

प्राकृतिक सूचकों से अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल

अंकिता चतुर्वेदी

विद्यार्थी अम्लीय और क्षारीय पदार्थों को उनके स्वाद से या उनके द्वारा सूचकों का रंग बदलने से पहचानते हैं। हमारे आस-पास पाए जाने वाले कई पौधों के रंगीन हिस्सों के रस सस्ते और सुरक्षित सूचकों की तरह काम कर सकते हैं। क्या विद्यार्थी स्वयं इनमें से कुछ सूचक खोज सकते हैं? इस खोज-बीन से विद्यार्थी क्या सीख सकते हैं?

क्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (एनसीआरटी, 2024-2025) का अध्याय-4 (अम्ल, क्षार और लवण) अम्ल और क्षार से विद्यार्थियों का परिचय उनके स्वाद के माध्यम से कराता है। फिर वह उन्हें अज्ञात पदार्थों को न चखने की चेतावनी देते हुए प्रश्न पूछता है : “अगर हम हरेक पदार्थ को चख नहीं सकते तो हम उनकी प्रकृति को कैसे पहचानेंगे?” इस प्रकार विद्यार्थियों का परिचय सूचकों से करवाया जाता है, जिन्हें इस प्रकार परिभाषित किया गया है : “विशेष प्रकार के पदार्थ जिनका उपयोग यह जानने के लिए किया जाता है कि कोई पदार्थ अम्लीय है या क्षारीय – किसी अम्लीय या क्षारीय पदार्थ के घोल में मिलाए जाने पर सूचक अपना रंग बदलते हैं।”

प्रयोगशालाओं में उपयोग किए जाने वाले कुछ प्रचलित सूचकों में मिथाइल ऑरेंज, ब्रोमोफेनॉल ब्लू, मिथाइल रेड, ब्रोमोक्रेसॉल ग्रीन, लिटमस और यूनिवर्सल इंडिकेटर पेपर शामिल हैं। हो सकता है कि कई स्कूलों में ये उपलब्ध न हों। अगर उपलब्ध हुए भी तो वे महंगे और इतनी कम मात्रा में होते हैं कि उनका उपयोग केवल शिक्षक द्वारा कुछेक पदार्थों के साथ प्रदर्शन के लिए किया जा सकता है। यह भी सम्भव है कि कुछ शालाओं में विज्ञान में औपचारिक रूप से प्रशिक्षित शिक्षक न हों और अप्रशिक्षित शिक्षक पढ़ा रहे हों। ऐसे शिक्षकों में ऐसे रसायनों के साथ काम करने का आत्मविश्वास शायद न हो। ऐसी स्थिति में विद्यार्थी सूचकों के बारे में केवल ‘तथ्य’ पढ़ सकते हैं।

ऐसी चुनौतियों से निपटने के लिए कक्षा-7 की पाठ्यपुस्तक का अध्याय-4 दो प्राकृतिक सूचकों का उदाहरण देता है : हल्दी और गुड़हल के फूलों का रस। वह दो सरल गतिविधियों (गतिविधि-4.2 और 4.3) द्वारा विद्यार्थियों को इन सूचकों को बनाने और दैनिक जीवन की कई वस्तुओं की अम्लीयता और क्षारीयता जाँचने के लिए कहता है। मैं अपने उस अनुभव को साझा कर रही हूँ जिसमें इन गतिविधियों का उपयोग करते हुए प्राकृतिक जगत के ऐसे अन्य पदार्थों की व्यापक खोज की शुरुआत की गई जो अम्ल-क्षार सूचक का कार्य कर सकें।

प्राकृतिक सूचकों के गुण

जब विद्यार्थी पाठ्यपुस्तक की गतिविधियाँ-4.2 और 4.3 कर लें, उसके बाद शिक्षक इस ओर ध्यान आकर्षित कर सकते हैं कि ये दोनों सूचक पौधों के रस (extract) हैं। वास्तव में, सभी ज्ञात प्राकृतिक सूचक पौधों से ही आते हैं। वे विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि क्या उन्होंने इन सूचकों में कोई अन्य साझा गुण देखा है। इस चर्चा से विद्यार्थी यह पहचान सकेंगे :

- अम्ल या क्षार के साथ सम्पर्क होने पर दोनों सूचकों के रंग में तेजी से स्पष्ट परिवर्तन होता है। शिक्षक यह बता सकते हैं कि कुछ सूचक ऐसे भी हैं जो गन्ध में परिवर्तन करते हैं। ऐसे गन्ध-आधारित सूचकों का औपचारिक परिचय तो कक्षा-10 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (2024-2025) के अध्याय-2 (अम्ल, क्षार और लवण) में कराया गया है, लेकिन आप विद्यार्थियों से कह सकते हैं कि वे यह अवलोकन करने का प्रयास करें कि नींबू के रस और चूने के पानी से सम्पर्क होने पर

प्याज और लौंग की गन्ध में क्या फर्क आता है।²

- दोनों सूचकों में अम्ल से सम्पर्क होने पर और क्षार से सम्पर्क होने पर उत्पन्न रंग भिन्न-भिन्न होते हैं। शिक्षक विद्यार्थियों से यह पूर्वानुमान लगाने के लिए कह सकते हैं कि क्या ये परिवर्तन पलटे जा सकते हैं और वे अपने उत्तर की जाँच कैसे करेंगे।

प्राकृतिक सूचकों के स्रोत

शिक्षक विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि क्या वे ऐसे अन्य पौधों के रस के बारे में सोच सकते हैं जो प्राकृतिक सूचकों का कार्य कर सकें। विद्यार्थियों से कहा जा सकता है कि वे अपने पर्यावरण से कम-से-कम एक सम्भावित स्रोत (तने, पत्तियाँ, फूल, फल या/और बीज) कक्षा में लेकर आएँ। इस परीक्षण के लिए विद्यार्थी सम्भवतः कई रंगीन पौधों के भाग लेकर आएँगे। हर भाग का नाम बोर्ड पर लिखा जा सकता है। उस भाग को जो विद्यार्थी लाया है उसके बारे में उससे अधिक जानकारी पूछी जाए, जैसे

