एक कलात्मक अन्वेषण

रंजीत कुमार दाश

क्या रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए खोजबीन-आधारित दृष्टिकोण में लिथोग्राफ़ी (lithography) की कला और सौन्दर्य को एकीकृत करना विद्यार्थियों की समझ को मज़बूत कर सकता है और उन्हें विज्ञान में महत्त्वपूर्ण कौशल विकसित करने में मदद कर सकता है? इस तरह के दृष्टिकोण से किस तरह के प्रश्न, चर्चाएँ और विषयान्तर (digressions) निकलते हैं? इस तरह की खोजबीन को सुगम बनाने में शिक्षक की क्या भूमिका होती है?

विज्ञान पढ़ाने के लिए एक अनुभवात्मक खोजबीन-आधारित दृष्टिकोण न केवल वैचारिक समझ को मज़बूत कर सकता है, बल्कि विद्यार्थियों को विज्ञान के अभ्यास में महत्त्वपूर्ण कौशल विकसित करने में मदद करने के लिए विषय-विशेष के सीखने के परिणामों से परे भी जा सकता है। इनमें अवलोकन, आलोचनात्मक प्रश्न, अमूर्त सोच (abstract thinking), समझ में अन्तर को देख पाना (स्वजागरूकता), प्रयोग और सहयोग (प्रायोगिक कौशल) शामिल हैं। क्या हम विद्यार्थियों को सचेतन (mindfulness) और सौन्दर्य की भावना के साथ काम करने

बॉक्स-1 : लिथोग्राफ़ी (lithography) क्या है?

लिथोग्राफ़ी शब्द दो ग्रीक शब्दों से लिया गया है — 'लिथोस' का अर्थ है 'पत्थर' और 'ग्रेफिन' का अर्थ है 'लिखना'। तेल और पानी की अमिश्रणीयता (immiscibility) के आधार पर यह एक सपाट सतह पर चित्र बनाने के लिए सरल रासायनिक प्रक्रियाओं का उपयोग है। अपने सरलतम रूप में, एक छवि (जिसे पोजिटिव छवि कहा जाता है) एक हाइड्रोफोबिक (hydrophobic, जल-विरोधी) माध्यम (जैसे मोम क्रेयॉन, तेल पेंट या नेल पॉलिश) के साथ एक सपाट ठोस सतह (जैसे चूना पत्थर या मार्बल) पर खींची जाती है। सतह पर त्रि-आयामी विशेषताएँ प्रदान करने के लिए एक जलीय अम्ल घोल (aqueous acid solution) का उपयोग निगेटिव छवि (सतह के रंग विहीन भागों) को उकेरने के लिए किया जाता है। कोई भी नक़्क़ाशी के लिए एक पैटर्न चुनते समय पोजिटिव और निगेटिव दोनों छवियों के दृश्य प्रभावों को संयोजित करने का प्रयास कर सकता है।

के लिए जगह देकर ऐसे सीखने के अनुभवों को गहरा कर सकते हैं?

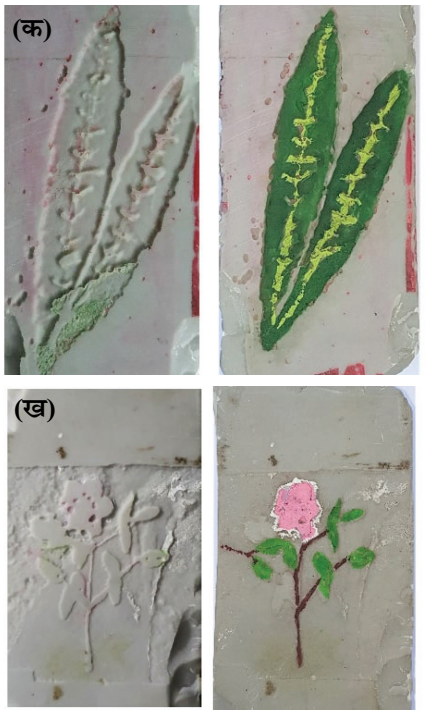
इस प्रश्न का जवाब खोजने के लिए, मैंने कक्षा-7 के विद्यार्थियों को लिथोग्राफ़ी (lithography) की कला का उपयोग करते हुए रासायनिक अभिक्रियाओं के मूल सिद्धान्तों से परिचित कराया (**बॉक्स-1** देखें)। मुझे पता था कि इस तरह के प्रायोगिक (hands-on) काम पर उनका ध्यान आकर्षित होने की सम्भावना है। मेरे निर्णय को इस तथ्य से भी दिशा मिली थी कि मेरी कक्षा के विद्यार्थियों को विभिन्न प्रकार की कलाकृति से अवगत कराया गया था और उन्होंने स्वयं कलाकारी करने का आनन्द लिया था। उनमें से कुछ ने इस तरह की कलाकृति के लिए आवश्यक प्रायोगिक कौशल की क्षमता भी दिखाई थी।

गतिविधि के उद्देश्य

इस गतिविधि का एक उद्देश्य रासायनिक अभिक्रियाओं में महत्त्वपूर्ण अवधारणाओं की समझ को मज़बूत करना था। इस आयु वर्ग के विद्यार्थियों को अभी तक पदार्थ की परमाणु संरचना से परिचित नहीं कराया गया था, लेकिन वे पदार्थों के गुणों और अम्ल-क्षार अभिक्रियाओं के बारे में कुछ प्रारम्भिक विचारों के सन्दर्भ में रासायनिक अभिक्रियाओं की वास्तविक समझ से परिचित थे। जहाँ कुछ विद्यार्थी पदार्थ के नामकरण और वर्गीकरण से जुड़े विषयों को समझने की उत्सुकता दिखा रहे थे, वहीं कुछ विद्यार्थी इन विषयों की अमूर्त प्रकृति से स्वयं को नहीं जोड़ पा रहे थे। सभी विद्यार्थी कुछ ऐसे रासायनिक परिवर्तनों को देखने के लिए काफ़ी उत्सुक थे, जिनके बारे में उन्होंने सुना और पढ़ा था।

दूसरा व्यापक उद्देश्य, विद्यार्थियों में काम करने और एक साथ खोजबीन करने की प्रवृत्ति विकसित करने में मदद करना और एक वैज्ञानिक के रूप में ठोस अनुभवों का पता लगाना था। इस तरह की गतिविधियाँ अनिवार्य रूप से विद्यार्थियों से दिलचस्प सवाल और टिप्पणियाँ निकालती हैं। हालाँकि शिक्षक के लिए ऐसे प्रश्नों की अधिकता कभी-कभी चुनौतीपूर्ण हो सकती है, फिर भी मुझे लगता है कि इनमें से केवल कुछ प्रश्नों के ही उत्तर देने की आवश्यकता है। कुछ अन्य प्रश्न शिक्षक द्वारा संशोधित किए जा सकते हैं लेकिन बहुत-से प्रश्नों को सम्भवतः कुछ सुझावों के साथ या दिशा देकर, विद्यार्थियों द्वारा स्वयं अन्वेषण करने के लिए छोड़ा जा सकता है। शिक्षक प्रश्नों की इस अन्तिम श्रेणी को विद्यार्थियों द्वारा चीज़ों/ अवधारणाओं को समझने के तरीक़ों से जुड़ने के एक न्यौते के रूप में देख सकते हैं। ये विद्यार्थी के मन की प्रकृति को प्रकट करते हैं जो एक साथ अवलोकन कर रहा है, पूछताछ कर रहा है, स्पष्टीकरण देने की कोशिश कर रहा है और अपनी सोच को रोज़मर्रा के अनुभव से जोड़ रहा है।

चित्र-1: अम्ल नक़्क़ाशी (acid etching) में शामिल विभिन्न चरण।
Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.



चित्र-2 : पुनः चित्रण (repainting) के कुछ उदाहरण। (क) में जुड़वाँ पत्ते और **(ख)** में फूल को फिर से रंगा गया है।
Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.

