तक, हमें पढ़ाया जाता था कि हमारे सौरमण्डल में नौ ग्रह हैं। लेकिन अगस्त 2006 में, अन्तर्राष्ट्रीय खगोल संघ (IAU) ने प्लूटो को नौवें ग्रह के दर्जे से हटाकर पाँच 'बौने ग्रहों' में से एक घोषित कर दिया।¹ तब से, हमें सिखाया जा रहा है कि हमारे सौरमण्डल में अब नौ की बजाय आठ (मुख्य) ग्रह हैं। इस प्रकार के बदलाव पहले भी हुए हैं। यूरेनस (अरुण) और नेपच्यून (वरुण) की खोज क्रमशः 18वीं और 19वीं शताब्दी में हुई थी। प्लूटो की उपस्थिति की पुष्टि 1930 में हुई थी। यदि हम चाहें तो, यह जानना दिलचस्प होगा कि इन खोजों से पहले सौरमण्डल के बारे में क्या सिखाया जाता था।

सौरमण्डल के प्रमुख ग्रहों आदि के बारे में तथ्य, नए संज्ञान, खोजों और मौजूदा आँकड़ों के पुनर्विश्लेषण के साथ बदलते हैं। अगर शिक्षक केवल विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में दी गई

जानकारी पर निर्भर करते हैं और इसे सिखाने के लिए केवल व्याख्यान पद्धति का उपयोग करते हैं, तो विद्यार्थी विज्ञान को सोचने-विचारने के तरीके की बजाय मुख्य रूप से 'तथ्यों के समूह' के रूप में देखना सीखते हैं। इस प्रकार की शिक्षा विद्यार्थियों को समकालीन स्कूल मूल्यांकनों की आवश्यकताओं को पूरा करने में मदद कर सकती है, लेकिन यह उनके वास्तविक जीवन में विज्ञान के उपयोग और प्रासंगिकता की उनकी धारणा को भी प्रभावित करती है। ये प्रभाव 'तथ्यात्मक' विज्ञान के प्रति हलकी उदासीनता से लेकर विज्ञान के प्रति सामान्य अविश्वास और इससे भी बदतर, वैज्ञानिकों और वैज्ञानिक अनुप्रयोग की निन्दा तक हो सकते हैं।

विज्ञान के प्रति अविश्वास अकसर और कई महत्वपूर्ण सामाजिक हित सम्बन्धित विभिन्न समस्याओं के दौरान सामने आता है, जैसे जलवायु परिवर्तन या COVID-19 महामारी

के लिए ज़रूरी व्यक्तिगत और सामाजिक व्यवहार। ये समस्याएँ अकसर जटिल होती हैं और खुद को ऐसे सवालों से जोड़ती हैं: क्या ग्लोबल वार्मिंग का मौजूदा संकट प्राकृतिक है या मानवीय गतिविधियाँ इसका कारण हैं? हम कैसे जान सकते हैं कि इनमें से क्या सच है और इसमें से कितना सच है? एक ओर, वैज्ञानिकों के बीच सार्वजनिक (या खुली) बहसों, परस्पर विरोधी दृष्टिकोणों पर ध्यान आकर्षित करने में सहायक हो सकती हैं। क्योंकि, नए ज्ञान की व्याख्या पर बहस विज्ञान की प्रक्रिया का एक आन्तरिक हिस्सा है। दूसरी ओर, इस प्रक्रिया से अपरिचित लोग ऐसी बहसों को 'विशेषज्ञों के बीच ज्ञान की कमी' मानकर गलत तरीके से समझ सकते हैं (और लोग अकसर ऐसा करते हैं)। अगर हम विज्ञान को केवल उत्तरों (या तथ्यों) की सूची के रूप में मानते हैं, तो ऐसे खुले सवाल परेशान करने वाले हो सकते हैं।

विद्यार्थियों को विज्ञान की प्रासंगिकता समझाने के लिए हमें इसे ऐसे तरीकों से सिखाना चाहिए जो शिक्षण पद्धति के लिए इसके कुछ पहलुओं और उनके सम्भावित प्रभावों को उजागर करें।

विज्ञान का अभ्यास

आधुनिक सन्दर्भ में 'विज्ञान' शब्द का उपयोग प्राकृतिक दुनिया के विभिन्न पहलुओं का व्यवस्थित अध्ययन करने के लिए किया जाता है। हालाँकि यह बहुत नुमाया नहीं है, लेकिन विज्ञान एक सक्रिय प्रक्रिया और खोज की यात्रा है।

हम इस खोज-यात्रा में क्यों लगे हुए हैं? क्योंकि मनुष्य स्वभाव से जिज्ञासु है और जिसे हम वैज्ञानिक सोच कहते हैं, वह मनुष्यों में जन्मजात होती है। इस प्रक्रिया में अवलोकन और प्रयोग शामिल हैं, जो दोनों ही मानव नज़रिए और समय-समय पर उपलब्ध विश्लेषणात्मक उपकरणों के अधीन होते हैं।

शायद इस प्रक्रिया का सबसे अच्छा उदाहरण दक्षिण अफ्रीका के आदिवासी

सन शिकारी जनजातियों में देखा जा सकता है। उनका किसी जानवर का शिकार एक अवलोकन (जैसे रेत में पंजों के निशान) से शुरू होता है, फिर एक परिकल्पना बनाई जाती है (जानवर किस दिशा में गया होगा), इसके बाद एक कार्ययोजना तय की जाती है (जो शोध विधियों के समतुल्य मानी जा सकती है) और इस योजना पर तब तक अमल किया जाता है जब तक कि इसके विरोधाभासी साक्ष्य नहीं मिलते (एक के ऊपर एक कई पंजों के निशान), इस बिन्दु पर एक वैकल्पिक परिकल्पना बनाई जाती है। भले ही सन लोग उस स्कूली शिक्षा से (शाब्दिक और रूपक के रूप से) कोसों दूर हैं जिसे आप और मैं 'सभ्य दुनिया' में देखते हैं, फिर भी उनके कार्य किसी भी वैज्ञानिक जाँच के समान ही हैं: अवलोकन → परिकल्पना → प्रयोगात्मक विधियाँ (परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए)

→ परिणाम रिकॉर्ड करना → परिणामों का विश्लेषण करना (क्या वे परिकल्पना का समर्थन करते हैं या खण्डन करते हैं) → विरोधाभासी परिणामों के मामले में वैकल्पिक परिकल्पनाएँ विकसित करना और तदनुसार आगे की कार्रवाई करना।

विज्ञान व्यक्तिगत अवलोकनों से कैसे प्रगति करता है? छह नेत्रहीन व्यक्तियों की कहानी याद करें जो एक हाथी का वर्णन कर रहे हैं (चित्र-1 देखें)। इनमें से प्रत्येक व्यक्ति केवल हाथी के एक हिस्से को छूकर यह समझने की कोशिश करता है कि पूरा हाथी कैसा है। ऐसा करते हुए, एक व्यक्ति हाथी की तुलना पंखे से करता है (जो उसके कान हैं), दूसरा व्यक्ति खम्भे से, तीसरा व्यक्ति रस्सी (जो उसकी पूँछ है) इत्यादि से तुलना करता है।² दिलचस्प बात यह है कि यह कहानी विज्ञान के अन्वेषण की याद दिलाती है। विभिन्न वैज्ञानिक एक सामान्य प्रश्न का



चित्र-1 : छह नेत्रहीन और हाथी।

Credits: From Martha Adelaide Holton & Charles Madison Curry, Holton-Curry readers, Rand McNally & Co. (Chicago), p. 108. Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blind_men_and_elephant.png. License: Public Domain.

अनुसरण करते हुए इस प्रक्रिया का पालन करते हैं और पहली के अलग-अलग हिस्सों की खोज करते हैं।

पाठ्यपुस्तकों में जो अकसर प्रस्तुत किया जाता है उसके विपरीत, विभिन्न भागों को मिलाकर एक पूरा चित्र बनाने की हमारी समझ शायद ही कभी सीधी और सरल होती है। इसका एक उदाहरण सौरमण्डल के निर्माण और उसकी कार्यप्रणाली जैसी कम प्रत्यक्ष घटनाओं के बारे में हमारी समझ की प्रगति में देखा जा सकता है। इसमें बढ़ते ज्ञान के उपयोग की एक दीर्घकालिक

परम्परा शामिल है, जो मॉडल बनाने में मदद करती है जो सम्बन्धित घटनाओं को सबसे अच्छी तरह से समझा सके। यह प्रक्रिया पुनरावृत्तीय होती है, कई शताब्दियों से जारी है और इसमें विभिन्न संस्कृतियों के लोग शामिल हैं।

विज्ञान का इतिहास ऐसे उदाहरणों से भी भरा पड़ा है जो इस बात को रेखांकित करते हैं कि किसी घटना के बारे में हमारा तथ्यात्मक ज्ञान हमारी धारणा की स्पष्टता और किसी निश्चित समय पर हमारे पास उपलब्ध उपकरणों पर निर्भर करता है। अकसर, पूर्व

की धारणाओं और तकनीकों की सीमाओं के कारण उस घटना की अधूरी समझ हो सकती है। ऐसे मामलों में, गहन अध्ययन और बेहतर उपकरणों से हमारी समझ बेहतर हो सकती है (बॉक्स-1 देखें)। कुछ मामलों में, गलत व्याख्याएँ और अनुमान घटना की गलतफ़हमी का कारण बन सकते हैं। इनमें से कुछ त्रुटियाँ ठीक होने और सुलझने से पहले लम्बे समय तक बनी रह सकती हैं। ये उदाहरण इस बात की ओर इशारा करते हैं कि किसी भी समय पर 'हम जो जानते हैं' उसकी पूरी तस्वीर होने की सम्भावना कम

बॉक्स-1 : विरोधाभास जो आधुनिक तंत्रिका विज्ञान की शुरुआत बना

तंत्रिका विज्ञान का इतिहास इस बात का एक बेहतरीन उदाहरण प्रस्तुत करता है कि उपकरणों में सुधार कैसे ज्ञान में वृद्धि का कारण बनते हैं। 1871 में, जर्मन शरीर रचना वैज्ञानिक जोसेफ़ वॉन गेरलाच ने प्रस्तावित किया कि केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र, कोशिका सिद्धान्त का अपवाद है। उन्होंने कहा कि यह अलग-अलग कोशिकाओं से नहीं बना, बल्कि यह एक एकल सतत 'जाल' के रूप में मौजूद है। इसे जालीदार (रेटिक्युलर) सिद्धान्त कहा गया। 1873 में, इतालवी चिकित्सक कैमिलो गोलजगी तंत्रिका तंत्र की संरचना का अध्ययन कर रहे थे। उन्होंने पाया कि उस समय उपलब्ध स्टेनिंग (चिह्नानकन) विधियाँ मस्तिष्क ऊतक के सूक्ष्म विवरणों को उजागर करने में असमर्थ थीं – ये सभी घने ऊतक के हिस्सों को समान रूप से रंग देती थीं। गोलजी ने तंत्रिका ऊतक को रंगने की एक अधिक प्रभावी विधि विकसित की, जिसे सिल्वर नाइट्रेट स्टेनिंग कहा जाता है। इस विधि ने एक अत्यधिक शाखित झिल्लियों के एक सतत जाल जैसा कुछ प्रकट किया (जिसे आज डेंड्राइट्स कहा जाता है)। गोलजी ने इसे जालीदार सिद्धान्त की वैधता का समर्थन करने वाले साक्ष्य के रूप में देखा। स्पेनिश रोगविज्ञानी सैंटियागो रैमोन वाई कैजल ने गोलजी की स्टेनिंग विधि में सुधार किए (1901) और तंत्रिका ऊतक की सूक्ष्म संरचना का अध्ययन करने के लिए 1913 में एक स्वर्ण स्टेनिंग विधि विकसित की। इस सूक्ष्म तकनीक के साथ, कैजल के अद्वितीय अवलोकन ने रंगी हुई झिल्लियों के बीच सूक्ष्म फ़ासला देखा।

इससे उन्होंने यह प्रस्तावित किया कि मस्तिष्क या रीढ़ की हड्डी के ऊतक एक सतत जाल नहीं हैं; बल्कि, शरीर के अन्य ऊतकों की तरह, यह भी अलग-अलग कोशिकाओं से बना है। जब जर्मन शरीररचना वैज्ञानिक विल्हेम वॉन वाल्डेयर-हार्ट्ज ने इन कोशिकाओं को 'न्यूरोन्स' नाम दिया, तब से यह सिद्धान्त 'न्यूरोन थ्योरी' के नाम से जाना जाने लगा।

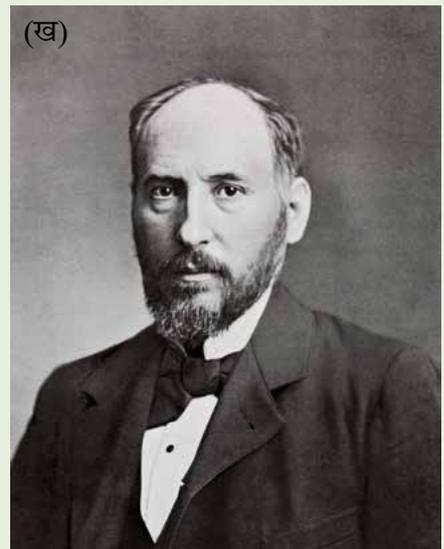
उनके परस्पर विरोधी विचारों के बावजूद, 1906 में चिकित्सा में गोलजी और कैजल को तंत्रिका तंत्र की संरचना पर उनके काम के लिए संयुक्त रूप से नोबेल पुरस्कार दिया गया था

(चित्र-2 देखें)। उनके मतभेद 1950 के दशक में इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप के आविष्कार के बाद ही हमेशा के लिए सुलझ गए, जब यह स्पष्ट हो गया कि तंत्रिका ऊतक अलग-अलग कोशिकाओं से बना होता है और ये कोशिकाएँ साइनेप्स के माध्यम से जुड़ी होती हैं। जबकि इस अवलोकन ने जालीदार सिद्धान्त को निर्णायक रूप से गलत साबित कर दिया। एक समय ऐसा भी था जब उपलब्ध आँकड़ों की दोनों व्याख्याओं को आपसी विरोधी समूहों द्वारा 'तथ्य' माना जाता था। यह कैजल के प्रसिद्ध उद्धरण का उदाहरण है : "परिकल्पनाएँ आती हैं और चली जाती हैं, लेकिन आँकड़े बने रहते हैं।"

(क)



(ख)



चित्र-2 : चिकित्सा में 1906 के नोबेल पुरस्कार के संयुक्त विजेता। (क) कैमिलो गोलजी (ख) सैंटियागो रैमोन वाई कैजल।

Credits: (क) MaterialsScientist, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camillo_Golgi_nobel.jpg. License: CC BY 4.0 DEED. (ख) First published by Clark University in 1899, restored by Garrondo. Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Santiago_Ram%C3%B3n_y_Cajal_\(1852-1934\)_portrait_\(restored\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Santiago_Ram%C3%B3n_y_Cajal_(1852-1934)_portrait_(restored).jpg). License: Pubic Domain.

बॉक्स-2 : मिथक या तथ्य?

प्रश्न : क्या आपको सर्दी होने पर एंटीबायोटिक्स लेनी चाहिए?

नहीं। एंटीबायोटिक्स (एंटी = रोधी; बायोस = जीवन), जिन्हें जीवाणुरोधी भी कहा जाता है, ये केवल बैक्टीरिया के विरुद्ध काम करते हैं। सामान्य सर्दी कई अलग-अलग वायरस के कारण होती है। एंटीबायोटिक्स वायरस को नष्ट नहीं कर सकते।³

प्रश्न : क्या ठण्ड के मौसम की वजह से आपको सर्दी हो सकती है?

राइनोवायरस को सर्दी का सबसे आम कारण माना जाता है (इस अंक के पेज 59 पर 'संक्रमण सामान्य जुकाम का' लेख देखें)। ये वायरस नाक के अन्दर की परत में मौजूद म्यूकस को संक्रमित करते हैं। 1960 के दशक में, वैज्ञानिकों ने देखा कि ये वायरस ठण्डे तापमान पर बहुत तेजी से बढ़ते हैं। इसके कारण ज्ञात नहीं थे। एक सम्भावना यह थी कि ये वायरस कम तापमान के लिए बेहतर रूप से अनुकूलित हैं। 2015 में, जापानी वैज्ञानिकों की एक टीम ने रिपोर्ट दी थी कि कम तापमान पर राइनोवायरस की प्रतिलिपि दर अधिक होने की सम्भावना अधिक है क्योंकि इन तापमानों पर हमारी प्रतिरक्षा प्रणाली कमजोर हो जाती है। कम तापमान पर हमारी प्रतिरक्षा प्रणाली कमजोर क्यों होती है? यह एक खुला प्रश्न है।

है। यह एक बड़ा अवसर होने के साथ-साथ एक चुनौती भी है। अवसर, उन लोगों के लिए है जो प्रकृति के रहस्यों को गहराई से समझने के लिए उत्सुक हैं। और चुनौती, उन लोगों के लिए है जो प्रकृति की कार्यप्रणाली को समझने के अपने प्रयासों में उपलब्ध ज्ञान की अपूर्णता के साथ सामंजस्य स्थापित करने का संघर्ष करते हैं।

यह सिर्फ विज्ञान के तथ्यों में ही बदलाव नहीं हो रहा है, बल्कि विज्ञान के अभ्यास भी बदल रहे हैं। उदाहरण के लिए, 'मूल' (बेसिक) और 'उन्नत' (एडवांस्ड) के बीच का अन्तर समय के साथ तेजी से बदल रहा है; यह हमेशा से होता आया है।

बॉक्स-3 : अनुभवजन्य शिक्षण को सक्षम बनाना

मार्च 2023 में, द एस्ट्रोनामिकल जर्नल ने एक समकक्ष-समीक्षित पेपर प्रकाशित किया जिसमें चार नए एक्सोप्लैनेट की खोज का वर्णन किया गया था। इस पेपर को 16 वर्षीय कार्तिक पिंगले और 18 वर्षीय जैस्मीन राइट ने मिलकर लिखा था। यह अनुभवजन्य अवसरों की समृद्ध क्षमता को उजागर करता है, जिससे युवा लोगों को न केवल विज्ञान सीखने में मदद मिलती है, बल्कि वैज्ञानिक ज्ञान के विकास में भी योगदान मिलता है।⁴

अनुभवजन्य शिक्षण के साथ एक चुनौती यह है कि यह एक धीमी प्रक्रिया हो सकती है, क्योंकि यह उतनी ही लम्बी होती है जितना खुद घटनाक्रम। उदाहरण के लिए, हमें चन्द्रमा की कलाओं का निरीक्षण करने और अनुभव करने के लिए एक महीने की आवश्यकता होगी या मौसम के परिवर्तन का अध्ययन करने में एक साल का समय लग सकता है।

एक और चुनौती यह है कि सभी घटनाओं का

अनुभव चन्द्रमा की कलाओं की तरह सरल और प्रत्यक्ष रूप से नहीं किया जा सकता है। कुछ घटनाओं का निरीक्षण या उन पर प्रयोग करने के लिए, जो बच्चों की पाठ्यपुस्तकों में मिलती हैं, कुछ परिष्कृत उपकरणों की आवश्यकता हो सकती है। उदाहरण के लिए, सूक्ष्मजीवों की छोटी दुनिया या विशाल ब्रह्माण्डीय स्थानों को देखने के लिए ऑप्टिकल उपकरणों की आवश्यकता होती है, जो हर किसी के लिए आसानी से उपलब्ध नहीं होते हैं। फोल्डस्कोप जैसे कम लागत वाले विकल्प, जो बच्चों को इन दुनियाओं का प्रत्यक्ष अनुभव करने की मौक़े देते हैं, की अनुपस्थिति में शिक्षकों के लिए तथ्यों को साझा करना व्यावहारिक लग सकता है। हालाँकि, यह सम्भव है कि यह एक निष्क्रिय प्रक्रिया न हो। वर्तमान में उपलब्ध डिजिटल तकनीकें, शिक्षकों को कक्षा में इन घटनाओं पर समृद्ध मल्टीमीडिया सामग्री प्रस्तुत करने के मौक़े देती हैं। साथ ही विद्यार्थियों को उपयोगी नज़रिया विकसित करने में मदद करने के लिए इस सामग्री के विश्लेषण हेतु प्रोत्साहित करने के मौक़े देती हैं।

भौतिकी, रसायनविज्ञान और जीवविज्ञान की पारम्परिक सीमाएँ धुँधली होती जा रही हैं। समाज में विज्ञान की भूमिका भी पिछली पीढ़ी के मुक़ाबले काफी बदल चुकी है। जलवायु परिवर्तन, जेनेटिक रूप से संशोधित (GM) फ़सलें और मानव जीन सम्पादन कुछ ऐसे सामाजिक सरोकार के मुद्दे हैं जिनसे आज वैज्ञानिक जूझ रहे हैं। इन जटिल मुद्दों का समाधान अब कुछ चुनिन्दा लोगों की जिम्मेदारी नहीं रह गया है। वैज्ञानिक ज्ञान (मुद्दों का वैज्ञानिक और उनके सम्भावित सामाजिक प्रभावों का ज्ञान) के अलावा, इसमें नीति के अवयव और वैज्ञानिक रूप से साक्षर नागरिकों की भागीदारी भी शामिल होगी।

शिक्षण पद्धति के लिए निहितार्थ

स्कूल स्तर पर विज्ञान पढ़ाते समय, हमारा प्रमुख लक्ष्य विद्यार्थियों में वैज्ञानिक सोच को बढ़ावा देना होना चाहिए। लोककथाएँ और क्रिस्से 'परीक्षण योग्य विचार' की बजाय हमारे विद्यार्थियों के जीवन में 'अटल

तथ्यों' के रूप में प्रवेश कर सकते हैं। विद्यार्थियों को "जाड़े के मौसम के कारण आपको सर्दी-जुकाम होता है" या "मानव शरीर शाकाहारी जीवनशैली के लिए बना है" जैसे 'सामान्य ज्ञान' पर सवाल उठाना चाहिए (बॉक्स-2 देखें)। विज्ञान कक्षा में बिताए गए समय में विद्यार्थियों को ऐसे साधन देने चाहिए जिससे वे जो कहानियाँ सुनते हैं उन कहानियों का समालोचनात्मक विश्लेषण कर पाएँ और उन कहानियों में से मिथक और तथ्य को अलग-अलग कर पाएँ। उनके लिए यह भी महत्वपूर्ण है कि वे तथ्य की 'उम्र' को उसकी सत्यता से अलग कर सकें – मिथक ज़रूरी नहीं कि प्राचीन हों या अतीत से हों और तथ्य हमेशा आधुनिक या वर्तमान से नहीं होते।

दूसरे, यह पहचानना महत्वपूर्ण है कि बच्चे प्राकृतिक घटनाओं के बारे में अपने जीवन की स्वाभाविक प्रक्रियाओं में सहज रूप से सीखते हैं। विज्ञान पढ़ाते समय हमें विद्यार्थियों में प्राकृतिक दुनिया के प्रति

जिज्ञासा और उत्साह जगाना चाहिए और इसे उनके द्वारा खुद देखी और अनुभव की गई चीजों पर आधारित करना चाहिए (देखें **बॉक्स-3**)। इसके विपरीत, जब हम सामान्यीकृत तथ्यों को पढ़ाने के लिए उपदेशात्मक पद्धति का उपयोग करते हैं, तब हम विज्ञान को उस सन्दर्भ और बारीकियों से वंचित कर देते हैं जो इसकी प्रक्रिया और अभ्यास के लिए महत्वपूर्ण हैं। इस प्रकार के निर्देशात्मक शिक्षण पाने वाले विद्यार्थियों में प्राकृतिक घटनाओं के प्रति गहरी समझ विकसित होना सम्भव नहीं होती है। वे विज्ञान के तथ्यों पर 'विश्वास' बना सकते हैं, लेकिन यह समझने में असमर्थ होते हैं कि हम इन तथ्यों को कैसे जानते हैं और हमारे मौजूदा ज्ञान की सीमाएँ क्या हैं। ऐसे विश्वास वैज्ञानिक प्रयासों की सच्ची भावना की उन्नति के लिए प्रतिकूल हो सकते हैं। यही कारण है कि यह अत्यन्त महत्वपूर्ण हो जाता है कि हम, जहाँ तक सम्भव हो, बच्चों/ किशोरों को प्राकृतिक घटनाओं का प्रत्यक्ष अनुभव करने के अवसर प्रदान करें। अन्त में, शिक्षकों के लिए यह समझना महत्वपूर्ण है कि पाठ्यपुस्तकें अक्सर विज्ञान की प्रगति को एक सरल रेखीय प्रक्रिया के रूप में प्रस्तुत करती हैं। इसीलिए केवल पाठ्यपुस्तकों में दी गई जानकारी पर निर्भर रहना भ्रमित कर सकता है और उचित सन्दर्भ से वंचित कर सकता है। उदाहरण

के लिए, कक्षा-9 में कोशिका सिद्धान्त का परिचय दिया जाता है। जब विद्यार्थियों से इस सिद्धान्त पर उनकी समझ के बारे में पूछा जाता है तो वे इसके नियमों या सिद्धान्तों को दोहरा सकते हैं, लेकिन यह शायद ही जानते हों कि यह 300 से अधिक वर्षों के शोध का परिणाम है (देखें 'The Wacky History of Cell Theory' <https://ed.ted.com/lessons/the-wacky-history-of-cell-theory>), जिसमें विभिन्न विधाओं (जैसे वनस्पतिशास्त्र, जीवविज्ञान, भौतिकी, रसायनविज्ञान और गणित) के वैज्ञानिकों का योगदान है। मानव प्रवीणता के इस समृद्ध इतिहास के सन्दर्भ में विज्ञान की पुनरावृत्तीय प्रक्रिया को समझना वैज्ञानिक खोजों को एक महत्वपूर्ण परिप्रेक्ष्य प्रदान करता है। इन कहानियों को शामिल करके कि खोजें कैसे की गईं, शिक्षक अपने विद्यार्थियों को उनके पाठ्यक्रम में प्रस्तुत तथ्यों के सन्दर्भ से जोड़ सकते हैं।⁵ ऐसी पद्धति विद्यार्थियों का ध्यान 'आकर्षित' करने का एक अतिरिक्त लाभ प्रदान करती है, क्योंकि हमारा मस्तिष्क खालिस तथ्यों की तुलना में कहानियों के माध्यम से अधिक जुड़ाव महसूस करता है!