वह किस पौधे का भाग है (वे स्थानीय नाम भी बता सकते हैं), यह पौधा उन्हें कहाँ मिला और उन्होंने कक्षा में लाने के लिए कौन-सा भाग चुना। उनसे यह भी पूछा जा सकता है कि वे ऐसा क्यों सोचते हैं कि उस पौधे का वह भाग एक अच्छा अम्ल-क्षार सूचक बनेगा। इस प्रश्न के उत्तर में विद्यार्थी यह बता सकते हैं कि उन्होंने कभी किसी घरेलू अम्लीय या क्षारीय पदार्थ से उस भाग में कोई रंग परिवर्तन देखा था। उदाहरण के लिए, सम्भवतः उन्होंने यह देखा हो कि लाल गोभी पर नींबू का रस डालने पर उसका रंग गुलाबी हो जाता है।

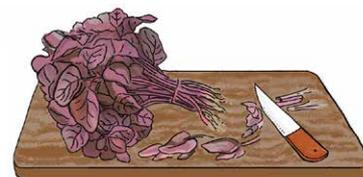
प्राकृतिक सूचकों की सम्भव सूची बन जाने पर विद्यार्थियों को यह बताया जा सकता है कि उनके रस कैसे निकालें।

सम्भावित सूचक बनाना

प्राकृतिक सूचक रंजकों को निकालकर बनाए जाते हैं (जैसे मेंहदी से लॉसोन और कई लाल, नीले और बैंगनी रंग के फलों, सब्जियों, फूलों और पत्तियों से अँथोसायनिन)। इन रंजकों को

चरण-1 :

ज़रूरत हो तो पौधे के भाग को मोटा-मोटा काट लीजिए



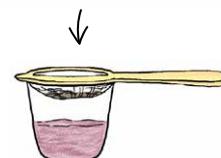
चरण-2 :

पानी (साधारण, कुनकुना या उबलता हुआ) में भिगोकर रखिए जब तक कि उसका रंग नहीं बदल जाता



चरण-3 :

ठण्डा होने दीजिए (यदि आवश्यक हो) और चाय छन्नी या मलमल के महीन कपड़े से छान लीजिए



चित्र-1 : पौधों का रस (जो सूचकों के रूप में काम कर सके) बनाने के चरण।

Credits: i wonder... License: CC BY-NC.

निकालने की प्रक्रिया चाय बनाने की प्रक्रिया के समान होती है। पौधे के उस भाग को एक विलायक में डुबोया जाता है। सबसे प्रचलित विलायक अल्कोहल है। लेकिन इसके स्थान पर पानी (ठण्डा, कुनकुना या उबलता हुआ) का भी उपयोग किया जा सकता है और विद्यार्थियों के लिए इसके साथ स्वयं काम करना सुरक्षित भी हो सकता है। इस मिश्रण को चाय की छन्नी या महीन कपड़े से छाना जाता है। इस प्रकार प्राप्त रंगीन द्रव का उपयोग एक सूचक के रूप में किया जाता है (देखें चित्र-1)।

कक्षा-7 की पाठ्यपुस्तक का अध्याय-4 इस प्रक्रिया का एक उदाहरण देता है : “गुड़हल की कुछ पंखुड़ियों को एक बीकर में रखिए। इस पर कुनकुना पानी डालिए। मिश्रण को तब तक रखिए जब तक पानी रंगीन न हो जाए। इस रंगीन पानी का उपयोग सूचक के समान करें।”¹ यदि विद्यार्थियों ने गतिविधि-4.3 को कक्षा में किया है तो उन्होंने यह सूचक बनाया होगा। शिक्षक यह बता सकते हैं कि अन्य सूचकों को भी ऐसी ही विधि से ही बनाया जा सकता है। यह स्पष्ट करें उनकी सूची में शामिल पौधों के कुछ भागों के लिए छोटे परिवर्तनों की आवश्यकता हो सकती है (देखें शिक्षक मार्गदर्शिका-I)। विद्यार्थियों को टोलियों में काम करने के लिए प्रेरित करें और सूची में से कम-से-कम तीन विभिन्न स्रोतों से रंजकों के रस तैयार करें।

सम्भावित सूचकों की पहचान करना

4.2 और 4.3 गतिविधियों में विद्यार्थियों से कहा जाता है कि वे हल्दी और गुड़हल के रस का परीक्षण दैनिक जीवन के 7-8 पदार्थों पर करें। इनमें नींबू का रस और

बॉक्स-1 : पाठ्यचर्या से सम्बन्ध

प्राकृतिक सूचकों की खोज से सम्बन्धित गतिविधियाँ और चर्चा से शालेय शिक्षा की राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा (2023) में वर्णित मिडिल स्टेज विज्ञान के निम्नलिखित उद्देश्य प्राप्त करने में मदद मिल सकती है :

- CG-1 : [विद्यार्थी] पदार्थों के घटक, उनके गुणों और व्यवहार की खोज करते हैं। विशिष्ट रूप से यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता के विकास में सहायता कर सकता है : C-1.1 : “पदार्थों के अवलोकन-योग्यरासायनिक (शुद्ध, अशुद्ध, अम्ल, क्षार, धातु, अधातु, तत्व, यौगिक) लक्षण।”
- CG-6 : [विद्यार्थी] वैज्ञानिक ज्ञान के विकास और वैज्ञानिक खोजबीन के माध्यम से विज्ञान की प्रकृति एवं प्रक्रियाओं की खोज करते हैं।

विशिष्ट रूप से, यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता विकसित करने में मदद कर सकता है : C-6.2 : “वैज्ञानिक शब्दावली का उपयोग करते हुए प्रश्न बना सकता है (किसी घटना के या वस्तुओं के व्यवहार के) और प्रमाण के रूप में प्राकृतिक पर्यावरण का अवलोकन करके आँकड़े एकत्रित कर सकता है, सरल प्रयोग बना सकता है और सरल वैज्ञानिक उपकरणों का उपयोग कर सकता है।”³

यह कक्षा-7 के विज्ञान के लिए निम्नलिखित अधिगम परिणामों को प्राप्त करने में सहायक हो सकता है : विद्यार्थी सरल खोज के माध्यम से ऐसे प्रश्नों के उत्तर खोज सकता है : क्या रंगीन फूलों से निकाले गए रस का उपयोग अम्ल-क्षार लवण के सूचक के रूप में किया जा सकता है?⁴