गतिविधि

मैंने विद्यार्थियों को अपनी आधार सामग्री के रूप मार्बल स्लैब और समुद्री सीपियों से परिचित कराकर गतिविधि शुरू की (**गतिविधि शीट-1** देखें)। मैंने सम्पूर्ण प्रक्रिया और उसकी अपेक्षाओं के बारे में भी बताया (**चित्र-1** देखें)।

चरण-1 और 2 में, मैंने विद्यार्थियों को उनकी रचनात्मकता को प्रोत्साहित करने के लिए उनसे समूहों में काम करने और आधार सामग्री की सतह पर उनके द्वारा चयनित किसी भी आकृति को नेल पॉलिश से पेंट करने को कहा। यहाँ शिक्षक को यह सुनिश्चित करने की आवश्यकता हो सकती है कि प्रत्येक समूह में इस बात की अच्छी समझ/ समरूपता हो कि क्या बनाना है।

चरण-3 शिक्षक द्वारा किया जाना था। प्रत्येक स्लैब (जिसे नक़्क़ाशी के लिए तैयार किया गया था) को एक उथले पारदर्शी प्लास्टिक पैन में रखकर जलीय हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

बॉक्स-2 : क्या अम्ल नक़्क़ाशी अपने आप रुक जाएगी?

हमने पूरी कक्षा के दौरान इस प्रयोग को जारी रखकर इस सम्भावना का पता लगाने का निर्णय लिया। विद्यार्थियों ने देखा कि बुलबुले के दिखने की दर (जो अभिक्रिया की शुरुआत में दिखाई दिए) धीरे-धीरे कम हो गई और लगभग 15-20 मिनट के बाद पूरी तरह से बन्द हो गई। उन्होंने यह भी देखा कि इस समय तक मार्बल स्लैब छिद्रपूर्ण (porous) और छोटा (diminished) दिखाई दे रहा था। विद्यार्थी समूहों को इस अवलोकन पर चर्चा करने और इसके लिए कुछ स्पष्टीकरण देने के लिए आमंत्रित किया गया। दो दिलचस्प प्रतिक्रिया सामने आईं :

1. पानी में चीनी की घुलनशीलता की तरह, अम्ल द्वारा मार्बल के घुलने की कुछ सीमा हो सकती है;
2. चूँकि अम्ल और मार्बल एक ही घोल में हैं, तो हो सकता है कि मार्बल अम्ल के साथ मिल गया हो, जिससे अम्ल अधिक अशुद्ध हो गया हो। यह अभिक्रिया को धीमा करने की व्याख्या हो सकती है।

कोई भी इन बहुत ही स्वाभाविक और तार्किक सम्बन्धों को देख सकता है जहाँ विद्यार्थी अपने अवलोकनों को समझाने की कोशिश करते समय पहुँचे थे (यह भी देखें **शिक्षक द्वारा प्रदर्शन : क्या अम्ल नक़्क़ाशी सेल्फ़-लिमिटिंग है?**)। कोई यहाँ रुककर यह समझने का प्रयास कर सकता है कि किशोरों में ये तर्क किस प्रकार आए। क्या यह वैज्ञानिक साहित्य, चर्चाओं की वजह से आया है या सिर्फ़ एक विकासात्मक परिणाम है? क्या यह कम उम्र में अवलोकन सम्बन्धी गतिविधियों में भागीदारी का परिणाम है? क्या कुछ सामाजिक कारक भी शामिल हैं? शायद कई कारक ऐसी बुद्धिमत्ता के विकास में योगदान दे सकते हैं। ऐसे उदाहरणों से प्रतीत होता है कि युवा दिमाग़ के लिए आज की कक्षाओं और पाठ्यक्रम की बाधाओं के भीतर भी विज्ञान के मूलभूत प्रश्नों की खोज करना सम्भव हो सकता है।

के घोल में डुबोया गया ताकि उसे स्पष्ट देखा जा सके। विद्यार्थियों को पूरी प्रक्रिया का अवलोकन करने और अपने अवलोकन एवं मन में आने वाले किसी भी विचार को रिकॉर्ड करने के लिए प्रोत्साहित किया गया।

चरण-4 और 5 में, नक़्क़ाशीदार नमूने को सादे पानी से धोया गया और पेंट को एसीटोन (acetone) से मिटा दिया गया। विद्यार्थी अब उकेरी गई सतह को देख, छू और महसूस कर पाए। प्रत्येक समूह को उकेरी गई मार्बल की सतह पर उनके चित्रों को देखने और उसके प्रभावों से सह-सम्बन्ध बनाने के लिए प्रोत्साहित किया गया। सौन्दर्य की दृष्टि से, उन्हें अपने नमूनों को अन्तिम रूप देने के लिए पानी के रंग, क्रेयॉन या स्याही का उपयोग करके अपनी इच्छानुसार आकृतियों को फिर से रंगने के लिए प्रोत्साहित किया गया (**चित्र-2** देखें)।

प्रेरक प्रश्न : विज्ञान की प्रक्रियाओं को अनुभवों से जोड़ना

पूरी गतिविधि के दौरान, लेकिन विशेष रूप से इसके अन्तिम चरण में, विद्यार्थियों के कई प्रश्न, अवलोकन और अगले प्रयास में लागू करने के लिए नए विचार आए। उन्हें एक-दूसरे के साथ इन पर चर्चा करते और नए सम्बन्ध बनाते हुए देखना एक ख़ुशी की बात थी। यहाँ उनके कुछ सवाल और टिप्पणियाँ, उनकी पृष्ठभूमि पर कुछ नोट्स और वे किस प्रकार की सीख दे सकते हैं, के साथ दिए गए हैं :

प्रश्न : *"क्या हम किसी भी पत्थर पर डिज़ाइन बनाने के लिए साइट्रिक एसिड (citric acid) या सिरके (vinegar) का उपयोग कर सकते हैं? क्या मैं छुट्टियों में पत्थर के आभूषण बनाने के लिए इस विधि का उपयोग कर सकता हूँ?"*

मैंने बताया कि यह विधि 'सभी पत्थर या धातु' के लिए उपयुक्त नहीं हो सकती है। मैंने यह भी इंगित किया कि यह एक अच्छा विचार है, बशर्ते विद्यार्थी घर पर नक़्क़ाशी की इस विधि का उपयोग सुरक्षित तरीक़े से कर सकें। इसी को बढ़ाते हुए, मैंने सुझाव

बॉक्स-3 : क्या हम नक़्क़ाशी के लिए कम अम्ल का उपयोग कर सकते हैं?

हमने इस सम्भावना का पता लगाने के लिए सेटअप में कुछ बदलाव किए (देखें **गतिविधि शीट-2 : नक़्क़ाशी के लिए कम अम्ल**)। संशोधित सेटअप में, हमने तय किया कि स्लैब को उल्टा लटकाकर ये सुनिश्चित करें कि सिर्फ़ वही सतह अम्ल के सम्पर्क में आए जिस पर नक़्क़ाशी की जानी थी। चूँकि स्लैब केवल आंशिक रूप से घोल में डूबी होगी, हम नक़्क़ाशी के लिए बहुत कम अम्ल का उपयोग करने में सक्षम होंगे। ऐसी स्थिति बनाने के लिए हमने मार्बल स्लैब को सहारा देने के लिए प्लास्टिक बोतल के समान आकार के चार ढक्कनों का उपयोग किया।

कई प्रयास करने के बावजूद, यह सेटअप काम नहीं कर रहा था। विद्यार्थियों और मैंने सोचा कि क्या चीज़ नक़्क़ाशी को होने से रोक रही होगी। क़रीब से जाँच करने पर, हमने देखा कि स्लैब की सतह जो अम्ल के घोल के सम्पर्क में थी, बुलबुले से ढँकी हुई थी (जिसका मतलब था कि अभिक्रिया शुरू हो गई थी), लेकिन ये बुलबुले पिछले सेटअप की तरह घोल की ऊपरी सतह तक नहीं उठ पा रहे थे। कई विद्यार्थियों ने सुझाव दिया कि बुलबुले अभिक्रिया को आगे बढ़ने से रोक रहे होंगे। हालाँकि यह एक पूर्ण स्पष्टीकरण नहीं था, इसने एक महत्त्वपूर्ण दृष्टि प्रदान की - कार्बन डाइऑक्साइड की फ़िल्म अम्ल और मार्बल की सतह के बीच सम्पर्क को रोक सकती है। मुझे लगा कि जो हो रहा होगा, उसे मैंने जब ब्लैकबोर्ड पर चित्रित कर लिया तो अधिकांश विद्यार्थी इस सम्भावना को बेहतर ढंग से समझने लगे।