चलते-चलते

हमारी समझ की स्पष्टता उन उपकरणों की गुणवत्ता पर निर्भर करती है जो हमारे पास हैं। जब युवा मस्तिष्क जीवन से जुड़ता है और

अपने आस-पास की चीजों के काम करने के तरीके को समझता है, तब उसके पास प्रभावी उपकरणों के होने की जरूरत समझ में आती है। विज्ञान की प्रक्रिया मानव समझ को सक्षम बनाने में महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह लगातार उपकरणों में सुधार और विकास पर निर्भर करती है। यही कारण है कि हम स्कूल स्तर पर विज्ञान की शुरुआत करते हैं – हमारे सभी विद्यार्थियों को पेशेवर वैज्ञानिक बनाने के लिए नहीं, बल्कि उन्हें भविष्य के वैज्ञानिक रूप से साक्षर नागरिक बनने में मदद करने के लिए। उन्हें इस तरह के वास्तविक जीवन के सवालों के साथ अधिक गहराई से जुड़ने में मदद करने के लिए। जैसे : क्या जेनेटिक रूप से संशोधित भोजन हमारे लिए सुरक्षित है? हमें दवा-प्रतिरोधी बैक्टीरिया से होने वाले संक्रमणों को लेकर कितना चिन्तित होना चाहिए? मानव जीनोम को सम्पादित करने की हमारी क्षमता के जैविक और सामाजिक परिणाम क्या हैं? ऐसा करने से, विज्ञान शिक्षा विद्यार्थियों के आत्म-बोध, उनके आस-पास के परिवेश, उनके समुदायों और पारिस्थितिक तंत्र, और समग्र रूप से ग्रह (पृथ्वी) के प्रति उनकी समझ को बढ़ा सकती है। यही कारण है कि विज्ञान मायने रखता है।

मुख्य बिन्दु

- यदि शिक्षक केवल पाठ्यपुस्तकों में दी गई जानकारी पर निर्भर करते हैं और इसे पढ़ाने के लिए उपदेशात्मक तरीकों का उपयोग करते हैं, तो विद्यार्थी विज्ञान को मुख्य रूप से अपरिवर्तनीय तथ्यों के संकलन के रूप में देखना सीखेंगे, न कि परीक्षण योग्य विचारों और प्राकृतिक घटनाओं के बारे में सोचने के तरीके के रूप में।
- जो बच्चे विज्ञान को तथ्यों की सूची के रूप में देखते हैं, उनमें विज्ञान और वैज्ञानिकों के प्रति हलकी उदासीनता से लेकर सामान्य अविश्वास तक कुछ भी विकसित हो सकता है।
- आज हम कई जटिल समस्याओं का सामना कर रहे हैं, जिनके समाधान के लिए वैज्ञानिकों और नीति के तत्वों से आगे बढ़कर वैज्ञानिक रूप से साक्षर नागरिकों की आवश्यकता होगी।
- वैज्ञानिक साक्षरता विकसित करने के लिए विज्ञान की शिक्षणविधि को इस विषय के इतिहास और अभ्यास द्वारा निर्देशित किया जाना चाहिए।
- स्कूल स्तर पर विज्ञान शिक्षण को वैज्ञानिक सोच को बढ़ावा देना चाहिए; विद्यार्थियों को प्राकृतिक घटनाओं और खोज का प्रत्यक्ष अनुभव प्रदान करना चाहिए; और विज्ञान के सन्दर्भ और बारीकियों की पड़ताल करने देना चाहिए।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार *आई वंडर...*, फ़रवरी 2017, पृष्ठ 29-31 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल अंग्रेज़ी लेख इस लिंक से प्राप्त किया जा सकता है : <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1283/>. इसका हिन्दी अनुवाद <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/3539/> से प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें कुछ नई सामग्री भी शामिल की गई है।
2. Credits for the image used in the background of the article title: San hunter with bow and arrow, CharlesFred, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/charlesfred/2129551464>. License: CC BY-NC-SA 2.0 DEED.

References:

1. Hogeback J (2016). 'Why is Pluto No Longer a Planet?'. Encyclopedia Britannica. Accessed on Apr 12, 2024. URL: <https://www.britannica.com/story/why-is-pluto-no-longer-a-planet>.
2. Wikipedia contributors (2016). 'Blind Men and an Elephant'. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Accessed on: Nov 4, 2016. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Blind_men_and_an_elephant&oldid=747758070.
3. Dworkin B (2003). 'Microbiology 101: Why Antibiotics Don't Kill Viruses'. Dr. Barry Dworkin: The Official Website. Accessed on: May 22, 2024. URL: <https://drbarrydworkin.com/articles/medicine/infectious-disease-articles/microbiology-101-why-antibiotics-dont-kill-viruses/>.
4. Unknown authors (2024). 'High School Students Contribute to Exoplanet Discovery'. SETI Institute. Accessed on: Apr 12, 2024. URL: <https://www.seti.org/press-release/highschool-students-contribute-exoplanet-discovery>.
5. The Story Behind the Science. Accessed on Nov 4, 2016. URL: <https://www.storybehindthescience.org/>.



अनिल कुमार चल्ला शिव नाडर इंस्टीट्यूशन ऑफ़ एमिनेंस, ग्रेटर नोएडा, दिल्ली एनसीआर के स्कूल ऑफ़ नेचुरल साइंसेज़ में वरिष्ठ वैज्ञानिक के रूप में और अलबामा बर्मिंघम विश्वविद्यालय (यूएसए) में जीवविज्ञान विभाग में सहायक प्रोफ़ेसर के रूप में कार्यरत हैं। शोध में उनकी रुचियों के क्षेत्र विकासात्मक आनुवंशिकी और जीनोम सम्पादन हैं। वे स्नातक जीवविज्ञान शिक्षा और आउटरीच गतिविधियों से भी जुड़े हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब अनिल अलबामा बर्मिंघम विश्वविद्यालय (यूएसए) के आनुवंशिकी विभाग में प्रशिक्षक के रूप में काम कर रहे थे। उनसे challa.anilkumar@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

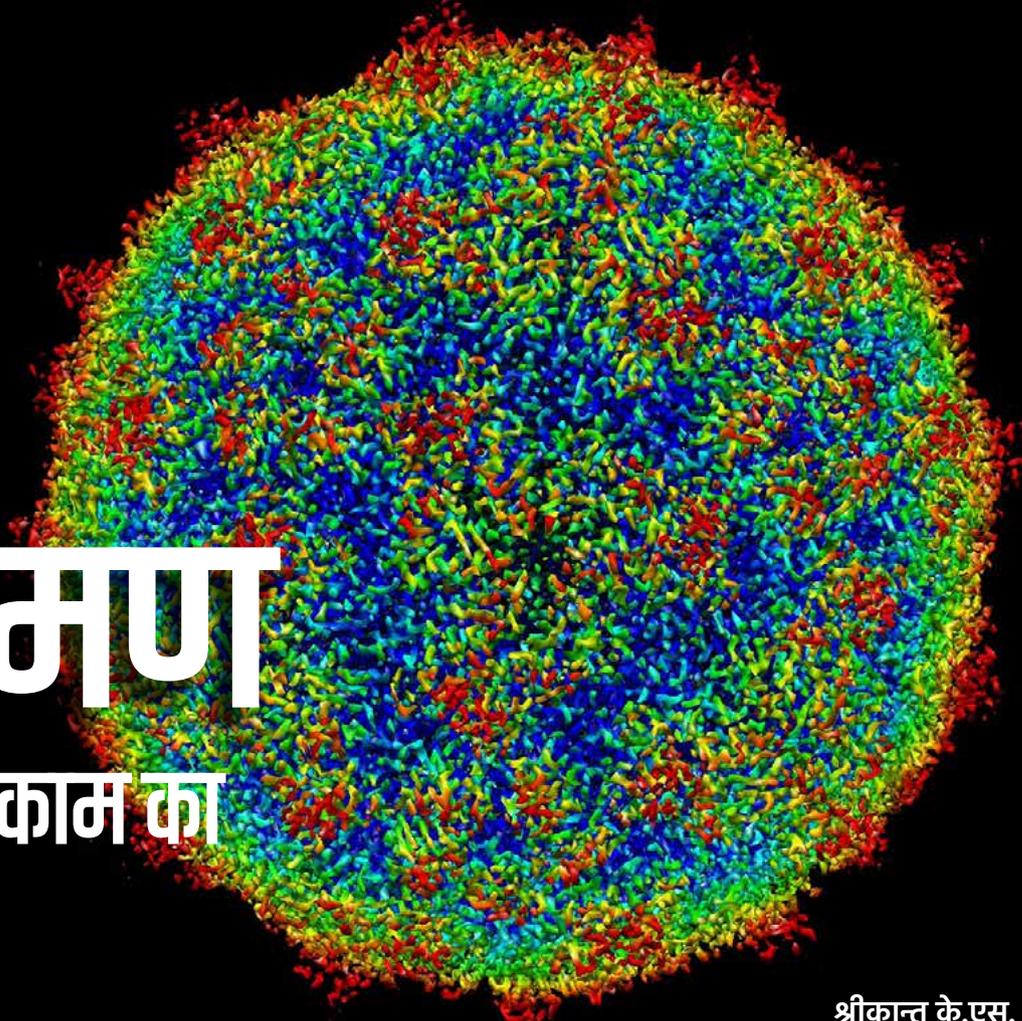


रीतिका सूद वर्तमान में नेशनल इंस्टीट्यूट फ़ॉर मेंटल हेल्थ एंड न्यूरोसाइंसेज (NIMHANS), बेंगलूरु के सेंटर फ़ॉर ब्रेन एंड माइंड में वरिष्ठ वैज्ञानिक के रूप में काम करती हैं। वे मानसिक विकारों के आणविक आधार को समझने के लिए स्टेम सेल मॉडल और जीनोमिक तकनीकों का उपयोग करती हैं। न्यूरोसाइंटिस्ट के रूप में प्रशिक्षित रीतिका विज्ञान संचार के प्रति उत्साही हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब वे इंडिया बायोसाइंस, बेंगलूरु के लिए शिक्षा समन्वयक के रूप में कार्यरत थीं। उनसे reeteka@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रमोद मैथिल

पुनरीक्षण : उमा सुधीर

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



संक्रमण

सामान्य जुकाम का

श्रीकान्त के.एस.

सामान्य जुकाम (common cold) मनुष्य के बीमार होने का सबसे आम कारण है। यह किस वजह से होता है? कैसे फैलता है? हमें बार-बार क्यों होता है? और कितना गम्भीर होता है?

‘सा’ मान्य जुकाम का इलाज करने का एकमात्र तरीका है उसकी उपेक्षा करना।”

– सर विलियम ऑस्लर,

एक कैनेडियन डॉक्टर और जॉन हॉपकिंस हॉस्पिटल, अमरीका के संस्थापक प्राध्यापकों में से एक।

ऐसा कौन होगा जिसे कभी सामान्य सर्दी-जुकाम ने नहीं पकड़ा होगा और वह नहीं जानता होगा या समझता होगा कि सर्दी-जुकाम होने की तकलीफें कैसी होती हैं? वयस्क लोगों को आमतौर पर साल भर में 2-3 बार और बच्चों को 6-10 बार जुकाम होता है। स्कूल जाने वाले बच्चों को तो एक साल में 12 बार तक भी जुकाम हो सकता है। कुछ आकलन बताते हैं कि, काम से ली जाने वाली कुल छुट्टियों में से 40% और स्कूल से ली जाने वाली कुल छुट्टियों में से 30% का कारण जुकाम

होता है। लेकिन जुकाम किन वजहों से होता है और हम इससे कैसे संक्रमित हो जाते हैं?

जुकाम किस वजह से होता है?

हो सकता है आपके लिए यह जानना आश्चर्यजनक हो कि सामान्य जुकाम या कॉमन कोल्ड वह शब्द है जो वायरसों के 200 से ज्यादा अलग-अलग स्ट्रेन (प्रकार) के कारण होने वाले संक्रमणों के लिए उपयोग किया जाता है (बॉक्स-1 देखें)।

इनमें से 20-30% संक्रमण ऐसे स्ट्रेनों की वजह से होते हैं जिन्हें पहचाना जाना अभी भी बाक्री है। बाक्री जुकाम मुख्य रूप से राइनोवायरस, ह्यूमन कोरोनावायरस (HCoV), रेसपिरेटरी सिनसिशियल वायरस (RSVs) और पैराइन्फ्लुएंजा वायरस (PIVs) के कारण होते हैं। हालाँकि जुकाम के सबसे ज्यादा दोषी राइनोवायरस होते हैं (बॉक्स-2 देखें)।

बॉक्स-1 : हम यह कैसे जानते हैं कि जुकाम वायरस की वजह से होता है?

प्राचीन समय में ऐसा माना जाता था कि जुकाम दुष्ट आत्माओं, चार 'द्रव्यों' (रक्त, कफ़, काला पित्त और पीला पित्त) के बीच असन्तुलन या फिर शरीर के ज्यादा ठण्डे होने की वजह से होता है।

1890 के दशक तक यह ज्ञात हो गया था कि हैजा और पेचिश जैसी बीमारियाँ बैक्टीरिया की वजह से होती हैं। इससे यह अनुमान लगाया जाने लगा कि शायद जुकाम भी बैक्टीरिया की वजह से होता होगा। प्रयोगों ने सामान्य जुकाम के मरीजों की नाक और बलगम के नमूनों में कई अलग-अलग बैक्टीरिया की मौजूदगी दिखाई। लेकिन लगभग उतनी ही बहुतायत में उसी प्रकार के बैक्टीरिया स्वस्थ लोगों की नाक

और बलगम में भी देखे गए। 1914 में, जर्मन जीवाणुविज्ञानी वॉल्थर क्रज़ ने सामान्य जुकाम से पीड़ित अपने एक साथी के नाक के स्रावों को इकट्ठा किया और उन्हें एक बहुत महीन फिल्टर (छन्नी) में से गुज़ारा। फिल्टर इतना महीन था कि वह बैक्टीरिया को रोक लेता। उन्होंने बैक्टीरिया रहित छने हुए पदार्थ से 12 स्वस्थ प्रतिभागियों के छोटे-से नमूने को टीका लगाने का काम किया। इनमें से एक तिहाई प्रतिभागियों में तीन दिनों के भीतर जुकाम के लक्षण दिखाई देने लगे। अब उन्होंने इस प्रयोग को ज्यादा बड़े नमूने के साथ अंजाम दिया और फिर उसी प्रकार के नतीजे हासिल किए। इन नतीजों से उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि सामान्य जुकाम वायरस की वजह से होता है। 1920 में, कोलम्बिया विश्वविद्यालय के मेडिकल स्कूल में सूक्ष्मजीव विज्ञानियों के एक

समूह ने चिम्पाज़ियों और प्रतिभागी मनुष्यों के साथ इसी तरह के प्रयोग करते हुए यही नतीजे हासिल किए। इसने वैज्ञानिक समुदाय को यक्रीन दिला दिया कि जुकाम वायरसों की वजह से होते हैं।

इन शुरुआती प्रयोगों को हार्वर्ड हॉस्पिटल, सेलिसबरी, इंग्लैंड में परिष्कृत किया गया। 1946 में, द्वितीय विश्वयुद्ध के खत्म होने के बाद इस युद्धकालीन अस्पताल को सामान्य जुकाम शोध इकाई में तब्दील कर दिया गया था। अगले 43 सालों तक, इस इकाई ने मनुष्यों में जुकाम के फैलने का अध्ययन करने के लिए प्रयोगशाला में ढेरों प्रयोग और चिकित्सकीय परीक्षण किए। इन परिक्षणों के चलते जुकाम के वायरसों के कई अलग-अलग स्ट्रेनों (क़रीब-क़रीब 100) की खोज की गई।

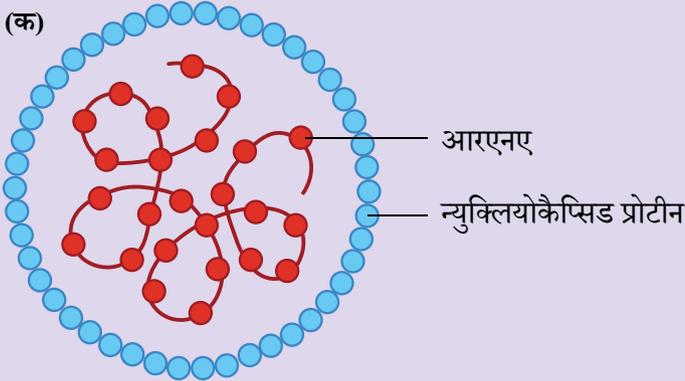
बॉक्स-2 : राइनोवायरसों के बारे में हम क्या जानते हैं?

हम यह जानते हैं कि राइनोवायरस केवल मनुष्यों, गिबन और चिम्पाज़ियों को ही संक्रमित कर सकते हैं। सबसे पहले मानव राइनोवायरस की पहचान 1953 में अमरीकी वैज्ञानिक और महामारीविद् विंस्टन प्राइस ने की थी। प्राइस ने जॉन हॉपकिंस विश्वविद्यालय में काम करने वाली जुकाम से पीड़ित नर्सों के समूह से इकट्ठा किए गए नासिका मार्ग के नमूनों से इस वायरस को अलग किया। प्राइस ने जॉन हॉपकिंस के नाम पर इस वायरस को जेएच नाम दिया और बन्दर के गुदों की कोशिकाओं में इन्हें विकसित किया। तब से राइनोवायरसों के कई अन्य प्रकारों की खोज की जा चुकी है।

अध्ययन दिखाते हैं कि ये वायरस 32-35° C तापमान पर फलते-फूलते हैं और 37° C पर उनकी संक्रामकता 90% तक घट जाती है। यही वह वजह हो सकती है कि ये वायरस आमतौर पर नाक (जो कि हमेशा खुली हुई, ज्यादा ठण्डी और 32-35° C तापमान के ज्यादा नज़दीक होती है) की कोशिकाओं को संक्रमित करते हैं और इसीलिए इन्हें इनका नाम मिला – यूनानी भाषा में 'rhino' शब्द का उच्चारण 'rhy-noz' की तरह किया जाता है और इसका अर्थ होता है 'nose' या नाक।

मानव राइनोवायरसों में राइबोन्यूक्लिक अम्ल (आरएनए) का एक अकेला स्ट्रैंड (strand) होता है जो एक आइकोसहीड्रल प्रोटीन कैप्सिड के भीतर रहता है।

एक आम राइनोवायरस आकार में सिर्फ 30 नैनोमीटर या 0.000003 मिलीमीटर जितना होता है। ये इतने छोटे होते हैं कि हम इन वायरसों को इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी जैसे किसी बेहद प्रभावी सूक्ष्मदर्शी से ही देख सकते हैं। ऐसे सूक्ष्मदर्शी से देखे जाने पर यह वायरस काफ़ी कुछ किसी फुटबॉल की भाँति दिखता है और इसमें कई पंचकोणीय भाग एक-दूसरे से जुड़े होते हैं (चित्र-1 देखें)। लेकिन फुटबॉल जहाँ बाहर से चिकनी होती है, राइनोवायरस की बाहरी सतह ढेर सारी घुण्डियों जैसी बाहरी वृद्धियों (outgrowths) से ढँकी रहती है। इन घुण्डियों को याद रखिएगा – ये हमारी कहानी में अहम भूमिका निभाती हैं!



चित्र-1 : राइनोवायरस। (क) भीतरी संरचना। (ख) बाहरी रूप।

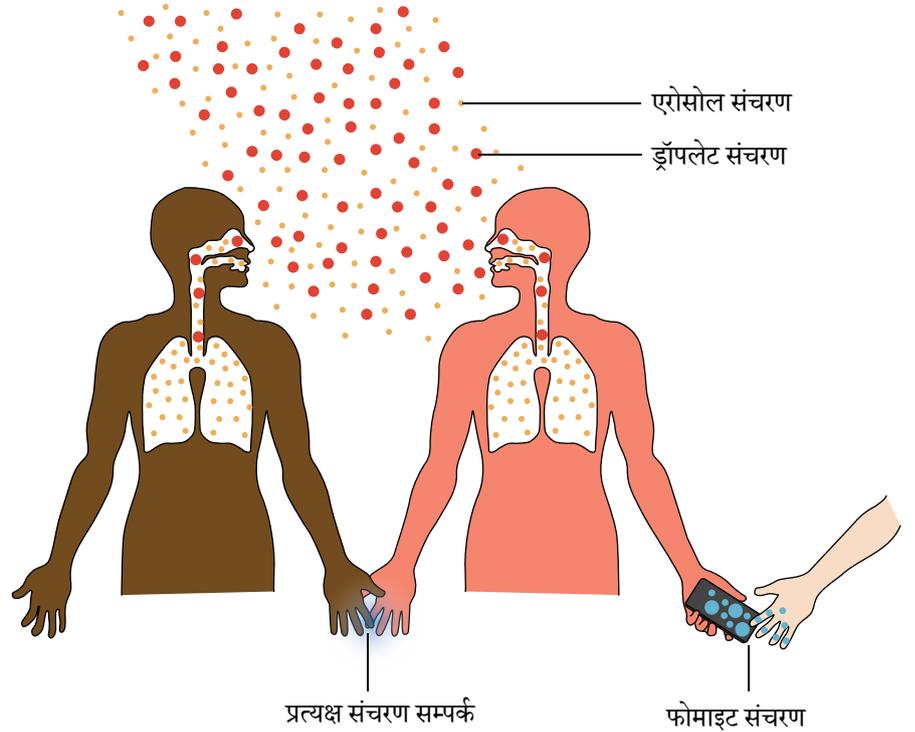
Credits: (क) Adapted from an image by Shubhangi Kandwal & Darren Fayne. (2023). Genetic conservation across SARS-CoV-2 non-structural proteins—Insights into possible targets for treatment of future viral outbreaks. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004268222300034X#fig3>. License: CC BY 4.0 DEED. (ख) Thomas Spletstoeser. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rhinovirus_isosurface.png. License: CC BY-SA 4.0 DEED.

हम जुकाम से कैसे संक्रमित होते हैं?

हम अपने अनुभव से इस बात को जानते हैं कि जुकाम बेहद संक्रामक होता है। यह संक्रमित व्यक्ति से सीधे सम्पर्क या किसी माध्यम के जरिए सम्पर्क से दूसरे व्यक्ति तक फैलता जाता है (देखें गतिविधि शीट-1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल व शिक्षक मार्गदर्शिका : गतिविधि शीट-1)। आप में, जुकाम के वायरस से संक्रमित किसी भी व्यक्ति से यह वायरस आ सकते हैं – भले ही उनमें जुकाम के कोई लक्षण दिखाई दे रहे हों या नहीं।

संक्रमित व्यक्ति जब साँस छोड़ते हैं, बात करते हैं, खाँसते या छींकते हैं तो वायरस को बाहर निकालते हैं (देखें गतिविधि शीट-2 : जुकाम और बिना नाक-मुँह ढँके छींकना)। संक्रमित व्यक्ति के शरीर से बाहर आए वायरस 4-5 घण्टों तक संक्रमणकारी बने रह सकते हैं। वातावरण जितना ठण्डा होगा, उतनी ज्यादा देर तक वायरस संक्रमणकारी बना रहेगा। एक स्वस्थ व्यक्ति चार तरीकों से इन वायरस के सम्पर्क में आ सकता है (चित्र-2 देखें) :

- पहला, आप संक्रमित हो सकते हैं यदि आपने संक्रमित व्यक्ति द्वारा छुई गई किन्हीं चीजों या सतहों (जैसे दरवाजे के हैंडल, तौलिया, थाली-बर्तन, खिलौने या टेलीफोन आदि) को छूने के तुरन्त बाद अपनी आँख, कान या मुँह को छू लिया हो। इसे **फोमाइट संचरण (fomite transmission)** कहते हैं।
- दूसरा, आप तब भी वायरस की चपेट में आ सकते हैं जब आप किसी संक्रमित व्यक्ति के साथ सीधे शारीरिक सम्पर्क में हों। उदाहरण के लिए, यह तब होता है जब आप किसी संक्रमित व्यक्ति को चूमते या गले लगाते हैं या किसी संक्रमित व्यक्ति से हाथ मिलाने के तुरन्त बाद अपनी आँखों, कान या मुँह को छूते हैं। इसे **प्रत्यक्ष सम्पर्क संचरण**



चित्र-2 : जुकाम संचरण या फैलने के तरीके।

Credits: Adapted from Leung, N.H.L. Transmissibility and transmission of respiratory viruses. Nat Rev Microbiol 19, 528–545 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00535-6>. URL: <https://www.nature.com/articles/s41579-021-00535-6/figures/1>. License: Copyright owned by the rights owners (credits).

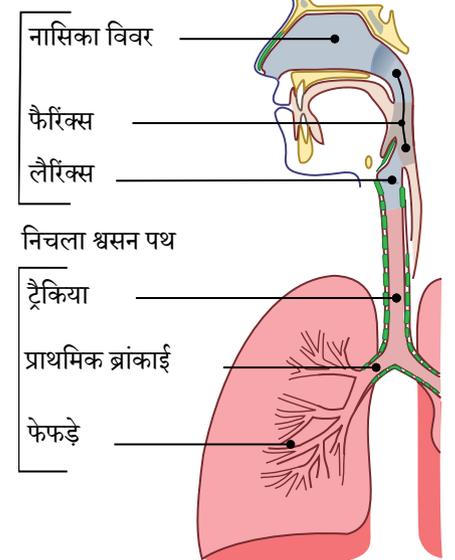
(**direct contact transmission**) कहते हैं।

- तीसरा, संक्रमित व्यक्ति द्वारा बाहर निकाले जाने वाले वायरस लोड (virus load) का कुछ हिस्सा सूक्ष्म कणों के रूप में होता है जिन्हें हम एरोसोल (aerosol) कहते हैं। ये कण हवा में बने रहते हैं, किसी एयर फ्रेशनर से किए जाने वाले स्प्रे (छिड़काव) की तरह। जब आप इस हवा में साँस लेते हैं तो इन वायरस के सम्पर्क में आ जाते हैं। इसे **एरोसोल संचरण (aerosol transmission)** कहा जाता है।
- अन्य वायरस सूक्ष्म बूँदों या ड्रॉपलेट (droplets) के रूप में बाहर निकलते हैं। ड्रॉपलेट आकार में एरोसोल से बड़ी होती हैं, अपेक्षाकृत कम समय के लिए हवा में बनी रहती हैं और कम दूरियाँ तय करती हैं। आप वायरस के सम्पर्क में तब आते हैं जब वह आपकी नाक, आँखों या मुँह के साथ सीधे सम्पर्क में आते

हैं। इसे **ड्रॉपलेट संचरण (droplet transmission)** कहा जाता है।

जुकाम के लक्षण क्या होते हैं?