सिरका जैसे अम्लीय पदार्थ और खाने का सोडा तथा चूने के पानी जैसे क्षारीय पदार्थ शामिल हैं। इसी प्रकार विद्यार्थी अन्य पौधों के भागों से निकाले गए रसों का परीक्षण कर सकते हैं (देखें शिक्षक मार्गदर्शिका-II)। विद्यार्थियों को याद दिलाएँ कि प्राकृतिक सूचक वही दो गुण दिखाएँगे जो हल्दी और गुड़हल के सूचकों में थे।

चलते-चलते

शालेय शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (NCF-SE) 2023 के अनुसार : “...विज्ञान सीखने का सबसे महत्वपूर्ण भाग यह है कि वास्तव में स्वयं हाथों से प्रयोगात्मक विधि से ‘विज्ञान करना’।”³ यह सरल, स्वयं अपने आस-पास के पर्यावरण से प्राकृतिक सूचकों के स्रोतों को खोजने का उपागम माध्यमिक शालाओं के विद्यार्थियों में रुचि और कौतुहल पैदा

करने में बहुत प्रभावशाली हो सकता है। प्राकृतिक सूचकों के सम्भावित स्रोतों का चयन करना विद्यार्थियों का ध्यान अपने घर और स्कूल के आस-पास पौधों की विविधता की ओर आकर्षित करने में सहायक हो सकता है। दैनिक जीवन में उपयोग वाली सामग्री (जैसे भिगोने के लिए पत्तीला और छानने के लिए चाय की छन्नी) से पौधों के रस तैयार करने और सम्भावित सूचकों की पहचान करने की प्रक्रिया से विद्यार्थियों में अधिक जुगाडु बनने की क्षमता विकसित हो सकती है। नई सामग्रियों और विधियों की खोज, अपने अवलोकनों पर चर्चा और सामूहिक चिन्तन से उनके वैज्ञानिक कौशलों में वृद्धि करने में मदद मिल सकती है (देखें शिक्षक मार्गदर्शिका-III)। इस प्रकार, स्वयं हाथों से करके सीखना विज्ञान की अवधारणाओं को

न केवल मजेदार और रोचक बनाता है अपितु विद्यार्थियों की वैज्ञानिक ढंग से सोचने की क्षमता को बढ़ावा देता है (देखें **बॉक्स-1**)।

इस खोज के माध्यम से विद्यार्थी अपने आस-पास के कुछ पौधों या पौधों के भागों को पहचान सकेंगे जिनसे प्राकृतिक सूचकों का रस प्राप्त किया जा सकता है। इनमें हो सकते हैं :

- गुलाब, तितली मटर (अपराजिता), अक्लीफा (कुप्पी) और स्पाइडरवार्ट (बैंगनी दिल)।
- पेन्टास, पॉइनसेटिया और रंगून बेल की पत्तियाँ।

- लाल गोभी, लाल शकरकन्द और चुकन्दर जैसी सब्जियाँ।

दैनिक जीवन की वस्तुओं की अम्लीयता और क्षारीयता परखने के लिए प्राकृतिक सूचकों का आसान उपयोग शिक्षकों को पाठ्यपुस्तक में दी गई अवधारणाओं को विद्यार्थियों के दैनिक जगत से जोड़ने के अवसर प्रदान करता है (देखें **शिक्षक मार्गदर्शिका-IV** और **गतिविधि शीट**)। मैंने देखा है कि इस प्रकार अपने हाथों से करने का अनुभव विद्यार्थी-शिक्षक सम्बन्धों को अधिक दृढ़ बनाता है और सीखने के अधिक सामंजस्यपूर्ण वातावरण का निर्माण करता है। मेरे साथ काम करने वाले शिक्षकों ने बताया कि

प्राकृतिक सूचकों के साथ काम करने से उन्हें जो आत्मविश्वास मिला उससे उन्हें माध्यमिक स्तर की पाठ्यचर्या के रसायनशास्त्र के अन्य विषयों में अपने हाथों से करने के अनुभवों को विकसित करने की प्रेरणा मिली। इसी प्रकार, इस विषय पर खोज-बीन से मुझे दैनिक जीवन की कम क्रीमत वाली सामग्री से कक्षा के लिए अन्य उपागम विकसित करने की प्रेरणा मिली। मैं यह आशा करती हूँ इस लेख को पढ़ने वाले शिक्षकों को इस उपागम को कक्षा में उपयोग करने की प्रेरणा मिलेगी और वे अपने अनुभवों को साझा करेंगे ताकि हम एक-दूसरे से सीख सकें।

मुख्य बिन्दु

- मिडिल स्टेज विज्ञान पाठ्यचर्या विद्यार्थियों का परिचय ऐसे दो रंगीन, बिना खर्चे वाले, आसानी से प्राप्त किए जा सकने वाले और सुरक्षित रूप से प्रयोग में लाए जा सकने वाले अम्ल-क्षार सूचकों से करवाता है जो रासायनिक सूचकों के विकल्प हैं।
- विद्यार्थियों को अपने आस-पास से प्राकृतिक सूचकों के अन्य स्रोतों की 'खोज' करने के लिए मौका देने से कई वैज्ञानिक कौशलों का विकास करने में मदद मिल सकती है, जिनमें साधन सम्पन्न बनने की क्षमता, अवलोकन करने की क्षमता और सहयोगात्मक अनुसन्धान में भाग लेने की क्षमता शामिल है।
- इस प्रकार के अनुभव-आधारित अधिगम से विद्यार्थियों की रुचि बढ़ सकती है, वे अधिक गहराई से पाठ्यपुस्तक में आई अम्ल और क्षार की अवधारणाओं को समझ सकते हैं और उनमें एक वैज्ञानिक के समान सोचने की क्षमता का विकास हो सकता है। ऐसे अनुभव शिक्षक-विद्यार्थी सम्बन्धों को सुदृढ़ भी बना सकते हैं और अधिगम वातावरण को अधिक सौहार्द्रपूर्ण बना सकते हैं।



टिप्पणियाँ :

- (क) Credits for the image (Turmeric powder) used in the background of the article title: Formulate Health (Flickr.com). URL : <https://www.flickr.com/photos/formulatehealth/50191150578/in/photostream/>. License : CC BY 2.0 Generic Deed.
- (ख) इस लेख में पाँच अलग-अलग कक्षा संसाधन शामिल हैं : शिक्षक मार्गदर्शिका-I : सम्भावित प्राकृतिक सूचकों को प्राप्त करना; शिक्षक मार्गदर्शिका-II : प्राकृतिक सूचकों में रंग परिवर्तन; शिक्षक मार्गदर्शिका-III : अन्य प्राकृतिक सूचकों की खोज; शिक्षक मार्गदर्शिका-IV : प्राकृतिक सूचकों के उपयोगों की छानबीन और गतिविधि शीट : एक संकेतक जासूस बनें!
- (ग) लेख के हिन्दी अनुवाद की समीक्षा करने के लिए हम हृदय कान्त दीवान के आभारी हैं।

References:

1. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 4: Acids, Bases, and Salts'. Science Textbook for Grade VII: 38-46. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=4-13>.
2. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 2: Acids, Bases, and Salts'. Science Textbook for Grade X: 17-36. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?jesc1=2-13>.
3. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks (2023). 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.
4. National Council of Educational Research and Training. 'Learning Outcomes at the Elementary Stage'. First Edition. National Council of Educational Research and Training (2017). URL: <https://ncert.nic.in/pdf/publication/otherpublications/tilops101.pdf>.