किसी घटना के बारे में स्पष्टता प्राप्त करना निश्चित रूप से महत्त्वपूर्ण है, लेकिन उससे अधिक महत्त्वपूर्ण वह तरीक़ा है जिसके द्वारा मन ऐसी स्पष्टता तक पहुँचता है। मुझे आशा थी कि कुछ विद्यार्थियों के लिए इस अनुभव का एक महत्त्वपूर्ण निष्कर्ष यह था कि किस प्रकार विज्ञान के प्रयोग हमें (और वैज्ञानिकों को) कभी-कभी आश्चर्यचकित कर सकते हैं।

चित्र-3 : नक़्क़ाशी और प्रति-नक़्क़ाशी (anti-etching) तकनीकों के परिणाम।
(क) अर्द्ध चाँद और सितारों की एक निगेटिव छवि। यहाँ बैकग्राउंड को नेल पॉलिश से पेंट किया गया है। चूँकि यह जल विरोधी/ हाइड्रोफोबिक (hydrophobic) है, अम्ल घोल केवल शेष भाग, बिना पेंट वाले हिस्से की सतह के साथ अभिक्रिया करता है। चाँद और तारे में गहराई दिखती है।
(ख) एक फूल की पोजिटिव छवि। चूँकि फूलों के क्षेत्रों को नेल पॉलिश से रंगा गया है, इसलिए अम्लीय घोल केवल बिना रंगी हुई पृष्ठभूमि के साथ अभिक्रिया करेगा। फूल उभरा दिखेगा।
Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.

दिया कि वे मार्बल टाइल्स या चॉक पत्थर की सतहों पर रसोई के सिरके के साथ थोड़े साइट्रिक एसिड का उपयोग करके शुरुआत कर सकते हैं।

प्रश्न : *"नक़्क़ाशी कितनी स्पष्ट हो सकती है? क्या मैं बालों जैसी महीन रेखाएँ खींच सकती हूँ?"*

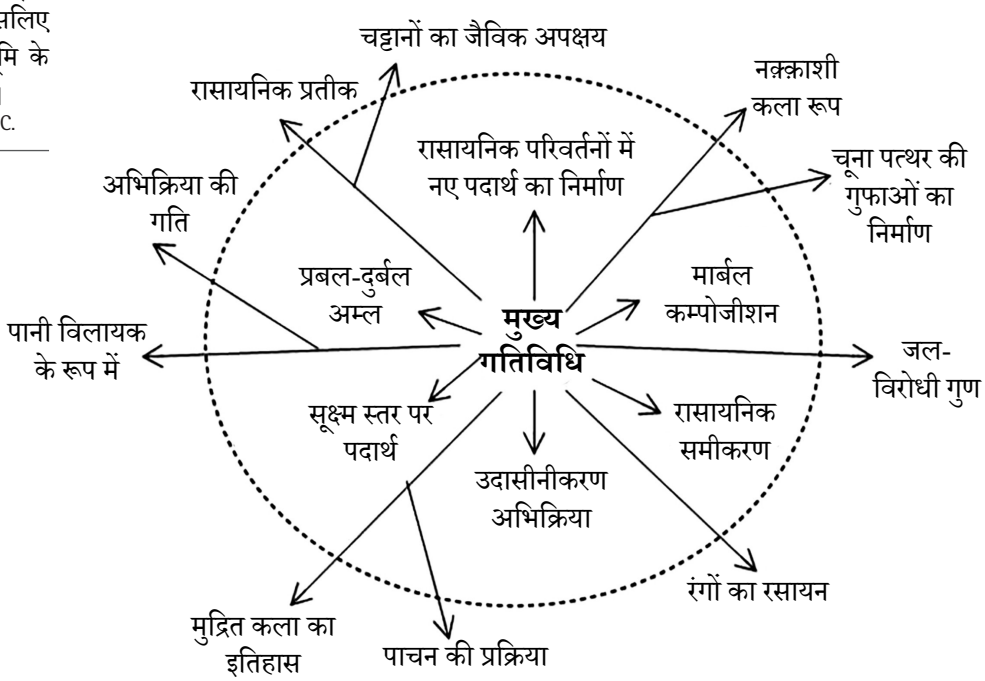
वह विद्यार्थी इस रासायनिक नक़्क़ाशी तकनीक की तुलना पत्थर पर नक़्क़ाशी की प्रक्रिया से करने की कोशिश कर रही थी जिससे वह परिचित थी। पत्थर की एक स्लैब

चित्र-4 : नक़्क़ाशी और प्रति-नक़्क़ाशी (anti-etching) तकनीकों का संयोजन। विद्यार्थियों के एक समूह ने एक द्वीप की यात्रा की कल्पना की। छवि के बाईं ओर नारियल के पेड़ों की एक जोड़ी है और दाईं ओर एक नाव का लंगर है। इसे इस तरह बनाया गया था कि पेड़ सतह से नीचे चले गए हैं और नाव का लंगर ऊपर आ गया है। विद्यार्थी समूह के कुछ सदस्य कहानी को बेहतर बनाने में व्यस्त थे। स्पष्ट रूप से, रसायनविज्ञान की अवधारणाओं को सीखने के अलावा भी बहुत कुछ हो रहा था!
Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.

को तराशने के लिए छेनी का उपयोग करने में लगने वाले प्रयास (ऊर्जा) को देखने के बाद, वह सोच रही थी कि क्या रासायनिक नक़्क़ाशी के माध्यम से मार्बल की सतह से पदार्थ को हटाने के लिए भी कुछ ऊर्जा की आवश्यकता होती है। मेरी प्रतिक्रिया थी कि रासायनिक प्रक्रियाओं में भी सूक्ष्म स्तर पर कार्य होता है।

प्रश्न : *"वे सफ़ेद पाउडर वाली चीज़ें क्या हैं? क्या वह मार्बल पाउडर है? हम मार्बल के एक टुकड़े को कितना छोटा काटने पर भी मार्बल ही कहेंगे?"*

यहाँ विद्यार्थी एक पाउडर जैसे सफ़ेद पदार्थ का ज़िक्र कर रही थी जो अभिक्रिया के दौरान बना था। उसे समझ में नहीं आ रहा था कि यह पाउडर मार्बल के टुकड़े के अन्दर से आया है या नहीं। यह प्रश्न सूक्ष्म पैमानों पर पदार्थ की प्रकृति के बारे में प्रारम्भिक वैज्ञानिक बहसों को ध्यान में लाता है। डेमोक्रिटस (Democritus) जैसे



चित्र-5 : शिक्षक इस माइंड मैप (mind map) का उपयोग गतिविधि की योजना बनाने के लिए कर सकते हैं। इस तरह के मैप विभिन्न अवधारणाओं और विचारों को जोड़ने में मदद करते हैं और कक्षा में निर्देशित और सार्थक विषयान्तर करने में भी मदद करते हैं।
Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.

बॉक्स-4 : दिलचस्प चर्चाओं का एक नमूना

1. अम्ल की प्रकृति पर :

विद्यार्थी क : *"सर, अम्ल पानी के घोल में है। लेकिन उसकी गन्ध इतनी तेज/तकलीफ़देह क्यों है?"*

विद्यार्थी ख : *"शायद अम्ल पानी से वाष्पित हो रहा है।"*

मेरी प्रतिक्रिया : *"हाँ, कुछ अम्ल घोल से वाष्पित हो जाते हैं। सामान्य तौर पर, घोल में ऐसे पदार्थ हो सकते हैं जो अलग-अलग तापमान पर और अलग-अलग दरों पर वाष्पित हो जाते हैं। इस घोल में, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (hydrochloric acid) पानी की तुलना में अधिक आसानी से वाष्पित हो जाता है। यही सूँघने से आपको दर्द महसूस हो रहा है। हवा में इसी हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की गन्ध है।"*

विद्यार्थी ग : *"आपने उल्लेख किया था कि कई अम्ल स्वाभाविक रूप से गैसीय रूप में पाए जाते हैं। क्या ऐसे अम्लों के लिए विलयन से बचना आसान हो जाता है?"*