ऊपरी श्वसन पथ



चित्र-3 : ऊपरी श्वसन पथ में नाक, गला, स्वरयंत्र और साइनस शामिल होते हैं।

Credits: Lord Akryl, Jmarchn, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illu_conducting_passages.svg. License: CC-BY.

बॉक्स-3 : हमें संक्रमण किस तरह होता है?

जुकाम का वायरस हमारे शरीर में आँखों, नाक और मुँह के माध्यम से दाखिल हो सकता है। चूँकि ये सभी एक-दूसरे से और श्वसन मार्ग से जुड़े होते हैं, इसलिए एक बार वायरस इनमें से किसी भी स्थान पर पहुँच जाता है तो वह बाक़ी स्थानों पर भी पहुँच सकता है।

हमारी आँखें, नाक, मुँह और श्वसन मार्ग में श्लेष्मा झिल्ली का अस्तर होता है। इस झिल्ली की कोशिकाओं की बाहरी सतह पर विशेष अणु होते हैं, जिन्हें रिसेप्टर (ग्राही) कहा जाता है। ये रिसेप्टर सुनने में अजीब लगने वाले नामों से जाने जाते हैं जैसे ICAM-1 और LDL। जब जुकाम का वायरस इनमें से किसी कोशिका के सम्पर्क में आता है तो वह अपने घुण्डी जैसे उपांगों का उपयोग इन कोशिकाओं के रिसेप्टरों को पकड़ने के लिए करता है। यह बहुत कुछ वैसा ही है जैसे दो लोगों का मिलने पर हाथ मिलाना। बस फ़र्क यही है कि वायरस कोशिका का हाथ छोड़ता ही नहीं है! सामान्यतः इन रिसेप्टरों का उपयोग वृहदाणुओं (macromolecule) या तरल पदार्थों का उपभोग करने के लिए किया जाता है।

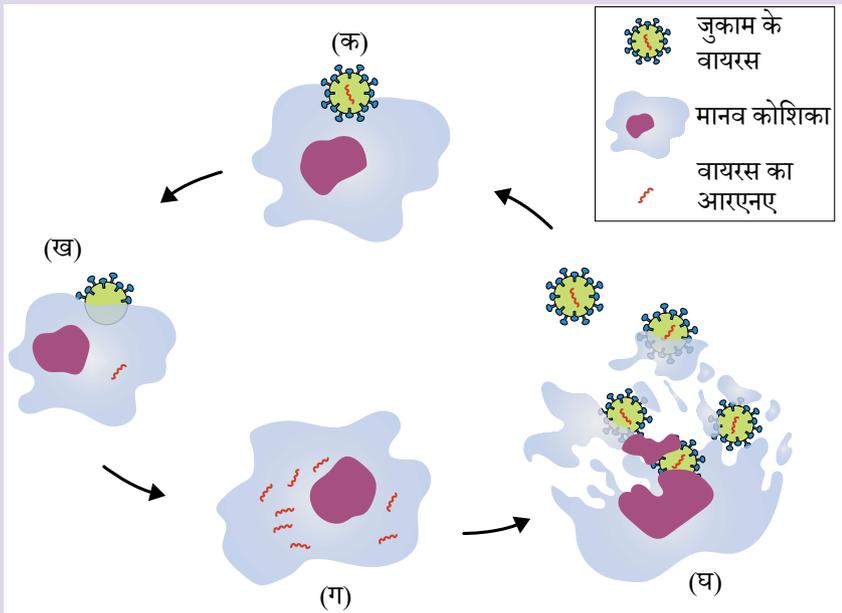
चूँकि वायरस इनमें से किसी रिसेप्टर से चिपका होता है, इसलिए कोशिका इसे कोई वृहदाणु या तरल पदार्थ समझकर इसका उपभोग कर लेती है।

एक बार कोशिका के भीतर आ जाने पर वायरस कोशिका के एंजाइमों, न्यूक्लियोटाइडों और ऊर्जा (एटीपी) का इस्तेमाल वायरल जीनोम के प्रतिरूप बनाने में करता है। अन्य कोशिकीय एंजाइमों, अमीनो अम्लों तथा और अधिक ऊर्जा का उपयोग उन प्रोटीनों को बनाने और आकार देने में किया जाता है जो वायरस के फुटबॉल जैसे कैप्सिड (capsid) बनाते हैं। गैर-संरचनात्मक वायरल प्रोटीन कुछ और कोशिकीय ऊर्जा का उपयोग करके नए वायरल कणों का निर्माण करते हैं। यह प्रक्रिया इतनी प्रभावशाली होती है कि 5-8 घण्टों के भीतर लाखों नए वायरसों बनकर इकट्ठे हो जाते हैं।

जब मेजबान कोशिका की ऊर्जा और संसाधन खत्म हो जाते हैं, तो नए बने वायरस उसे फोड़कर बाहर निकल जाते हैं (चित्र-4 देखें)। यह प्रक्रिया कोशिका अपघटन (cell lysis) कहलाती है। यह कुछ वैसा ही है जैसे कुछ अजनबी आपके

घर में दाखिल हो जाएँ और आपको बेवकूफ़ बनाते हुए यह मानने पर मजबूर कर दें कि वे आपके घर के ही सदस्य हैं। वे अपनी ज़रूरतों को पूरा करने के लिए आपके सब संसाधनों और ऊर्जा का उपयोग करते हैं और आप भूखे मारे जाते हैं।

मुक्त हुए वायरस जल्दी से पड़ोसी कोशिकाओं पर धावा बोलते हैं और फिर यही पूरी प्रक्रिया दोहराई जाती है। इस तरह आपको संक्रमण होता है। और इसी वजह से आपको, उदाहरण के लिए, गले में खराश और नाक में तकलीफ़ महसूस होती है। अपनी संख्या में तेज़ी से विस्तार करते वायरस श्लेष्मा झिल्ली में स्थित हज़ारों कोशिकाओं को मार देते हैं। ये उघड़े हिस्से संवेदनशील होते हैं और इन हिस्सों में छिलापन महसूस होता है। इसी प्रकार, जुकाम होने पर जो गाढ़ी नाक बहती है (जिसे बलगम कहते हैं) उसमें वायरस के द्वारा मारी गई कोशिकाओं के अवशेष और साथ ही वायरस की लाखों-लाख प्रतिकृतियाँ होती हैं। ये नए वायरल कण अन्य लोगों को संक्रमित कर सकते हैं।



चित्र-4 : एक आम कोशिका अपघटन (लिटिक) चक्र। (क) वायरस कोशिका झिल्ली पर स्थित रिसेप्टर से चिपका जाता है। (ख) वायरस कोशिका की झिल्ली को भेद देता है और वायरल आरएनए साइटोसॉल (cytosol) में आ जाता है। (ग) वायरल आरएनए मेजबान कोशिका की मशीनरी का इस्तेमाल करते हुए अपनी प्रतिकृतियाँ बनाता जाता है। (घ) मेजबान कोशिका की मशीनरी का इस्तेमाल वायरल प्रोटीन निर्मित करने और नए वायरल कणों को जमा करने के लिए किया जाता है। नए कण कोशिका से आज़ाद किए जाते हैं। इस पूरी प्रक्रिया में मेजबान कोशिका नष्ट हो जाती है।

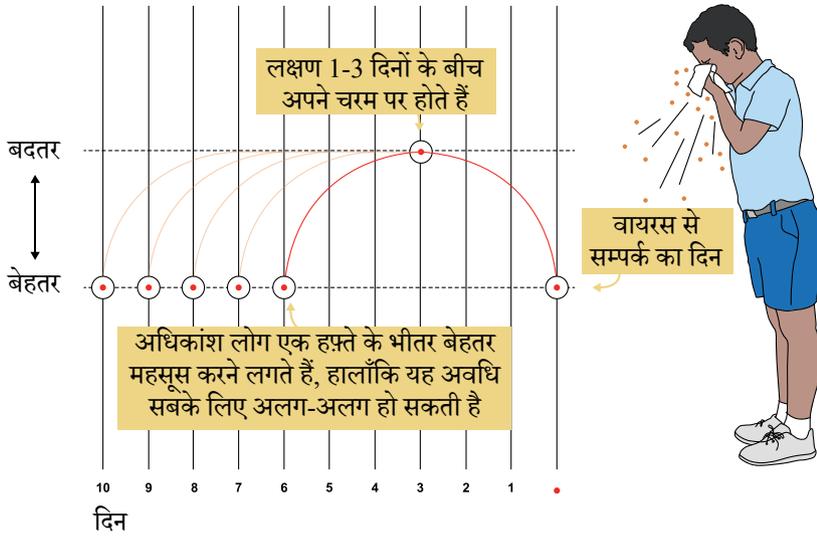
Credits: Adapted from an image on SchoolWorkHelper by St. Rosemary Institution.

URL: <https://schoolworkhelper.net/viral-replication-lytic-cycle/>. License: Copyright owned by the rights owners (credits).

जुकाम मुख्यतः ऊपरी श्वसन पथ (चित्र-3 देखें) में होने वाला संक्रमण है। आमतौर पर इस संक्रमण के लक्षण जुकाम के वायरस के सम्पर्क में आने के 1-3 दिनों के भीतर दिखाई देने लगते हैं (बॉक्स-3 देखें)। हालाँकि ये लक्षण कितनी जल्दी दिखाई देते हैं यह वायरस की रोगोद्भन अवधि (incubation period), यानी आपके वायरस के सम्पर्क में आने और बीमार महसूस करने के बीच का समय पर निर्भर करता है। राइनोवायरस के मामले में यह अवधि बस 8-12 घण्टे हो सकती है जबकि जुकाम के अन्य वायरसों के लिए ज़्यादा लम्बी हो सकती है।

लक्षणों के उभरने के बाद, जुकाम आमतौर पर तीन चरणों में आगे बढ़ता है :

- चरण 1 (प्रारम्भिक) : इसमें जुकाम के वायरस से सम्पर्क होने के 1-3 दिनों में दिखाई देने वाले लक्षण शामिल होते हैं। जुकाम से पीड़ित लगभग 50% लोगों को सबसे पहले गले में खुजली या खराश होना शुरू होती है। अन्य लक्षणों में कँपकपाहट होना, गला



चित्र-5 : जुकाम की सामान्य टाइमलाइन।

Credits: Adapted from an image by GoodRx, Inc.
URL: <https://www.goodrx.com/conditions/cold-symptoms/common-cold-stages-timeline>.
License: Copyright owned by the rights owners (credits).

तालिका-1 : जुकाम के साथ पैदा हो सकने वाली स्थितियाँ।

समस्याएँ	लक्षण	कारण
मध्य कान का संक्रमण	कान के परदे के पीछे के स्थान पर तरल पदार्थ इकट्ठा हो जाने से कान में दर्द होने लगता है	बैक्टीरिया या वायरस
साइनसाइटिस	खोपड़ी में आँखों के ऊपर और नाक के आस-पास स्थित हवा भरे स्थानों (साइनस) में सूजन और दर्द होना	बैक्टीरिया या वायरस
दमा	घरघराहट (Wheezing)	
अन्य बीमारियाँ	फेफड़ों की बीमारियाँ जैसे ब्रोंकाइटिस या निमोनिया	बैक्टीरिया या वायरस

बैठना, बन्द नाक, बहती नाक, छींकें आना और हलकी सूखी खाँसी। उनका बलगम साफ़ होता है। यही वह चरण है जब संक्रमित व्यक्ति सर्वाधिक संक्रामक होते हैं।

- चरण-2 (सक्रिय) : इसमें जुकाम के वायरस से सम्पर्क होने के 4-7 दिनों बाद दिखाई देने वाले लक्षण शामिल होते हैं। आमतौर पर प्रारम्भिक चरण के लक्षण और भीषण हो जाते हैं। संक्रमित व्यक्ति अन्य लक्षण जैसे (कभी-कभार) सिरदर्द, (हलका) बदन दर्द, सुस्ती, आँखों से पानी आना और (हलका) बुखार (बच्चों में सबसे ज्यादा) भी महसूस करते हैं। उनके बलगम का रंग सफ़ेद, पीले या हरे रंग में बदल सकता है।
- चरण-3 (अन्तिम) : इसमें जुकाम के वायरस से सम्पर्क होने के 8-12 दिनों

बाद दिखाई देने वाले लक्षण शामिल होते हैं। इस अवधि में अधिकांश लोग जुकाम से उबरना शुरू कर देते हैं और अधिकांश लक्षण कमज़ोर पड़ने लगते हैं।

ज़रूरी नहीं कि सभी संक्रमित व्यक्ति इन सभी चरणों से गुज़रें (चित्र-5 देखें)। इसके अलावा, संक्रमण के हर चरण पर लक्षणों की गम्भीरता और बने रहने और दिखने में वायरस के स्ट्रेन और संक्रमित व्यक्ति की रोग प्रतिरोधक क्षमता के अनुसार अन्तर हो सकता है। उदाहरण के लिए, हो सकता है जुकाम के वायरस से संक्रमित होने वाले करीब 25% वयस्कों में कोई लक्षण न दिखाई दें। लेकिन वे संक्रमण तो फैला ही सकते हैं। जहाँ, अधिकांश वयस्कों में संक्रमण 7-10 दिनों तक, वहीं 25% वयस्कों में यह दो हफ्तों तक भी बना रह सकता है। कुछ वयस्कों को संक्रमण होने के बाद औसतन 18 दिनों तक और कभी-कभी दो महीनों

तक भी लगातार खाँसी झेलनी पड़ सकती है। कुछ लोगों में दूसरे (द्वितीयक) संक्रमण भी पैदा हो सकते हैं (तालिका-1 देखें)। सामान्यतः बच्चों में (खासतौर पर शिशु और प्री-स्कूल में पढ़ने वाले बच्चे) ज्यादा तीव्र लक्षण दिखाई देते हैं (पहले 3 दिनों तक बुखार रहना आम है) और वयस्कों की तुलना में बच्चों में ये लक्षण ज्यादा लम्बे समय तक भी बने रह सकते हैं (5-7 दिनों की बजाय 14 दिनों तक) (देखें गतिविधि शीट-3 : अपने जुकामों का अवलोकन)।

जुकाम कितना गम्भीर होता है?

वयस्कों में तो जुकाम एक हलका संक्रमण होता है। सम्भव है कि हम इसके साथ जिन लक्षणों को जोड़ते हैं उनका लेना-देना जुकाम के वायरसों से न होकर इन वायरसों द्वारा आपके शरीर में पैदा की जाने वाली प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया से हो। यह प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया ही वह कारण है कि वयस्कों में

विरले ही जुकाम के कारण मौत या गम्भीर बीमारी होती है और वह बिना दवाई लिए कुछ दिनों में ठीक हो जाता है।

लेकिन, कमजोर प्रतिरक्षा तंत्र वाले लोगों (जैसे वे लोग जिनका अस्थि मज्जा प्रत्यारोपण हुआ हो या जो कीमोथैरेपी ले रहे हों), में यह सम्भव है कि जुकाम के वायरसों को काफ़ी कम रुकावट (प्रतिरक्षा प्रतिरोध) का सामना करना पड़े। ऐसे लोगों में गम्भीर बीमारी पैदा हो सकती है और उनकी जान भी जा सकती है। मौत या तो स्वयं वायरस के कारण या फिर जुकाम के साथ पैदा होने वाली समस्याओं से हो सकती है। ये समस्याएँ विभिन्न प्रकार की हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, जुकाम के कुछ वायरस (जैसे कि इनफ्लुएंजा वायरस) फेफड़ों में गम्भीर सूजन पैदा कर सकते हैं। जुकाम के अन्य वायरस (जैसे एडीनोवायरस) शरीर के दूसरे हिस्सों में पहुँच सकते हैं और उन्हें क्षति पहुँचा सकते हैं (जैसे जठरांत्र पथ जिसे अँग्रेजी में gastrointestinal tract कहते हैं या फिर लीवर)। और जुकाम के कुछ वायरस (जैसे राइनोवायरस) कमजोर

प्रतिरक्षा वाले लोगों में फेफड़ों को ऐसे तरीकों से ज्यादा प्रभावी ढंग से भर सकते हैं जो उनके बैक्टीरियल निमोनिया से संक्रमित होने की सम्भावनाएँ बढ़ा देते हैं।

लेकिन अगर हमारा रोग प्रतिरोधक तंत्र हमें जुकामों से बचाने में इतना प्रभावी है तो हमें बार-बार जुकाम होता क्यों है? एक तरफ़ RSVs, PIVs और HCoV जैसे जुकाम के वायरस संक्रमण के बाद लम्बे समय तक रहने वाली प्रतिरोधक क्षमता पैदा नहीं करते। इसका मतलब यह कि ऐसे वायरस आपको दोबारा संक्रमित कर सकते हैं। दूसरी तरफ़ राइनोवायरस, एडीनोवायरस और इनफ्लुएंजा वायरस जैसे जुकाम के वायरस लम्बे समय तक रहने वाली प्रतिरोधक क्षमता पैदा कर सकते हैं, हालाँकि यह क्षमता वायरस के उस संस्करण (variant) के लिए ही होती है जिससे आप संक्रमित हुए होते हैं। चूँकि इन वायरसों के कई अलग-अलग संस्करण होते हैं, तो हर बार वायरस के किसी नए संस्करण के सम्पर्क में आने पर आप जुकाम से पीड़ित हो सकते हैं।

चलते-चलते

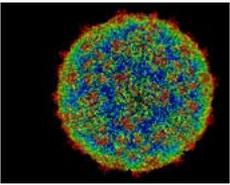
अगर जुकाम हो जाए तो क्या? वर्तमान में ऐसी कोई एंटीवायरल (औषधियाँ) उपलब्ध नहीं हैं जो जुकाम के वायरसों से हमें बचाएँ। एंटीबायोटिक दवाएँ जुकाम का इलाज करने में उपयोग नहीं होतीं और उन्हें तभी लेना चाहिए जब आपको साथ में कोई दूसरा बैक्टीरियल संक्रमण हो जाए।

पैरासिटामोल, एस्पिरिन, एंटीहिस्टामाइन (antihistamines) या डिक्जेस्टेंट (decongestants) जैसी दवाएँ जुकाम के लक्षणों से सिर्फ़ कुछ समय के लिए आराम देती हैं।

जुकाम में जो बातें आपको मदद कर सकती हैं वे हैं ख़ूब आराम करना और ख़ूब तरल पदार्थ लेना। इसके अलावा छींकते और खाँसते समय अपनी नाक और मुँह को ढँककर, बार-बार साबुन-पानी से हाथ धोकर और बन्द व कम हवादार जगहों पर दूसरों के साथ कम-से-कम समय बिताकर अन्य लोगों में वायरस फैलाने के ख़तरे को कम कर सकते हैं।

मुख्य बिन्दु

- सामान्य जुकाम या 'कॉमन कोल्ड' वह नाम है जो वायरसों के 200 से भी ज्यादा स्ट्रेनों की वजह से ऊपरी श्वसन पथ (तंत्र) में होने वाले संक्रमणों के लिए उपयोग किया जाता है।
- संक्रमित व्यक्ति साँस लेते वक़्त, बात करते वक़्त, खाँसते और छींकते वक़्त जुकाम के वायरसों को बाहर निकालते हैं। यह वायरस एरोसोल, ड्रॉपलेट, सम्पर्क और फोमाइट के माध्यम से स्वस्थ लोगों में संचारित हो जाते हैं। यह मनुष्य के शरीर में नाक, मुँह और आँखों के माध्यम से प्रवेश कर जाते हैं।
- जुकाम सामान्यतः तीन चरणों में आगे बढ़ता है – प्रारम्भिक, सक्रिय और अन्तिम। हर चरण में लक्षणों की गम्भीरता और अटलता में अन्तर हो सकता है।
- अधिकांश वयस्कों में जुकाम 7-10 दिनों तक रहता है। लेकिन कुछ मामलों में संक्रमण या कुछ लक्षण इस अवधि के बाद भी बने रह सकते हैं। कुछ लोगों में दूसरे संक्रमण भी पैदा हो जाते हैं।
- जुकाम विरले ही गम्भीर बीमारी या मृत्यु का कारण बनता है। सामान्यतः संक्रमित व्यक्ति बिना दवाई के कुछ दिनों में ठीक हो जाते हैं। कमजोर प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया वाले लोगों में इस स्थिति के अपवाद देखे जाते हैं।
- वर्तमान में जुकाम के वायरसों के लिए कोई एंटीवायरल उपलब्ध नहीं है। जुकाम के लिए दी जाने वाली दवाएँ उसके लक्षणों से आराम दिलाती हैं। आराम करने और ख़ूब तरल पदार्थ लेने से जुकाम से उबरने में मदद मिलती है।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार आई वंडर...जून 2016, पेज 18-25 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल संस्करण <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/232/> से प्राप्त किया जा सकता है। हिन्दी अनुवाद <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/232/> से प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें मूल संस्करण के पहले भाग (संक्रमण के कारण) का ज़्यादा विस्तृत रूप शामिल है। इसमें नई सामग्री, तीन गतिविधि शीट और शिक्षकों के लिए एक मार्गदर्शिका को भी शामिल किया गया है।
2. Credits for the image used in the background of the article title: Human Rhinovirus C15A, jrvalverde, Pixabay. URL: <https://pixabay.com/illustrations/humanrhinovirus-c15a-human-virus-1750028/>. License: CC0.

References:

1. Brooks GF, Carroll KC, Butel JS, Morse SA, and Mietzner TA (2012). 'Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology' (26th ed.). The McGraw-Hill Companies.
2. Willey J, Sherwood L & Woolverton C (2007). 'Prescott, Harley, and Klein's Microbiology' (6th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
3. Heikkinen T & Järvinen A (2003). 'The Common Cold'. The Lancet, 361(9351), 51-59. URL: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(03\)12162-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(03)12162-9/fulltext).

श्रीकान्त के.एस. एक स्वतंत्र शोध सलाहकार हैं। उनकी मुख्य रुचि का क्षेत्र है मेजबान और रोगजनक में होने वाली अन्तःक्रियाएँ। उनसे sriikis@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

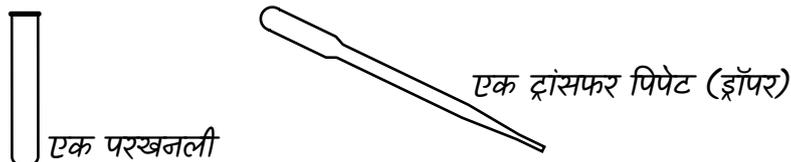
पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट-1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल

उद्देश्य :

यह जानना कि दूसरे लोगों के साथ मेल-जोल किस प्रकार जुकाम के वायरसों को फैलाते हैं?