अंकिता चतुर्वेदी भोपाल, मध्यप्रदेश के अजीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन में विज्ञान स्रोत व्यक्ति और शिक्षक प्रशिक्षक के रूप में कार्य करती हैं। उन्होंने प्राणिशास्त्र में एमएससी किया है और वे होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केन्द्र, मुम्बई, महाराष्ट्र के 'विज्ञान, प्रौद्योगिकी और गणित' के लिए प्रशिक्षकों को तैयार करने के फ़ेलोशिप कार्यक्रम में भी शामिल रही हैं। अंकिता ने फ़ाउण्डेशन में आने से पहले 13 वर्ष तक विज्ञान शिक्षक के रूप में कार्य किया है, जिसमें 8 वर्ष सागर पब्लिक स्कूल, भोपाल में शिक्षण कार्य शामिल है। अंकिता की रुचि शिक्षकों और बच्चों के साथ अपने हाथों से विज्ञान के प्रयोग के अनुभव करने में है। वे केन्द्रीय माध्यमिक शिक्षा मण्डल द्वारा आयोजित शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रमों में पिछले 6 वर्षों से प्रशिक्षक रही हैं। शिक्षक के रूप में अंकिता ने विभिन्न राष्ट्र स्तरीय विज्ञान प्रतियोगिताओं के लिए विद्यार्थियों का मार्गदर्शन किया है, जिनमें इनस्पायर मानक पुरस्कार शामिल है। वे कविताएँ भी लिखती हैं। अंकिता से ankita.chaturvedi@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

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

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

शिक्षक मार्गदर्शिका- I : सम्भावित प्राकृतिक सूचकों को प्राप्त करना



मैं 'प्राकृतिक सूचकों के साथ अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल' लेख में शिक्षकों और विद्यार्थियों को आमंत्रित कर रही हूँ कि वे अपने आस-पास के पर्यावरण से पौधों के रंगीन भागों से सम्भावित सूचकों को प्राप्त करें। विलायक में भिगोकर इन सूचकों का रस प्राप्त किया जाता है। पानी लगभग मुफ्त और सुरक्षित विलायक है जिसका उपयोग कक्षा में सुरक्षित रूप से किया जा सकता है। कई शिक्षकों ने, जिनके साथ मैंने काम किया है, हल्दी, गुड़हल और चुकन्दर से सूचकों को प्राप्त किया है। मैंने परीक्षण-त्रुटि विधि के आधार पर इसमें छोटे-छोटे बदलाव किए हैं, जिससे अन्य स्रोतों से भी सूचक निकालने में मदद मिलती है :

 पौधे का भाग	 रस निकालने की विधि
फूल	उबलते पानी में डालें। पानी रंगीन होने तक उबालें। ठण्डा करें।
सब्जियाँ	(क) लाल गोभी : टुकड़े करके साधारण तापमान पर पानी में 15-20 मिनट तक या पानी के गहरे लाल होने तक भिगोएँ। (ख) लाल शिमला मिर्च : टुकड़े करके उबलते पानी में डालें। पानी के रंगीन होने तक पकाएँ। ठण्डा करें। (ग) चोलई (लाल पालक) के पत्तों और डण्ठलों को उबलते पानी में डालें। मिश्रण को तब तक उबालें जब तक पत्तियों का रंग हटा न हो जाए। ठण्डा करें। (घ) बैंगनी रतालू : छीलकर टुकड़ों में काट लें। टुकड़ों को उबलते पानी में डालें। जब वे नरम हो जाएँ, तो उन्हें चम्मच के पिछले हिस्से से मसल लें। ठण्डा करें।
फल और बीज	(क) लकड़ी के चम्मच की सहायता से काले अंगूर या स्ट्रॉबेरी जैसे फलों और अनार जैसे बीजों को कुचल लें। उस पर उबलता पानी डालें और द्रव के रंगीन होने तक पकाएँ। ठण्डा करें। (ख) अनार के छिलकों को उबलते पानी में डालें। द्रव के रंगीन होने तक पकाएँ। ठण्डा करें।

आप इन सबमें बने मिश्रण को छानकर छने हुए द्रव को सूचक के रूप में इस्तेमाल कर सकते हैं।

i wonder...
Rediscovering school science

रचनाकार :

अंकिता चतुर्वेदी विज्ञान स्रोत व्यक्ति और शिक्षक प्रशिक्षक के रूप में अजीम प्रेमजी फाउण्डेशन, भोपाल में कार्यरत हैं। उनसे ankita.chaturvedi@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते

पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

शिक्षक मार्गदर्शिका



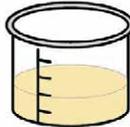
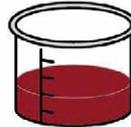
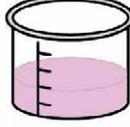
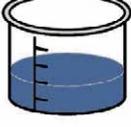
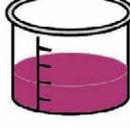
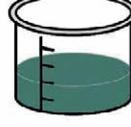
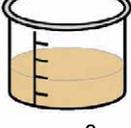
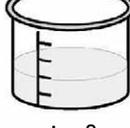
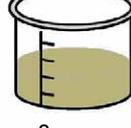
शिक्षक मार्गदर्शिका- II : प्राकृतिक सूचकों में रंग परिवर्तन

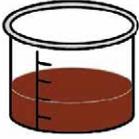
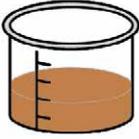
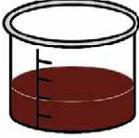
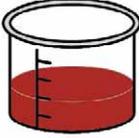
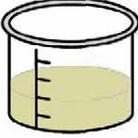
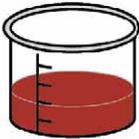
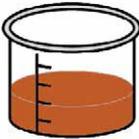
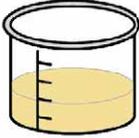
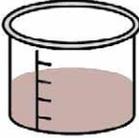
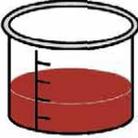
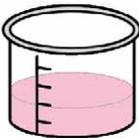
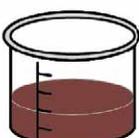
मैं 'प्राकृतिक सूचकों के साथ अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल' लेख में शिक्षकों और विद्यार्थियों को यह पहचानने के लिए आमंत्रित कर रही हूँ कि उनके आस-पास के पर्यावरण के पौधों के कौन-कौन-से रंगीन भागों से प्राकृतिक सूचक बन सकते हैं। और कैसे ? अम्लीय घोलों (जैसे नींबू का रस और सिरका) और क्षारीय घोलों (जैसे खाने के सोडे का घोल और चूने का पानी) में उनके रस की 2-5 बूँदें डालकर ऐसा करने पर सूचक दिखाएँगे :

क) अम्लीय और क्षारीय पदार्थों के सम्पर्क में आने पर त्वरित (और प्रायः नाटकीय) रंग परिवर्तन।

ख) अम्ल के साथ सम्पर्क में आने पर हुआ रंग परिवर्तन क्षार के साथ सम्पर्क होने पर हुए रंग परिवर्तन से भिन्न होता है।

मेरे द्वारा प्राप्त किए गए प्राकृतिक सूचकों के साथ जो रंग परिवर्तन मैंने देखे वे निम्नानुसार हैं :

प्राकृतिक सूचक	प्रारम्भिक रंग	अम्ल के साथ रंग	क्षार के साथ रंग
हल्दी	 पीला	 हल्का पीला	 सुर्ख लाल
सब्जियाँ			
बैंगनी रतालू	 चमकीला गुलाबी	 हल्का गुलाबी	 हरा-पीला
लाल गोभी	 बैंगनी	 गहरा गुलाबी	 हरा
लाल शिमला मिर्च	 हल्का पीला	 रंगहीन	 पीला हरा

प्राकृतिक सूचक	प्रारम्भिक रंग	अम्ल के साथ रंग	क्षार के साथ रंग
लाल पालक	 कथई लाल	 हल्का भूरा	 पीला हरा
चुकन्दर	 गहरा लाल	 हल्का लाल	 पीला हरा
फल			
स्ट्रॉबेरी	 लाल	 नारंगी	 पीला
अनार के छिलके	 पीला	 गुलाबी भूरा	 लाल
अनार के बीज	 गहरा गुलाबी	 हल्का गुलाबी	 हरा
काले अंगूर	 गुलाबी बैंगनी	 हल्का गुलाबी	 हरा
फूल			
गुड़हल	 भूरा लाल	 गहरा गुलाबी	 हरा

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

शिक्षक मार्गदर्शिका- III : अन्य प्राकृतिक सूचकों की खोज



'प्राकृतिक सूचकों के साथ अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल' लेख में अकिता चतुर्वेदी एक ऐसा खोज-आधारित तरीका साझा करती हैं जो विद्यार्थियों को उनके आस-पास के पर्यावरण से प्राकृतिक सूचकों के स्रोत खोजने के लिए प्रेरित करता है। इस तरीके में टोलियों (3-4 विद्यार्थियों की) में निम्नलिखित गतिविधियाँ करने की व्यवस्था है :

- कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (NCERT 2024-2025) के अध्याय-4 से गतिविधि-4.2।
- कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक (NCERT 2024-2025) के अध्याय-4 से गतिविधि-4.3।
- कम-से-कम तीन सम्भावित स्रोतों से रस प्राप्त करना।
- यह पहचानना कि कौन-सा रस प्राकृतिक सूचक की तरह काम कर सकता है।

इन गतिविधियों की योजना बनाने के लिए यहाँ कुछ संकेत दिए जा रहे हैं :

(क) इनमें से हर गतिविधि को कक्षा में किया जा सकता है और एक घण्टे के सत्र में फ़िट किया जा सकता है।

(ख) इनमें से हर गतिविधि के लिए निम्नलिखित में से कुछ सामग्रियों की आवश्यकता हो सकती है :



पीसने के लिए खरल
और मूसली



छीलने और काटने के
लिए चाकू



भिगोने के लिए
विलायक के रूप में पानी



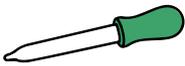
पानी गरम करने के
लिए बर्नर



पौधों के रस को छानने
के लिए चाय की छन्नी
या महीन कपड़ा



पारदर्शक परखनलियाँ, यदि
परखनलियाँ न हों तो पारदर्शी
प्लास्टिक या काँच के बीकर
का उपयोग कर सकते हैं



1-2 प्लास्टिक ड्रॉपर



नोटबुक



पेन या पेन्सिल

शिक्षक मार्गदर्शिका



(ग) गतिविधि शुरू करने से पहले बरती जाने वाली सावधानियों के बारे में स्पष्ट रूप से बताएँ। यह सुनिश्चित करें गतिविधि के दौरान उनका पालन किया जा रहा है :

- सूचक बनाने में प्रयुक्त फूल, पत्तियाँ, फलों के छिलके और अन्य जो भी वनस्पति सामग्री हो उसे धूल और अन्य किसी सामग्री से मुक्त करने के लिए पानी से धो लिया जाए।
- इस प्रक्रिया के दौरान पौधे के किसी भाग को खाय़ा नहीं जाए। इनमें से कुछ (जैसे पीली कन्हेर) विषैले हो सकते हैं। उंगलियों को मुँह में डालने से पहले हाथों को पानी और साबुन से धो लेना चाहिए।
- यदि किसी पौधे का रस निकालने के लिए उबलते पानी की आवश्यकता हो तो यह स्पष्ट करें कि बर्तन जलाने से लेकर रस प्राप्त करने तक की सारी क्रियाएँ आप (शिक्षक) ही करेंगे। इसमें पानी को उबालना, उसमें पौधे के भागों को डालना, इन भागों को कुचलना और मिश्रण को बर्तन पर से उतारना शामिल है। गतिविधि में किसी भी समय विद्यार्थियों को उबलते पानी के बर्तन को छूना नहीं है।
- यह पहचानने के लिए कि पौधे का कौन-सा रस सूचक का कार्य कर सकता है हर बार एक भिन्न परखनली/बीकर का उपयोग करना चाहिए। इससे पहले परिक्षित घोल की अम्लीयता या क्षारीयता बाद के अन्य घोल को प्रभावित नहीं कर पाएगी। अगर आपके पास पर्याप्त परखनलियाँ या बीकर नहीं हैं तो हर परखनली/बीकर को फिर से उपयोग में लेने से पहले पानी से अच्छी तरह धो लेना चाहिए।

(घ) कौन-से रस प्राकृतिक सूचकों की तरह कार्य कर सकते हैं, यह पहचानने के अभ्यास को स्पष्ट निर्देशों के साथ शुरू करें, चरणों के क्रम सम्बन्धी निर्देश विशेष रूप से स्पष्ट होना चाहिए :

- चरण-1 : हर परखनली/बीकर को लेबल करें। उदाहरण के लिए, यदि आप 5 अम्लीय या क्षारीय पदार्थों के उपयोग की योजना बना रहे हैं तो परखनलियों को 1, 2, 3, 4, और 5 लेबल करें।
- चरण-2 : अपनी नोटबुक में हर क्रमांक के आगे पदार्थ का नाम लिखें। उदाहरण के लिए, अगर आप परखनली/बीकर 1 में नींबू का रस डालने जा रहे हैं तो 1 = नींबू का रस, 2 = साबुन का घोल लिखें। ऐसा पाँचों पदार्थों के लिए करें। इस चरण के लिए कम-से-कम दो अम्लीय और दो क्षारीय पदार्थों का उपयोग करें (विद्यार्थियों से पूछें – ऐसा क्यों करना है?)।
- चरण-3 : हर अम्लीय या क्षारीय पदार्थ को सम्बन्धित परखनली/बीकर में डालें। यह प्रयास करें कि हर परखनली/बीकर में घोल बराबर आयतन में हो (विद्यार्थियों से पूछें कि घोल का उपयोग क्यों किया जाता है और परखनली/बीकर में बराबर आयतन लेना क्यों लाभदायक हो सकता है)।
- चरण-4 : अपनी नोटबुक में पौधे से निकाले गए उस रस का नाम लिखें जिससे सूचक बनाया गया है। सूचक को हर परखनली/बीकर में डालें। 4-5 बूँदों से शुरूआत करें। यदि आवश्यकता हो तो आप अधिक बूँदें मिला सकते हैं। यह सुनिश्चित करें कि हर परखनली/बीकर में सूचक की बराबर मात्रा डाली जाए (फिर से विद्यार्थियों से पूछें— बराबर क्यों?)।
- चरण-5 : हर परखनली/बीकर को अच्छी तरह से हिलाएँ (विद्यार्थियों से पूछें – क्यों?)।
- चरण-6 : अगर मिश्रण में किसी प्रकार के रंग परिवर्तन हों तो उन्हें नोट करें। रंगों में परिवर्तन को यथासम्भव सटीकता से दर्ज करें। यदि इससे कोई सहायता मिलती हो तो रंगों को सटीकता से दर्शाने के लिए क्रेयॉन का उपयोग कर सकते हैं।

(ड) आप इस गतिविधि के द्वारा जिन सूचकों की जाँच-पड़ताल करना चाहते हैं उनमें से हरेक के लिए चरण 1-6 दोहराएँ।

(च) इस उपागम की हर गतिविधि के अवलोकनों को दर्ज करने के लिए विद्यार्थियों को एक प्रारूप दें। उदाहरण के लिए, अगले पृष्ठ पर दिए गए प्रारूप का उपयोग यह जानने के लिए किया जा सकता है कि किन पौधों से निकाले गए रस प्राकृतिक सूचकों के रूप में कार्य कर सकते हैं।



पौधे से निकाले गए रस का नाम (जैसे गुलाब के फूल का रस, अनार के छिलके का रस आदि) :

 पदार्थ का नाम (जैसे नींबू का रस, साबुन का घोल, आदि)	 पदार्थ का स्वभाव (अम्लीय या क्षारीय)	 पौधे से निकाले रस को डालने के पहले पदार्थ का रंग	 पौधे से निकाले रस को डालने के बाद पदार्थ का रंग	 टिप्पणी (क्या आपको मिश्रण में अन्य कोई परिवर्तन दिखाई दे रहा है, जैसे बुँधलापन?)

क्या पौधे से निकाला रस एक अम्ल-क्षार सूचक है?

- (i) अपना निष्कर्ष लिखें।
- (ii) इस निष्कर्ष पर पहुँचने में आपको किस बात से मदद मिली?

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

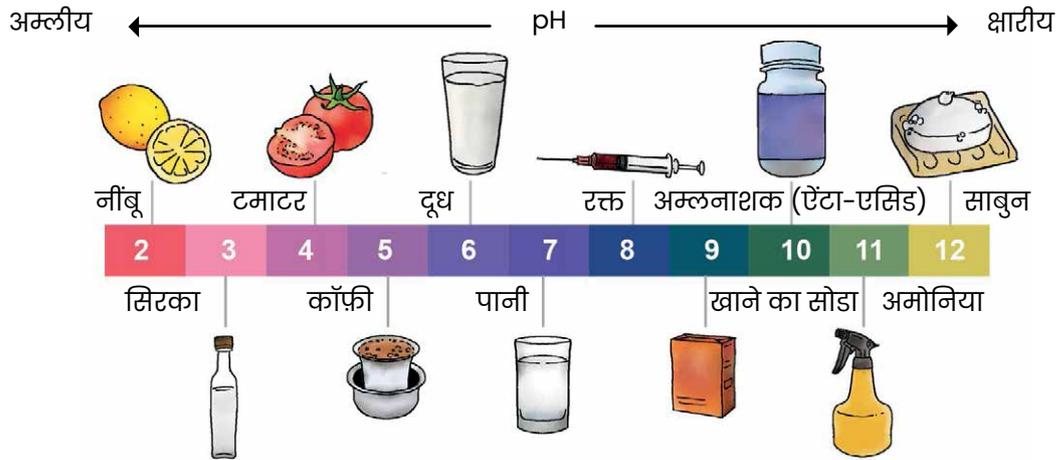
शिक्षक मार्गदर्शिका-IV : प्राकृतिक सूचकों के उपयोगों की छानबीन



कक्षा-7 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (NCERT, 2024-2025) के अध्याय-4 में विद्यार्थियों का परिचय दो प्राकृतिक सूचकों से करवाया गया है। आई वंडर के इस अंक में प्रकाशित लेख 'प्राकृतिक सूचकों से अम्ल और क्षार की जाँच-पड़ताल' में एक ऐसा खोज-आधारित तरीका साझा किया गया है जिसका उपयोग कर विद्यार्थी और शिक्षक अपने आस-पास के पौधों और पौधों के भागों से निकाले रस में से कई अन्य प्राकृतिक सूचक पहचान सकते हैं। चूँकि कई प्राकृतिक सूचक सस्ते होते हैं और विद्यार्थियों के स्वयं इस्तेमाल के लिए सुरक्षित होते हैं, अतः वे शिक्षकों द्वारा रासायनिक सूचकों के प्रदर्शन के बजाय विद्यार्थियों को स्वयं अपने हाथों से किए गए कार्य के अनुभव से सीखने का मौका देते हैं। नीचे कुछ अन्य विधियाँ दी जा रही हैं जिनके द्वारा प्राकृतिक सूचकों का उपयोग मिडिल स्टेज विज्ञान कक्षाओं में किया जा सकता है :

- कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (2024-2025) के अध्याय-6 (हमारे आस-पास की सामग्री) में विद्यार्थी दैनिक जीवन की वस्तुओं का अवलोकन करते हैं और उनका इस आधार पर वर्गीकरण करते हैं कि वे जिन पदार्थों से बनी हैं उनके गुण क्या हैं।¹² इस कक्षा के विद्यार्थियों को प्राकृतिक सूचकों का उपयोग करते हुए पदार्थों का इस आधार पर वर्गीकरण करने को कहा जा सकता है कि वे अम्लीय हैं या क्षारीय। इस अभ्यास से विद्यार्थियों की जिज्ञासा जागृत हो सकती है। उदाहरण के लिए, एक कक्षा में (जिसमें कक्षा 6-8 के विद्यार्थी साथ-साथ थे) वे हरी ताज़ी इमली परीक्षण के लिए ले आए। इमली बहुत खट्टी थी और विद्यार्थी यह जानना चाहते थे कि इसका उनके द्वारा पहले बनाए गए गुड़हल के सूचक से बने रंग की तीव्रता पर क्या असर पड़ेगा। एक अन्य कक्षा में विद्यार्थी तुलना के लिए कई तरह के साबुनों के घोल लेकर आए। रीठा और शिकाकाई जैसे अन्य प्राकृतिक स्वच्छकों को भी इस सूची में जोड़ा जा सकता है। शिक्षक यह बता सकते हैं कि स्वस्थ त्वचा का pH थोड़ा अम्लीय होता है। किसी प्राकृतिक सूचक के इस्तेमाल से हुए pH परीक्षण के परिणाम का उपयोग इस चर्चा के लिए किया जा सकता है कि हाथों और त्वचा पर साबुन के अम्लीय या क्षारीय होने का सम्भावित असर क्या हो सकता है।
- कक्षा-7 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक के अध्याय-2 (जन्तुओं में पोषण) में विद्यार्थी पाचन में दाँतों की भूमिका के बारे में सीखते हैं। वे यह भी सीखते हैं कि साधारणतः हमारे मुँह में बैक्टीरिया उपस्थित होते हैं लेकिन वे हमारे लिए हानिकारक नहीं होते हैं। किन्तु यदि हम खाने के बाद मुँह और दाँतों को साफ नहीं करते हैं तो कई हानिकारक बैक्टीरिया भी मुँह में रहकर बढ़ने लगते हैं। ये बैक्टीरिया मुँह में बचे भोजन में उपस्थित शर्कराओं को तोड़कर अम्लों का निर्माण करते हैं। ये अम्ल धीरे-धीरे दाँतों को हानि पहुँचाते हैं। इसे दाँतों की सड़न कहते हैं। चॉकलेट, मिठाइयाँ और अन्य मीठे पदार्थ दाँतों की सड़न के प्रमुख दोषी हैं। शिक्षक विद्यार्थियों से कह सकते हैं कि वे प्राकृतिक सूचकों का उपयोग करके कुछ सॉफ्ट ड्रिक्स के pH की तुलना कुछ प्रकार के टूथपेस्टों (इनमें दातून को भी शामिल करें) से करें। इस अभ्यास से विद्यार्थी स्वयं देख सकेंगे कि टूथपेस्ट से दाँत साफ करने पर उनके मुँह में स्थित अम्ल का उदासीनीकरण हो जाता है।
- pH में परिवर्तन के प्रति प्राकृतिक सूचकों की संवेदनशीलता अलग-अलग हो सकती है। जितना संवेदनशील सूचक होगा उतनी ही इस बात की सम्भावना अधिक होगी कि pH में थोड़ा-सा परिवर्तन भी सूचक के रंग में स्पष्ट रूप से दिखाई देगा। शिक्षक, विद्यार्थियों को उनके द्वारा प्राप्त किए गए प्राकृतिक सूचकों की संवेदनशीलता जाँचने का मौका दे सकते हैं। ऐसा करने के लिए हर सूचक को दैनिक जीवन के ऐसे विभिन्न पदार्थों में डालकर देखना होगा जिनके pH अलग-अलग हैं किन्तु उनका pH पैमाने पर ज्ञात मान है (देखें **चित्र-1**)। ऐसा एक कक्षा-सत्र (पीरियड) में 2-3 सूचकों के साथ करने पर आप उनकी संवेदनशीलता की तुलना कर पाएँगे।

शिक्षक मार्गदर्शिका



चित्र-1 : दैनिक जीवन के कुछ पदार्थ। जिनका pH 2 से कम और 12 से अधिक है, उन्हें इसमें शामिल नहीं किया गया है क्योंकि वे संक्षारक (corrosive) होते हैं और अत्यधिक हानि पहुँचा सकते हैं।

एक संवेदनशील सूचक के इस्तेमाल से विद्यार्थी स्वयं का pH पैमाना बना सकते हैं (देखें **चित्र-2**)। यह क्यों उपयोगी है? विद्यार्थी न केवल सूचक का उपयोग करके यह बता सकेंगे कि कोई नया पदार्थ अम्लीय, क्षारीय या उदासीन है, बल्कि इससे विद्यार्थी पदार्थ के pH का अधिक सटीकता से अनुमान लगा पाएँगे।

pH	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12
रंग						

चित्र-2 : लाल गोभी के सूचक के pH पैमाने का उदाहरण। गुड़हल और चुकन्दर के रस भी उनकी संवेदनशीलता के लिए जाने जाते हैं। उनके pH पैमाने कैसे दिखते हैं?

क्या अन्य कोई विधियाँ हैं जिनमें आपने प्राकृतिक सूचकों का उपयोग मिडिल स्टेज विज्ञान पाठ्यचर्या की अवधारणाओं को विद्यार्थियों के वास्तविक संसार से जोड़ने के लिए किया है? उसे हमारे साथ साझा कीजिए।

References:

1. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 4: Acids, Bases, and Salts'. Science Textbook for Grade VII: 38-46. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=4-13>.
2. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 6: Materials Around Us'. Science Textbook for Class VI: 101-121. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?fecu1=6-12>.
3. National Council of Educational Research and Training (2024). 'Chapter 2: Nutrition in Animals'. Science Textbook for Grade VII: 11-23. URL: <https://ncert.nic.in/textbook.php?gesc1=2-13>.

रचनाकार :

राधा गोपालन अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू में कार्यरत हैं। वे कुडाली इंटरजेनेरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की भी सदस्य हैं।

अंकिता चतुर्वेदी अजीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन, भोपाल में विज्ञान स्रोत व्यक्ति और शिक्षक प्रशिक्षक हैं। उनसे ankita.chaturvedi@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

चित्रा रवि अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते

पुनरीक्षण : सुशील जोशी

कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

विज्ञान शिक्षक काम पर हैं

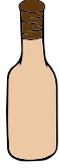
गतिविधि शीट : सूचक जासूस बनें!

उद्देश्य : क्या प्राकृतिक सूचक अदृश्य संदेश पढ़ने में आपकी मदद कर सकते हैं?

आवश्यक सामग्री :



नींबू का रस



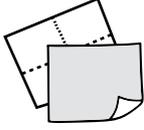
सिरका



साबुन का घोल



पानी में मिला हुआ
चूना



सफ़ेद कोरे कागज़ के
पन्ने (एक कागज़ को
2-4 टुकड़ों में बाँटा जा
सकता है)



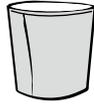
आपका बनाया हुआ
प्राकृतिक सूचक



मोटा पेंट ब्रश या
स्प्रे बोटल



4 इण्डियाँ (हरेक
आपके पेन के आकार
की) या 4 पेन्सिल



कागज़ के 4 प्याले



नोटबुक

अपने दोस्त को एक गुप्त सन्देश भेजें :

1. सफ़ेद कोरे कागज़ के 4 टुकड़े लें। उन पर 1, 2, 3, 4 लिख लें।
2. चार अलग-अलग कागज़ के प्यालों में नींबू का रस, सिरका, साबुन का घोल और पानी में मिला हुआ चूना डालें। प्यालों पर किसी भी क्रम में 1, 2, 3, 4 लिखें। आपकी नोटबुक में हर क्रमांक पर जो घोल है उसे लिख लें। उदाहरण के लिए, प्याला-1 : सिरका, प्याला 2 : साबुन आदि। अपने मित्रों को इन्हें न दिखाएँ।
3. यह तय करें कि अपने मित्र को क्या सन्देश भेजना है। इसे चार भागों में बाँटें। कागज़ के चार टुकड़ों पर 1, 2, 3, 4 लिखें।
4. लकड़ी या पेन्सिल के पिछले हिस्से को प्याला-1 के घोल में डुबोकर क्रमांक-1 के कागज़ पर अपने सन्देश के पहले भाग को लिखें। लकड़ी या पेन्सिल को प्याला-2 में डुबोकर कागज़-2 पर एक सन्देश लिखें। इसी प्रकार प्याला-3 और प्याला-4 का उपयोग करते हुए कागज़-3 और कागज़-4 पर सन्देश लिखें। याद रखें : हर घोल के लिए अलग-अलग लकड़ी या पेन्सिल उपयोग में लाना ज़रूरी है।
5. चारों कागज़ों को सूखने दें। चूँकि चारों घोल रंगहीन हैं, उनसे लिखे आपके सन्देश 'अदृश्य' होंगे। आपके सन्देशों को कोई देख नहीं पाएगा। चारों कागज़ अपने मित्रों को देकर उनसे कहें कि आपने जो लिखा है उसे वे पता करें।



अपने मित्र के गुप्त सन्देश को पढ़ें :

1. आपका मित्र आपको काराज के 4 टुकड़े देगा जिन पर गुप्त सन्देश लिखा होगा। ब्रश को प्राकृतिक सूचक में डुबोकर काराज-1 की पूरी सतह को पोत दें। इस क्रिया को काराज-2, 3 और 4 के साथ दोहराएँ।
2. आप क्या देख रहे हैं? क्या आप अपने मित्र के सन्देश के चारों भागों को पढ़ सकते हैं? अपने अवलोकनों को नीचे दी गई तालिका में लिखें।

अवलोकन करें और दर्ज करें :

सूचक का रंग :

काराज क्रमांक (1, 2, 3 और 4)	क्या आप सन्देश पढ़ पाए? (हाँ या नहीं)	यदि हाँ, तो सन्देश का रंग क्या है (सूचक पोतने के बाद)?	क्या अदृश्य स्याही अम्लीय है या क्षारीय? आपका अनुमान

इसके बारे में सोचें और चर्चा करें :

- प्रश्न-1 : जिस मित्र ने आपको गुप्त सन्देश दिया था उससे पूछें कि उसने जिस स्याही का उपयोग किया था वह अम्लीय है या क्षारीय। क्या आपका अनुमान सही है? यह अनुमान लगाने में आपको किस अवलोकन से सहायता मिली?
- प्रश्न-2 : क्या ऐसे कोई सन्देश थे जिन्हें आप पढ़ नहीं पाए? इसके क्या कारण हो सकते हैं?
- प्रश्न-3 : एक बार जब सन्देश दिखाई देने लगते हैं तो क्या वे वैसे ही बने रहते हैं? सोचें और अपने अवलोकनों की सम्भावित व्याख्याओं पर चर्चा करें।