यह विद्यार्थी पिछली कक्षाओं के दौरान शुरू किए गए अम्ल और क्षार के विचारों को एक नए प्रश्न पर लागू करने की कोशिश कर रहा था। इसमें यह समझ शामिल थी कि आग, जो एक रासायनिक अभिक्रिया है, अम्ल और क्षार को अलग करती है — वायु उत्सर्जित अम्ल लेती है (जो धुएँ के रूप में होती है) और पृथ्वी क्षार को (मिट्टी) राख के रूप में लेती है। इस प्रकार, बहुत से अम्ल (जैसे CO_2 और HCl) गैसीय रूप में पाए जाते हैं और कई क्षार (जैसे $CaCO_3$) मिट्टी में पाए जाते हैं। यह इस समझ से भी लिया गया है कि पानी अम्ल और क्षार दोनों को घोलता है और इन दोनों विलयनों की अभिक्रिया को उदासीनीकरण अभिक्रिया (neutralization reaction) कहते हैं।

2. अभिक्रिया के उत्पादों पर :

मेरा प्रश्न : *"जब अभिक्रिया चल रही होती है तो जो सफ़ेद पाउडर वाला पदार्थ बनता है उसके बारे में आप क्या सोचते हैं? वह क्या हो सकता है?"*

विद्यार्थी ड : *"यह मार्बल का पाउडर होना चाहिए।"*

विद्यार्थी च : *"लेकिन जब हम एक सामान्य मार्बल स्लैब को तोड़ते हैं, तो इस तरह पाउडर नहीं निकलता है। यह कुछ और होना चाहिए।"*

विद्यार्थी छ : *"क्या यह लोहे की छड़ के प्रयोग में ज़ंग जैसा कुछ है? ज़ंग लोहे से अलग है और लगने से पहले ज़ंग अस्तित्व में नहीं होती...।"*

नए पदार्थों के निर्माण को पहचानना किसी भी रासायनिक प्रक्रिया को समझने की कुंजी है।

3. पदार्थों की हाइड्रोफोबिक (जल–विरोधी) प्रकृति पर :

विद्यार्थी ज : *"सर, ऐसा क्यों है कि केवल पेंट न किया गया क्षेत्र ही अम्ल के साथ अभिक्रिया करता है? पेंट किया क्षेत्र अभिक्रिया क्यों नहीं करता?"*

मेरी प्रतिक्रिया : *"पेंट वाली और बग़ैर पेंट वाली सतहों के अम्ल के साथ सम्पर्क वाले हिस्से का निरीक्षण करें। पेंट की गई सतहों पर अम्ल घोल नेल पॉलिश के सम्पर्क में है। तो आपको क्या लगता है कि नेल पॉलिश पेंट की सतह पर क्या करती है?"*

विद्यार्थी झ : *"ओह ठीक है... तो, नेल पॉलिश अभिक्रिया को धीमा कर देती है? यही कारण हो सकता है कि बिना रंगी हुई सतह तेज़ी से उकरती है।"*

मेरी प्रतिक्रिया : *"कुछ पदार्थ पानी में गिराए जाने पर भी पानी से 'दूर रहना' पसन्द करते हैं। इस गुण वाले पदार्थों को 'हाइड्रोफोबिक' (जल-विरोधी) कहा जाता है। ऐसे पदार्थों के कुछ उदाहरण हैं तेल, नेल पॉलिश, ऑइल पेंट, चर्बी, ग्रीस और मोम।"*

विद्यार्थी झ : *"तो अगर अम्ल के घोल में पानी को मार्बल की सतह को छूना है, तो उसे पेंट से गुज़रना होगा, जो कि नेल पॉलिश के कारण नहीं हो सकता। सही है?"*

मेरी प्रतिक्रिया : *"हाँ, यह सही है।"*

विद्यार्थी ज : *"लेकिन अम्ल है जो नक़्क़ाशी करता है, पानी नहीं।"*

विद्यार्थी झ : *"दोस्त, अम्ल पानी में घुला हुआ है। अगर पानी सतह को नहीं छू सकता है, तो अम्ल कैसे छुएगा?"*

परमाणुवादियों ने तर्क सहित यह बताया था कि रेत के गुणों को बनाए रखते हुए रेत के दाने को विभाजित करने की एक निचली सीमा होती थी।

प्रश्न : *"नक़्क़ाशी से निकला मार्बल कहाँ ग़ायब हो जाता है? अगर हम मार्बल को लम्बे समय तक अम्ल के घोल में छोड़ दें तो क्या होगा?"*

इस विद्यार्थी ने सोचा कि अगर इस अभिक्रिया को लम्बे समय तक जारी रखने की अनुमति दी गई तो क्या अम्ल पूरे स्लैब को 'खा' सकती है। दूसरे शब्दों में, वह जानना चाहती थी कि क्या यह प्रक्रिया कभी अपने आप रुक जाएगी (**बॉक्स-2** देखें)।

टिप्पणी : *"जब तक अम्ल का घोल केवल सतह को छूता है, नक़्क़ाशी जारी रहनी चाहिए। पूरे स्लैब को घोल के अन्दर होने की आवश्यकता नहीं है।"*

यह टिप्पणी एक विद्यार्थी की ओर से आई थी जो गतिविधि के लिए कम अम्ल का उपयोग करने में रुचि रखता था (**बॉक्स-3** देखें)।

प्रश्न : *"क्या स्लैब की सतह पर कुछ 'प्रति-नक़्क़ाशी' (anti-etch) या कुछ 'उभारना' सम्भव है?"*

एक समूह ने एक ही स्लैब पर पोजिटिव (etch) और निगेटिव (anti-etch) दोनों छवियों को मिलाकर अपनी 'कहानी' बनाने की सम्भावना का पता लगाया। जहाँ एक निगेटिव छवि आकृति में गहराई जोड़ती है, वहीं एक पोजिटिव छवि ऊपर की ओर कुछ उभरा हुआ भाग प्रस्तुत करती है (**चित्र-3** देखें)।

उन्होंने इसे एक दिलचस्प चुनौती के रूप में वर्णित किया क्योंकि उन्हें दोनों ड्राइंग तकनीकों पर बारी-बारी से ध्यान देना था (**चित्र-4** देखें)। हालाँकि उनमें से अधिकांश इस तरह से प्रयोग करना पसन्द करते थे, एक विद्यार्थी ने सवाल किया कि क्या दोनों तकनीकों को एक ही आकृति में जोड़ना सम्भव है। जबकि यह प्रतिक्रिया सीधे रसायनविज्ञान की अवधारणा से सम्बन्धित

बॉक्स-5 : शिक्षक के लिए कुछ सुझाव

- विद्यार्थियों को उन चीज़ों का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करें जिन्हें उन्होंने शायद अनदेखा किया हो। उनके कुछ अवलोकनों को अधिक गहराई से जाँच करने के लिए प्रोत्साहित करें।
- विद्यार्थियों के साथ मिलकर विचारों और अवधारणाओं की तरफ़ पहुँचने के लिए खुले रहें और इन विचारों और अवधारणाओं को सम्भावित मानकर काम करें। इसमें विद्यार्थियों के दिमाग़ में विचार कैसे आकार लेते हैं और फिर एक आम समझ बनाते हैं, इस बारे में चौकस और सहिष्णु होने की क्षमता शामिल है।
- प्रत्येक समूह के भीतर होने वाले संवाद पर बारीक़ी से ध्यान दें क्योंकि यह इस बात की अन्तर्दृष्टि प्रदान कर सकता है कि विद्यार्थी स्वयं और एक समूह में कैसे सोचते हैं। संवाद के दौरान गतिविधि का विस्तार करने के लिए प्रयोगों के कई विचार सामने आ सकते हैं।
- विद्यार्थियों द्वारा उनके पाठ्यक्रम में गतिविधि और रसायनविज्ञान की अवधारणाओं के बीच के सम्बन्ध को पहचानने के लिए ब्लैकबोर्ड पर माइंड मैप बनाएँ। इनमें शामिल हो सकते हैं - रासायनिक अभिक्रियाएँ जैसे कि न्यूट्रलाइजेशन (अभिक्रिया और अभिक्रिया के उत्पाद की पहचान करना), मार्बल और चॉक की रासायनिक संरचना, प्रबल-दुर्बल और प्रबल अम्ल आदि।
- इस गतिविधि के माध्यम से सीखने में एक 'मज़ेदार, लेकिन फिर भी प्रासंगिक' तत्व लाने का प्रयास करें।

नहीं थी, विद्यार्थी की इस नई सम्भावना को महसूस करने की क्षमता, सीखने की प्रक्रिया में रचनात्मक कार्य का एक उदाहरण है - एक प्रवृति जिसे प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