आवश्यक सामग्री :



क्या करना है :

1. आपके शिक्षक आपको रखी हुई कुछ परखनलियों में से एक परखनली चुनने के लिए बुलाएँगे। इन परखनलियों में कोई पारदर्शी द्रव भरा हुआ है। आप कोई भी एक परखनली चुन लें। आपकी परखनली पर लिखी संख्या को नोट कर लें।
2. अब आप चार लोगों के पास जाएँगे और नमूनों का लेन-देन करेंगे। पहले आप बारी-बारी से अपने तीन अलग-अलग सहपाठियों के पास जाएँगे। आपके साथियों के पास भी एक-एक परखनली है। आखिर में अपने शिक्षक के पास जाएँगे। उनके पास भी एक परखनली है। अपने प्रत्येक साथी की परखनली संख्याओं को दर्ज कर लें।
3. प्रथम सहपाठी के पास जाएँ। अपनी परखनली से पिपेट/ड्रॉपर की सहायता से पारदर्शी द्रव (नमूने) की थोड़ी-सी मात्रा निकालें। अपने सहपाठी को भी उसकी परखनली से उसके पिपेट/ड्रॉपर से द्रव की थोड़ी-सी मात्रा निकालने को कहें। फिर अपने पिपेट/ड्रॉपर के द्रव की 2-3 बूँदें अपने साथी की परखनली में डाल दें। फिर अपने साथी से उसके पिपेट/ड्रॉपर से द्रव की 2-3 बूँदें आपकी परखनली में डलवाएँ। बाकी दो साथियों के साथ भी यही प्रक्रिया करें। फिर अपनी परखनली के द्रव के रंग का अवलोकन करें।
4. तीनों साथियों के साथ प्रक्रिया पूरी होने के बाद, अपनी कक्षा के सभी सहपाठियों के साथ एक बड़ा गोला बनाएँ। आपके शिक्षक अपनी परखनली से द्रव की कुछ बूँदें आपकी परखनली में डालेंगे। अपनी परखनली के द्रव के रंग का अवलोकन करें। उसमें आए किसी भी बदलाव को दर्ज करें।

परस्पर क्रिया	आपकी परखनली संख्या	आपके साथी की परखनली संख्या	आपकी परखनली के द्रव के रंग में आया कोई भी बदलाव
I			
II			
III			
IV		शिक्षक	

परखनलियों का अवलोकन करें :

अन्त में शिक्षक की परखनली से द्रव की बूँदें डलवाने के बाद, आपकी कक्षा में :

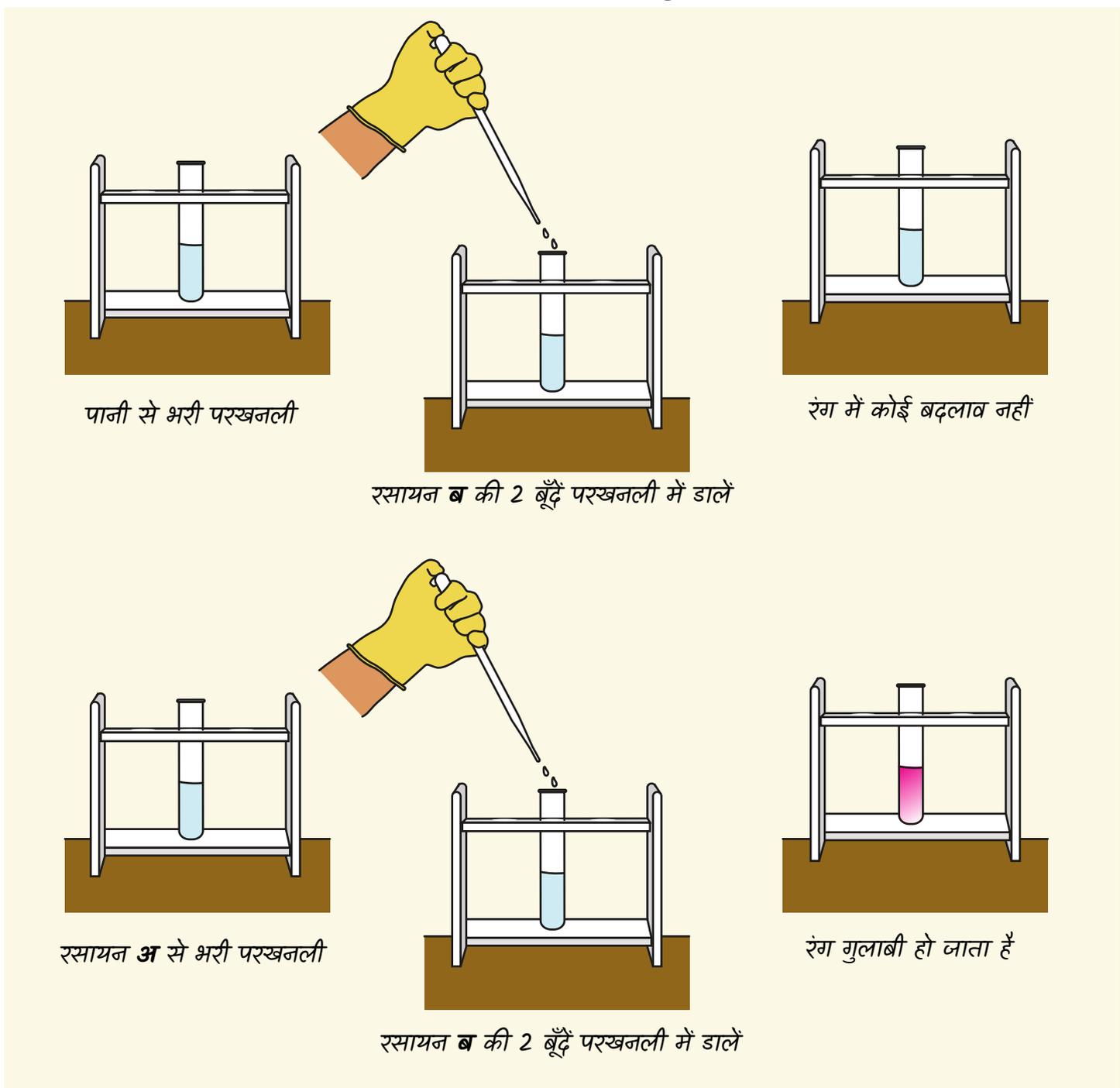
- कितने विद्यार्थियों की परखनलियों में रंगहीन द्रव ही बना रहता है?
- कितने विद्यार्थियों की परखनलियों में रंगीन द्रव है? इन नलियों में द्रव का रंग क्या है? रंग के इस अन्तर को आप किस तरह समझाएँगे?

रिकार्ड :

रंगहीन द्रव वाली परखनलियों की संख्या	रंगीन द्रव वाली परखनलियों की संख्या	परखनलियों की कुल संख्या

कक्षा के प्रदर्शन का अवलोकन करें :

1. आपके शिक्षक ने प्रथम सहपाठी से आपके सम्पर्क के पहले कक्षा में रखी कुछ परखनलियों में कोई रसायन (हम इसे रसायन **अ** कहेंगे) डाल दिया था।
2. आपके शिक्षक ने तीसरे सहपाठी से आपके सम्पर्क के बाद कक्षा की सभी परखनलियों में एक अन्य रसायन (हम इसे रसायन **ब** कहेंगे) डाला।
3. जब रसायन **अ** रसायन **ब** के साथ प्रतिक्रिया करता है, तो यह एक गुलाबी रंग का पदार्थ पैदा करता है।



क्या आप अनुमान लगा सकते हैं?

प्रदर्शन के आधार पर,

- रसायन **अ** क्या है :
- रसायन **ब** क्या है :
- क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि प्रथम सहपाठी से सम्पर्क के पहले (यानी पहले दौर के पहले) कितनी परखनलियों में रसायन **अ** था?

परखनलियों की संख्या	तीसरे दौर के बाद	पहले दौर के पहले	
		आपका अनुमान	वास्तविक
रसायन अ के साथ			
रसायन अ के बगैर			

कल्पना करें :

कल्पना करें कि परखनलियाँ आपका शरीर हैं और रसायन **अ** जुकाम के वायरसों का एक नमूना है। जैसा कि आपने इस पूरी गतिविधि के दौरान देखा है, जुकाम का वायरस सामाजिक मेल-जोल के माध्यम से फैलता है। आपने अभी अपने तीन सहपाठियों के साथ मेल-मिलाप किया। ये मेल-जोल/ सम्पर्क अलग-अलग प्रकार के हो सकते हैं :

- 1 आप किसी संक्रमित व्यक्ति के साथ किसी बन्द कमरे में हो सकते हैं और एक ही हवा में साँस ले रहे हो सकते हैं।
- 2 किसी संक्रमित व्यक्ति के साथ आपकी बातचीत हो सकती है।
- 3 आप किसी संक्रमित व्यक्ति से हाथ मिला सकते हैं या गले मिल सकते हैं।
- 4 आपने किसी संक्रमित व्यक्ति से उसका पेन माँगा हो या किसी ऐसी सतह को छुआ हो जिसे संक्रमित व्यक्ति ने अभी-अभी छुआ हो।

सोचें और चर्चा करें :

- रोजमर्रा के इन मेल-जोल के माध्यम से जुकाम कितनी जल्दी एक या दो व्यक्तियों से कई औरों तक फैल जाता है? वापस अपनी गतिविधि के नतीजों पर जाएँ। अगर आपकी कक्षा में सिर्फ एक व्यक्ति को जुकाम है तो आपके जुकाम से संक्रमित होने की क्या सम्भावना है?
- अक्सर हम जुकाम से पीड़ित लोगों की पहचान उनके लक्षणों के आधार पर करते हैं। लेकिन यह हो सकता है कि कुछ लोग अपने भीतर जुकाम का वायरस लिए हों पर उनमें कोई लक्षण न दिख रहा हो। ऐसे लोग भी संक्रमण फैलाना जारी रख सकते हैं। क्या आप बता सकते हैं कि आपके किस सहपाठी ने आपको रसायन **अ** दिया? इस बात की कितनी सम्भावना है कि आप उन पहले कुछ व्यक्तियों में से हों जिनकी परखनली में रसायन **अ** आया हो?
- मान लीजिए कि आपको जुकाम हो और आप उसे फैलाना न चाहते हों, तो आप क्या करेंगे? किस तरह की सावधानियाँ किसी को आपसे जुकाम पकड़ लेने के खतरे को कम करेंगी?

रचनाकार :

चित्रा रवि अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट-1 : जुकाम और सामाजिक मेल-जोल

उद्देश्य :

दूसरे लोगों के साथ मेल-जोल किस प्रकार जुकाम के वायरस को फैलाता है?

आवश्यक सामग्री :

- बराबर आयतन की परखनलियाँ (प्रति विद्यार्थी एक परखनली)
- प्लास्टिक के ट्रांसफर पिपेट या ड्रॉपर (प्रति विद्यार्थी एक पिपेट या ड्रॉपर और एक आपके लिए)
- पानी
- 1M NaOH (सोडियम हाइड्रॉक्साइड) घोल
- 1% फेनोल्फ्थेलिन (50% एथेनॉल में)
- दस्ताने और सुरक्षा चश्मे
- कागज़ की पर्चियाँ
- पेन

क्या करना है :

1. कक्षा में विद्यार्थियों की संख्या के अनुरूप परखनलियों पर संख्याओं के लेबल लगाएँ। इन्हें एक स्टैंड पर रख दें।
2. जो संख्याएँ परखनलियों पर हैं वैसे ही संख्याओं के लेबल कागज़ की छोटी-छोटी पर्चियों पर लगाएँ। इन पर्चियों को एक बॉक्स में डाल दें।
3. एक ड्रॉपर का इस्तेमाल करते हुए 3 मिली पानी को 90% परखनलियों में और 3 मिली 1M NaOH को 10% परखनलियों में डालें।
4. अपने हर एक विद्यार्थी को बुलाकर एक परखनली उठाने को कहें। वे अपनी पसन्द की कोई भी परखनली चुन सकते हैं।
5. हर विद्यार्थी को यह बता दें कि वे तीन अलग साथियों के साथ तीन बार नमूनों का लेन-देन करने वाले हैं। उनसे कहें कि वे हर दौर में अपने साथी की परखनली संख्याओं को दर्ज करें।
6. पहले दौर में, पर्चियों वाले बॉक्स को हिलाएँ और दो पर्चियाँ निकालें। उन पर लिखी संख्याओं को जोर से पढ़ें। उन संख्याओं वाली परखनलियाँ लिए विद्यार्थियों को बुलाकर उनकी जोड़ी बनवाएँ। यह प्रक्रिया तब तक चलने दें जब तक कक्षा के सभी विद्यार्थियों की जोड़ियाँ न बन जाएँ।
7. हर जोड़ी के अपने पहले दौर के दौरान हर एक विद्यार्थी अपनी परखनली से द्रव की कुछ मात्रा पिपेट के माध्यम से निकालते हैं। वे इस घोल की 2-3 बूँदें अपने साथी की नली में डालते हैं। अगर पिपेट में द्रव बचा रह जाए तो उसे मूल परखनली में वापस डाला जा सकता है।
8. दूसरे दौर में, हर एक विद्यार्थी को अपना साथी चुनने के लिए बुलाएँ। विद्यार्थी बारी-बारी से ऐसा कर सकते हैं। प्रत्येक विद्यार्थी उन विद्यार्थियों में से अपना साथी चुन सकते हैं जिनकी तब तक जोड़ी नहीं बनी हो। तब तक इन्तज़ार करें जब तक सभी विद्यार्थियों की जोड़ियाँ न बन जाएँ।
9. विद्यार्थियों को अपने दूसरे दौर के साथियों के साथ चरण 7 दोहराने के लिए कहें।
10. तीसरे दौर में, प्रत्येक विद्यार्थी को एक दूसरा साथी चुनने के लिए आमंत्रित करें जो बेहतर होगा कि कोई ऐसा हो जिसके साथ उन्होंने पहले व दूसरे दौर में नमूनों का लेन-देन न किया हो।
11. विद्यार्थियों को अपने तीसरे दौर के साथियों के साथ चरण 7 दोहराने के लिए कहें।
12. तीसरे दौर के बाद, विद्यार्थियों से एक गोले में खड़े होने को कहें ताकि वे सब एक-दूसरे की परखनलियों को देख सकें। एक पिपेट का उपयोग करते हुए प्रत्येक परखनली में 1% फेनोल्फ्थेलिन की 2-2 बूँदें डालें। सावधानी के लिए सुरक्षा चश्मे व दस्ताने पहनें।

विद्यार्थियों से अवलोकन करने और उन्हें दर्ज करने को कहें :

कक्षा में बोर्ड पर यह तालिका बनाएँ और किसी एक विद्यार्थी को बुलाकर उससे खाली स्थान भरने को कहें।

रंगहीन द्रव वाली परखनलियों का प्रतिशत	रंगीन द्रव वाली परखनलियों का प्रतिशत

- इस गतिविधि के अन्त में उनकी परखनली के द्रव का रंग क्या है?
- कक्षा में कितने विद्यार्थी ऐसे हैं जिनकी परखनली में रंगहीन द्रव बना हुआ है?
- कक्षा में कितने विद्यार्थी ऐसे हैं जिनकी परखनली में रंगीन द्रव है? इन परखनलियों में किस रंग का द्रव है? वे रंग के इस अन्तर को किस प्रकार समझाएँगे?

प्रदर्शन :

- दो परखनलियाँ लें और उन्हें स्टैंड पर इस तरह रखें कि कक्षा के सभी विद्यार्थी उन्हें देख सकें। एक ट्रांसफर पिपेट का इस्तेमाल करते हुए एक परखनली में 3 मिली पानी डालें और दूसरी परखनली में 3 मिली 1M NaOH डालें। अब दोनों परखनलियों में फेनोल्फ्थेलिन की कुछ बूँदें डालें। मेज पर NaOH और फेनोल्फ्थेलिन की बोतलें इस तरह रखें कि विद्यार्थी दोनों बोतलों पर लगे लेबलों को देख सकें। विद्यार्थियों को दोनों परखनलियों के द्रवों के रंग का अवलोकन करने को कहें। उनसे पूछें कि क्या यह प्रदर्शन उन्हें रंग के उस अन्तर को समझाने में मदद करता है जिसे वे अपनी परखनलियों में देख रहे हैं।
- तब तक इन्तजार करें जब तक विद्यार्थी यह अनुमान न लगा लें कि कक्षा में जो गुलाबी रंग की परखनलियाँ हैं उनमें NaOH है। पुष्टि करें कि गतिविधि की शुरुआत में आपने कुछ परखनलियों में NaOH डाला था। उन्हें आमंत्रित करें कि वे तीसरे दौर के बाद देखे गए नतीजों के आधार पर यह अनुमान लगाएँ कि पहले दौर के पहले कितने प्रतिशत परखनलियों में NaOH था। कक्षा बोर्ड पर यह तालिका बनाएँ और किसी एक विद्यार्थी को खाली खानों को भरने के लिए आमंत्रित करें।

परखनलियों का प्रतिशत	तीसरे दौर के बाद	पहले दौर के पहले	
		आपका अनुमान	वास्तविक
NaOH के साथ			
NaOH के बगैर			

इस अंश को अपने विद्यार्थियों के साथ साझा करें :

कल्पना करें कि परखनलियाँ आपका शरीर हैं और NaOH वायरसों का नमूना। जुकाम मेल-जोल के माध्यम से फैलता है। आप सभी तीन मेल-जोल से गुज़रे हैं। ये मेल-जोल विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं :

- आप किसी संक्रमित व्यक्ति के साथ किसी बन्द कमरे में हो सकते हैं और उसी हवा में साँस ले सकते हैं।

- किसी संक्रमित व्यक्ति से आपकी बातचीत हो।
- आप किसी संक्रमित व्यक्ति से हाथ मिला सकते हैं या उसके गले लग सकते हैं।
- आपने उसका पेन माँगा हो या फिर किसी ऐसी सतह को छुआ हो जिसे संक्रमित व्यक्ति ने अभी-अभी छुआ हो।

विद्यार्थियों से निम्नलिखित बातों के बारे में सोचने और चर्चा करने को कहें :

- यह संक्रमण रोजमर्रा के मेल-मिलाप के माध्यम से कितनी जल्दी एक या दो व्यक्तियों से कई औरों तक फैल जाता है? अपनी गतिविधि के नतीजों पर वापस जाएँ। आपकी कक्षा में उस स्थिति में किसी विद्यार्थी को जुकाम का संक्रमण हो जाने की क्या सम्भावना है अगर कक्षा में सिर्फ एक विद्यार्थी संक्रमित हो?
- अक्सर हम जुकाम से पीड़ित लोगों को उनके लक्षणों से पहचानते हैं। लेकिन यह हो सकता है कि कुछ लोग जुकाम का वायरस अपने भीतर लिए हुए भी कोई लक्षण प्रदर्शित न करें। ऐसे व्यक्ति भी संक्रमण फैलाना जारी रख सकते हैं। क्या आपका कोई विद्यार्थी बता सकता है कि उन्हें NaOH उनके किस साथी से मिला है?
- मान लीजिए कि आपकी कक्षा में किसी विद्यार्थी को जुकाम हो और वह उसे फैलाना न चाहता हो, तो वह क्या करेगा? किस प्रकार की सावधानियाँ उनसे किसी और को जुकाम हो जाने के खतरे को कम करेंगी?

रचनाकार :

चित्रा रवि अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

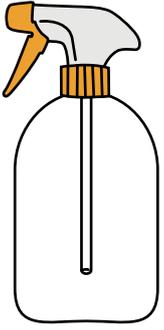
पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट-2 : जुकाम और बिना नाक-मुँह ढँके छींकने

उद्देश्य :

बिना नाक-मुँह ढँके छींकने से जुकाम के वायरस किस प्रकार फैलते हैं?

आवश्यक सामग्री :



स्प्रे (छिड़काव वाली) बोतल



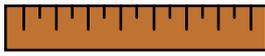
लाल, हरे या नीले खाद्य रंग



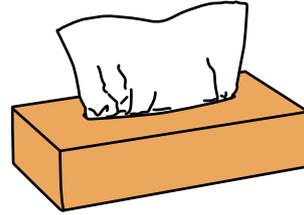
पानी



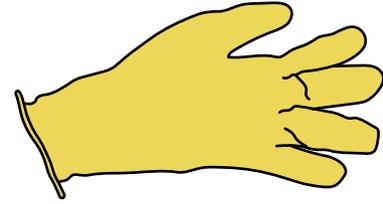
एक गत्ते का टुकड़ा



एक स्केल (पैमाना) या नापने का टेप



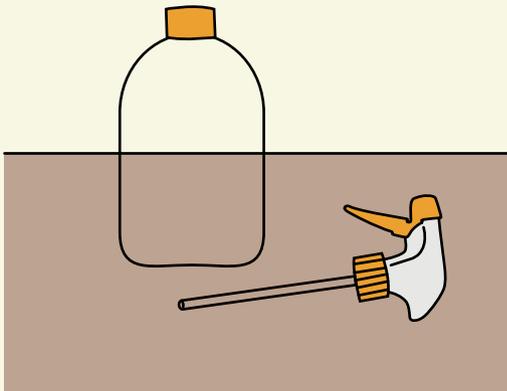
एक रुमाल या टिश्यू



एक दस्ताना

क्या करना है :

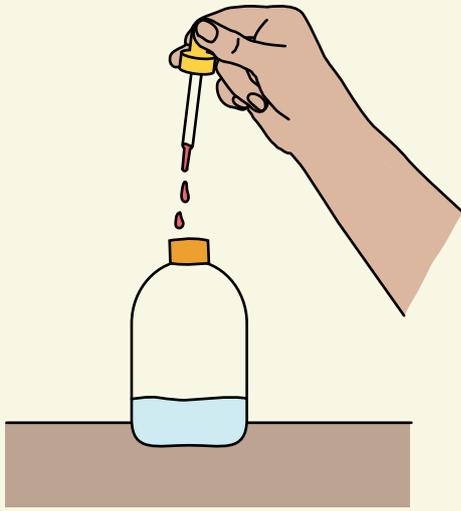
1. एक स्प्रे बोतल में कुछ पानी भर लें। इसमें खाद्य रंग की कुछ बूँदें डाल दें।
2. एक मेज़ के एक सिरे पर चॉक से गोला बना दें। बोतल को इस गोले के भीतर रखें।
3. किसी दोस्त से स्प्रे बोतल को एक बार पम्प करने को कहें। इस बात का ख्याल रखें कि बोतल गोले में ही रहे।



स्प्रे बोतल खोलें



बोतल में कुछ पानी डालें



बोतल के पानी में खाद्य रंग की कुछ बूँदें डालें



स्प्रे बोतल को पम्प करें

4. टेप या स्केल का इस्तेमाल करके किए गए स्प्रे की लम्बाई-चौड़ाई नापें।
5. चरण-3 व 4 को दोहराएँ। लेकिन इस बार, जितना हो सके उतने स्प्रे को एक टिश्यू पर झेल लें। अपने हाथ को स्प्रे बोतल से 5 सेमी दूर रखकर शुरुआत करें।
6. चरण-5 को दोहराएँ लेकिन इस बार टिश्यू की बजाय गत्ते के टुकड़े पर स्प्रे को झेलने की कोशिश करें।
7. चरण-5 को दोहराएँ लेकिन इस बार स्प्रे को दस्ताना पहने हाथ पर झेलने की कोशिश करें।
8. अपने दोस्त से जगह की अदला-बदली करें - अब आप स्प्रे बोतल को पम्प करें और आपका दोस्त स्प्रे को झेले। चरण 3-7 दोहराएँ।

रिकार्ड :

रंगीन स्प्रे की सूक्ष्म बूँदों (droplets) के लिए मेल का और अपने आस-पास की जगह का अवलोकन करें। उन सूक्ष्म बूँदों को ढूँढ़ें जो स्प्रे बोतल वाले गोले के सबसे दूर तक गई हैं। स्प्रे बोतल से इन बूँदों की दूरी को नापने के लिए स्केल या टेप का उपयोग करें।

स्प्रे का प्रकार	स्प्रे की लम्बाई	स्प्रे की चौड़ाई
हवा में		
टिश्यू के साथ		
गत्ते के टुकड़े के साथ		
दस्ताना पहने हाथ के साथ		

अवलोकन करें और खोजें :

सलाह : नीचे दिए गए प्रश्नों को बारी-बारी से पढ़ें। कुछ मिनट लगाकर यह सोचें और अनुमान लगाएँ कि यह करने पर आप क्या देखेंगे। फिर प्रयोग करें।

1. स्प्रे कितनी दूर तक जा सकता है?
2. स्प्रे कितनी चौड़ाई तक जा सकता है?

3. अधिकांश स्प्रे को झेलने में आपको इनमें से क्या सबसे प्रभावी लगा - टिश्यू, दस्ताने पहने हुए हाथ या गत्ते का टुकड़ा? आपके दोस्त को इनमें से सबसे प्रभावी क्या लगा?
4. अगर आप स्प्रे बोतल के आकार, खाद्य रंग के प्रकार या मात्रा या गत्ते के टुकड़े के आकार को बदल दें तो क्या होगा? तब स्प्रे को झेलने का कौन-सा तरीका सबसे कारगर होगा? इसका परीक्षण आप किस प्रकार करेंगे?
5. अगर आप स्प्रे बोतल के मुँह को किसी मास्क (नकाब) से ढँक दें तो क्या होगा? तब स्प्रे कितने दायरे में फैल पाएगा?

सोचें और चर्चा करें :

स्प्रे बोतल को पम्प किया जाना किसी छींक के समान है। कल्पना करें कि इस स्प्रे में जुकाम के वायरस हैं।

- आपकी छींक कितनी दूर तक जाएगी? क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि आपके कितने सहपाठी हर छींक के वायरसों के द्वारा संक्रमित होने के खतरे में रहेंगे? याद रखें : आपके सहपाठी उस वक्त संक्रमित हो सकते हैं जब स्प्रे उनके ऊपर गिरता है या जब वे किसी ऐसी वस्तु को छूते हैं (जैसे टिश्यू, दस्ताना या गत्ते का टुकड़ा) जिस पर कि स्प्रे गिरता है।
- कल्पना करें कि आपको जुकाम हो गया है और आप छींक रहे हैं। क्या आप अपनी छींकों के द्वारा दूसरों को संक्रमण फैलाने से बचने के कुछ तरीकों के बारे में सोच सकते हैं? उदाहरण के लिए, क्या आप अपनी छींक को थामने और दूसरों तक न पहुँचने देने के लिए अपने हाथ या टिश्यू पेपर का इस्तेमाल करेंगे? क्या आप मास्क से अपनी नाक को ढँकेंगे? क्या आप भीड़ में जाएँगे या उससे बचेंगे?

रचनाकार :

चित्रा रवि अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

पूछें एक सवाल

गतिविधि शीट-3 : अपने जुकामों का अवलोकन

उद्देश्य :

एक साल में आपको कितनी बार जुकाम होता है और उसके क्या लक्षण होते हैं?

आवश्यक सामग्री :



एक नोटबुक



एक पेन

क्या करना है :

कल्पना करें कि आप जुकामों का अध्ययन करने वाले एक वैज्ञानिक हैं। आपके अध्ययन विषय (subject) आप खुद हैं। इस साल हर बार जब आपको जुकाम हो तो बड़े ध्यान से अपना अवलोकन करें।

- तालिका-1 में अपने जुकामों की अवधि को दर्ज करें।
- तालिका-2 में अपने जुकामों के लक्षणों को दर्ज करें।

कभी-कभी हम ऐसा महसूस करने लग सकते हैं कि हमें वे लक्षण हो रहे हैं जिनके बारे में हमने पढ़ा है। इसलिए आपको हकीकत में क्या लक्षण हो रहे हैं उन्हें पहचानने के लिए अपने परिवार के सदस्यों की मदद लें।

रिकार्ड :

अगर आपको इस साल चार बार से ज्यादा जुकाम हो, तो इन दो तालिकाओं को अपनी नोटबुक में फिर से बनाएँ और उनमें और कॉलम जोड़ें।

आपके जुकामों की अवधि :

	जुकाम-1	जुकाम-2	जुकाम-3	जुकाम-4
आप में जुकाम के पहले लक्षण कब दिखाई दिए? उस तारीख को दर्ज करें।				
आपके हिसाब से आपके जुकाम का सबसे पहला लक्षण क्या था?				
आप में जुकाम के लक्षण दिखना कब बन्द हुए? उस तारीख को दर्ज करें।				
आपके हिसाब से आपके जुकाम का सबसे आखिरी लक्षण क्या था?				
आपका जुकाम कितने दिनों तक चला?				
क्या आपके जुकाम के कोई भी लक्षण 10 दिनों के बाद भी जारी रहे? कौन-से?				

आपके लुकामों के लक्षण :

सम्भावित लक्षण	लुकाम-1 में देखा गया (कौन-से दिन?)	लुकाम-2 में देखा गया (कौन-से दिन?)	लुकाम-3 में देखा गया (कौन-से दिन?)	लुकाम-4 में देखा गया (कौन-से दिन?)
आँखों से पानी आना				
गले में खराश				
गला बैठना				
खाँसी				
बन्द/ बहती नाक				
छीकें आना				
बलगम के रंग और गाढ़ापन में बदलाव				
कँपकपाहट होना				
सिरदर्द				
कान दर्द				
हलका बदन दर्द				
सुस्ती				
हलका बुखार				
अन्य लक्षण				

क्या आपको अपने लुकामों का अवलोकन करने और उनकी जानकारियाँ दर्ज करने में कोई चुनौतियाँ आईं? अगर आईं तो आपने उनके साथ किस प्रकार काम किया? कुछ शब्दों में बताएँ।

तुलना करें और अन्तर बताएँ :

तुलना अपने अवलोकनों और अपने सहपाठियों के अवलोकनों के बीच।

- इस साल आपको कितनी बार लुकाम हुआ? आपकी कक्षा को इस साल औसतन कितनी बार लुकाम हुआ?
- इस साल आपके लुकामों की औसत अवधि क्या रही? यह इस साल आपकी पूरी कक्षा को समग्र रूप में हुए लुकामों की औसत अवधि से कितनी अलग है?
- इस साल आपके सभी लुकामों में साझा लक्षण क्या थे? आपकी कक्षा को हुए सभी लुकामों में साझा लक्षण क्या थे?
- इनमें से आपके कौन-से लक्षण 10 दिनों से ज्यादा चले? समग्र रूप में आपकी कक्षा के कौन-से लक्षण 10 दिनों से ज्यादा चले?

सोचें और चर्चा करें :

- इस साल भर लम्बे अध्ययन के दौरान आपकी कक्षा को हुए लुकामों की अवधि और लक्षणों में क्या आप कोई स्वरूप देखते हैं?

- कल्पना करें कि आपको आपके हमउम्र और आपके ही इलाके के रहने वाले लेकिन किसी और स्कूल में पढ़ रहे बच्चे के लुकाम की अवधि का अनुमान लगाने के लिए आमंत्रित किया जाता है।
 - क्या आप यह अनुमान लगाने के लिए अपने खुद के आँकड़ों का प्रयोग करेंगे या अपनी कक्षा के औसत का और क्यों?
 - आप अपने अनुमान को लेकर कितने आश्वस्त होंगे? क्या आप ऐसे कुछ कारकों के बारे में सोच सकते हैं जो आपके अनुमान को ग़लत बना दें?
 - इस अध्ययन में आपके पास वे अवलोकन हैं जो आपने और आपकी कक्षा ने किए हैं। तब क्या अगर आपकी उम्र के 50 या 100 अन्य विद्यार्थियों ने उसी साल अपने लुकामों की जानकारियों को दर्ज किया होता और आप उनके द्वारा दर्ज सभी तथ्यों को देख पाते? फिर क्या आप अपने अनुमानों को लेकर ब्यादा सुनिश्चित महसूस करते?
- अगर आप अपने अध्ययन के बारे में एक चीज़ बदल सकते, तो वह क्या होती और क्यों?

रचनाकार :

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : भरत त्रिपाठी पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

विज्ञान की मजेदार किताब

ईशान राज और संगीता राज

क्या विज्ञान के प्रयोगों से सजी एक किताब जिज्ञासा और आनन्द को जगा सकती है? क्या ये बच्चों और बड़ों को अपनी रोज़मर्रा की ज़िन्दगी में विज्ञान को ढूँढ़ने के लिए प्रेरित कर सकती है? यहाँ एक 12 वर्षीय बालक और उसकी माँ अपने अनुभव साझा कर रहे हैं।

‘दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट’ आसानी से की जा सकने वाली (हैन्ड्स ऑन) 365 गतिविधियों का एक संग्रह है। इस किताब को निकोल ओस्ट्रोवस्की ने लिखा है और थैरेसा ब्रॉन ने चित्रों से सजाया है। यह किताब साल भर चलने वाली वर्कबुक के रूप में तैयार की गई है, जो नवोदित या ‘नौसिखिए’ वैज्ञानिकों के लिए है (बॉक्स-1 देखें)। इस किताब को मूल रूप से फ्रेंच भाषा में लिखा गया था जिसका अंग्रेज़ी और कन्नड़ा में भी अनुवाद किया गया है (चित्र-1 देखें)।

ईशान की समीक्षा

मैंने ‘दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट’ की किताब पहली बार यास्मीन आँटी के पास देखी थी, जो मेरी माँ की दोस्त हैं और मेरे स्कूल में रसायनशास्त्र पढ़ाती हैं। उनके यहाँ किताब देखकर और कुछ प्रयोग करने के बाद,

मुझे खुद के लिए भी इसकी एक प्रति चाहिए थी।

विज्ञान की कई किताबें सिर्फ़ एक ही विषय की अवधारणाओं पर केन्द्रित होती हैं। लेकिन इस किताब के प्रयोग जीवविज्ञान, रसायनशास्त्र और भौतिकशास्त्र की मूलभूत अवधारणाओं को शामिल किए हुए हैं। हालाँकि किताब को विषयानुसार भागों में बाँटा नहीं गया है, एक-समान विषयों, जैसे तापमान और ध्वनि, के इर्द-गिर्द की गतिविधियाँ एक साथ एक जगह दी गई हैं। चूँकि किताब में साल के हरेक दिन के लिए एक गतिविधि है इसलिए किताब में पृष्ठ संख्या की जगह तारीख लिखी गई है (जैसे 3 मार्च या 10 जून)। कुछ गतिविधियाँ एक-दूसरे से जुड़ी हुई हैं और एक क्रम में आती हैं। पर अधिकतर गतिविधियाँ महज़ एक पेज लम्बी हैं। और उन्हें आप या तो जिस क्रम में वे किताब में दी गई हैं उस क्रम में कर सकते

बॉक्स-1 : लेखक और चित्रकार

निकोल ओस्ट्रोवस्की एक शिक्षक और शोधकर्ता हैं। उन्होंने पेरिस स्थित इकोल नॉर्मल सुपीरियर लेबोरेटरी के फ्रेंच नेशनल सेंटर फॉर साइंटिफिक रिसर्च एवं हार्वर्ड यूनिवर्सिटी, यूएसए में काम किया है। वे फ्रांस के नीस विश्वविद्यालय में भौतिकी और संघनित पदार्थ की प्रयोगशाला की पूर्व प्रमुख और प्रोफेसर एमेरिटस हैं। उन्होंने यह किताब प्राकृतिक संसार के प्रति हमारी जिज्ञासा को जगाने और परिचित परिस्थितियों और घटनाओं के पीछे के वैज्ञानिक सिद्धान्तों की खोज को प्रोत्साहित करने के उद्देश्य से लिखी है।

थेरेसा ब्रॉन ने इकोले सुपीरियर डेस आर्ट्स डेकोरेटिप्स डी स्ट्रासबर्ग से कला के इतिहास और फ्रेंच में स्नातक की उपाधि प्राप्त की है। वे बच्चों की किताबों के लिए चित्रकार के तौर पर काम करती हैं।

हैं या फिर बिना किसी क्रम के, कहीं से भी कोई भी गतिविधि कर सकते हैं।

हर दिन की गतिविधि एक सवाल से शुरू होती है। इसके बाद सवाल के अन्वेषण के लिए एक सरल प्रयोग के निर्देश दिए गए हैं। कई किताबों के पुस्तक-परिचय (ब्लर्ब) किताब में ऐसे प्रयोग होने का दावा करते हैं जिन्हें घर पर किया जा सके, लेकिन वास्तव में ऐसा होता नहीं है। अभी हाल ही में मैंने एक किताब देखी थी जिसकी एक गतिविधि में घर पर बनी आइसक्रीम को जमाने के लिए दो गैलन तरल (लिक्विड) नाइट्रोजन की आवश्यकता थी! लेकिन 'दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट' में प्रयोगों के लिए केवल कागज़, स्ट्रॉ, गुब्बारे और बर्फ़ के टुकड़े जैसी आसानी से मिलने वाली और आसानी से उपयोग की जा सकने वाली सामग्री की ज़रूरत होती है।

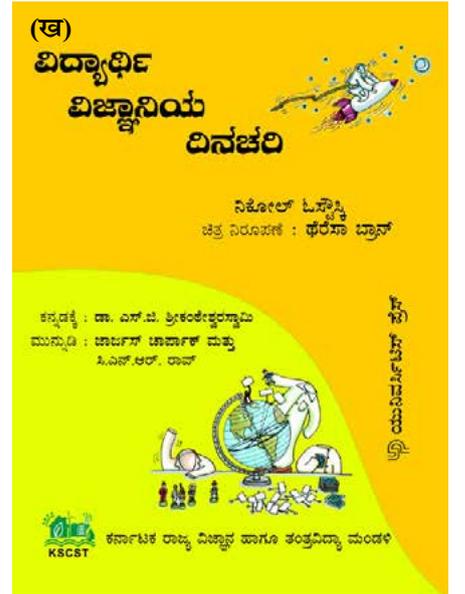
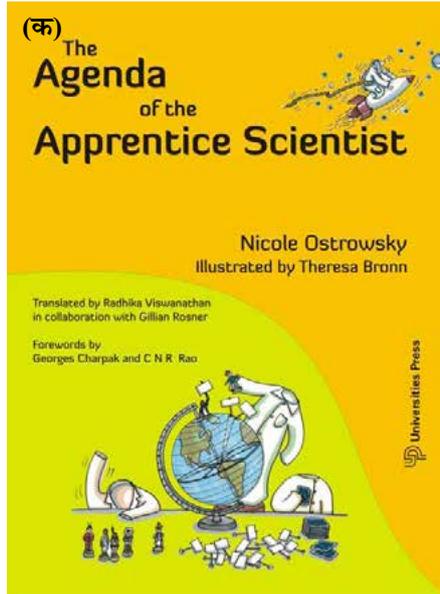
इस किताब के पुस्तक-परिचय में कहा गया है कि ये प्रयोग उन अवधारणाओं के इर्द-गिर्द तैयार किए गए हैं जो 9-13 वर्ष की आयु वर्ग के बच्चों को समझ में आती हैं।

पर मुझे लगता है कि ये गतिविधियाँ किसी को भी, यहाँ तक कि जिनकी विज्ञान जगत में बिल्कुल भी दिलचस्पी नहीं है, उनको भी लुभा सकती हैं। क्योंकि वे जिज्ञासा और आनन्द को प्रेरित करती हैं। यहाँ तक कि जो प्रयोग करने में बिल्कुल आसान नज़र आते हैं उनके नतीजे बहुत ही मजेदार हो सकते हैं। उदाहरण के लिए 24 नवम्बर पर जो प्रयोग है वो गत्ते की नली का उपयोग करके धुएँ के छल्ले उड़ाने के बारे में है और जो 25 मई पर है वो अलग-अलग तरह के हवाई जहाज़ बनाने के बारे में है!

प्रत्येक प्रयोग के निर्देशों के नीचे काफ़ी सारा खाली स्थान छोड़ा गया है जहाँ पाठक अपने अवलोकनों को दर्ज कर सकते हैं। हरेक पेज पर नीचे की तरफ़ एक प्रफुल्लित करने वाला चित्रण है जिसमें लैब कोट पहने प्रशिक्षु प्रयोग कर रहे हैं, परिणामों की तुलना कर रहे हैं, मजेदार टिप्पणियाँ कर रहे हैं। हर पेज के एक तरफ़ प्रयोगों से सम्बन्धित

उद्धरण (Quotes) लिखे गए हैं, ये उद्धरण मज़ाकिया, दार्शनिक या प्रेरणादायी हो सकते हैं। पर हर पेज एक अलग उद्धरण है। जैसे 22 और 23 अगस्त पर गतिविधियाँ (ठण्ड से) जमाने के बारे में हैं। 22 अगस्त पर उद्धरण है, "सच्ची मित्रता मुश्किलों में भी ठण्डी नहीं पड़ती।" ऐसे ही 23 अगस्त पर उद्धरण है, "दूध से जला छाछ को भी फूँक-फूँक कर पीता है।"

हर गतिविधि का समापन एक स्पष्टीकरण के साथ किया गया है। ये एक और तथ्य है जिसके कारण मुझे किताब बहुत अच्छी लगी। इस किताब में आपको सिर्फ़ यह नहीं बताया गया है कि क्या होता है बल्कि यह भी बताया गया है कि ऐसा क्यों और कैसे होता है। उदाहरण के लिए 8 मार्च के पेज पर एक गतिविधि है जो कि बेकिंग पाउडर और सिरके से गुब्बारा फुलाने के बारे में है (देखें गतिविधि शीट-1 : गुब्बारा फुलाना)। स्पष्टीकरण बताता है कि जब गुब्बारे में भरा



चित्र-1 : 'दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट' पुस्तक को हैदराबाद स्थित यूनिवर्सिटी प्रेस ने फ्रांस एम्बेसी के साथ मिलकर प्रकाशित किया है। (क) इस किताब के अँग्रेज़ी अनुवाद को भारतीय पाठकों के लिए प्रासंगिक बनाने का काम राधिका विश्वनाथन (जो डेवलपमेंट कम्प्यूनिकेशन एक्सपर्ट हैं) और गिलियन रोज़नर (जो अकादमिक अनुवाद के विशेषज्ञ हैं) ने किया है। आप अँग्रेज़ी अनुवाद की प्रति वितरक से इनमें से किसी भी ई-पते पर लिख कर माँगवा सकते हैं : info@universitiespress.in या bangalore@orientblackswan.com. यह किताब फ्लिपकार्ट पर भी उपलब्ध है। (ख) इस पुस्तक का कन्नडा में अनुवाद डॉ. एसजीएस स्वामी ने किया है। कन्नडा अनुवाद की प्रति के लिए आप प्रभाकर रेड्डी से इस ई-पते prabhakara.reddy@orientblackswan.com पर सम्पर्क कर सकते हैं।

बेकिंग पाउडर बोतल में भरे सिरके के साथ मिलता है तो सिरके में बुलबुले बनने लगते हैं और गुब्बारा फूलने लगता है। ये आपको यह भी बताता है कि जब सिरके में बेकिंग पाउडर मिलाते हैं तो बेकिंग पाउडर सिरके से अभिक्रिया करके कार्बन डाईऑक्साइड बनाता है।

किताब के बारे में एक मात्र चीज़ जो मुझे भ्रमित करने वाली लगी, वह है इसकी विषय-सूची। उदाहरण के लिए, धुएँ के छल्ले बनाने वाला प्रयोग। इस प्रयोग को ढूँढ़ने के लिए मैंने विषय-सूची (इण्डेक्स) में “धुएँ” और “छल्ले” जैसे की-वर्ड ढूँढ़े लेकिन वह विषय-सूची में “अगरबत्ती” के तहत सूचीबद्ध मिला। जब मैंने विषय-सूची में सिरका और बेकिंग सोडा वाले प्रयोग खोजे तो यह मुझे “गुब्बारे” के तहत सूचीबद्ध मिले। और एक दिन मैं अपने दोस्त को “वाइनग्लास” वाला प्रयोग दिखाना चाहता था। इस प्रयोग में, आप एक वाइनग्लास से गाना गवाने के लिए उसकी किनोर के चारों ओर धीरे-धीरे गीली उंगली घुमाते हैं (देखें **गतिविधि शीट-2 : गाता हुआ वाइनग्लास**)। मैंने विषय-सूची में वाइनग्लास को “W” के अन्तर्गत ढूँढ़ा लेकिन ये “P” से “पिच” के तहत मिला। यदि विभिन्न प्रयोगों के शीर्षक विषय-सूची में सूचीबद्ध होते तो प्रयोग खोजना आसान हो सकता था।

अन्त में इतना कहना चाहूँगा कि मैंने जितनी भी किताबें पढ़ी हैं ‘दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट’ उनमें सबसे अच्छी किताब है। इसकी हर गतिविधि एक बार करके तो देखने लायक है।

संगीता की समीक्षा

मैंने ‘दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट’

को बड़े सकुचाते हुए खोला, जैसा मैं विज्ञान से जुड़ी सभी किताबों के साथ करती हूँ। किताब में दो प्रस्तावनाएँ थीं, एक फ्रेंच संस्करण के लिए जिसे फ्रेंच नोबेल पुरस्कार विजेता जॉर्ज चारपैक ने लिखा और एक अंग्रेज़ी संस्करण के लिए जिसे भारतीय वैज्ञानिक सीएनआर राव ने लिखा। जब मैंने इन्हें पढ़ा तो मेरी आशंका की जगह हलकी-सी जिज्ञासा ने ले ली। पर मैं जैसे ही पहली गतिविधि (जनवरी 1 के लिए) पर आई, मैं अपनी कक्षा-8 के कमरे में वापस पहुँच गई जहाँ मैं सबसे पीछे की पंक्ति में बिना हिले-डुले बैठे यह भरसक कोशिश कर रही थी कि विज्ञान के शिक्षक की नज़रों में न आऊँ। पहले पेज पर चित्रण में एक लैब कोट एक हिमफूल बना रहा है और कह रहा है, “मैं एक वैज्ञानिक हूँ, कलाकार नहीं।” मैंने सोचा, “ओह! एक और किताब, जो दुनिया को समझने के लिए उसे परिभाषित और श्रेणीबद्ध करती है।” मैंने किताब बन्द कर दी और इसे भूल गई।

लेकिन किताब जब-तब मेरे सामने आती रही। ये किताब ईशान के साथ खाने की मेज़ पर होती थी, सोफ़े पर लेटे हुए होती थी, अण्डे, सिरका, बर्फ़ के टुकड़े और नमक के लिए किचन की तरफ़ दौड़ लगाते हुए होती थी, मोमबत्तियों, डोरी और ताम्बे के तारों के टुकड़ों की तलाश में शेल्व्फ़ खँगालते वक़्त होती थी या मेरे बमुश्किल जीवित बचे गमलों में लगे पौधों में केंचुए खोजते वक़्त होती थी। मुझे ये मानना पड़ेगा कि ईशान की सारी धमा-चौकड़ी की वजह यह किताब नहीं थी, पर कई सारी इस ही किताब से प्रेरित थीं। जड़त्व, विसरण, घनत्व, गुरुत्वाकर्षण, इलेक्ट्रॉन और घर्षण जैसे समझ से परे वाले शब्द, जिन्हें मैंने खुशी-खुशी अपनी याददाश्त से मिटा दिया था, भोजन के समय

की बातचीत और लम्बी यात्राओं के दौरान सामने आने लगे थे।

मेरी जिज्ञासा फिर-से तीक्ष्ण होने लगी थी। समय के साथ मैंने पाया कि थोड़ी व्यग्नता (आतुरता) के साथ मैं इस वाले या उस वाले प्रयोग के परिणाम का इन्तज़ार करने लगी थी और उनके बारे में होने वाली चर्चाओं में उत्साहपूर्वक भाग लेने लगी थी। उदाहरण के लिए, बिना अण्डे को तोड़े कच्चे और उबले हुए अण्डे के बीच अन्तर करना एक उपयोगी कौशल लगा (देखें **गतिविधि शीट-3 : अण्डों में अन्तर करना**)। इसके अलावा, मुझे यह देखना मज़ेदार लगा कि कैसे उबला हुआ अण्डा घूमता रहा, जबकि कच्चा अण्डा लुढ़क गया। मैंने सीखा कि यह अन्तर इस वजह से है कि कच्चे अण्डे के अन्दर तरल पदार्थ की गति, खोल की गति से मेल नहीं खाती। इससे मुझे ‘ठोस’ और ‘तरल’ शब्दों से सम्बन्धित पदार्थों के गुणधर्मों के बारे में बेहतर समझ मिली। तब तक मुझे एकमात्र गुण जो पता था, मुझे याद है वो मेरे स्कूल की पाठ्यपुस्तक से था कि ठोस वस्तुओं की निश्चित आकृतियाँ होती हैं जबकि तरल पदार्थ अपने पात्र की आकृति ले लेते हैं।

मुझे जो पहले लगा वह यह था कि ‘दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट’ एक विज्ञान के प्रयोगों की किताब है। लेकिन ये उससे कहीं अधिक साबित हुई। ये किताब विज्ञान को उन बड़ी-बड़ी प्रयोगशालाओं, सिर्फ़ जिनसे मैं विज्ञान को जोड़ती थी, से बाहर लाती है और विज्ञान को हमारे रोज़मर्रा के अनुभवों का सुलभ व सामान्य हिस्सा बनाती है। यह ऐसा कुछ नहीं थी जिसे मुझे बस ‘निपटाना’ हो, बल्कि किसी अच्छी कहानी या कविता की तरह मैं इसका आनन्द लेती हूँ।

मुख्य बिन्दु



- 'दी एजेन्डा ऑफ़ दी एप्रेंटिस साइंटिस्ट' विज्ञान के 365 प्रयोगों वाली एक किताब है, जिसमें साल के हर एक दिन के लिए एक प्रयोग है।
- हालाँकि ये प्रयोग 9-13 वर्ष की आयु के बच्चों को ध्यान में रखकर तैयार किए गए हैं, लेकिन ये हर उम्र के लोगों, यहाँ तक कि जिन्हें विज्ञान में दिलचस्पी नहीं है, उनको भी आकर्षित कर सकते हैं।
- प्रयोग इतने सरल हैं कि इन्हें घर पर आसानी-से मिलने वाली और सस्ती सामग्री से किया जा सकता है। प्रत्येक प्रयोग के साथ हम जो अवलोकन करते हैं उनकी स्पष्ट व्याख्याएँ भी दी गई हैं।
- यह पुस्तक पाठकों को उनके रोजमर्रा के जीवन में विज्ञान की खोज करने के लिए प्रोत्साहित करती है।

टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार *आई वंडर...*, जून 2016, पेज 109-111 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख यहाँ से प्राप्त कर सकते हैं : <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1281/> । इसका हिन्दी अनुवाद <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/234/> से प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री और 3 गतिविधि शीट भी शामिल की गई हैं।
2. Source of the image used in the background of the article title: Book reading. Credits: LubosHouska, Pixabay. URL:<https://pixabay.com/photos/books-bookstore-book-reading-1204029/>. License: Royalty Free.



ईशान राज अभी सेंट जोसफ़ यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु से गणित और भौतिकी में बीएससी कर रहे हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब वे 12 वर्षीय बालक थे जिनकी विज्ञान में गहरी रुचि थी। उन्होंने 'होम स्कूलिंग' के द्वारा अपनी शिक्षा ग्रहण की थी।



संगीता राज ईशान की माँ हैं। वे फिलहाल ऑनलाइन आईजीसीएसई और ए लेवल अंग्रेज़ी भाषा और साहित्य के साथ-साथ इतिहास पढ़ाती हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब वे अन्नास्वामी मुदलियार स्कूल, बेंगलूरु में अंग्रेज़ी पढ़ाती थीं।
अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

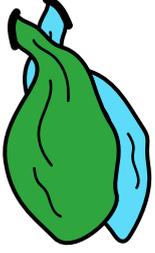
पुस्तक समीक्षा

गतिविधि शीट-1 : गुब्बारे को फुलाना

उद्देश्य :

क्या हम गुब्बारे को बिना मुँह से हवा भरे फुला सकते हैं?

आवश्यक सामग्री :



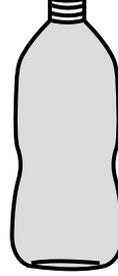
गुब्बारे



सिरका (सफ़ेद या डिस्टिल्ड हो तो बेहतर होगा)



बेकिंग सोडा



एक बोतल (छोटे या सँकरे मुँह वाली प्लास्टिक की बोतल हो तो बेहतर होगा)



कीप (अगर मिल जाए तो)



कुछ रबरबैंड

क्या करें :

1. गुब्बारे को थोड़ा-सा फँलाने के लिए उसमें फूँककर थोड़ी-सी हवा भरें। फिर गुब्बारे में कीप की सहायता से इसके आयतन का लगभग एक तिहाई या आधा बेकिंग सोडा भरें।
2. कीप को साफ़ कर लें फिर इसकी सहायता से बोतल में उसकी ऊँचाई के एक तिहाई से कम सिरका भर लें।
3. गुब्बारे के मुँह को दोनों हाथों से हलके-से खींचकर उसे बोतल के मुँह पर इस तरह फँसा दें कि गुब्बारा (मुँह को छोड़कर बाकी हिस्सा) बोतल से बाहर लटकता रहे। ध्यान रखें कि इस दौरान बेकिंग सोडा गुब्बारे से छलककर बोतल में न गिर जाए। गुब्बारा बोतल के मुँह से निकल न जाए, इसलिए उस पर रबरबैंड लगा दें।
4. अब, गुब्बारे को धीरे-से इस तरह ऊपर उठाएँ कि गुब्बारे का बेकिंग सोडा गुब्बारे से गिरकर बोतल की गर्दन से होता हुआ बोतल के पेट में सिरके तक पहुँच जाए। बेकिंग सोडा और सिरके के बीच होने वाली अभिक्रिया से आपको कोई क्षति न पहुँचे इससे बचने के लिए पीछे हट जाएँ।
5. बोतल का अवलोकन करें कि क्या कोई बदलाव हो रहा है। बोतल की सामग्री को मिलाने के लिए बोतल को हौले-हौले हिलाएँ। आप पाएँगे कि गुब्बारा फूल रहा है।
6. यदि गुब्बारा अपने पूरे आयतन तक नहीं फूलता है तो 1 से 2 मिनट रुककर, बोतल को खाली कर लें। इसे अच्छे से साफ़ कर लें, फिर इसमें नया (बिना बेकिंग सोडा मिला हुआ) सिरका भरकर एक नए गुब्बारे के साथ पूरी प्रक्रिया को दोहराएँ।



गुब्बारे में थोड़ा-सा बेकिंग सोडा भरें



बोतल में थोड़ा-सा सिरका भरें



गुब्बारे को बोतल के मुँह पर फँसा दें



बोतल में बेकिंग सोडा गिराने के लिए गुब्बारे को ऊपर उठाएँ

अवलोकन एवं पड़ताल :

टिप : एक-एक करके नीचे सूचीबद्ध सवालों को पढ़िए। यह अनुमान लगाने के लिए कुछ मिनट लीजिए कि आपको क्या लगता है कि प्रयोग में निम्नलिखित स्थितियों में आपको क्या देखने को मिलेगा। फिर प्रयोगों को आज़माकर देखिए! अपने अनुमानों और अवलोकनों को 'रिकॉर्ड' खण्ड में दी गई तालिका में नोट कीजिए।

- जब गुब्बारे का बेकिंग सोडा बोतल में गिरकर सिरके के साथ मिलेगा है तब :
 - आपको क्या बदलाव देखने को मिलेंगे?
 - बोतल में जो सिरका है वह प्रयोग के अन्त में किस तरह की गन्ध देगा और दिखेगा? आपने जिस सिरके के साथ प्रयोग शुरू किया था उससे ये कितना अलग होगा?
- क्या होगा यदि आप घटाएँ या बढ़ाएँ :
 - सिरके की मात्रा जो आपने बोतल में डाला है?
 - बेकिंग सोडे की मात्रा जो आप गुब्बारे में भरते हैं?
- क्या होगा यदि आप सिरके की जगह किसी दूसरे अम्लीय द्रव जैसे नीबू के रस का उपयोग करें? यह गुब्बारे फूलने की दर/ गति को कैसे बदल देगा?