कुछ विचार

1. **सीखने की विधि के रूप में चर्चा :** पूरी गतिविधि के दौरान रुक-रुक कर दिलचस्प चर्चा होती रही (**बॉक्स-4** देखें)। जिस हद तक विद्यार्थी एक-दूसरे के प्रश्नों, सुझावों और अन्वेषणों में रुचि रख रहे थे, वह काफ़ी उल्लेखनीय था। यह चर्चा मोटेतौर पर सूक्ष्म स्तर पर पदार्थ की प्रकृति के बारे में थी, एक अवलोकन की व्याख्या करने, एक विद्यार्थी द्वारा एक अन्तर्दृष्टि (insight) साझा करने वग़ैरह के बारे में थी। यह ऐसा था जैसे किसी समूह का अपना कोई एक विचार हो! तो कई विद्यार्थियों में इस लिहाज़ से स्वजागरूकता बढ़ी कि दूसरों के विचारों और स्पष्टीकरणों पर ध्यान देकर वे अपने विचारों से अधिक अवगत हुए। यह देखना भी दिलचस्प था कि कैसे कुछ विद्यार्थी कक्षा में एक साझी समझ बनाने में सक्षम हुए।
2. **सम्बन्धों का विस्तार और गहरा होना :** इस तरह की एक एकीकृत, खोजबीन-आधारित शिक्षण शैली कई ऐसे अवसर निर्मित करती है जिससे गहरे मानसिक सम्बन्धों का निर्माण होता है। उदाहरण के लिए, इस गतिविधि ने विभिन्न अवधारणाओं को जोड़ने की कई सम्भावनाएँ देने के साथ दिलचस्प विषयान्तरों को भी प्रस्तुत किया (**चित्र-5** देखें)। कक्षा की एकरसता को तोड़ने के लिए कई सम्भावित विषयान्तरों का पता लगाया जा सकता है। मुझे लगता है कि इस तरह के प्रासंगिक विषयान्तर एक चिन्तनशील मनोदशा लाते हैं और गहरे मानसिक सम्बन्ध बनाने में मदद कर सकते हैं।

चलते-चलते

कला, खेल और पाक कला जैसे विविध क्षेत्र विज्ञान को हाथों-हाथ और मज़ेदार तरीक़े से सिखाने के कई अवसर प्रदान कर सकते हैं। एक विज्ञान शिक्षक के लिए इन क्षेत्रों के उन पहलुओं की पहचान करना चुनौतीपूर्ण है जो विज्ञान पाठ्यक्रम में विशिष्ट अवधारणाओं को समझने और उन्हें रचनात्मक तरीक़े से ग्रेड-उपयुक्त गतिविधियों में परिवर्तित करने के लिए सहयोग कर सकें। यह मेरा मत है कि इस तरह की विज्ञान गतिविधियाँ बिना किसी दबाव (coercion) के एक समूह का ध्यान बनाए रखने में मदद कर सकती हैं।

व्यक्तिगत खोजबीन के लिए रास्ते बढ़ाकर, यह दृष्टिकोण विविध रुचियों, क्षमताओं, सौन्दर्य संवेदनाओं और कौशल स्तर के विद्यार्थियों को सीखने की प्रक्रिया में शामिल करने में भी अधिक प्रभावी हो सकता है। इसके अलावा, यह विद्यार्थियों को 'अन्वेषण की कला' के साथ सशक्त बनाता है और 'स्वामित्व की भावना' प्रदान करता है, दोनों सीखने की प्रक्रिया में जान (vitality) लाते हैं (**बॉक्स-5** देखें)। विद्यार्थी न केवल रसायनविज्ञान में आवश्यक अवधारणाओं को सीखते हैं, वे लम्बे समय तक ऐसे अनुभवों को भी सँजोकर रखते हैं।

हमारी रासायनिक दुनिया
गतिविधि शीट-1 : अम्ल-नक़्क़ाशी

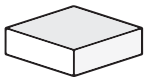
उद्देश्य :

पता करना कि :

1. *क्या मार्बल स्लैब (marble slab) या सीप या शंख जैसी खोलों (shell) की सतह पर रसायनों का उपयोग करके चित्र नक़्क़ाशी की जा सकती है।*
2. *क्या इस गतिविधि का उपयोग रसायनविज्ञान के विभिन्न प्रारम्भिक विषयों को समझने के लिए किया जा सकता है।*

आवश्यक सामग्री :

नक़्क़ाशी के लिए सतह (प्रत्येक विद्यार्थी समूह के लिए एक)



पेंट करने के लिए कम-से-कम एक समतल सतह के साथ किसी भी आकार का मार्बल स्लैब

या

किसी भी गहरे रंग का सीप (यह मध्यम आकार का हो ताकि आप इसे पकड़ सकें और उस पर पेंट कर सकें)

या

कोई भी 'फ़िज़ी रॉक' (fizzy rock, एक पत्थर जो अम्ल के प्रति क्रियाशील है, जैसे चूना पत्थर, चॉक पत्थर) जो आसानी से उपलब्ध हो जिसमें पेंट करने के लिए कम-से-कम एक समतल सतह हो।

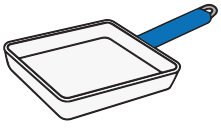
10% से 20% मात्रा वाला जलीय हाइड्रोक्लोरिक (aqueous hydrochloric) अम्ल का घोल (अम्ल में पानी की बजाय अम्ल को पानी में मिलाएँ)।

किसी भी रंग का कोई भी जल्दी सूखने वाला पानी प्रतिरोधी (जैसे नेल पॉलिश) ऐक्रेलिक लिक्विड पेंट (विद्यार्थियों के प्रत्येक समूह को एक बोतल)।

सतह पर किसी भी बचे हुए पेंट या ड्राइंग की ग़लतियों को साफ़ करने के लिए एसीटोन (Acetone) या नेल पॉलिश रिमूवर (लगभग 50 मिली)।

ज़रूरत अनुसार सतह पर एसीटोन साफ़ करने के लिए कुछ रूई या कपड़े का टुकड़ा।

अम्ल नक़्क़ाशी के बाद पत्थरों या शंख को धोने के लिए कुछ सादा पानी।



एक पारदर्शी उथला प्लास्टिक पैन/ ट्रे।

नक़्क़ाशी समाप्त होने के बाद सतह को फिर से रंगने/ सजाने के लिए विभिन्न प्रकार के वाटर कलर और क्रेयॉन (crayons)।

क्या करें :

1. पेंटिंग

- *अपने समूह में चर्चा करें और इस बात पर सहमति बनाएँ कि आप दी गई (मार्बल स्लैब या सीप की सतहों) पर क्या बनाना चाहते हैं। आधार सतह पर पेंट करने से पहले चुनी गई डिज़ाइन को काग़ज़ पर बनाएँ।*
- *चित्र बनाने के लिए अपने समूह से दो लोगों की पहचान करें। आधार सतहों पर चयनित आकार को धीरे-धीरे और सावधानीपूर्वक पेंट करने के लिए रंगीन नेल पॉलिश का उपयोग करें। आप इसके लिए नेल पॉलिश ब्रश या पेंटिंग ब्रश का उपयोग कर सकते हैं।*
- *यदि आप आकृति को फिर से बनाना या संशोधित करना चाहते हैं तो आधार सतह को एसीटोन से साफ़ करें। यह सुनिश्चित करने के लिए कि समूह में हर कोई अन्तिम कलाकृति से सन्तुष्ट है, इसे कई बार बनाया/ किया जा सकता है। (**संकेत** : पेपर-पेंसिल से शुरू करने से ऐसी पुनरावृत्तियों (बार-बार बनाने) की संख्या को कम करने में मदद मिल सकती है)।*

2. अम्ल नक़्क़ाशी

- *अपने समूह का पेंट किया हुआ नमूना अपने शिक्षक को दें, वे अम्ल नक़्क़ाशी का चरण पूरा करेंगे, एक बार में एक ही नमूना दें।*
- *अम्ल नक़्क़ाशी की प्रक्रिया को ध्यान से देखें। आपके समूह के किसी भी अवलोकन, प्रश्न और सुझाव को रिकॉर्ड करें। अपने नमूने में किसी भी बदलाव की शुरुआत और समाप्ति को बताने के लिए विशेष रूप से संकेतों की तलाश करें।*