रिकॉर्ड :

सवाल	आपका अनुमान	आपका अवलोकन
क.		
ख.		
ग.		

सोचें और चर्चा करें :

- यदि आप एक गुब्बारे में मुँह से फुलाकर हवा भरते हैं तो आपको क्या लगता है कि गुब्बारे में कौन-कौन-सी गैस भरी होगी? और इसकी तुलना उस गुब्बारे से कीजिए जिसे अभी-अभी आपने सिरके और बेकिंग सोडा से फुलाया है। आपको क्या लगता है इस गुब्बारे में कौन-कौन-सी गैस होगी? ये गैस कहाँ से आती हैं। अपने अनुमानों के कारण अपने साथियों से साझा कीजिए।
- आम गुब्बारे जो पार्टियों में उपयोग किए जाते हैं उनमें हीलियम भरी जाती है। हीलियम वाले गुब्बारों की तुलना बेकिंग सोडे और सिरके से फुलाए गए गुब्बारे से कीजिए। आपको क्या लगता है ये दोनों गुब्बारे किस तरह एक-दूसरे से भिन्न होंगे? जैसे एक, दूसरे की तुलना में अधिक ऊँचाई तक उड़ेगा? दोनों गुब्बारों में अन्तर पता करने के लिए कौन-सा परीक्षण करेंगे?

रचनाकार :

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता

पुनरीक्षण : उमा सुधीर

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

पुस्तक समीक्षा

गतिविधि शीट-2 : गाता हुआ वाइनग्लास

उद्देश्य :

क्या हम वाइनग्लास से गाना गवा सकते हैं?

आवश्यक सामग्री :



4-5 एक ही तरह के वाइनग्लास (पतली दीवार के क्रिस्टल वाले वाइनग्लास सबसे अच्छा काम करते हैं)

थोड़ा-सा पानी

क्या करें :

1. एक वाइनग्लास को इसकी पतली डण्डी से पकड़ें।
2. दूसरे हाथ की तर्जनी उँगली के पोर को पानी से गीला करें।
3. गीली उँगली को वाइन ग्लास के गोल किनारे पर हलके-हलके फेरें।



वाइनग्लास को इसकी पतली डण्डी से पकड़ें



उँगली के पोर को पानी में डुबोएँ



गीली उँगली वाइनग्लास के किनारों पर फेरें

अवलोकन और पड़ताल :

टिप : एक-एक करके नीचे दिए सवालों को पढ़ें। यह अनुमान लगाने के लिए कुछ मिनट लीजिए कि आपको क्या लगता है प्रयोग में निम्नलिखित स्थितियों में आपको क्या देखने को मिलेगा। फिर प्रयोगों को आजमाकर देखिए! अपने अनुमानों और अवलोकनों को रिकॉर्ड खण्ड में दी गई तालिका में दर्ज करिए।

क. खाली वाइनग्लास से आवाज़ की गुणवत्ता कैसे बदलेगी :

- यदि आप अपनी उँगली से वाइनग्लास पर डालने वाला दबाव (ज़ोर) बदलते हैं।
- जैसे-जैसे आपकी उँगली के पोर का पानी सूखता है।
- जब आप गिलास पर अपनी उँगली को घुमाने का तरीका बदलते हैं।

ख. दूसरे वाइनग्लास में थोड़ा-सा पानी भरिए और क के i-iii तक के चरणों को दोहराइए।

- क्या अब आवाज़ की गुणवत्ता उस आवाज़ से अलग है जो खाली ग्लास से आ रही थी? यदि हाँ तो किस प्रकार अलग है?
- क्या जब गिलास से संगीत बज रहा था तब गिलास के अन्दर का पानी स्थिर रहेगा?

ग. बचे हुए 3-4 गिलासों को एक कतार में लगाइए और उन सभी को पानी की मात्रा बढ़ाते हुए भरते जाइए (पहले में थोड़ा कम पानी, दूसरे में पहले से थोड़ा ज्यादा, तीसरे में दूसरे से थोड़ा ज्यादा)। अब क्रमवार, खाली गिलास से शुरू करते हुए पानी से सबसे अधिक भरे गिलास तक, सभी गिलास के लिए क के i-iii तक के चरणों को दोहराइए।

- क्या आवाज़ की गुणवत्ता में किसी तरह का कोई परिवर्तन हुआ?
- क्या गिलास में पानी की मात्रा और आवाज़ की गुणवत्ता में कोई सम्बन्ध था?
- इन आवाज़ों के साथ थोड़ा खेलें। क्या आप इन गिलासों से आवाज़ों का एक ऐसा अनुक्रम बना सकते हैं जो एक गाने की तरह लगे?

घ. आवाज़ की गुणवत्ता किस तरह बदलेगी यदि आप इन गतिविधियों को इनके साथ करके देखें :

- एक खाली गिलास, जिसके अन्दर एक कंचा (Marble) हो।
- एक गिलास, जिसमें पानी और कंकड़ हो।
- एक गिलास, जिसमें कोई अलग द्रव भरा हुआ हो।

ड. आवाज़ की गुणवत्ता किस तरह बदलेगी यदि आप इन गतिविधियों को इनके साथ करके देखें :

- क्रिस्टल की बजाए काँच का गिलास लें।
- पतली दीवार की जगह मोटी दीवार वाला वाइनग्लास लें।
- छोटा या लम्बा गिलास लें।
- सँकरा या चौड़ा गिलास लें।

रिकॉर्ड :

सवाल	आपका अनुमान	आपका अवलोकन
क.		
ख.		
ग.		
घ.		
ड.		

सोचें और चर्चा करें :

- आपको क्या लगता है कि गिलास गाना क्यों सुनाता है?.
- आपको क्या लगता है कि गिलास से गाना सुनने के लिए उँगली की पोर गीली होना ही क्यों आवश्यक है?
- गाना गाइए और अपनी उँगली को अपने गले के बाजू वाले हिस्से पर रखिए। आपको क्या महसूस होता है? गाते हुए गिलास की तुलना में किस तरह का अनुभव होता है?
- ‘अवलोकन और पड़ताल’ खण्ड कुछ ऐसी चीज़ें सुझाता है जो आप मूल प्रयोग (जो कैसे करें वाले खण्ड में दिया गया है) में बदल सकते हैं। इसके अलावा और क्या बदलकर प्रयोग कर सकते हैं।
 - पूर्वानुमान लगाइए कि यह एक चीज़ उस आवाज़ को कैसे बदल सकती है जो गिलास से उत्पन्न होती है।
 - आप अपने पूर्वानुमान को कैसे परखेंगे? (एक बार जब आप एक प्रयोग तैयार कर लें, तो उसे आजमाएँ।)

रचनाकार :

iwonder..
Rediscovering school science

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता

पुनरीक्षण : उमा सुधीर

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



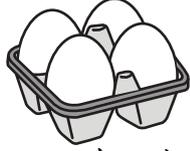
पुस्तक समीक्षा

गतिविधि शीट-3 : अण्डों में अन्तर करना

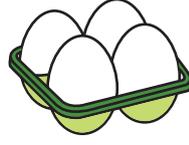
उद्देश्य :

अण्डों के खोल को तोड़े बिना उबले अण्डों और कच्चे अण्डों के बीच अन्तर कैसे बताएँ?

आवश्यक सामग्री :



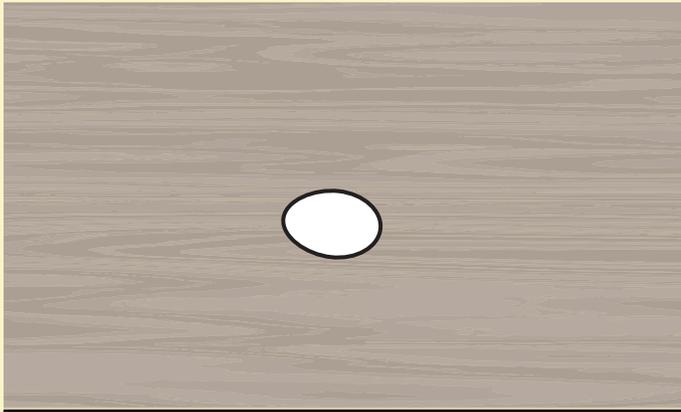
कुछ कच्चे अण्डे



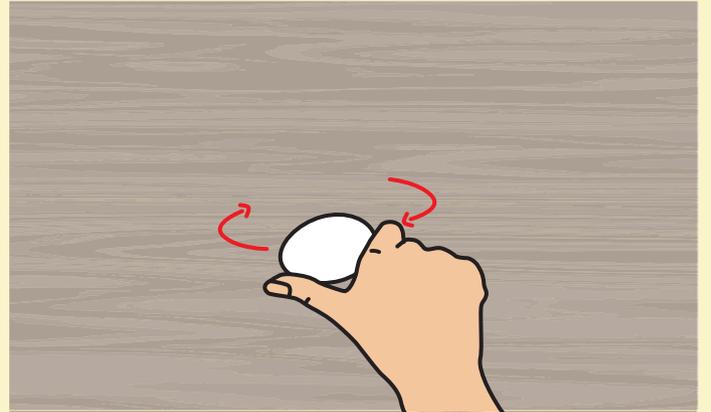
कुछ उबले हुए अण्डे

क्या करें :

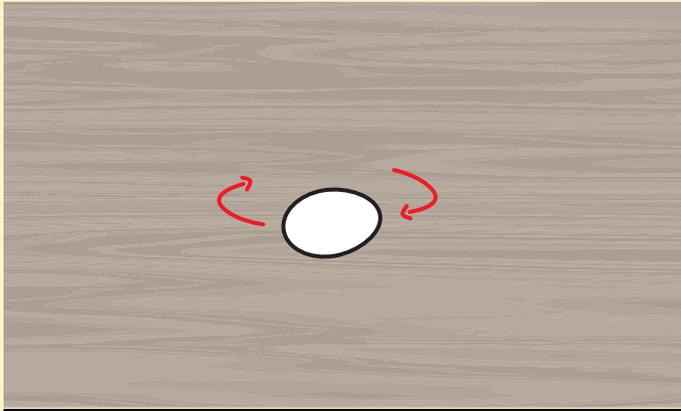
1. इस प्रयोग में आप अण्डों को घुमाएँगे। इसलिए, ऐसा करने के लिए सबसे पहले आप एक समतल सतह तलाश लें जैसे मेज़ का ऊपर वाला भाग। कोशिश करें कि ऐसी सतह हो जो अण्डे के उछलकर आपके ऊपर आने या फर्श पर गिरने की सम्भावना को कम कर दे।
2. समतल सतह पर एक कच्चा अण्डा रखें, इसे अपनी उँगलियों के बीच दबाकर चकरी की तरह घुमाएँ। सुनिश्चित करें कि यह एक स्थिर गति से घूमे।
3. जब अण्डा घूम रहा हो तब अपनी उँगली का सिरा घूमते हुए अण्डे के लगभग बीचोबीच बस इतना जोर देते हुए रखें कि घूमता हुआ अण्डा रुक जाए। जैसे ही अण्डा घूमना बन्द हो जाए अपनी उँगली अण्डे से तुरन्त हटा लें।
4. उबले अण्डों के साथ चरण 2 और 3 दोहराएँ।



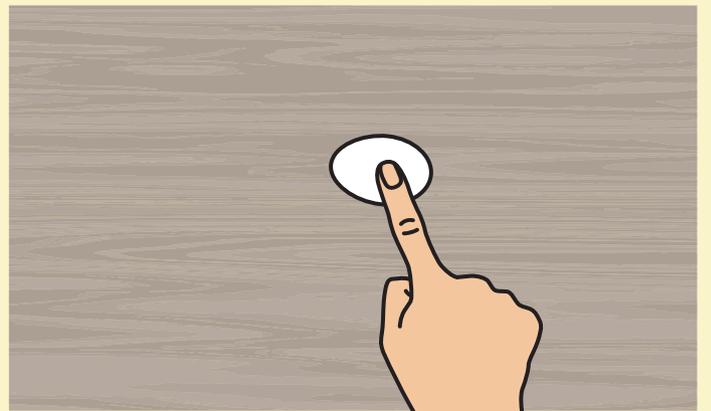
1. अण्डे को एक समतल सतह पर रखें।



2. अण्डे को घुमाने के लिए अपनी उँगलियों का प्रयोग करें।



3. अपने हाथ पीछे हटा लें और अण्डे को घूमने दें।



4. जब अण्डा पूरी गति से घूम रहा हो तब इसे रोकने के लिए अण्डे के लगभग बीच में अपनी उँगली रखें।

अवलोकन और पड़ताल :

1. कच्चे और उबले अण्डे के घूमने का अवलोकन करें। क्या दोनों के घूमने में कोई अन्तर नज़र आता है?
2. घूमते अण्डों को रोकने के लिए उन पर रखी उँगली उठाने के तुरन्त बाद अवलोकन करें। क्या दोनों अण्डे थम जाते हैं?
3. अन्य कच्चे और उबले अण्डों के साथ यही प्रयोग दोहराएँ। क्या आपको कोई पैटर्न (समानता) नज़र आया?

रिकॉर्ड :

सवाल	आपका अनुमान	आपका अवलोकन
क.		
ख.		
ग.		

सोचें और चर्चा करें :

1. क्या उबले और कच्चे अण्डे के घूमने में कोई स्पष्ट अन्तर है? ये अन्तर क्या है और आपको क्या लगता है, उसका क्या कारण हो सकता है?
2. क्या अण्डा घुमाकर, कच्चे और उबले अण्डे में अन्तर बताने वाला परीक्षण अन्तर बताने का विश्वसनीय तरीका है? अपने जवाब का समर्थन करने वाले कारण बताइए। **याद रखिए :** विज्ञान में किसी अवलोकन को तब विश्वसनीय कहा जाता है जब आप एक ही प्रयोग को उसी विधि से, उन्हीं परिस्थितियों में बार-बार करें और आपको वही अवलोकन प्राप्त हो।
3. क्या ये अण्डा घुमाने वाला परीक्षण उबले और कच्चे अण्डे में अन्तर बताने के लिए काफी है? क्या आप और पुख्ता महसूस करेंगे यदि आप अपने नतीजों को किसी और विधि से भी जाँच सकें? अपने जवाब के समर्थन में कारण दीजिए।
4. क्या होगा यदि आपसे उबले और कच्चे अण्डे में अन्तर पता लगाने के लिए कोई दूसरे परीक्षण को तैयार करके लाने को कहा जाए? आप इसके बारे में क्या सोचेंगे? (एक बार आप विधि के बारे में सोच लें तो उसे आज़माइए ज़रूर!)

रचनाकार :

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता

पुनरीक्षण : उमा सुधीर

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

बल की वैकल्पिक अवधारणाओं की पड़ताल

सौरभ सोम

न्यूटोनियन यांत्रिकी में बल एक बुनियादी अवधारणा है। शिक्षकों और शिक्षक-प्रशिक्षकों से इस अवधारणा की अच्छी समझ की अपेक्षा की जाती है। विद्यार्थियों और शिक्षकों में बल पर आधारित कई वैकल्पिक अवधारणाएँ बनी होती हैं। हम इन वैकल्पिक अवधारणाओं को कैसे सामने ला सकते हैं और उन्हें चुनौती दे सकते हैं?

बल और न्यूटोनियन यांत्रिकी की अवधारणाएँ प्राथमिक भौतिकी की बुनियाद हैं (देखें **बॉक्स-1**)। हालाँकि, अध्ययनों से पता चलता है कि विद्यार्थियों के साथ-साथ शिक्षकों में भी इन अवधारणाओं के बारे में कई वैकल्पिक अवधारणाएँ होती हैं।¹⁻⁶ ये वैकल्पिक अवधारणाएँ या भ्रान्तियाँ किस रूप में होती

हैं? मैंने कुछ शिक्षकों और शिक्षक-प्रशिक्षकों के साथ कार्यशाला के दौरान बल से सम्बन्धित वैकल्पिक अवधारणाओं को अच्छी तरह समझने की कोशिश की (देखें **बॉक्स-2**)। मैंने समझना चाहा कि ये वैकल्पिक अवधारणाएँ या भ्रान्तियाँ किस रूप में होती हैं तथा हम उन्हें कैसे चुनौती दे सकते हैं?

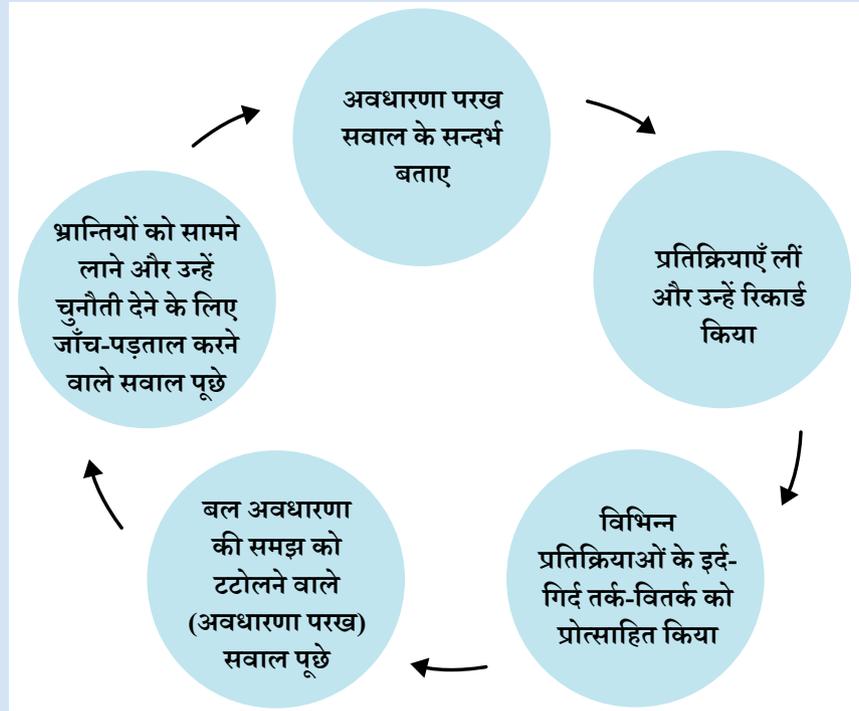
बॉक्स-1 : न्यूटन के गति के नियम ⁷

न्यूटन का गति का पहला नियम (जड़त्व)	बाह्य बलों की अनुपस्थिति में, विराम अवस्था में स्थित कोई वस्तु (स्थिर) विराम अवस्था में ही रहती है और/या कोई गतिशील वस्तु उसी वेग से निरन्तर गति करती रहती है (यानी, एक सीधी रेखा में निरन्तर गति करती रहती है)।
न्यूटन का गति का दूसरा नियम (बल)	किसी वस्तु का त्वरण उस पर कार्य करने वाले कुल बल के समानुपाती होता है और उसके द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
न्यूटन का गति का तीसरा नियम (क्रिया और प्रतिक्रिया)	यदि दो वस्तुएँ परस्पर क्रिया करती हैं, तो वस्तु 1 द्वारा वस्तु 2 पर लगाया गया बल, वस्तु 2 द्वारा वस्तु 1 पर लगाए गए बल के परिमाण में बराबर और दिशा में विपरीत होता है।

बॉक्स-2 : कार्यशाला का संक्षिप्त विवरण

प्रतिभागी : कार्यशाला में 27 प्रतिभागी (19 विज्ञान शिक्षक और 8 शिक्षक-प्रशिक्षक) थे, जिनमें से सभी उत्तर भारत के एक राज्य के एक ही जिले में काम करते थे। शिक्षक विज्ञान में स्नातक या स्नातकोत्तर किए हुए थे। प्रत्येक के पास प्राथमिक या हाई स्कूल स्तर पर विज्ञान और/या पर्यावरण अध्ययन (ईवीएस) पढ़ाने का कम-से-कम 10 साल का अनुभव था। सभी शिक्षक-प्रशिक्षक विज्ञान में स्नातकोत्तर थे और उन्हें शिक्षण और शिक्षक-शिक्षा में 0-15 साल का मिला-जुला अनुभव था।

प्रारूप : कार्यशाला को इस तरह से डिज़ाइन किया गया था कि संज्ञानात्मक द्रव्यों/संघर्षों को उजागर कर चुनौती दी जा सके (देखें **चित्र-1**)। इसमें पाँच चरण शामिल थे। प्रत्येक चरण में, मैं प्रतिभागियों के सामने एक सन्दर्भित समस्या रखता, उनसे एक सवाल पूछता, और उन्हें कई विकल्पों में से अपना जवाब चुनने के लिए कहता (आखिरी सवाल खुला था)। प्रतिभागियों की पहचान उजागर न हो इसके लिए, प्रत्येक प्रतिभागी ने अपने द्वारा चुने सही जवाब को एक बेनाम पर्ची पर लिखकर दिया। मैंने इन पर्चियों को इकट्ठा किया और किसी एक विकल्प को कितनी बार चुना गया है उसे नोट किया। इसके बाद, मैंने प्रतिभागियों के बीच तर्क-वितर्क को उकसाने के लिए डिज़ाइन किए गए सवालों को रखा और उन्हें उनके जवाबों में गलतियों की पहचान करने में मदद की। कुछ मामलों में,



चित्र-1 : सत्र का प्रक्रिया चक्र।

Credits: Saurav Shome. Licence: CC-BY-NC.

मूल सवालों पर रोशनी डालने के लिए मैंने नई अवधारणाएँ पेश कीं। हम किसी सवाल से तभी अगले सवाल या मुद्दे पर जाते जब उस सवाल पर पर्याप्त रूप से चर्चा हो जाती और प्रतिभागी सही जवाब की बेहतर समझ पर पहुँच जाते।

सवाल : सवाल II, IV और V को फोर्स कॉन्सेप्ट इन्वेंटरी (बल अवधारणा सूची - FCI) से लेकर उसे सन्दर्भ के हिसाब से ढाला गया

था।⁸ प्रत्येक सवाल को एक ऐसी सन्दर्भित समस्या के रूप में प्रस्तुत किया गया था जिनसे प्रतिभागियों की अपनी वास्तविक दुनिया में सामना करने की सम्भावना थी। प्रत्येक सवाल के विकल्प मौखिक रूप से और लिखित रूप में (बोर्ड पर) साझा किए गए थे। चर्चा के लिए अंग्रेज़ी और हिन्दी (जो प्रतिभागियों की सबसे परिचित भाषा थी), दोनों भाषाओं का इस्तेमाल किया गया था।

गति और बल

पहली समस्या (देखें **सवाल I : कौन बल लगाता है?**), के उत्तर में 22 (81%) प्रतिभागियों ने विकल्प **ख** चुना और 5 (19%) ने विकल्प **ड** चुना। विकल्प **ड** सही जवाब है। अभी सवाल यह है कि अधिकांश प्रतिभागियों ने विकल्प **ख** क्यों चुना?

जब प्रतिभागियों ने यह प्रयोग किया, तो उन्होंने देखा कि कुर्सी X में बहुत ही कम स्थान परिवर्तन हुआ। एक बार तो उसका कोई भी स्थान परिवर्तन नहीं हुआ। जबकि कुर्सी Y ने काफ़ी दूरी तय की। कई प्रतिभागियों ने बल के प्रयोग को किसी वस्तु

की गति से जोड़ा (इस मामले में, कुर्सी Y की गति)। न्यूटन के गति के पहले नियम का हवाला देते हुए, इन प्रतिभागियों ने तर्क दिया कि चूँकि कुर्सी X विराम अवस्था में (स्थिर) थी, इसलिए उस पर कोई बल नहीं लगा। यह तर्क ग़लत है क्योंकि यह न्यूटन के गति के तीसरे नियम और घर्षण बल दोनों को अनदेखा करता है।

हालाँकि सभी प्रतिभागी न्यूटन के गति के तीसरे नियम को बता पा रहे थे : “प्रत्येक क्रिया की सदैव समान और विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।” लेकिन उनमें से सभी प्रतिभागी इस ज्ञान को इस स्थिति में लागू नहीं कर पाए थे (देखें **चित्र-2**)। जब कुर्सी

X पर बैठा व्यक्ति कुर्सी Y पर बल लगाता है, तो कुर्सी Y भी कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति पर बराबर और विपरीत बल लगाती है। इन बलों के प्रभाव में, दोनों कुर्सियाँ गति करती हैं। जैसे ही वे गति करती हैं, घर्षण बल काम करने लगता है। यह दूसरा बल धक्का देने वाले बल के विपरीत दिशा में कार्य करता है। चूँकि घर्षण उस वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करता है जिस पर वह कार्य करता है और कुर्सी X, उस पर बैठे व्यक्ति का अतिरिक्त भार वहन करती है, इसलिए कुर्सी X पर, कुर्सी Y की तुलना में अधिक घर्षण बल लगता है। इसी कारण से दोनों कुर्सियाँ अलग-अलग दूरी तय करती हैं।



चित्र-2 : क्या पिन और गेंद एक-दूसरे पर बराबर मात्रा में बल लगाते हैं?

Credits: Daniel Orth, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/danorth1/24013920255>.
Licence: CC BY-ND 2.0 DEED.

जब दूसरी समस्या प्रस्तुत की गई (देखें **सवाल II : कितना बल?**), तो 15 (56%) प्रतिभागियों ने विकल्प **ग** चुना, 5 (18%) ने विकल्प **ड** चुना, 3 (12%) ने विकल्प **च** चुना, 2 (7%) ने विकल्प **ख** चुना, और 1 (4%) ने विकल्प **क** चुना। विकल्प **ड** सही जवाब है। इतने सारे प्रतिभागियों ने अन्य विकल्प क्यों चुने?

विकल्प **ग** या **च** चुनने वालों ने न्यूटन के गति के दूसरे नियम की अनदेखी की थी। दोनों कुर्सियों के त्वरण में उन्होंने जो अन्तर देखा था, उसके आधार पर उन्होंने निष्कर्ष निकाला था कि दोनों कुर्सियों पर असमान बल लग रहे थे। लेकिन इस निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए, दोनों कुर्सियों के सापेक्ष द्रव्यमान को भी ध्यान में रखना ज़रूरी था। विकल्प **ख** चुनने वाले प्रतिभागियों ने ग़लत धारणा बनाई कि सिर्फ़ सजीव वस्तुएँ या धक्का देने का इरादा रखने वाली वस्तुएँ ही बल लगा सकती हैं।

चर्चा के इस चरण में, प्रतिभागियों को सवाल I और II के लिए उनके जवाबों की तुलना करने के लिए बुलाया गया। इन दोनों सवालियों के सबसे आम जवाब एक ही ग़लत धारणा से निकले थे – किसी वस्तु पर लगने वाले बल की मात्रा का अनुमान उसके द्वारा उत्पन्न गति की मात्रा से लगाया जा सकता है। इससे प्रतिभागियों ने निष्कर्ष निकाला कि : (क) अगर कोई वस्तु गति नहीं कर रही होती है तो उस पर कोई बल नहीं लग रहा

होता है, और (ख) किसी वस्तु में जितनी अधिक गति होती है, उस पर उतना ही अधिक बल लग रहा होता है। प्रतिभागियों ने माना कि ये जवाब आपस में जुड़े हुए थे, लेकिन वे यह नहीं देख पा रहे थे कि उनके जवाबों ने न्यूटन के गति के दूसरे और तीसरे नियमों की कैसे अनदेखी की। मैंने सवालियों के सही जवाब साझा नहीं किए। लेकिन, उनकी मदद करने के लिए, मैंने न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम के बारे में बताया और न्यूटन के गति के तीन नियमों के साथ इसके सम्बन्ध की ओर ध्यान दिलाया – किसी भी वस्तु पर पृथ्वी द्वारा लगाया गया बल, उस वस्तु द्वारा पृथ्वी पर लगाए गए बल के बराबर होता है।

गुरुत्वाकर्षण के तहत गति

गुरुत्वाकर्षण पर चर्चा से हम तीसरी समस्या पर पहुँचे (देखें **सवाल III : कौन पहले नीचे गिरेगा?**)। मैंने प्रतिभागियों को यह अनुमान लगाने के लिए कहा कि तीनों परिदृश्यों में से प्रत्येक में कौन-सी वस्तु पहले ज़मीन पर गिरेगी।⁹ पहला परिदृश्य प्रस्तुत करने पर, प्रतिभागियों ने अनुमान लगाया कि दोनों बोटलें एक ही समय पर ज़मीन पर पहुँचेंगी। इसकी पुष्टि करने के लिए, दो बोटलों को बढ़ती हुई ऊँचाई से गिराया गया। हर मामले में, जैसा कि अनुमान लगाया गया था, दोनों बोटलें लगभग एक ही समय पर ज़मीन पर पहुँचीं। दूसरे परिदृश्य के जवाब में, प्रतिभागियों ने अनुमान लगाया कि कागज़ के पन्ने की तुलना में पर्स तेज़ी से गिरेगा। जब उनसे उनके इस जवाब का कारण पूछा गया, तो प्रतिभागियों ने तर्क दिया कि कागज़ के पन्ने को उसकी सतह का क्षेत्रफल ज़्यादा होने के कारण अधिक वायु प्रतिरोध का सामना करना पड़ेगा। एक प्रदर्शन ने इस पूर्वानुमान की पुष्टि की। तीसरे परिदृश्य को प्रदर्शित करने के लिए, मैंने एक नोटबुक और उसके मोटे कवर पेज का इस्तेमाल किया। इससे यह सुनिश्चित हुआ कि दोनों वस्तुओं का सतह-क्षेत्रफल समान था। दोनों वस्तुओं को एक ही ऊँचाई से गिराया गया। जब उन्हें इस

तरह पकड़कर गिराया गया कि उनके सामने का हिस्सा/मुँह ज़मीन से क्षैतिज रहे, तो कवर पेज नोटबुक के बाद ज़मीन पर पहुँचा। प्रतिभागियों ने अनुमान लगाया कि चूँकि कवर पेज हलका था, इसलिए यह भारी नोटबुक की तरह आसानी से वायु प्रतिरोध को पार नहीं कर पाया। इसका परीक्षण करने के लिए, दो वस्तुओं को इस तरह से गिराया गया कि उनका सामने का हिस्सा/मुँह ज़मीन से लम्बवत रहे। इस मामले में, दोनों वस्तुएँ लगभग एक ही समय पर ज़मीन पर पहुँचीं। प्रदर्शनों की इस शृंखला के आखिर तक, प्रतिभागी इस बात पर सहमत हो गए कि उनके द्रव्यमान के बावजूद, एक ही ऊँचाई से छोड़ी गई कोई भी दो वस्तुएँ एक ही समय पर ज़मीन पर पहुँचेंगी।

जब चौथी समस्या प्रस्तुत की गई (देखें **सवाल IV : कौन सबसे दूर तक जाता है?**), तो 17 (65%) प्रतिभागियों ने विकल्प **क** चुना, 8 (31%) ने विकल्प **ग** चुना, और 1 (4%) ने विकल्प **ख** चुना। सही जवाब विकल्प **ग** है।

उन्हें सही विकल्प की ओर ले जाने के लिए, मैंने प्रतिभागियों से उन सभी बलों के नाम बताने को कहा जो मेज़ के एक छोर से लुढ़कती दो गेंदों पर लगते हैं। अधिकांश प्रतिभागियों ने गुरुत्वाकर्षण बल का नाम लिया। उनमें से एक ने यह विश्वासपूर्वक कहा कि गेंदों पर गुरुत्वाकर्षण बल तब भी लग रहा था जब वे मेज़ के किनारे की ओर लुढ़क रही थीं। हालाँकि अधिकांश प्रतिभागियों ने इस सवाल (IV) के सन्दर्भ में गुरुत्वाकर्षण बल की भूमिका को पहचाना था और इनमें से सभी प्रतिभागियों ने सवाल III के तीन परिदृश्यों में न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम को सटीक रूप से लागू किया था, लेकिन फिर भी इनमें से कई प्रतिभागी सवाल तीन की समझ का इस सन्दर्भ में इस्तेमाल नहीं कर पा रहे थे। एक ओर, जिन प्रतिभागियों ने विकल्प **क** चुना था, उन्होंने इस स्थिति की तुलना हलकी और भारी वस्तुओं को अपने से दूर फेंकने के अपने वास्तविक जीवन के अनुभव से की। उन्होंने तर्क

दिया कि समान बल से फेंके जाने पर भी, हलकी वस्तुएँ (भारी वस्तुओं की तुलना में) ज़मीन पर गिरने से पहले अधिक दूरी तय करेंगी। यह ग़लत क्यों है? इस सवाल में दो गेंदें गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में एक मेज़ के किनारे से लुढ़क गईं। इसमें, वे सवाल III के तीन परिदृश्यों में से कोई भी दो वस्तुओं की तरह थीं – वे एक ही समय में ज़मीन पर पहुँचेंगी। दूसरी ओर, विकल्प ग चुनने वाले कुछ प्रतिभागियों ने तर्क दिया कि दोनों गेंदें एक ही समय में ज़मीन पर गिरेंगी क्योंकि उन पर समान मात्रा में गुरुत्वाकर्षण बल लग रहा है। यह ग़लत है क्योंकि किसी वस्तु पर लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। अलग-अलग द्रव्यमान वाली वस्तुएँ एक ही समय पर ज़मीन पर गिरती हैं, इसलिए नहीं कि उन पर समान मात्रा में बल लगता है, बल्कि इसलिए कि वे समान त्वरण (गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण) का अनुभव करती हैं।

जब पाँचवीं समस्या प्रस्तुत की गई (देखें सवाल V : फेंकने का बल कितनी देर तक काम करता है?), प्रतिभागियों द्वारा दिए गए जवाब विविध और दिलचस्प थे। सभी प्रतिभागी इस बात पर सहमत थे कि बिन्दु A पर गेंद पर दो बल काम करते हैं – जिस बल से गेंद को फेंका गया था और गुरुत्वाकर्षण बल। उनमें से कुछ ने सही बताया कि गेंद पर हवा का घर्षण बल भी



चित्र-3 : जिस बल से गेंद को मारा जाता है वह उस पर कितनी देर तक कार्य करता रहता है?

Credits: Anil Sharma. URL: <https://www.pexels.com/photo/man-playing-cricket-match-16062162/>. Licence: CCO.

लगता है। 16 (62%) प्रतिभागियों ने यह विचार व्यक्त किया कि गेंद पर फेंकने का बल तब तक काम करता रहेगा जब तक कि वह ज़मीन को न छू ले, लेकिन अपने प्रक्षेप पथ के प्रत्येक बिन्दु पर परिमाण (तीव्रता) में कम होता जाएगा। इस प्रकार, उन्होंने तर्क दिया कि बिन्दु B पर फेंकने का बल गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर होगा और बिन्दु C पर गुरुत्वाकर्षण बल से बहुत कमजोर होगा। 10 (38%) प्रतिभागियों ने यह विचार व्यक्त किया कि बिन्दु B पर फेंकने का बल शून्य हो जाएगा और गुरुत्वाकर्षण ही एकमात्र बल होगा जो बिन्दु C पर गेंद पर काम करेगा।

चर्चा के इस बिन्दु पर, मैंने बल्ले से गेंद को मारने पर उसके प्रक्षेप पथ का प्रदर्शन किया और प्रतिभागियों से यह अनुमान लगाने के लिए कहा कि यह बल गेंद पर कब तक कार्य करता रहेगा (देखें चित्र-3)। सभी प्रतिभागियों ने यह विचार व्यक्त किया कि जिस बल से गेंद को मारा गया था, वह उस पर तब तक कार्य करता रहेगा जब तक कि वह ज़मीन पर न पहुँच जाए। मैंने सवाल किया कि अगर ऐसा है, तो क्या गेंद एक निश्चित दूरी तय करने के बाद रुकने की बजाय आगे नहीं बढ़ती रहेगी? इस बिन्दु को और स्पष्ट करने के लिए, मैंने प्रतिभागियों से गुरुत्वाकर्षण की अनुपस्थिति में गेंद के प्रक्षेप पथ का अनुमान लगाने के लिए कहा। प्रतिभागी इस बात पर सहमत थे कि गुरुत्वाकर्षण की अनुपस्थिति में, गेंद एक सीधी रेखा में आगे बढ़ती रहेगी। न्यूटन के गति के पहले नियम का सन्दर्भ देते हुए, उन्होंने तर्क दिया कि गेंद का प्रक्षेप पथ गति की जड़ता से निर्धारित होगा; न कि गेंद में प्रयोग किए गए बल से। मैंने पूछा कि क्या यह अनुमान लगाया जा सकता है कि सवाल V में गेंद का घुमावदार पथ गुरुत्वाकर्षण के कारण था। थोड़ी-सी चर्चा के बाद, अधिकांश प्रतिभागियों ने इस अनुमान से सहमति व्यक्त की।

हालाँकि, उनमें से कुछ ने अपना असन्तोष व्यक्त किया। उनमें से एक ने सवाल

बॉक्स-3 : कार्यशाला के परिणाम

इस सत्र के आखिर तक, कई प्रतिभागियों की इन तथ्यों पर लगभग सहमति बन गई थी कि :

- न्यूटन के तीसरे नियम का अर्थ है कि बल जोड़े में मौजूद होते हैं।
- मुक्त रूप से गिरने वाली वस्तुओं पर सिर्फ गुरुत्वाकर्षण बल ही कार्य करता है।

इन अभ्यासों के जवाबों से तीन और पहलू सामने आए, जिन्हें समझना अकसर मुश्किल होता है :

- गति की दिशा के लम्बवत लगने वाला बल कोई कार्य नहीं करता है।
- किसी वस्तु की गति को बनाए रखने के लिए किसी बल की आवश्यकता नहीं होती है।
- न्यूटन के गति के नियम किसी वस्तु पर किसी निश्चित समय पर कार्य करने वाले विभिन्न बलों का अनुमान लगाने में मदद करते हैं।

उठाया: “यह कैसे सम्भव है कि गेंद सिर्फ गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में एक घुमावदार रास्ता अपनाती है? क्या यह रास्ता एक ऐसे बल की ओर इंगित नहीं करता जो गति की दिशा में लगातार काम करता रहता है?” मैं चर्चा को सवाल III पर वापस ले आया, और प्रतिभागियों को याद दिलाया कि अलग-अलग द्रव्यमान की वस्तुएँ एक ही त्वरण से ज़मीन पर गिरी थीं। इससे कुछ प्रतिभागियों ने निष्कर्ष निकाला कि सवाल IV में दोनों गेंदें एक ही समय पर ज़मीन पर पहुँचेंगी और मेज़ से समान दूरी तय करेंगी।

चलते-चलते

हालाँकि कार्यशाला के प्रतिभागी न्यूटन के गति के नियमों और गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त को बता पा रहे थे, लेकिन उन्होंने दोनों के बारे में अपर्याप्त समझ दर्शायी। कार्यशाला ने इन अवधारणाओं के इर्द-गिर्द बनी कुछ सामान्य भ्रान्तियों को उजागर करने में मदद की। ये भ्रान्तियाँ निम्न के

बीच अन्तर न कर पाने से उत्पन्न हुई :
 (क) यांत्रिक बल और गुरुत्वाकर्षण बल,
 (ख) ऊर्जा और बल, और (ग) वेग और त्वरण। उदाहरण के लिए, इन्हीं कारणों के लिए, प्रतिभागियों ने गति को जड़त्व की बजाय बल से जोड़ा। उन्होंने दूरी में फेंकी गई गेंद के घुमावदार पथ को गुरुत्वाकर्षण की बजाय एक प्रेरक या प्रेरणा – जैसे बल से जोड़ा। बल की कई पूर्व-गैलीलियन और पूर्व-न्यूटोनियन अवधारणाओं की तरह, ये भ्रान्तियाँ व्यक्तिगत त्रुटियों या संज्ञानात्मक सीमाओं की बजाय वास्तविक दुनिया के अनुभवों की व्याख्याओं से उत्पन्न होती हैं।

अकसर, ये भ्रान्तियाँ विद्यार्थियों और शिक्षकों में इतनी गहराई से समाहित होती हैं कि सिर्फ गलतियाँ बताने या सही जवाब साझा करने से उनकी समझ में बदलाव आने की सम्भावना नहीं होती है। उदाहरण के लिए, मेरे द्वारा प्रतिभागियों को यह याद

दिलाने के बाद भी कि बल ऊर्जा से भिन्न है – न तो एक संरक्षित मात्रा है और न ही किसी वस्तु का गुण है – वे इस समझ को सवाल V पर लागू नहीं कर पा रहे थे। बल की कार्यप्रणाली को प्रदर्शित करने के प्रयोग भी भ्रान्तियों को तोड़ने में अपर्याप्त हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, विस्तृत प्रदर्शन के बावजूद कि मुक्त रूप से गिराने पर सभी वस्तुएँ समान तीव्रता से ज़मीन की ओर बढ़ती हैं, प्रतिभागी अपनी शुरुआती समझ पर अड़े रहे कि किसी वस्तु का द्रव्यमान ज़मीन से टकराने के बाद उसके द्वारा तय की गई क्षैतिज दूरी को प्रभावित करता है।

शिक्षकों और शिक्षक-प्रशिक्षकों के साथ यह अनुभव दर्शाता है कि कैसे खण्डन करने वाले उदाहरणों के इर्द-गिर्द सवाल व्यक्तिगत वैचारिक ढाँचों की खोज करने और उन्हें चुनौती देने में प्रभावी हो सकते हैं (देखें **बॉक्स-3**)। मैंने यहाँ जो सवाल साझा किए

हैं, उनका इस्तेमाल विभिन्न तरीकों से किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, सवाल I और II के सन्दर्भित समस्याओं को कमोबेश एक ही वजन के दो लोगों का इस्तेमाल करके प्रदर्शित किया जा सकता है। इसी तरह, सवाल IV को दो गेंदों (खोखली और ठोस) को अलग-अलग ऊँचाई से ज़मीन पर गिराकर प्रदर्शित किया जा सकता है। या प्रतिभागियों से इन प्रदर्शनों में दो कुर्सियों या दो गेंदों द्वारा तय की गई दूरी को मापने और तुलना करने के लिए कहा जा सकता है। समस्या के सन्दर्भों को जिस क्रम में प्रस्तुत किया जाता है, उसे चर्चा में उठने वाली विशिष्ट वैचारिक कमियों के अनुसार ढाला जा सकता है।

अपने विद्यार्थियों या सहकर्मियों के साथ इन सवालों पर चर्चा करने की कोशिश करें। आप समस्या के सन्दर्भों में क्या बदलाव करेंगे? आप कौन-सी भ्रान्तियाँ खोजेंगे?

मुख्य बिन्दु

- जबकि बल और न्यूटोनियन यांत्रिकी प्राथमिक भौतिकी की बुनियाद हैं, कई विद्यार्थियों और शिक्षकों में इन अवधारणाओं के बारे में वैकल्पिक अवधारणाएँ (भ्रान्तियाँ) बन जाती हैं।
- कई भ्रान्तियाँ बल की पूर्व-गैलीलियन और पूर्व-न्यूटोनियन अवधारणाओं जैसी होती हैं और व्यक्तिगत त्रुटियों या संज्ञानात्मक सीमाओं की बजाय वास्तविक दुनिया के अनुभवों की सीमित व्याख्याओं से निर्मित होती हैं।
- ये भ्रान्तियाँ इतनी गहराई तक समाहित हो सकती हैं कि बल के काम-काज को प्रदर्शित करने वाले सटीक सिद्धान्त या प्रयोगों के साथ उनका मुकाबला करना मुश्किल हो सकता है।
- विद्यार्थियों या शिक्षकों के सामने वास्तविक दुनिया के खण्डन करने वाली समस्याओं के बारे में सवाल प्रस्तुत करना वैकल्पिक अवधारणाओं को सामने लाने और उन्हें चुनौती देने में प्रभावी हो सकता है।



आभार : लेखक कार्यशाला के प्रतिभागियों; जिला संस्थान, अजीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन, उधम सिंह नगर के विज्ञान टीम के सदस्यों और अनाम समीक्षकों के प्रति आभार व्यक्त करता है।

टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार *आई वंडर...*, फ़रवरी 2017, पेज 44-49 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख यहाँ से प्राप्त किया जा सकता है: <https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/1279/>। इसका हिन्दी अनुवाद <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/3542/> से प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। साथ ही इसमें पाँच सवाल शीट जोड़ी गई हैं।
2. Credits for the image used in the background of the article title: Free fall. URL: <https://www.rawpixel.com/image/5945830/free-public-domain-cc0-photo>. License: CC0.

References:

1. Clement J (1982). 'Students' Preconceptions in Introductory Mechanics'. American Journal of Physics, 50 (1): 66-71.
2. Halloun IA & Hestenes D (1985). 'Common Sense Concepts About Motion'. American Journal of Physics, 53 (11): 1056-1065.
3. Rampal A (1995). 'Where the Force is Absent?'. Sandarbh, 3 (1): 19-33.
4. Trumper R (1995). 'The Need for Change in Elementary-school Teacher Training: The Force Concept as an Example'. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 26 (1): 7-25.
5. Shome S (2013). 'When Objects Fail to Move Despite Force Being Exerted!'. Voices of Teachers and Teacher Educators, 2 (2): 38-43.
6. Jammer M (1962). 'Concepts of Force'. Harper Torchbooks.
7. Halliday, D, Resnick, R, & Walker, J (2013). Fundamentals of Physics. New York: John Wiley & Sons.
8. Hestenes D, Wells M, and Swackhamer G (1992). 'Force Concept Inventory'. The Physics Teacher, 30 (3): 141-158.
9. Shome S (2020). 'Do Heavy Objects Fall Faster Than Lighter Objects?'. Sandarbh, 126. URL: <https://www.eklavya.in/magazine-activity/sandarbh-magazines/581-sandarbh-121-to-130/613-sandarbh-issue-126/3590-kya-bhari-vastuyen-halki-vastuon-ki-tulna-me-tezi-se-girti-hai>.



सौरभ सोम अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, भोपाल में फ़ैकल्टी के रूप में कार्यरत हैं। उनकी शोध रुचियों में परियोजना-आधारित शिक्षा, शिक्षक व्यावसायिक विकास और भारत में विज्ञान और प्रौद्योगिकी शिक्षा शामिल हैं। जब यह लेख पहली बार प्रकाशित हुआ था, तब सौरभ अजीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन में एक शिक्षक और शिक्षक-प्रशिक्षक के रूप में काम कर रहे थे। उनसे saurav.shome@apu.edu.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : सीमा **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** प्रतिका गुप्ता

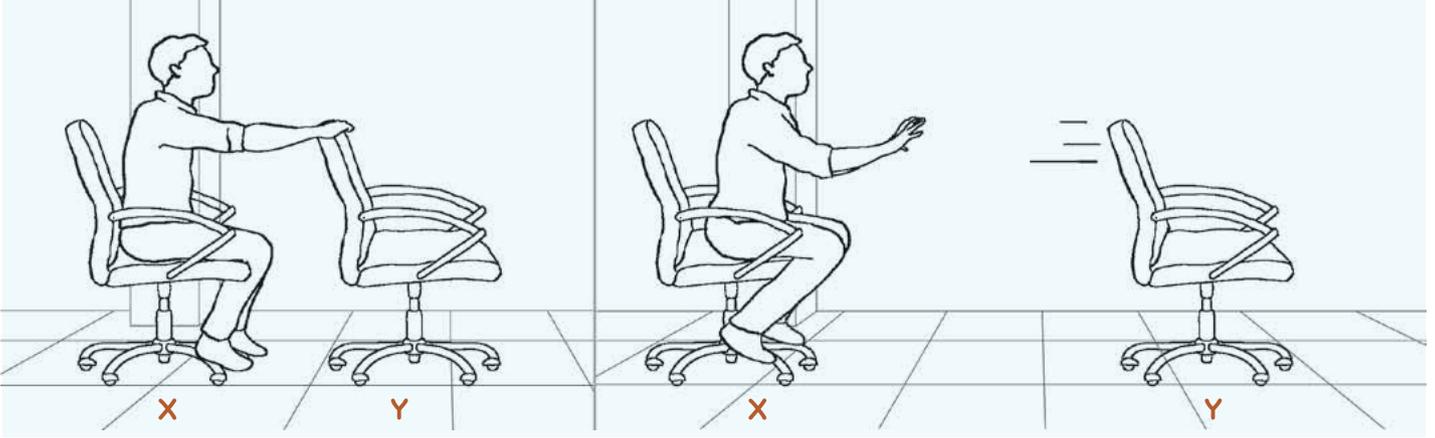


विज्ञान शिक्षक काम पर सवाल I : कौन बल लगाता है?

समस्या का सन्दर्भ :

पहियों वाली दो एक जैसी कुर्सियाँ X और Y एक के पीछे एक और एक ही दिशा में मुँह करके रखी गई हैं। एक व्यक्ति कुर्सी X पर बैठा है और कुर्सी Y की पीठ पर अपना हाथ रखता है। कुर्सी X पर बैठा व्यक्ति कुर्सी Y को अचानक धक्का देता है।

ऐसा करके देखें और नतीजों का अवलोकन करें।



सवाल :

निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है? अपना विकल्प चुनें -

क. न तो व्यक्ति और न ही कुर्सी Y एक-दूसरे पर बल लगाते हैं।

ख. व्यक्ति कुर्सी Y पर बल लगाता है, लेकिन कुर्सी व्यक्ति पर कोई बल नहीं लगाती है।

ग. व्यक्ति और कुर्सी Y दोनों एक-दूसरे पर बल लगाते हैं। कुर्सी Y द्वारा व्यक्ति पर लगाया गया बल व्यक्ति द्वारा कुर्सी Y पर लगाए गए बल से ज्यादा है।

घ. व्यक्ति और कुर्सी Y दोनों एक-दूसरे पर बल लगाते हैं। व्यक्ति द्वारा कुर्सी Y पर लगाया गया बल कुर्सी Y द्वारा व्यक्ति पर लगाए गए बल से ज्यादा है।

ङ. व्यक्ति और कुर्सी Y एक-दूसरे पर समान मात्रा में बल लगाते हैं।

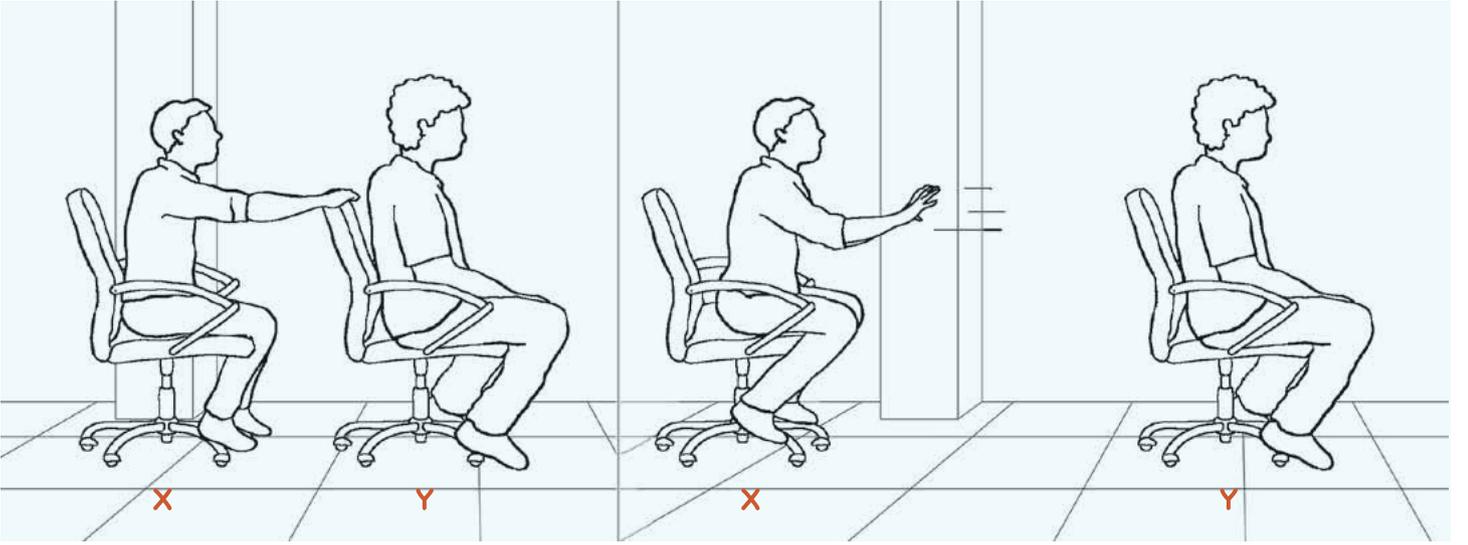
आप अपने जवाब को कैसे उचित ठहराएँगे?



विज्ञान शिक्षक काम पर सवाल II : कितना बल?

समस्या का सन्दर्भ :

पहियों वाली दो एक जैसी कुर्सियाँ X और Y एक के पीछे एक और एक ही दिशा में मुँह करके रखी गई हैं। एक व्यक्ति कुर्सी X पर बैठता है और दूसरा व्यक्ति कुर्सी Y पर बैठता है। कुर्सी Y पर बैठे व्यक्ति का द्रव्यमान कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति के द्रव्यमान का लगभग 1.5 गुना है। कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति कुर्सी Y की पीठ पर अपना हाथ रखता है और उसे अचानक धक्का देता है।



सवाल :

निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है? अपना विकल्प चुनें-

- क. न तो कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति और न ही कुर्सी Y एक-दूसरे पर बल लगाते हैं।
- ख. कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति कुर्सी Y पर बल लगाता है, लेकिन कुर्सी Y कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति पर बल नहीं लगाती।
- ग. कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति और कुर्सी Y एक-दूसरे पर बल लगाते हैं। कुर्सी Y द्वारा लगाया गया बल कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति द्वारा लगाए गए बल से ज्यादा है।
- घ. कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति और कुर्सी Y एक-दूसरे पर बल लगाते हैं। कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति द्वारा लगाया गया बल कुर्सी Y द्वारा लगाए गए बल से ज्यादा है।
- ङ. कुर्सी Y और कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति एक-दूसरे पर बराबर मात्रा में बल लगाते हैं।
- च. कुर्सी Y कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति पर बल लगाती है, लेकिन कुर्सी X पर बैठे व्यक्ति कुर्सी Y पर बल नहीं लगाता।

आप अपने जवाब को कैसे उचित ठहराएंगे?

रचनाकार :

iwonder...
Rediscovering school science

सौरभ सोम अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, भोपाल में कार्यरत हैं।

अनुवाद : सीमा

पुनरीक्षण : उमा सुधीर

कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता

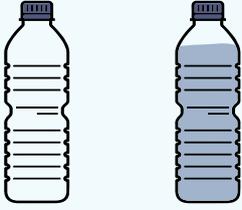


विज्ञान शिक्षक काम पर सवाल III : पहले कौन नीचे आएगा?

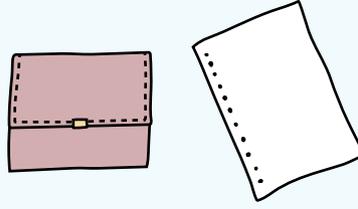
समस्या का सन्दर्भ :

नीचे दिए गए तीन परिदृश्यों में से प्रत्येक में, दो वस्तुओं को एक साथ एक ही ऊँचाई से गिराया जाता है।

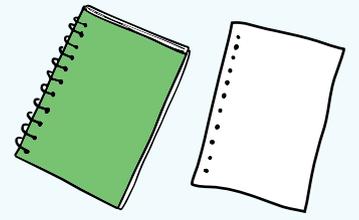
- परिदृश्य 1 : एक खाली बोतल और एक पानी से भरी बोतल।
- परिदृश्य 2 : एक पर्स और कागज़ का एक पन्ना।
- परिदृश्य 3 : एक नोटबुक और उसी नोटबुक का एक पन्ना।



परिदृश्य 1



परिदृश्य 2



परिदृश्य 3

सवाल :

क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि प्रत्येक परिदृश्य में दोनों वस्तुओं में से कौन-सी वस्तु पहले ज़मीन पर पहुँचेगी? अपने अनुमान दूसरों के साथ साझा करने के बाद, इन तीन परिदृश्यों को आजमाएँ और नतीजों का अवलोकन करें!

आप अपने जवाब को कैसे उचित ठहराएँगे?

रचनाकार :

सौरभ सोम अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, भोपाल में कार्यरत हैं।

अनुवाद : सीमा पुनरीक्षण : उमा सुधीर कॉपी एडिटर : प्रतिका गुप्ता



विज्ञान शिक्षक काम पर

सवाल IV : कौन सबसे दूर तक जाता है?

समस्या का सन्दर्भ :

कल्पना कीजिए कि एक ही आकार की दो लोहे की गेंदें एक ही वेग से एक मेल जैसी क्षैतिज सतह पर लुढ़क रही हैं। एक गेंद खोखली है, जबकि दूसरी ठोस है। ठोस गेंद खोखली गेंद से 10 गुना भारी है।

दोनों गेंदें एक ही समय पर मेल के एक छोर से नीचे की ओर लुढ़कती हैं। खोखली गेंद मेल के आधार से DH की क्षैतिज दूरी तय करती है जबकि ठोस गेंद आधार से DS की क्षैतिज दूरी तय करती है।

सवाल :

निम्नलिखित में से कौन-सा कथन DH और DS के बीच के सम्बन्ध को सबसे अच्छे से दर्शाता है?

क. $DH > DS$

ख. $DH < DS$

ग. $DH = DS$

आप अपने जवाब को कैसे उचित ठहराएँगे?

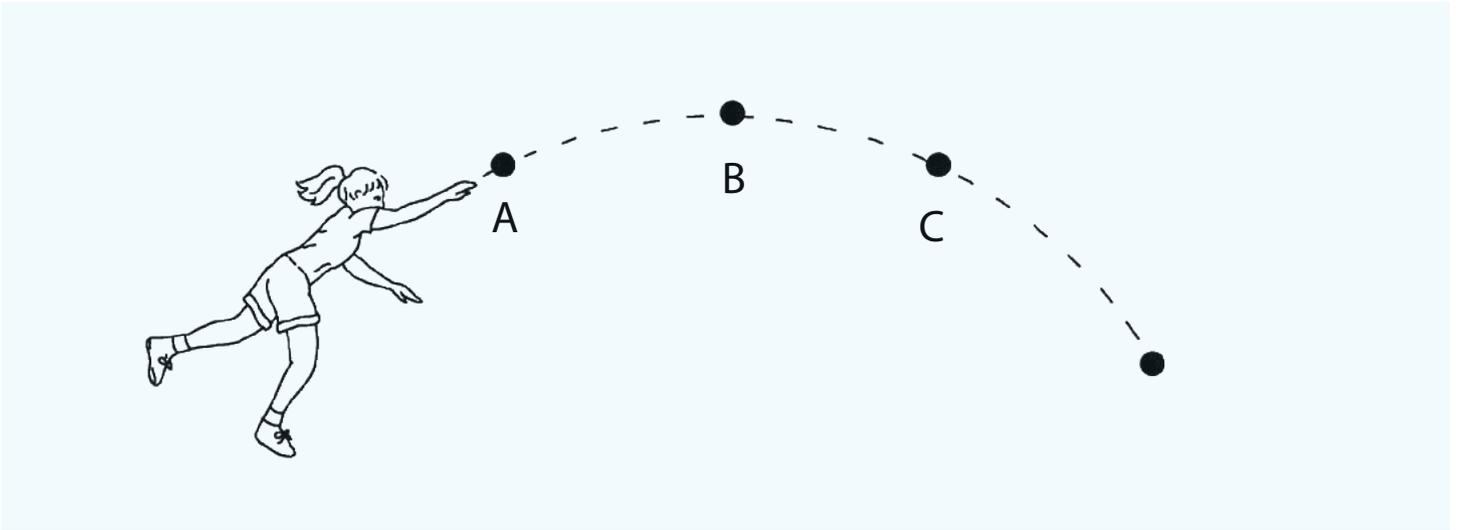


विज्ञान शिक्षक काम पर

सवाल V : फेंकने का बल कितनी देर तक काम करता है?

समस्या का सन्दर्भ :

जैसा कि नीचे दिखाया गया है, एक विद्यार्थी क्रिकेट की गेंद फेंकती है।



सवाल :

बिन्दु A, B और C को देखें। गेंद की उड़ान के इन बिन्दुओं पर गेंद पर कौन-सा बल काम करता है? कृपया गेंद पर हवा के प्रतिरोध के प्रभाव को नज़रअन्दाज़ करें।

आप अपने जवाब को कैसे उचित ठहराएँगे?

हमारे लिए लिखें

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा, 2023 के अनुसार, विज्ञान शिक्षा को मिडिल स्कूल के विद्यार्थियों में निम्नलिखित क्षमताएँ और योग्यताएँ विकसित करना चाहिए :

- पदार्थों और उसके घटकों, उसके गुणों और व्यवहार के अन्वेषण करने की
- भौतिक दुनिया को वैज्ञानिक और गणितीय शब्दावली (नामों) में समझने की
- जीवित दुनिया को वैज्ञानिक शब्दावली में समझने की
- स्वास्थ्य, स्वच्छता और भलाई के घटकों को समझने की
- विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज के इंटरफ़ेस को समझने की
- वैज्ञानिक ज्ञान बनाने और वैज्ञानिक जाँच-पड़ताल करने के माध्यम से विज्ञान की प्रकृति और वैज्ञानिक प्रक्रियाओं को समझने की
- विज्ञान से सम्बन्धित सवालों, टिप्पणियों और निष्कर्षों को बता पाने की
- इतिहास और सम-सामयिकी के माध्यम से विज्ञान के क्षेत्रों और विज्ञान के घटक क्षेत्रों में भारत के योगदान को समझने और उसकी सराहना करने की

- विज्ञान के सभी क्षेत्रों की ताज़ा-तरीन खोजें, आयडिया और सीमाओं के बारे में जागरूकता विकसित करने की, ताकि यह समझा जा सके कि विज्ञान निरन्तर विकसित होता रहता है और अभी इसके कई प्रश्न अनुत्तरित हैं।

भारत के किसी सरकारी स्कूल में पढ़ाने वाले एक मिडिल स्कूल के विज्ञान शिक्षक को पाठ्यचर्या के इन लक्ष्यों को पूरा करने और अपने विद्यार्थियों में सम्बन्धित दक्षता विकसित करने के लिए किस तरह के ज्ञान और शैक्षणिक तरीकों की आवश्यकता होगी? यदि आप विज्ञान शिक्षक, शिक्षक-प्रशिक्षक या शोधकर्ता हैं जो इस प्रश्न की खोज में लगे हुए हैं तो अपने अनुभव हमारे साथ साझा करें।

हमें ऐसे लेखों का इंतज़ार है जो :

- मिडिल स्कूल विज्ञान पाठ्यक्रम की मूलभूत अवधारणाओं और अन्तर्निहित सिद्धान्तों की गहन खोज करते हों।
- शिक्षण के ऐसे उदाहरण प्रस्तुत करते हों जो पाठ्यपुस्तक की अवधारणाओं को विद्यार्थियों की वास्तविक दुनिया से जोड़ते हों और जाँच-आधारित तरीकों से विज्ञान सीखने को प्रोत्साहित करते हों।

- विज्ञान और विज्ञान शिक्षा पर विवेचनात्मक दृष्टिकोण प्रस्तुत करते हैं। यह दृष्टिकोण मिडिल स्कूल विज्ञान शिक्षकों के कक्षा अभ्यास को समृद्ध कर सकते हैं।
- मिडिल स्कूल पाठ्यक्रम की अवधारणाओं पर विद्यार्थियों को होने वाले भ्रम (misconception) के बारे में बात करते हैं और साथ ही उन्हें पहचानने, उन्हें चुनौती देने या उन्हें सम्बोधित करने के तरीके पर बात करते हैं।
- अध्यायों की योजनाएँ, गतिविधियाँ, नवाचार, फ्रील्ड गाइड और विद्यार्थियों की जिज्ञासा और कल्पनाओं को आकर्षित करने वाली विज्ञान की कहानियाँ प्रस्तुत करते हैं।

लेखों के लिए दिशानिर्देश :

- लेख 1500 शब्दों से अधिक लम्बे न हों। स्निपेट 800 शब्दों से अधिक लम्बे न हों।
- लेख सरल-सहज भाषा में लिखे हों (इनकी गनिंग फॉग इण्डेक्स (पठनीयता) 12 या उससे कम हो यानी लेखों की भाषा और कठिनाई का स्तर ऐसा हो कि हाई स्कूल पढ़ने-पढ़ाने वालों को समझ आ सके)।
- लेख मिडिल स्कूल की विज्ञान की अवधारणाओं पर ध्यान केन्द्रित करने वाले हों।
- लेख सीधे तौर पर मिडिल स्कूल के विज्ञान शिक्षक के लिए उपयोगी हों।
- लेखों में गतिविधि शीट और प्रयोग में यथासम्भव कम खर्चीली, कबाड़ से जुगाड़ और आसानी से उपलब्ध सामग्री का उपयोग होना चाहिए।

मुख्य लेख इस तरह के विषयों पर हो सकते हैं :

- विज्ञान प्रयोगशाला : किसी अवधारणा या घटना को समझाने के लिए आजमाए जा चुके या जाँचे-परखे प्रयोग लेख का विषय बन सकते हैं।

- इतिहास वृत्तान्त : किसी महत्वपूर्ण दृष्टिकोण या अवधारणा स्थापित करने में, या किसी महत्वपूर्ण खोज या आविष्कार करने में शामिल प्रक्रिया और उपकरणों/साधनों का इतिहास बताता लेख हो सकता है।
- पृथ्वी के महत्त्व को समझना : वहनीयता, पृथ्वी विज्ञान, जलवायु विज्ञान और प्रणाली चिन्तन पर नज़रिया और शिक्षण-अधिगम तरीके साझा किए जा सकते हैं।
- विज्ञान शिक्षक के जीवन्त अनुभव : विज्ञान शिक्षण के अपने अनुभव साझा किए जा सकते हैं।

छोटे लेख के विषय :

- मिथक या तथ्य : प्रचलित गलत-धारणाओं (भ्रान्तियों या मिथकों) को सम्बोधित करते वस्तुनिष्ठ और सत्यापन योग्य अवलोकन साझा किए जा सकते हैं।
- हमें कैसे पता चला : इस बारे में लिख सकते हैं कि किसी चीज के बारे में हमें कैसे पता चला। जैसे, हमें कैसे पता चला कि कोई तारा पृथ्वी से कितनी दूर है या मानव शरीर में कितने सूक्ष्मजीव रहते हैं।
- पोस्टर, कविताएँ या कहानियाँ : किसी भी विषय या थीम पर आधारित ऐसा कोई पोस्टर, कविता या कहानी हमें भेज सकते हैं जिसे शिक्षक कक्षा में संसाधन के रूप में उपयोग कर सकें।

लेख के साथ यह भी लिखें :

- संक्षिप्त (100 शब्दों से कम) में हमें बताएँ कि आपने किस बारे में/विषय पर लिखा है, किन प्रमुख प्रश्नों को सम्बोधित किया है, यह NCF 2023 की पाठ्यचर्या के लक्ष्यों को पूरा करने में कैसे मदद करता है, और यह मिडिल स्कूल के विज्ञान शिक्षकों के कक्षा अभ्यास को कैसे सुदृढ़ करता है।
- साथ ही अपना संक्षिप्त (50 शब्दों से कम में) परिचय/बायो लिखकर भेजें। आपका परिचय विज्ञान और/या विज्ञान शिक्षा में आपकी पृष्ठभूमि और स्कूल विज्ञान में रुचि वगैरह के बारे में बताता हो।

कच्चे-पक्के रूप में अपने लेख हमें iwonder@apu.edu.in पर भेजें। लेख आप अंग्रेज़ी, हिन्दी या कन्नड़ा में से किसी भी भाषा में लिखकर भेज सकते हैं। लेख भेजने के लिए कोई समय-सीमा नहीं है आप पूरे वर्ष में कभी भी अपने लेख भेज सकते हैं।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता पुनरीक्षण : प्रतिका गुप्ता





हमारे साथ जुड़ें

पढ़ें

हम साल में दो अंक प्रकाशित करते हैं, अँग्रेज़ी, हिन्दी और कन्नड़ा में। प्रत्येक अंक में एक थीम खण्ड और कई गैर-थीम खण्ड होते हैं। हमारे नवीनतम अंकों के विषयों में शामिल हैं : हमारी रासायनिक दुनिया, पूछें एक सवाल, और शिक्षण : मानो कि धरती मायने रखती है। गैर-थीम अनुभागों में शामिल हैं : विज्ञान प्रयोगशाला, इतिहास के झरोखे से, विज्ञान शिक्षक काम पर, परिप्रेक्ष्य, और आपके आँगन में जीवन। प्रत्येक अंक में छोटे स्निपेट, पोस्टर, गतिविधि शीट या स्कूल-स्तरीय फ़ील्ड गाइड भी शामिल हैं।

पूछें और चर्चा करें

यदि आपके पास हमारे लेखकों के लिए प्रश्न हैं, तो उन्हें हमारी निःशुल्क, लाइव, ऑनलाइन चर्चाओं में शामिल होकर सीधे पूछें। हमारी कुछ नवीनतम थीम हैं :

- छाया का अवलोकन करके खगोल विज्ञान सीखना : आलोक मांडवगने, वरुणी पी. और अमोल काटे के साथ
- जीवविज्ञान सीखने के लिए एक दूधिया तरीका : रोहिणी करन्दीकर और माला कुमार के साथ
- तारों का विकास : आनन्द नारायणन और सौरभ सोम के साथ
- गुब्बारे की उड़ान के माध्यम से गति की खोज : अनीश मोकाशी और विनय सूरम के साथ
- डोरोथी एंडरसन - एक गुमनाम नायक : केटी हाफनर और विजेता रघुराम के साथ
- अंकुरण के लिए एक जाँच-आधारित दृष्टिकोण : धन्या के. और राधा गोपालन के साथ

हमें खोजें

सम्पूर्ण अंक (अँग्रेज़ी) डाउनलोड करने के लिए, हमारे पत्रिका पृष्ठ पर जाएँ : <https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder>
अलग-अलग लेख (अँग्रेज़ी) डाउनलोड करने के लिए, हमारे रिपॉजिटरी पृष्ठ पर जाएँ : <http://publications.azimpremjifoundation.org/view/divisions/fiel18=2E1/>

अलग-अलग लेख तथा सम्पूर्ण अंक (हिन्दी और कन्नड़ा) डाउनलोड करने के लिए, हमारे अनुवाद सम्पदा पृष्ठ पर जाएँ : <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/view/divisions/iWonder/>

हमारी ऑनलाइन चर्चाओं की रिकॉर्डिंग देखने के लिए, हमारी प्लेलिस्ट देखें : <https://bit.ly/3Dt7LYf>

आगामी अंकों और ऑनलाइन चर्चाओं की सूचनाएँ प्राप्त करने के लिए पंजीकरण हेतु पत्रिका पृष्ठ पर दी गई लिंक पर क्लिक करें और विवरण भरें।

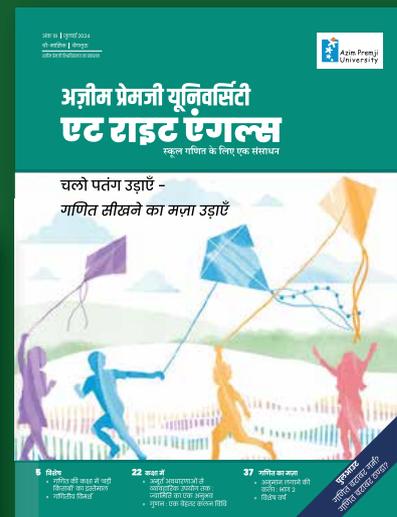
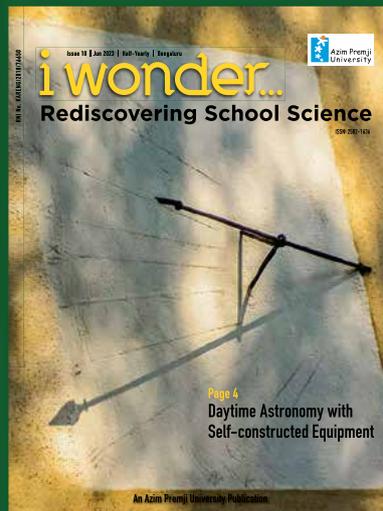
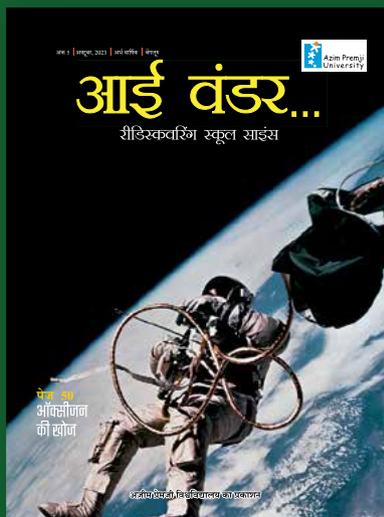
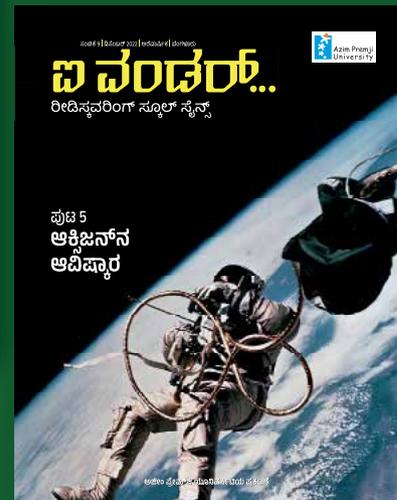
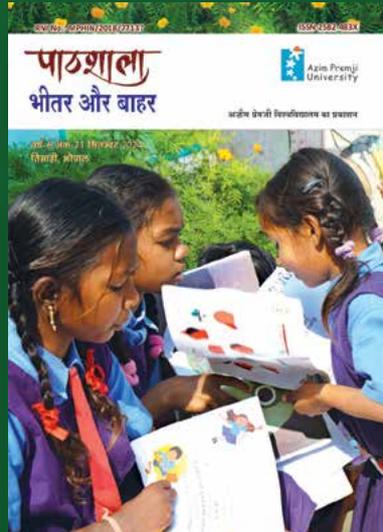
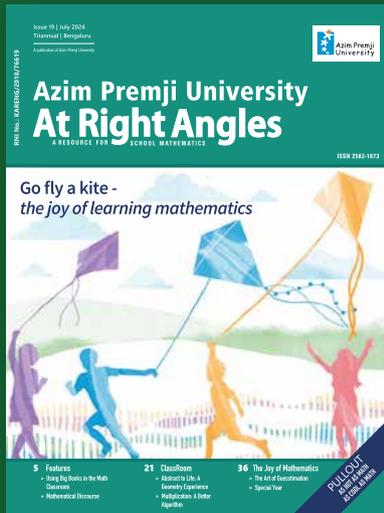
हमारी मेलिंग सूची में शामिल होने और प्रत्येक नए अंक की एक मुफ्त हार्ड कॉपी प्राप्त करने के लिए सदस्यता हेतु हमारे पत्रिका पृष्ठ पर दी गई लिंक पर क्लिक करें और विवरण भरें। कृपया ध्यान दें कि हार्ड कॉपी केवल भारत में ही भेजी जाती है।

मुद्रक तथा प्रकाशक शरद सुरे, रजिस्ट्रार द्वारा अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के लिए आदर्श प्रा.लि., 4 शिखरवार्ता, प्रेस काम्पलेक्स, जोन-1, एम.पी.नगर, भोपाल 462 011 से मुद्रित

एवं अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक 562 125 से प्रकाशित

सम्पादक : चित्रा रवि

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय की पत्रिकाएँ





“विज्ञान जीवन जीने का एक तरीका है, एक दृष्टिकोण है। यह एक प्रक्रिया है जो हमें भ्रम से स्पष्टता की ओर ले जाती है, और वह भी सटीक, पूर्वानुमानित और विश्वसनीय तरीके से। जो लोग इसका अनुभव कर पाते हैं, उनके लिए यह परिवर्तन सशक्त और भावनात्मक होता है।”

-ब्रायन ग्रीन

अगला अंक : स्कूल विज्ञान शिक्षा में ‘परिप्रेक्ष्य’ की पड़ताल।

Azim Premji University

Survey No 66, Burugunte Village, Bikkanaahalli
Main Road, Sarjapura, Bengaluru 562125.

Facebook: /azimpremjiuniversity

Instagram: @azimpremjiuniv

www.azimpremjiuniversity.edu.in

X: @azimpremjiuniv