3. सफ़ाई

- *निरीक्षण करें कि आपके नमूने को वापस लौटाने से पहले शिक्षक किसी भी अम्ल अवशेष को हटाने के लिए उसे कैसे साफ़ करते हैं।*
- *नक़्क़ाशीदार सतहों की बनावट देखें, उसे स्पर्श और महसूस करें। नक़्क़ाशी की तुलना अपने मूल चित्र से करें। अपने अवलोकन को दर्ज करें। साथ ही, आपके द्वारा अपेक्षित परिणाम और वास्तविक परिणाम के बीच दिखाई देने वाले किसी भी अन्तर को दर्ज करें।*

4. अन्तिम रूप देना (वैकल्पिक)

- *नेल पॉलिश के रंगों को एसीटोन में भीगी हुई रूई या कपड़े के टुकड़े से रगड़कर साफ़ करें।*
- *अपने चित्र को अन्तिम रूप देने के लिए वाटरकलर या क्रेयॉन का उपयोग करें।*

विचार करें :

- *नक़्क़ाशी की आकृतियाँ बनाने के लिए नेल पॉलिश का उपयोग क्यों किया जाता है?*
- *नेल पॉलिश को साफ़ करने के लिए एसीटोन का उपयोग क्यों किया जाता है?*
- *आधार सतह में क्या बदलाव देखते हैं जब :*

  (अ) उसे ट्रे में रखा जाता है? (ब) अम्ल घोल में छोड़ दिया जाता है? (स) ट्रे से हटाया जाता है? (द) पानी से धोया जाता है?

  (ई) नेल पॉलिश को हटाने के लिए एसीटोन से साफ़ किया जाता है? आप इन परिवर्तनों की व्याख्या कैसे करेंगे?
- *आप इनके रंग, बनावट और दिखावट में क्या परिवर्तन देखते हैं : (अ) आधार सामग्री की 'चित्रित' और 'अचित्रित' सतहों पर और (ब) ट्रे में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल घोल पर? आप इन परिवर्तनों की व्याख्या कैसे करेंगे?*
- *आपके विचार से जब अम्ल घोल में आधार सतह रखी जाती है तो बुलबुले क्यों बनते हैं? ये बुलबुले घोल की सतह के ऊपर क्यों आते हैं? क्या आपने ऐसा कहीं और देखा है?*

i wonder...
Rediscovering school science

रचनाकार :

रंजीत कुमार दाश, ऋषि वैली स्कूल, आन्ध्र प्रदेश में शिक्षक हैं। उनसे ranjitkumardash@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है। **अनुवाद :** जितेन्द्र 'जीत'

Azim Premji University

हमारी रासायनिक दुनिया

गतिविधि शीट-1 : अम्ल-नक़्क़ाशी

1. अलग-अलग दिनों में लगातार दो कक्षाओं का उपयोग किया जा सकता है। पहली कक्षा में विद्यार्थी प्रक्रिया को समझ सकते हैं और कलाकृति को पूरा कर सकते हैं। दूसरी कक्षा का उपयोग अम्ल नक़्क़ाशी के शिक्षक द्वारा प्रदर्शन (demonstration) के लिए किया जा सकता है।
2. इसे समूह गतिविधि के रूप में तैयार किया गया है। सभी विद्यार्थियों की अधिकतम भागीदारी सुनिश्चित करने के लिए कक्षा को 2 से 4 विद्यार्थियों के समूहों में विभाजित करें।
3. गतिविधि के चरणों, आवश्यक समय और प्रत्येक चरण में ध्यान रखी जाने वाली सावधानियों के बारे में बताएँ।
4. विद्यार्थियों को उन सामग्रियों से परिचित कराएँ जिनका उपयोग वे अपनी नक़्क़ाशी के लिए आधार के रूप में करेंगे। प्रत्येक समूह को मार्बल स्लैब या शैल का एक टुकड़ा दें और उन्हें बताएँ कि वे उस सतह पर पेंट करने जा रहे हैं जो अन्ततः उकेरी जाएगी।
5. हाइड्रोफोबिक (hydrophobic) और हाइड्रोफिलिक (hydrophilic) गुणों को समझाने के लिए ब्लैकबोर्ड का उपयोग करें। स्पष्ट रूप से बताएँ कि अम्ल-क्षार अभिक्रिया के कारण सतह के कौन-से क्षेत्र अम्ल द्वारा उकेरे जाएँगे।
6. स्पष्ट रूप से बताएँ कि कौन-से कार्य विद्यार्थी समूहों द्वारा किए जाएँगे और कौन-से कार्य शिक्षक द्वारा प्रदर्शित (demonstrated) किए जाएँगे। इसके अलावा, विद्यार्थियों को प्रदर्शन के दौरान अवलोकन और नोट्स लेने का निर्देश दें।
7. कुछ समूहों को यह तय करने में सहायता की आवश्यकता हो सकती है कि वे सतह पर क्या बनाएँ। साथ ही, जिन विद्यार्थियों को आधार सामग्री पर चित्र बनाने के लिए चुना गया है, उन्हें सावधानी से ऐसा करने के लिए सहयोग और मार्गदर्शन की आवश्यकता हो सकती है। नेल पॉलिश ब्रश एक पेंटब्रश की तरह मज़बूत नहीं होते और इनका उपयोग करने के लिए निपुणता और सावधानी की आवश्यकता हो सकती है।
8. एसीटोन और अम्ल को उपयोग में लाने के लिए विशिष्ट सावधानियों से विद्यार्थियों को अवगत कराएँ :
    - एसीटोन शीघ्र वाष्पशील/ उड़नशील (volatile) और ज्वलनशील (flammable) होता है और त्वचा, नाक और आँखों में जलन पैदा कर सकता है। सुनिश्चित करें कि गतिविधि एक अच्छे हवादार क्षेत्र में की जाए। विद्यार्थियों को एसीटोन के सम्पर्क से बचना चाहिए। सम्पर्क हो जाने की स्थिति में, सुनिश्चित करें कि वे सम्पर्क क्षेत्र को अच्छी तरह धो लें।

- हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के उपयोग के समय अम्ल-क्षार दस्तानों का उपयोग करें और विद्यार्थियों को अम्ल, विलियनों और क्षार के उपयोग के दौरान सुरक्षात्मक उपकरणों के उपयोग का महत्त्व समझाएँ।
- विद्यार्थियों को अम्ल और पानी मिलाने के सुरक्षा पहलुओं के बारे में बताएँ। स्पष्ट करें कि पानी में अम्ल मिलाना, अम्ल में पानी मिलाने से अधिक सुरक्षित क्यों है।

९. नक़्क़ाशी के चरणों के प्रदर्शन के लिए :

- एक सतही/ उथले पैन में आसुत जल (distilled water) के साथ सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (concentrated hydrochloric acid) (37% मानक घोल) जोड़कर नक़्क़ाशी का घोल (तनु अम्ल घोल — diluted acid solution) तैयार करें। सुनिश्चित करें कि आप पानी में मात्रा के हिसाब से 10% से 20% के अनुपात में सान्द्र अम्ल धीरे-धीरे मिलाएँ। यदि अम्ल बहुत तनु है, तो अभिक्रिया में अधिक समय लग सकता है। आधार सामग्री के आकार के आधार पर घोल की अन्तिम मात्रा तय करें।
- अम्ल-क्षार दस्तानों का उपयोग करके, प्रत्येक नमूने को सावधानी से लगभग 10-15 मिनट के लिए अम्ल घोल में डुबाएँ। सुनिश्चित करें कि जिन सतहों पर नक़्क़ाशी की जानी है, वे ऊपर की ओर हों।
- जब बुलबुले बनने लगें तो अपने विद्यार्थियों का ध्यान इसकी ओर आकर्षित करें क्योंकि यह अभिक्रिया की शुरुआत का संकेत है। विद्यार्थियों से यह नोट करने के लिए कहें कि अभिक्रिया कब धीमी हो जाती है (आमतौर पर अम्ल घोल की शुरुआती सान्द्रता के आधार पर नमूनों को डुबाने के 10 से 20 मिनट के बाद) और कब बन्द हो जाती है।
- बुलबुले ग़ायब होने के लगभग 5 मिनट बाद टुकड़ों को निकाल लें। आप उसी घोल के साथ अगले नए टुकड़े पर प्रयोग जारी रख सकते हैं। यदि आगे अभिक्रिया नहीं होती है या घोल धुँधला हो गया है, तो नक़्क़ाशी के प्रत्येक नए सेट के लिए एक नया घोल तैयार करें।
- नक़्क़ाशी के घोल की मात्रा के आधार पर एक या अधिक नमूनों को एक साथ उकेरा जा सकता है। हालाँकि, जैसे-जैसे नमूनों की संख्या बढ़ती जाती है, नक़्क़ाशी सतही होती जाती है। इसे पहले 1 या 2 नमूनों के साथ आजमाया जा सकता है और फिर निर्णय लिया जा सकता है। यह अवलोकन और चर्चा का बिन्दु हो सकता है।
- किसी भी अवशिष्ट अम्ल को हटाने के लिए उकेरे गए नमूनों को नल के पानी से धोएँ।

10. विद्यार्थियों को एक समूह के रूप में अवलोकन करने और उन्हें रिकॉर्ड करने के लिए प्रोत्साहित करें। स्पष्ट करें कि यह गतिविधि एक समूह के रूप में सोचने और चर्चा करने की एक कोशिश है।

रचनाकार :
रंजीत कुमार दाश, ऋषि वैली स्कूल, आन्ध्र प्रदेश में शिक्षक हैं।
उनसे ranjitkumardash@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत'

हमारी रासायनिक दुनिया

शिक्षक द्वारा प्रदर्शन : क्या अम्ल नक़्क़ाशी अपने आप थम सकती है?

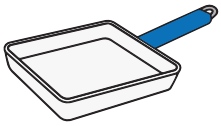
उद्देश्य :

पता करना कि :

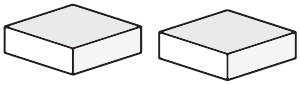
1. *क्या मार्बल और तनु अम्ल घोल के बीच अभिक्रिया अपने आप रुक जाती है।*
2. *क्या अम्ल की सान्द्रता अभिक्रिया समय को प्रभावित करती है।*

आवश्यक सामग्री :

प्रत्येक बार के लिए 10% सान्द्रता वाले जलीय हाइड्रोक्लोरिक अम्ल घोल (aqueous hydrochloric acid solution) की 100 मिलीलीटर मात्रा।



अम्ल घोल को रखने के लिए एक सतही/ उथला पारदर्शी प्लास्टिक या काँच का कंटेनर/ पैन।



मार्बल के दो छोटे टुकड़े जो बनावट, आकार और वज़न में एक-दूसरे के जैसे हों; और आसानी से प्लास्टिक ट्रे में रखे जा सकें। प्रत्येक टुकड़े का वज़न 30-20 ग्राम के बीच होना चाहिए।

क्या करें :

1. *मार्बल के दोनों टुकड़ों को नल के पानी से साफ़ करें। विद्यार्थियों से मार्बल के दोनों टुकड़ों को तौलने और उनका वज़न नोट करने के लिए कहें। इस चरण का उपयोग यह पुष्टि करने के लिए करें कि दोनों टुकड़ों का वज़न समान है।*
2. *मार्बल के पहले टुकड़े को 10% अम्ल घोल में सावधानी से रखें। विद्यार्थियों से उस समय को रिकॉर्ड/ दर्ज करने के लिए कहें जब बुलबुले दिखने लगते हैं (अभिक्रिया की शुरुआत का संकेत), साथ ही, वह समय जब बुलबुले दिखाई देना बन्द हो जाते हैं (अभिक्रिया का अन्त)।*
3. *मार्बल के टुकड़े को अम्ल घोल से बाहर निकालने के लिए चिमटे का प्रयोग करें और नल के पानी से धोएँ। विद्यार्थियों से धुले हुए मार्बल के टुकड़े को तौलकर वज़न दर्ज करने के लिए कहें।*
4. *मार्बल के टुकड़े को उसी 10% अम्ल घोल में वापस रखें। इसे 10-15 मिनट के लिए छोड़ दें। इसे फिर से बाहर निकालें, धोएँ और विद्यार्थियों से इस टुकड़े को फिर से तौलने के लिए कहें।*
5. *मार्बल के दूसरे टुकड़े के साथ इस प्रयोग के चरण 2-3 को दोहराएँ।*
6. *मार्बल के दूसरे टुकड़े को ताज़ा 10% अम्ल घोल में डालें। इसे 10-15 मिनट के लिए छोड़ दें। इसे फिर से बाहर निकालें, धोएँ और विद्यार्थियों से इस टुकड़े को फिर से तौलने के लिए कहें।*

विद्यार्थियों को रिकॉर्ड/ दर्ज करने के लिए कहें :

	टुकड़ा-1 :	टुकड़ा-2 :
प्रारम्भिक वज़न (ग्राम)		
नक़्क़ाशी के पहले चरण के बाद वज़न (ग्राम)		
नक़्क़ाशी के दूसरे चरण के बाद वज़न (ग्राम)		
वज़न परिवर्तन (%)		
अम्ल नक़्क़ाशी के पहले चरण में बुलबुले दिखने की अवधि (मिनट)		
अम्ल नक़्क़ाशी के दूसरे चरण में बुलबुले दिखने की अवधि (मिनट)		

विद्यार्थियों से सोचने/ चिन्तन के लिए कहें :

- *मार्बल के दोनों टुकड़ों के साथ, नक़्क़ाशी के पहले और दूसरे चरण के बीच बुलबुले दिखने की अवधि में क्या कोई अन्तर था?*
- *नक़्क़ाशी के पहले और दूसरे चरण के बाद मार्बल के दोनों टुकड़ों में से प्रत्येक के वज़न में कितना प्रतिशत परिवर्तन हुआ?*

विद्यार्थियों को चर्चा के लिए आमंत्रित करें :

- *अम्ल नक़्क़ाशी के दौरान बुलबुले क्यों बनते हैं? क्या आप इस अवलोकन का कोई कारण सोच सकते हैं?*
- *नक़्क़ाशी के पहले चरण के बाद मार्बल के दोनों टुकड़ों में से प्रत्येक में वज़न परिवर्तन के प्रतिशत की तुलना करें। क्या इसमें कोई अन्तर था? क्या आप इस अन्तर का कोई कारण सोच सकते हैं?*
- *नक़्क़ाशी के दूसरे चरण के बाद मार्बल के दोनों टुकड़ों में से प्रत्येक के वज़न परिवर्तन के प्रतिशत की तुलना करें। क्या कोई अन्तर था? क्या आप इस अन्तर का कोई कारण सोच सकते हैं?*
- *नक़्क़ाशी के पहले चरण में बुलबुले दिखने की अवधि की तुलना करें। क्या मार्बल के दोनों टुकड़ों के लिए यह अलग था? क्या आप इस अन्तर का कोई कारण सोच सकते हैं?*
- *नक़्क़ाशी के दूसरे चरण में बुलबुले दिखाई देने की अवधि की तुलना करें। क्या मार्बल के दोनों टुकड़ों के लिए यह अलग था? क्या आप इस अन्तर के कोई कारण सोच सकते हैं?*
- *क्या आपको लगता है कि अम्ल नक़्क़ाशी स्वयं थम जाती है? इस अभिक्रिया को समाप्त करने में कौन-से कारक मदद करते हैं?*

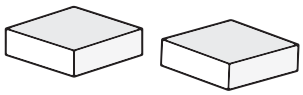
रचनाकार :
रंजीत कुमार दाश, ऋषि वैली स्कूल, आन्ध्र प्रदेश में शिक्षक हैं।
उनसे ranjitkumardash@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत'

हमारी रासायनिक दुनिया
गतिविधि शीट-2 : नक़्क़ाशी के लिए कम अम्ल

उद्देश्य :

यह पता लगाना कि क्या मार्बल के टुकड़े की निचली सतह पर नक़्क़ाशी करने से कम हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लगेगा।

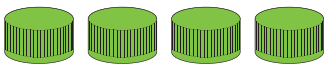
आवश्यक सामग्री :



दो मार्बल स्लैब जो आकार, आकृति और वज़न में एकदम समान हों; और हो सके तो इनमें से कम-से-कम एक सतह तो एकदम बराबर (2-3 वर्ग इंच क्षेत्रफल की) हो।

जलीय हाइड्रोक्लोरिक अम्ल घोल (%20 मात्रा वाला)।

किसी भी रंग की नेल पॉलिश की एक बोतल।



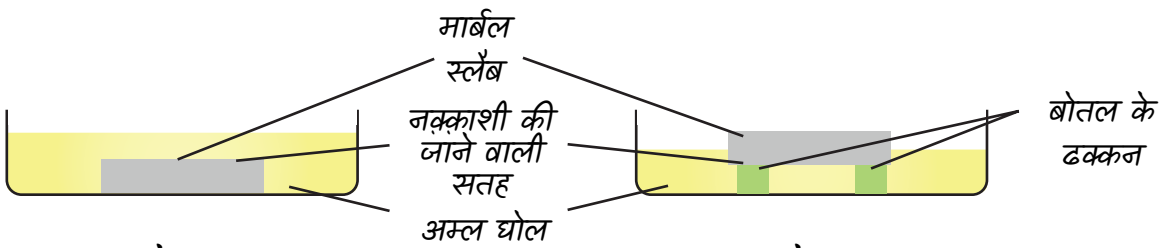
एक स्लैब को सहारा देने के लिए प्लास्टिक बोतल के एक जैसे चार ढक्कन।

अम्ल नक़्क़ाशी के बाद स्लैब को धोने के लिए नल का पानी।

दो उथले पारदर्शी प्लास्टिक पैन।

क्या करें :

1. ***मार्बल स्लैब पर चित्रकारी***
   - *समतल सतहों, जहाँ नक़्क़ाशी होनी है, को छोड़कर दोनों स्लैबों की सभी सतहों को नेल पॉलिश से पेंट करें।*
   - *पेंट सूखने के लिए 5-10 मिनट अलग रख दें।*
2. *अम्ल नक़्क़ाशी का सेटअप तैयार करना :*
   निम्नलिखित अम्ल नक़्क़ाशी का सेटअप तैयार करें ।
   - *सेटअप-1 (**चित्र देखें**) : एक प्लास्टिक पैन लें और उसके अन्दर पहले स्लैब को इस तरह रखें कि उसकी सपाट सतह ऊपर की ओर हो।*
   - *सेटअप-2 (**चित्र देखें**) : दूसरे प्लास्टिक पैन में, दूसरे स्लैब को उसकी सपाट सतह को नीचे की ओर करके, बोतल के चार ढक्कनों पर रखें।*



सेटअप-1 ***सेटअप-2***

3. *अम्ल नक़्क़ाशी (यह चरण शिक्षक द्वारा प्रदर्शित किया जाए)*

- *अवलोकन करें कि कैसे आपके शिक्षक धीरे-धीरे दोनों सेटअप में अम्ल घोल डालते हैं। घोल का आयतन सेटअप-1 में स्लैब की ऊपर वाली सतह (जिसे उकेरा जाना है) और सेटअप-2 में स्लैब की नीचे वाली सतह को डुबोने के लिए पर्याप्त होना चाहिए। सेटअप-2 में आवश्यक अम्ल की मात्रा सेटअप-1 में आवश्यक मात्रा से बहुत कम होगी।*
- *बुलबुले दिखाई देना बन्द होने के बाद, देखें कि कैसे आपके शिक्षक प्रत्येक स्लैब को बाहर निकालने के लिए चिमटे का उपयोग करते हैं और फिर लगे रह गए अम्ल को हटाने के लिए इसे नल के पानी से धोते हैं।*
- *दोनों स्लैबों पर नक़्क़ाशी के विस्तार और गुणवत्ता का अवलोकन करें।*

अवलोकन कीजिए और सोचिए :

- *सेटअप-1 में बुलबुले दिखने में कितना समय लगता है? वे कहाँ दिखाई देते हैं? बुलबुले दिखना बन्द होने में कितना समय लगता है?*
- *सेटअप-2 में बुलबुले दिखने में कितना समय लगता है? वे कहाँ दिखाई देते हैं? बुलबुले दिखना बन्द होने में कितना समय लगता है?*

चर्चा करें :

- *बुलबुले की संख्या और उनके दिखाई देने की दर के आधार पर दोनों सेटअप की तुलना करें। क्या आप कोई अन्तर देखते हैं? यदि हाँ, तो क्या आप अन्तर के लिए कोई कारण बता सकते हैं?*
- *दोनों स्लैबों पर नक़्क़ाशी के विस्तार और गुणवत्ता की तुलना करें। क्या आप कोई अन्तर देखते हैं? यदि हाँ, तो क्या आप अन्तर के लिए कोई कारण बता सकते हैं?*

रचनाकार :
रंजीत कुमार दाश, ऋषि वैली स्कूल, आन्ध्र प्रदेश में शिक्षक हैं।
उनसे ranjitkumardash@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।
अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत'

मुख्य बिन्दु

- कला और सौन्दर्य कार्यों के माध्यम से विज्ञान की अवधारणाओं की समझ को प्रोत्साहित करने वाली कक्षा गतिविधियों की योजना बनाना उपयोगी है।
- गतिविधि-उन्मुख कक्षाएँ सीखने के लिए एक बहु-संवेदी और 'मज़ेदार' दृष्टिकोण की अनुमति देती हैं। विद्यार्थियों को अपने अवलोकन, एहसास और अनुभवों के माध्यम से अवधारणाओं से सम्बन्ध स्थापित करने का अवसर मिलता है। यह बेहतर ध्यान और गहन सीखने में सहायता कर सकता है।
- शिक्षक के लिए कक्षा का नेतृत्व करना महत्त्वपूर्ण है, लेकिन हर समय नहीं। यदि विद्यार्थी समूहों को एक साथ काम करने के लिए प्रोत्साहित किया जाए तो, वे एक-दूसरे से सुनते और सीखते हैं; जाँच करते हैं, एक-दूसरे के तर्क को विस्तार देते हैं और काटते हैं; और कभी-कभी, कक्षा के ज़्यादातर विद्यार्थियों को एक सामान्य समझ तक ले आते हैं।
- ऐसा दृष्टिकोण शिक्षक को कुछ मनो-भावनात्मक कौशलों के विकास में, जो विज्ञान के अभ्यास के लिए महत्त्वपूर्ण हैं, मदद कर सकता है। इनमें अवलोकन-सुनना-सोचना, एक साथ काम करना, बुद्धिमानी से अनुमान लगाना, साथ ही सूचनाओं से समझ और सम्बन्ध बनाने की क्षमता शामिल है।

आभार : मैं सभी शिक्षकों, स्टाफ़ सदस्यों और विद्यार्थियों को धन्यवाद देना चाहूँगा जो कई आवश्यक चर्चाओं के माध्यम से इस मॉड्यूल को बनाने के लिए नए विचारों को लेकर आए। मैं उन विद्यार्थी समूहों को भी धन्यवाद देना चाहूँगा जिन्होंने इस यात्रा में भाग लिया और अपने दृष्टिकोण साझा किए। आलोक माथुर (ऋषि वैली स्कूल), डॉ. राधा गोपालन (अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय) और प्रोफेसर अर्नब दत्ता (आईआईटी बॉम्बे) को लेख को आलोचनात्मक रूप से पढ़ने और इसमें सुधार के लिए उपयोगी टिप्पणियों का सुझाव देने के लिए धन्यवाद देना मेरे लिए ख़ुशी की बात है।

Note: Source of the image used in the background of the article title: A collage of triangles. Credits: Ranjit Kumar Dash. License: CC-BY-NC.

References:

1. Wikipedia contributors. (2022, July 3). Lithography. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. *URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Lithography&oldid=1096336050.*
2. Hague Circle—International Council for Steiner Waldorf Education and the Pedagogical Section at the Goetheanum. Vertical Curriculum—Chemistry, Waldorf Resources. URL: *https://www.waldorf-resources.org/vertical-curriculum/chemistry.*
3. Mitchell, David S. (2004). The Wonders of Waldorf Chemistry from a Teacher's Notebook, Grade VII-IX. AWSNA Publications, New York.

रंजीत कुमार दाश, ऋषि वैली स्कूल, आन्ध्र प्रदेश में शिक्षक हैं। वे विज्ञान सीखने और सिखाने को रोचक बनाने के लिए साधारण प्रयोग, आसान गतिविधियाँ, कलाकृति के विभिन्न रूपों और प्रकृति से सीखने आदि को साथ लाने में दिलचस्पी रखते हैं। उनसे ranjitkumardash@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत' **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय