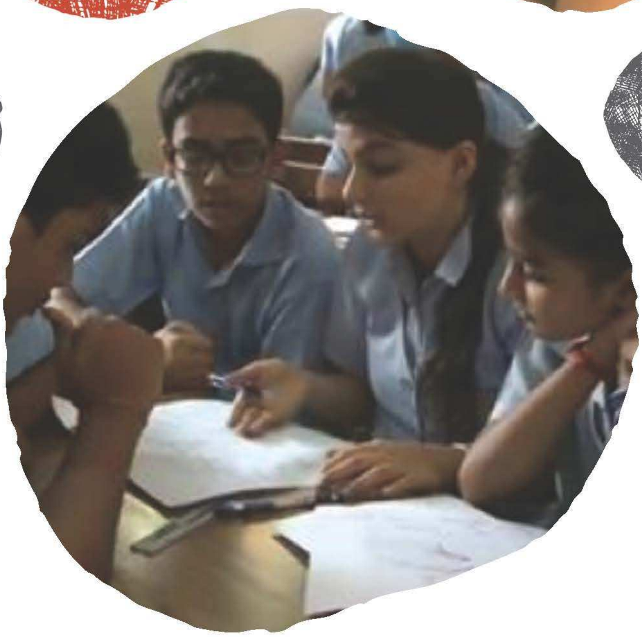
माध्यमिक विज्ञान

# मानसिक मॉडलों का निर्माण करना: कक्षा X को कार्बन और उसके यौगिक पढ़ाना



भारत में विद्यालय आधारित समर्थन के माध्यम से शिक्षक शिक्षा

www.TESS-India.edu.in

http://creativecommons.org/licenses/

*TESS-India* (स्कूल-आधारित समर्थन के ज़रिए अध्यापकों की शिक्षा) का उद्देश्य है विद्यार्थी-केंद्रित, सहभागी दृष्टिकोणों के विकास में शिक्षकों की सहायता के लिए मुक्त शिक्षा संसाधनों (*OER*) के प्रावधानों के माध्यम से भारत में प्रारंभिक और माध्यमिक शिक्षकों की कक्षा परिपाटियों में सुधार लाना। *TESS-India OER* शिक्षकों को स्कूल की पाठ्यपुस्तक के लिए सहायक पुस्तिका प्रदान करते हैं। वे शिक्षकों के लिए अपनी कक्षाओं में अपने विद्यार्थियों के साथ प्रयोग करने के लिए गतिविधियाँ प्रदान करते हैं, जिनमें यह दर्शाने वाले वृत्त-अध्ययन भी शामिल रहते हैं कि अन्य शिक्षकों द्वारा उस विषय को कैसे पढ़ाया गया, और उनमें शिक्षकों के लिए अपनी पाठ योजनाएँ तैयार करने के लिए तथा विषय संबंधी ज्ञान के विकास में सहायक संसाधन भी जुड़े रहते हैं।

*TESS-India OER* को भारतीय पाठ्यक्रम और संदर्भों के अनुकूल भारतीय तथा अंतर्राष्ट्रीय लेखकों के सहयोग से तैयार किया गया है और ये ऑनलाइन तथा प्रिंट उपयोग के लिए उपलब्ध हैं (*http://www.tess-india.edu.in*)। *OER* भाग लेने वाले प्रत्येक भारतीय राज्य के लिए उपयुक्त, कई संस्करणों में उपलब्ध हैं और उपयोगकर्ताओं को इन्हें अपनाने तथा अपनी स्थानीय जरूरतों एवं संदर्भों की पूर्ति के लिए उनका अनुकूलन करने के लिए और स्थानीयकरण करने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

*TESS-India* मुक्त विश्वविद्यालय, ब्रिटेन के नेतृत्व में तथा ब्रिटेन की सरकार द्वारा वित्त-पोषित है।

वीडियो संसाधन

इस इकाई में कुछ गतिविधियों के साथ निम्नलिखित आइकॉन दिया गया है: . यह दर्शाता है कि आपको विशिष्ट शैक्षणिक थीम के लिए *TESS-India* के वीडियो संसाधनों को देखने में इससे मदद मिलेगी।

*TESS-India* के वीडियो संसाधन भारत में विभिन्न प्रकार की कक्षाओं के संदर्भ में प्रमुख शैक्षणिक तकनीकों का सचित्र वर्णन करते हैं। हमें उम्मीद है कि वे आपको इसी तरह के अभ्यासों के साथ प्रयोग करने के लिए प्रेरित करेंगे। इन्हें पाठ-आधारित इकाइयों के माध्यम से आपके कार्य अनुभव में इज़ाफ़ा करने और बढ़ाने के लिए रखा गया है, लेकिन अगर आप उन तक पहुँच बनाने में असमर्थ रहते हैं तो बता दें कि वे उनके साथ एकीकृत नहीं हैं।

*TESS-India* के वीडियो संसाधनों को *TESS-India* की वेबसाइट *http://www.tess-india.edu.in/* पर ऑनलाइन देखा सकता है या डाउनलोड किया जा सकता है)। विकल्प के तौर पर, आप इन वीडियो तक सीडी या मेमोरी कार्ड पर भी पहुँच बना सकते हैं।

संस्करण *2.0* *SS12v1*
*All India - Hindi*

तृतीय पक्षों की सामग्रियों और अन्यथा कथित को छोड़कर, यह सामग्री क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन-शेयरएलाइक लाइसेंस के अंतर्गत उपलब्ध कराई गई है: *http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/*

*TESS-India is led by The Open University UK and funded by UK aid from the UK government*

# यह इकाई किस बारे में है

विज्ञान को प्रायः एक 'कठिन विषय' बताया जाता है। जब माध्यमिक विद्यालय के विद्यार्थी पब्लिक परीक्षाओं का सामना करने हैं, तब विज्ञान के क्षेत्र में सफलताए उनकी अमूर्त अवधारणाओं और मॉडलों को संचालित करने की क्षमता और गिनने और संख्या साक्षर और तथ्यात्मक ज्ञान के ढाँचे को याद करने में सक्षम होने पर निर्भर है। शिक्षक विद्यार्थियों को अत्यधिक परिष्कृत मानसिक मॉडलों को बनाने में मदद करने के लिए संरचित अनुभव प्रदान करते हुए मूर्त से अमूर्त विचार की ओर ले जाकर उनकी समझ को सुधारने में मदद करते हैं।

स्थूल मॉडल किसी प्रणाली के भागों का प्रतिनिधित्व करने के लिए मूर्त वस्तुओं का उपयोग करते हैं। मानसिक मॉडल प्रणालियों और प्रक्रियाओं का प्रतिनिधित्व करने वाले भी हो सकते है लेकिन सामान्यतः पर भौतिक मॉडल की तुलना में अधिक अमूर्त होते हैं। वे मूर्त होने के बजाय योजनाबद्ध होते हैं और प्रायः चित्र और समीकरणों का उपयोग करते हैं। कक्षा की पाठ्यपुस्तक का अध्याय 'कार्बन एवं उसके यौगिक', आणविक संरचना का प्रतिनिधित्व करने वाले विभिन्न तरीकों से विद्यार्थियों का परिचय कराता है। यदि विद्यार्थियों को विषय की अपनी समझ में कुशल बनना है तो उन्हें आणविक संरचनाओं के मानसिक मॉडलों का प्रभावी उपयोग करने की आवश्यकता है। सभी मॉडलों की अपनी ताकत और सीमाएँ होती हैं इनका पता होना चाहिए।

इस इकाई में कार्बन और उसके यौगिकों के संदर्भ में मानसिक मॉडल को विकसित करने के लिए आपके विद्यार्थियों की मदद करने पर ध्यान केंद्रित होगा। मानसिक मॉडल विकसित करने के बारे में आप जो सीखेंगे वह अन्य विषयों पर भी लागू हो सकता है।

# आप इस इकाई में क्या सीख सकते हैं

- कार्बन रसायन विज्ञान के कुछ पहलुओं के बारे में, जिन्हें विद्यार्थी प्रायः चुनौतीपूर्ण पाते हैं।
- किस प्रकार उपयुक्त मानसिक मॉडलों का विकास कार्बन यौगिकों के बारे में सीखने का महत्वपूर्ण भाग है।
- कार्बन और उसके यौगिकों के बारे में पढ़ाते समय आप किस प्रकार मानसिक मॉडलों के विकास में मदद के लिए भौतिक मॉडलों का उपयोग कर सकते हैं।

# यह दृष्टिकोण क्यों महत्वपूर्ण है

कार्बन यौगिकों का अध्ययन कुछ ऐसा है जो कई विद्यार्थियों को चुनौतीपूर्ण लगता है। इसमें सीखने के लिए नई शब्दावली है, तथा सीखने की सफलता यौगिकों के गुणधर्मों को उनकी आणविक संरचना से जोड़ पाने पर निर्भर करती है। विद्यार्थियों को रासायनिक अभिक्रियाओं का प्रतिनिधित्व करने के लिए मानसिक मॉडलों को बनाए रखना और उनमें परिवर्तन करना होगा और उन्हें अभिकारकों की आणविक संरचना के बारे में ध्यान रखना पूर्व ज्ञान होगा।

विज्ञान के शेष भाग के समान ही, जब विद्यार्थी कार्बन और उसके यौगिकों के बारे में जानेंगे तब उन्हें मूर्त अनुभव और पूर्व शिक्षा से शुरूआत करने की जरूरत होगी। उन्हें धीरे–धीरे अमूर्त दृष्टिकोण विकसित करने में मदद की जरूरत है। इस इकाई में गतिविधियाँ और केस स्टडी आपको वह सहायता प्रदान करेंगे। प्रारंभ में, आप कुछ त्रि-आयामी आणविक नमूने अपने विद्यार्थियों को दिखा सकते हैं, लेकिन फिर भी उन्हें एक ही संरचना का प्रतिनिधित्व करने वाले वास्तविक त्रि-आयामी आणविक संरचनाओं और द्वि-आयामी चित्रों के बीच संबंध स्थापित करने की जरूरत है। विद्यार्थियों को नहीं केवल इन रेखाचित्रों की रीतियों को सीखना होगा, परन्तु चित्रों में जिसे नहीं दिखाया गया है फिर भी जो स्थापित गुणधर्मो के लिए प्रासंगिक है, उसे याद रखना होगा।

# 1 कार्बन यौगिकों का प्रतिनिधित्व करने के लिए विभिन्न प्रकार के मॉडलों का उपयोग करना

जब विद्यार्थी कार्बन यौगिकों का प्रतिनिधित्व करने के लिए इलेक्ट्रॉन डॉट संरचनाओं का उपयोग करना सीखेंगे, तब ये रेखाचित्र $CH_4$ या $C_2H_6$ जैसे आणविक सूत्र को प्रत्येक प्रकार के परमाणु के लिए संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या को बंधों की संख्या से जोड़ेंगे।

जैसे ही यह अवधारणा स्थापित हो जाती है, इलेक्ट्रॉन डॉट संरचनाएँ सरल अणुओं के अलावा किसी अन्य का प्रतिनिधित्व करने का सुविधाजनक तरीक़ा नहीं रह जाएँगे, क्योंकि वृत्त और बिंदुओं की अधिकतम संख्या ध्यान भटका सकती है। यह फिर से अभिक्रियाओं को क्रियाविधि सीखते समय उपयोगी सिद्ध होती है। लेकिन अब के लिए नमूने का प्रयोजन सिद्ध हो गया है और विद्यार्थी एक रेखा से प्रत्येक सहसंयोजक बंध का प्रतिनिधित्व करने वाली आणविक संरचना के चित्र का उपयोग करना शुरू कर देते हैं।

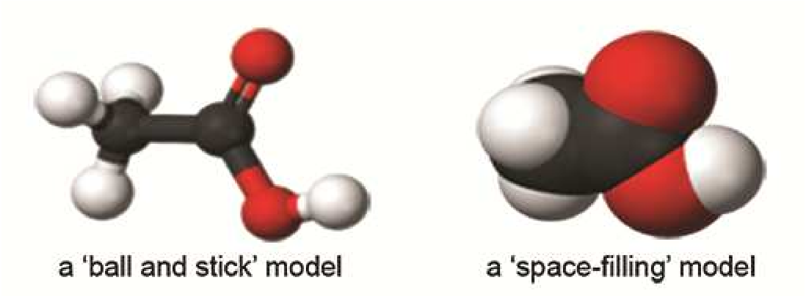
ये दोनों ही मॉडल किसी अणु में बंधों की संख्या की पहचान करते हैं, लेकिन वे अणु के वास्तविक आकार के बारे में या यह जानकारी नहीं देते हैं कि अणु के अवयव एक दूसरे के सापेक्ष घूमने में सक्षम हैं। विद्यार्थियों ने पहले से सीखा है कि गैस में कण एक दूसरे के सापेक्ष तेज़ी से गतिशील होते हैं, लेकिन अणुओं को बस तेज़ी से गतिशील गोले माना है। रसायन शास्त्र का आगे और अध्ययन करने वाले अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी (Infra-Red Spectroscopy) के बारे में सीखेंगे और अणुओं के अंदर बन्धन विशेष के चारों ओर गति और कंपन को वर्णक्रमीय विशेषताओं (Spectral feature) से जोड़ेंगे। कक्षा X के विद्यार्थी अब भी मानसिक मॉडलों के प्रयोग के लिए विकसित कर रहे हैं। यद्यपि पहले चरण के रूप में उन्हें यह जानने की जरूरत है कि उनके द्वारा प्रयुक्त चित्र त्रि-आयामी आणविक संरचना का द्वि-आयामी संरचना के रूप में प्रतिनिधित्व कर रहे हैं।

कार्बन यौगिकों के बारे में सीखने में विद्यार्थियों की समस्याओं में से एक है कि वे कभी-कभी किसी संरचना को अक्षरशः मान लेते हैं। उदाहरण के लिए, जब उन्हें दिए गए सूत्र के लिए संरचनात्मक समावयव तैयार करने के लिए कहा जाता है, तो कई विद्यार्थी यह नहीं देख पाते हैं कि उनके द्वारा तैयार की गई संरचनाएँ समतुल्य हैं। जब विद्यार्थी अणु का स्थूल मॉडल और उसका घूर्णन देख लें तो फिर ऐसा करना बहुत आसान है।

[यदि आपको ऐसे कंप्यूटर अनुप्रयोगों तक पहुँच हासिल है जो विद्यार्थियों को आणविक संरचना तैयार करने और उन्हें घूमते हुए देखने का अवसर देते हैं, तो यह भी बहुत उपयोगी हो सकता है।]

### विचार के लिए रुकें

- आपको उपयोग के लिए किस प्रकार के आणविक नमूने या आणविक मॉडल किट उपलब्ध हैं? क्या वे 'गोलक और छड़ी' मॉडल या 'स्पेस भरने वाले' मॉडल हैं (चित्र 1)?
- किट से आपने किन आणविक मॉडलों का निर्माण किया है?
- यदि आणविक मॉडल किटों तक आपको पहुँच हासिल नहीं है, तो एक विकल्प के रूप में आप क्या इस्तेमाल कर सकते हैं?




**चित्र 1** 'गोलक और छड़ी' और 'स्पेस भरने वाले' आणविक मॉडल किट

## केस स्टडी 1: आणविक मॉडलों की चित्रों से तुलना करना

श्रीमती गुप्ता ने कुछ आणविक मॉडलों का निर्माण किया और इनकी संरचनाओं के चित्रों से तुलना की।

मैं क्रियात्मक समूहों के बारे में पढ़ाना चाहती थी, और अपने पिछले अनुभव से, मैं जानती थी कि यदि मैं केवल संरचनाओं के चित्रों के उपयोग पर निर्भर करूँगी, तो अधिकांश विद्यार्थी यह देख पाने में असमर्थ होंगे कि कुछ प्रतिस्थापक स्थितियाँ वास्तव में बराबर हैं। मैंने क्रियात्मक समूहों के बारे में सीखने की तैयारी में विद्यार्थियों को ऐल्कीन के बारे में पहले से ज्ञात जानकारी के पुनः परीक्षण के लिए आणविक मॉडलों का उपयोग करने का फ़ैसला किया। साथ ही, मैं अपनी कक्षा को याद दिलाना चाहती थी कि पाठ्यपुस्तक में चित्र किसी अणु की संरचना का प्रतिनिधित्व करने का केवल एक ही तरीका हैं। स्थूल मॉडलों का उपयोग करने से उन्हें चित्र का उपयोग करने में शामिल कुछ सीमाओं का एहसास हो सकेगा।

पाठ से पहले, मैंने एक मीथेन अणु और एक हेक्सेन अणु का एक मॉडल तैयार किया। मैंने हेक्सेन अणु को दृष्टि से दूर रखा और अपनी कक्षा को मीथेन अणु का मॉडल दिखाकर पाठ पढ़ाना शुरू किया। मैंने उनसे कहा कि यह मीथेन का एक आणविक मॉडल है और उनसे पूछा कि उन्होंने उसके बारे में क्या नोटिस किया है? उन्होंने मुझे बताया कि वे प्लास्टिक की छड़ों के सहारे एक काले गोलक से जुड़े चार सफ़ेद गोलक देख सकते हैं। उन्होंने कहा कि वे चार सफ़ेद गोलक शायद हाइड्रोजन परमाणु हैं, काला गोलक शायद एक कार्बन परमाणु है और छड़ (चित्र में रेखाओं की तरह) बंध हैं।

इसके बाद, मैंने उन सबसे पाठ्यपुस्तक में चित्रों वाली सारणी को देखने के लिए कहा और पूछा, 'आप सारणी में जो देख सकते हैं उससे मॉडल में क्या अलग है?' किसी ने जवाब नहीं दिया। 'कोणों को देखो', मैंने कहा। 'क्या आप कोई समकोण देख सकते हैं? क्या अणु समतल है?' अब वे जानते थे कि उन्हें किस पर ग़ौर करना है, निश्चित रूप से वे देख सकते थे कि मॉडल समतल नहीं था, बल्कि यथासंभव एक दूसरे से दूरी पर सभी हाइड्रोजन परमाणुओं के साथ एक चतुष्फलकीय आकार (Tetrahedral) का गठन किया था।

मैंने वह दूसरा मॉडल बाहर निकाला जो मैंने पाठ पढ़ाने से पहले तैयार किया था। मैंने अपने एक विद्यार्थी से कहा, 'कितने कार्बन परमाणु और कितने हाइड्रोजन परमाणु हैं, इसकी गिनती करो तथा कक्षा में बाकी लोगों को बताओ।' फिर मैंने पूछा कि उनके विचार में वह क्या हो सकता है? उन्होंने हेक्सेन के रूप में उसकी पहचान की, क्योंकि उसमें छह कार्बन परमाणु थे।

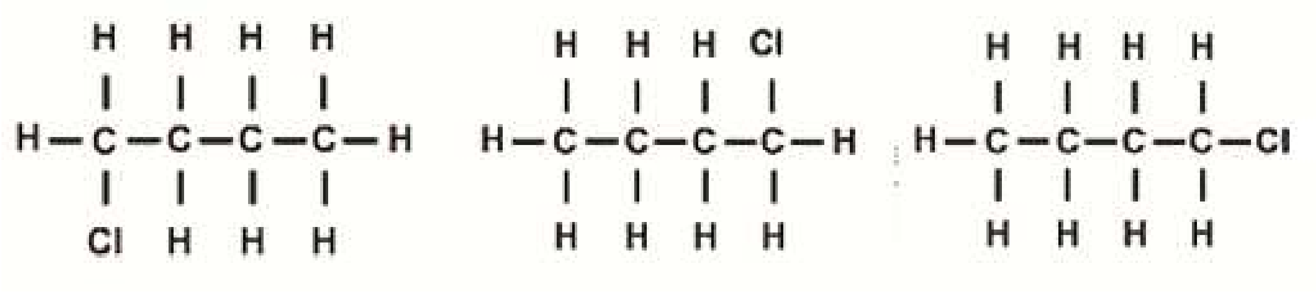
हमने फिर से दोनों मॉडलों को देखा और सारणी में चित्र से उनकी तुलना की। इस बार, मेरे विद्यार्थी मुझे यह बताने के लिए तैयार थे कि ये आणविक नमूने निश्चित रूप से समतल नहीं थे, और दरअसल थोड़ा घुमावदार नज़र आने लगे। अणु की 'रीढ़' सीधी नहीं थी; प्रत्येक में कार्बन परमाणु चारों ओर घूम सकते थे, इसलिए हाइड्रोजन परमाणु और उनके बंध किसी नाव या हवाई जहाज पर प्रोपेलर की तरह थे।

मैंने एक विद्यार्थी को मीथेन का मॉडल दिया और उसे ब्यूटेन अणु में बदलने के लिए कहा। साथ ही, मैंने एक विद्यार्थियों को हेक्सेन का मॉडल दिया और उसे ब्यूटेन अणु के एक और मॉडल में बदलने के लिए कहा।

इस प्रकार तब मेरे पास दो एक समान ब्यूटेन अणु थे। मैंने समझाया कि एक क्लोरीन परमाणु से हाइड्रोजन परमाणुओं को प्रतिस्थापित करके नया

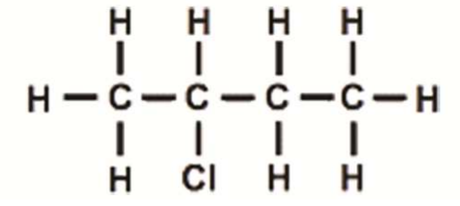
कार्बन यौगिक बनाना संभव था और हम एक लिंक बिंदु के साथ एक हरे रंग के गोलक का उपयोग करके मॉडलों में क्लोरीन परमाणु का प्रतिनिधित्व करेंगे। मैंने दो विद्यार्थियों को एक 'ब्यूटेन अणु' और एक 'क्लोरीन परमाणु' दिया और उनसे एक नया अणु बनाने के लिए कहा।

दोनों विद्यार्थियों ने अणु के एक छोर पर एक हाइड्रोजन परमाणु को प्रतिस्थापित किया था। मैंने दोनों मॉडलों को ऊपर उठाया जिससे सब देख सकें 'क्या वे एक समान हैं या अलग-अलग?' मैंने पूछा। क्योंकि एक हाइड्रोजन दूसरे हाइड्रोजन के विपरीत सिरे में प्रतीत हो रहा था, सबने सोचा कि वह अलग हो सकता है। मैंने अणु की 'रीढ़' के आसपास के अणुओं को घुमाया। अणु के सिरों को घुमाया तब उन्होंने यह महसूस किया कि वास्तव में अणु एक समान ही थे। मैंने संरचना के तीन चित्र खींचे जो अलग नज़र आ रहे थे लेकिन वास्तव में एक ही आणविक संरचना का निरूपण कर रहे थे [चित्र 2]।



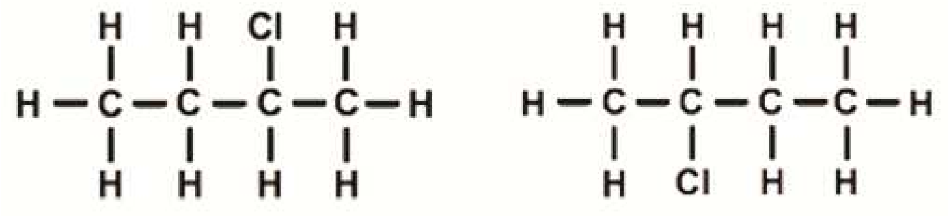
**चित्र 2** एक ही आणविक संरचना के तीन निरूपण

मैंने अपने विद्यार्थियों से पूछा कि मैं किस तरह अणुओं को एक दूसरे से अलग बना सकी। कुछ पल सोचने के बाद, किसी ने सुझाया कि श्रृंखला के बीच में कार्बन से जुड़े हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित करने से अणु अलग बन सकता है। मैंने संरचना का एक चित्र बनाया [चित्र 3]।



**चित्र 3** चित्र 1 की आणविक संरचना का एक वैकल्पिक निरूपण

फिर एक विद्यार्थी ने सुझाव दिया कि हम क्लोरीन परमाणु को एक और कार्बन परमाणु पर स्थानांतरित कर सकते हैं। हमने इसको आजमाया, और यह वास्तव में अलग था। दूसरे मॉडल का उपयोग करते हुए और क्लोरीन परमाणु का स्थान बदलते हुए जिससे वह किसी एक कार्बन परमाणु के बीच से जुड़े, हमने यह भी स्थापित किया कि नमूने को एक बार घुमाने के बाद बीच वाले कार्बन परमाणुओं को अन्य से अलग पहचानना असंभव है, भले ही चित्र अलग लग सकते हैं [चित्र 4]।



**चित्र 4** चित्र 3 की आणविक संरचना का एक वैकल्पिक निरूपण

हालाँकि मेरे पास केवल एक ही मॉडलिंग किट है, लेकिन मेरे विचार में विद्यार्थियों के साथ उसके उपयोग ने उन्हें स्थूल मॉडलों और पुस्तक के चित्रों के बीच के रिश्ते को समझने में मदद की। चूँकि मैंने अपने पाठों में मॉडलों का उपयोग किया है, मैं विद्यार्थियों को समूहों में व्यवस्थित कर सकती हूँ और प्रत्येक समूह को मॉडलिंग किट के साथ रचने का मौका दे सकती हूँ।

## गतिविधि 1: मॉडलों का निर्माण करना

यह गतिविधि आपको अपनी योजना विकसित करने और कक्षा में पढ़ाने में मदद करेगी।

इस गतिविधि के लिए आपको एक आणविक मॉडलिंग किट ('गोलक और छड़ी' प्रकार या 'जगह भरने वाला' प्रकार) की जरूरत होगी। वैकल्पिक रूप से, आप बंधों और परमाणुओं का प्रतिनिधित्व करने के लिए टूथपिक और क्ले मॉडलिंग का उपयोग कर सकते हैं।

संबन्धित कक्षा X की पाठ्य पुस्तक में कार्बन और उसके यौगिक पाठ से जोड़ कर देखें।

संबंधित पाठ्य पुस्तक में कार्बन की चतुष्फलकीय संरचना को देखें। एक अणु के कार्बन कंकाल को और फिर संपूर्ण अणु को दर्शाते हैं।

- पहले कंकाल दिखाना किस प्रकार अणुओं की संरचना समझने में विद्यार्थियों की मदद कर सकता है?
- अपने विद्यार्थियों के साथ इन रेखाचित्रों पर चर्चा करते समय आप किन विशेषताओं की ओर ध्यान आकर्षित करेंगे?
- रेखाचित्र शाखित संरचना के बारे मे क्या सुझाते हैं?

अब संबन्धित पाठ में दिखाई संरचनाओं से प्रत्येक के लिए मॉडल तैयार करें। पाठ्यपुस्तक में संबंधित चित्रों से इन मॉडलों की तुलना करें।

- ये किन मायनों में एक समान हैं?
- ये किन मायनों में अलग हैं?
- यदि, आपको अपनी कक्षा में उन्हें दिखाना हो, तो इन मॉडलों की किन विशेषताओं की ओर आप ध्यान आकर्षित करेंगे? आप यह कैसे करेंगे?

# 2 सामान्यीकरण और पूर्वानुमान लिए मानसिक मॉडलों का प्रयोग क्रियात्मक न होकर प्रतिस्थायी होना चाहिए।

कार्बन के रसायनिक गुणों में से एक है कि असंख्य यौगिक। यदि हमें व्यक्तिगत रूप से प्रत्येक यौगिक के बारे में जानने हो तो विभिन्न यौगिकों की भारी संख्या के कारण अध्ययन बहुत कठिन होगा। सौभाग्य से, सामान्य ढाँचागत विशेषताओं और सामान्य रासायनिक गुणधर्मों को साझा करने वाले समूहों में यौगिकों को व्यवस्थित करना संभव है। इनमें से सबसे सरलतम उदाहरण एल्केन हैं, जिन्हें $C_nH_{2n+2}$ के सामान्य सूत्र द्वारा निरूपित किया जा सकता है। जब हम सामान्य विशेषताओं को पहचान जाएँ, तो हम पूर्वानुमान लगाना शुरू कर सकते हैं कि किसी विशेष परिवार में यौगिक किस प्रकार व्यवहार करेंगे जिसका आधार परिवार के एक या दो सदस्यों के व्यवहार के बारे में जैसे अणु के द्रव्यमान के अंतर के प्रभाव के बारे में जानकारी होगी।

कार्बन यौगिकों के सामान्यीकरण और उनके बारे में पूर्वानुमान लगाने के लिए, आपके विद्यार्थी सजातीय श्रृंखला और क्रियात्मक समूहों की अवधारणाओं को लागू करना सीखेंगे।

उनके द्वारा निर्मित किया जाने वाला प्रथम मानसिक मॉडल होगा कि सजातीय श्रृंखला का प्रत्येक सदस्य एक ही सामान्य आणविक सूत्र को साझा करता हो। जैसे कि ऐल्केनों के लिए $C_nH_{2n+2}$ या ऐल्कीनों के लिए $C_nH_{2n}$. इन श्रृंखलाओं में से प्रत्येक के लिए, अणु में एक $–C_{H2}$ इकाई जोड़ने से श्रृंखला का दूसरा अणु उत्पन्न होगा।

आपके विद्यार्थियों को जिस अगले मानसिक मॉडल की जरूरत होगी, वह है कि आप एक क्लोरीन या ब्रोमीन परमाणु क्रियात्मक/प्रतिस्थायी कहलाने वाले कार्बन परमाणु से जुड़े हाइड्रोजन परमाणुओं में से किसी एक को, या पाठ्यपुस्तक में दिये गये क्रियात्मक समूहों वाली सारणी में दर्शाए गए अन्य समूहों में से किसी एक को प्रतिस्थापित करें। नए यौगिक के रासायनिक गुणधर्म इस पर निर्भर करेंगे कि हाइड्रोजन परमाणु को प्रतिस्थापित करने के लिए आप किस क्रियात्मक समूह का उपयोग करेंगे।

इन दो मॉडलों का संयोजन आपके विद्यार्थियों को ऐल्कोहॉल, कार्बोक्सिलिक अम्ल या अन्य रासायनिक परिवारों की सजातीय श्रृंखला का निर्माण करने की अनुमति देता है, जैसा कि क्रियात्मक समूहों वाली सारणी में दर्शाया गया है। सजातीय श्रृंखला में प्रत्येक यौगिक के रासायनिक गुणधर्म श्रृंखला के सभी अन्य यौगिकों के समान होंगे।

ये विद्यार्थियों को समझने के लिए कठिन अवधारणाएँ हो सकती हैं, इसलिए प्रत्येक पाठ में नई जानकारी की छोटी मात्रा के साथ, छोटे 'भागों' में सामग्री का परिचय करवाने का प्रयास करना उपयोगी होगा, जिससे विद्यार्थियों को जानकारी संसाधित करने और पैटर्न समझने के लिए पर्याप्त समय मिले।

### केस स्टडी 2: चित्रों और मानसिक मॉडलों के माध्यम से सजातीय श्रृंखला का शिक्षण करना

*श्री बलसारा ने सजातीय श्रृंखला के बारे में पढ़ाने के लिए चित्र और मानसिक मॉडलों का इस्तेमाल किया।*

मैंने सजातीय श्रृंखला के विचार से अपने विद्यार्थियों का 'कनेक्शन पहचानें' खेल के माध्यम से परिचय करवाने का निर्णय लिया। मैंने सबसे अपनी पाठ्यपुस्तक को बंद करने के लिए कहा और ब्लैकबोर्ड पर मीथेन, ईथेन और प्रोपेन के लिए आणविक सूत्र लिखते हुए शुरूआत की–

$CH_4$ $C_2H_6$ $C_3H_8$

मैंने अपने विद्यार्थियों से कहा, 'इसी क्रम में अगले दो अणुओं का पूर्वानुमान लगाएँ और बताएँ कि आपने किस प्रकार उसकी गणना की।'

उन्होंने मुझे बताया कि अगले दो अणुओं $C_4H_{10}$ तथा $C_5H_{12}$ हो सकते हैं, और प्रत्येक में आपको एक C तथा दो H जोड़ने होंगे।

फिर मैंने पूछा, 'गणना करें कि यदि मैंने $C_{10}$ से शुरूआत की, तो उत्तर क्या होगा? और बताएँ कि यह उत्तर उन्हें कैसे प्राप्त हुआ?' मैंने किसी एक का उत्तर चुनने से पहले, उन्हें उत्तर पर जोड़ी में चर्चा करने के लिए कहा।

रवि ने मुझे बताया कि उत्तर $C_{10}H_{22}$ होना चाहिए, और मेरे विद्यार्थियों में से एक ने कहा कि C के लिए आपके पास जो भी संख्या हो, उसे

दुगुना करना होगा और 2 जोड़ना होगा ताकि आपको H की संख्या प्राप्त हो सके। मैंने इसे $C_nH_{2n+2}$ के रूप में लिखा, फिर उनसे कहा कि यह उस परिवार का सामान्य सूत्र है इसे ऐल्केनों के नाम से जाना जाता है। इस प्रकार के परिवार को भी सजातीय श्रृंखला कहा जाता है।

मैंने अपने विद्यार्थियों से यह भी चाहा कि उन्होंने इन दो श्रृंखलाओं में अणुओं के संरचनात्मक चित्रों पर अभी जो चर्चा की थी उसे सुनाएँ, क्योंकि उन्हें एक ही अणु का निरूपण करने के दोनों तरीकों को पहचानने की आवश्यकता होगी।

मैंने $CH_4$ और $C_2H_6$ के लिए संरचनात्मक चित्र प्रदान किए और सबसे $C_4H_{10}$ तथा $C_5H_{12}$ के चित्र बनाने को कहा। चूँकि सजातीय श्रृंखला के नियमों को वे पहले ही समझ चुके थे, इसलिए प्रत्येक कोई आसानी से इसमें सफल रहे।

मैंने सुझाव दिया कि अगली बार जब वे इंटरनेट कैफ़े जाएँ तो वे कार्बन अणुओं के कुछ चित्रों का पता लगाएँ जिससे वे उनको निरूपित करने के विभिन्न तरीक़ों को देख सकें।

### गतिविधि 2: क्रियात्मक समूहों के साथ मॉडलों का विस्तार करना

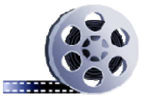
यह गतिविधि आपको अपनी योजना विकसित करने और कक्षा में पढ़ाने में मदद करेगी।

कक्षा X की पाठ्यपुस्तक में क्रियात्मक समूहों की सूची को देखें। यह एक प्रोपेन अणु से एक या अधिक हाइड्रोजन परमाणुओं के लिए क्रियात्मक समूह द्वारा प्रतिस्थापन प्रभाव को दर्शाता है।

1. यदि आपको ऐल्कीन की सजातीय श्रृंखला को पढ़ाने के लिए केस स्टडी 1 का उपयोग करना हो, तो आपके द्वारा संरचनात्मक चित्रों का उपयोग शुरू करने के प्रमुख आवश्यकता क्या होगी? आपको कैसे पता चलेगा कि आपके विद्यार्थियों के पास इस श्रृंखला के लिए सही धातु मॉडल मौजूद हैं या नहीं?
2. सारणी के सभी उदाहरणों में संशोधित किए जाने वाले शुरूआती संरचना के रूप में प्रोपेन का उपयोग क्यों सहायक है?
3. विभिन्न क्रियात्मक समूहों के लिए सजातीय श्रृंखला से अपने विद्यार्थियों को परिचित करवाने में सहायक एक और तरीक़ा कार्ड का पैकेट उपलब्ध करवाना है, जिसमें से प्रत्येक पर आणविक संरचना का अलग चित्र बनाया गया हो, तथा विद्यार्थियों से यथासंभव शीघ्र उन्हें अलग सजातीय श्रृंखलाओं में छाँटने के लिए कहना है। यदि आप ऐल्कोहॉल, ऐल्डिहाइड, कीटोन और कार्बोक्सिलिक एसिड को पहचानने पर काम करना चाहते हैं, तो आपको इन क्रियात्मक समूहों में से प्रत्येक के लिए अलग श्रृंखला लंबाई वाले उदाहरणों को शामिल करना होगा। निम्नलिखित को अलग से पहचानने के लिए आप अपने विद्यार्थियों के पास किस मानसिक मॉडल की मौजूदगी की उम्मीद करते हैं:

   - कार्बोक्सिलिक एसिड से ऐल्कोहॉल?
   - कीटोन से ऐलडिहाइड?
   - कार्बोक्सिलिक एसिड से ऐल्डिहाइड?

अधिक जानकारी के लिए संसाधन 1, 'पाठों की योजना बनाना' पढ़ें।



वीडियो: पाठों का नियोजन करना

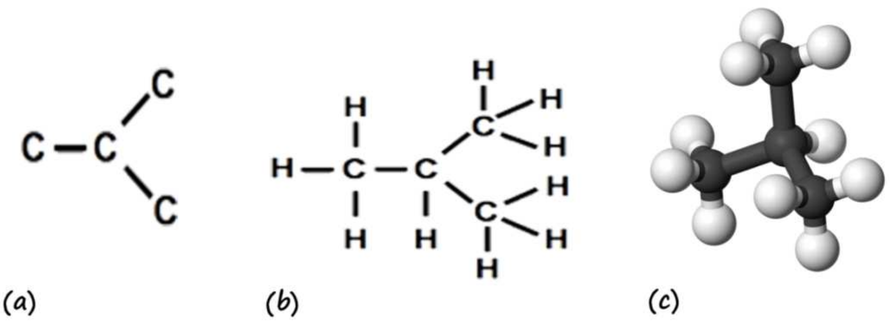
## 3 समझने में मदद के लिए विभिन्न मॉडलों पर वापस जाना

कार्बन और उसके यौगिकों के बारे में सीखने में, आपके विद्यार्थी अणुओं के बारे में जानकारी को विविध तरीक़ों का उपयोग करेंगे। इलेक्ट्रान डॉट संरचना मॉडल जो कि चतुष्संयोजकता (संयोजकता–4) के फलस्वरूप बनाता है, जो बार–बार प्रयोग में आता है। बन्ध के विषय में जानकारी प्रदान करने के लिए एक और महत्वपूर्ण वैद्युत–संरचनात्मक चित्र हो सकते है। जब भी किसी नए प्रकार के यौगिक या अभिक्रिया का परिचय करवाया जाए, विद्यार्थियों को हाल की अवधारणाओं को याद करने और ताज़ा करने के लिए, आणविक संरचना में से एक या अधिक मॉडलों पर वापस जाने की जरूरत होती है।

बहुत समय तक, आपके विद्यार्थियों के लिए इन द्वि-आयामी दृष्टिकोणों में से एक या दोनों पर्याप्त हो सकते हैं, लेकिन कभी-कभी स्थूल मॉडल का उपयोग करके अणुओं की त्रि-आयामी प्रकृति के बारे में अपने विद्यार्थियों को याद दिलाना उपयोगी हो सकता है।

साबुनों और डिटर्जेंटों के बारे में सीखते समय, आपके विद्यार्थी हैरान हो सकते हैं कि क्यों मिसेल कहलाने वाली संरचनाएँ एक सिरे पर एक $Na^+$ के साथ टेढ़ी-मेढ़ी के रूप में दिखाई जाती हैं। या टेढ़ी-मेढ़ी क्यों? यह एक रीति है। ठीक है, लेकिन क्यों? कार्बन परमाणुओं की बढ़ती संख्या के साथ ऐल्केन के स्थूल मॉडल का प्रयोग यह स्पष्ट कर देता है कि कार्बन यौगिक की 'रीढ़' एक सीधी रेखा की अपेक्षा टेढ़ी-मेढ़ी ज़्यादा है।

स्थूल मॉडलों का उपयोग विद्यार्थियों को यह भी याद दिलाने में भी मदद कर सकता है कि चित्र केवल अणु की संरचना के कुछ पहलुओं का प्रतिनिधित्व करते हैं, $C_4H_{10}$ की शाखित संरचना के लिए नीचे दिये गये चित्र a, b, c को देखें तो दो कार्बन परमाणु एक दूसरे के पास हैं, जबकि स्थूल मॉडल दर्शाता है कि कंकाल, एक से अधिक धुरी पर घूर्णन समरूपता के साथ एक चतुष्फलकीय संरचना बनाते है (चित्र 5)।




**चित्र 5** (a) कार्बन कंकाल का आरेख, (b) संरचना का चित्र और (c) अणु का भौतिक मॉडल

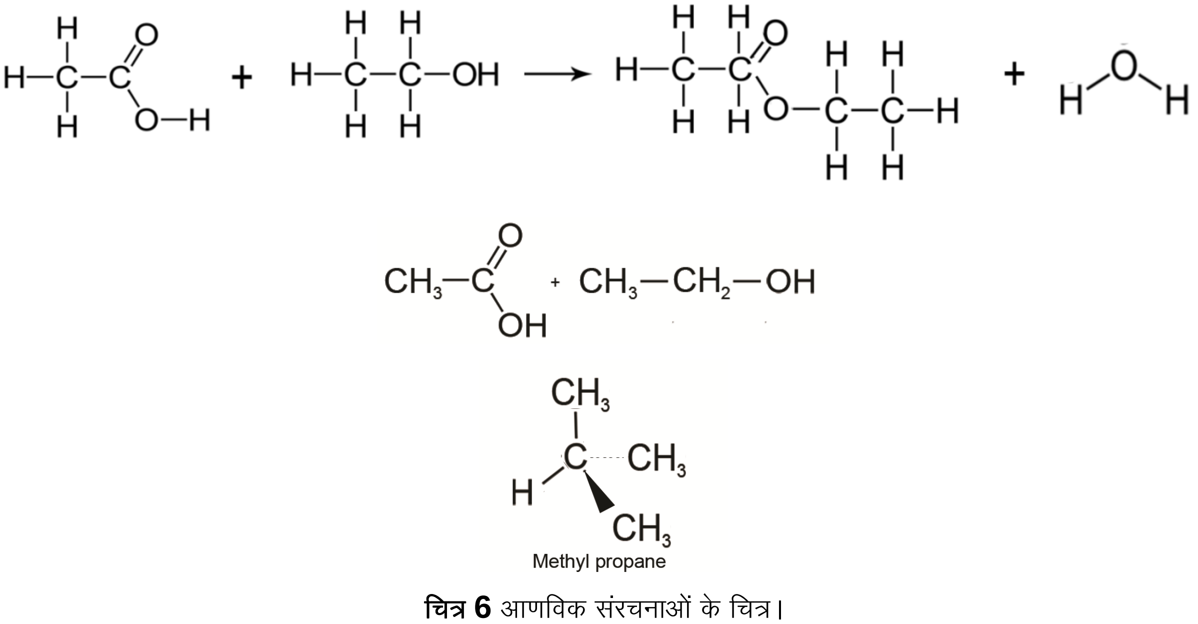
कभी-कभी, विद्यार्थियों को किसी अभिक्रिया में क्या हो रहा है? यह समझने में मदद करने के लिए अलग–अलग दृष्टिकोणें का संयोजन उपयोगी हो सकता है। उदाहरण के लिए, विद्यार्थी सीखते हैं कि ऐल्कोहॉल के साथ ईथेनोइक एसिड की अभिक्रियाओं में से एक है एस्टर और जल उत्पन्न करना। ऐसे कई तरीक़े हैं जिनसे आप अपने विद्यार्थियों के साथ इस अभिक्रिया की जाँच कर सकते हैं–

- सामान्यीकरण और पूर्वानुमान। यह अभिक्रिया एस्टरीकरण का एक उदाहरण है। चूंकि ईथेनोइक एसिड, कार्बोक्सिलिक एसिड की सजातीय श्रृंखला में से एक है, अभिक्रिया से हमेशा एस्टर और जल उत्पन्न होगा (सारणी 1)।

*सारणी 1* **अभिकारक** **उत्पाद**

| अभिकारक | उत्पाद |
|---|---|
| $CH_3COOH$ (ईथेनोइक एसिड)<br>+<br>$CH_3CH_2OH$ (इथेनॉल) | $CH_3COOCH_2CH_3$ (एस्टर)<br>+<br>$H_2O$ (जल) |
| $CH_3CH_2COOH$ (प्रोपनोइक एसिड)<br>+<br>$CH_3CH_2OH$ (इथेनॉल) | $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$ (एस्टर)<br>+<br>$H_2O$ (जल) |

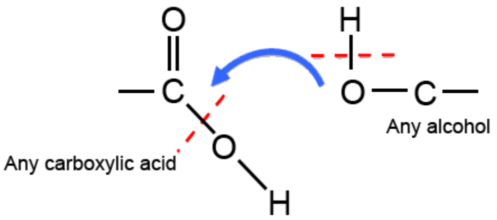
- आणविक संरचनाओं के चित्रों का उपयोग करके अभिक्रिया की जाँच करना (चित्र 6)।




**चित्र 6** आणविक संरचनाओं के चित्र।

इस अधिगम के उपयोग से आणविक संरचना क्या हैं? यह और अधिक स्पष्ट करने में मदद मिल सकती लें।

- क्रियात्मक समूहों पर ध्यान केंद्रित करते हुए, ऐल्कोहॉल का ऑक्सीजन कार्बोक्सिलिक एसिड समूह के कार्बन से संलग्न होता है (चित्र 7)।




**चित्र 7** ऐल्कोहॉल क्रियात्मक समूह का ऑक्सीजन परमाणु कॉर्बोक्सिलिक एसिड समूह के कार्बन से जुड़ता है।

यह ज़्यादा अमूर्त अधिगम है, लेकिन यह दर्शाता है कि अभिक्रिया 'कहाँ' घटित होती है और ज़ोर देता है कि शेष अभिकारक अणु अपरिवर्तित रहता है।

- अभिकारकों के भौतिक मॉडलों का उपयोग करते हुए, यह प्रदर्शित करना कि किस प्रकार अणुओं का उत्पादन करने के लिए ये अणु संयोजित होते हैं। यह इसको स्पष्ट करता है कि ऐल्कोहॉल क्रियात्मक समूह से हाइड्रोजन निकल जाता है और जल बनाने के लिए कार्बोक्सिलिक एसिड के –OH समूह के साथ जुड़ जाता है। कुछ विद्यार्थियों के लिए, मॉडलों का उपयोग करते हुए अभिक्रिया को घटित होते हुए देखना प्रक्रिया को याद करने में सहायक हो सकता है।

इन मॉडलों में से प्रत्येक, एक ही घटना को देखने का एक अलग तरीक़ा प्रदान करता है।

### विचार के लिए रुकें

- आप अपनी कक्षा में एस्टरीकरण के किस मॉडल का इस्तेमाल करेंगे और क्यों?
- महत्वपूर्ण जानकारियों और अवधारणाओं पर ध्यान केंद्रित करने लिए आप किन प्रश्नों का प्रयोग करेंगे?

## गतिविधि 3: कार्बन यौगिकों के रासायनिक गुणधर्मों को पढ़ाना

यह गतिविधि आपको कार्बन यौगिकों के रासायनिक गुणधर्मों के बारे में योजना तैयार कर सकते है। शिक्षण को विकसित करने में मदद करेगी। आप किसी सहयोगी के साथ चर्चा के रूप में इस गतिविधि को जो संपन्न कर सकते है।

- विषय के किसी ऐसे एक पहलू या खंड को पहचानें जिसके आपके विद्यार्थियों को कठिन लगने की सम्भावना है।
- इस खण्ड में वे कौन-कौन सी महत्वपूर्ण अवधारणाएँ हैं जिन्हें आप चाहेंगे कि आपके विद्यार्थी याद रखें?
- वे कौन-कौन से मानसिक मॉडल या अवधारणाएँ हैं जिन्हें आपके विद्यार्थियों को समझने के लिए प्रयोग करना होगा? इनमें से विद्यार्थी किनसे पहले से परिचित हैं और पहले इस्तेमाल किया है?
- क्या, वे किन्हीं अतिरिक्त मानसिक मॉडलों को विकसित करने में आपकी मदद चाहते है?
- आप इसे अपने विद्यार्थियों के समक्ष किस प्रकार प्रस्तुत करेंगे?
- आप इलेक्ट्रॉन डॉट मॉडल, आणविक संरचनाओं के चित्र या स्थूल मॉडलों में से क्या–क्या उपयोग करेंगे?
- महत्वपूर्ण जानकारियों की ओर अपने विद्यार्थियों का ध्यान आकर्षित करने के लिए आप किन प्रश्नों का उपयोग करेंगे?
- आप पाठ में विद्यार्थी की भागीदारी को कैसे बढ़ा सकते हैं?
- क्या आप अपने विद्यार्थियों को ब्लैकबोर्ड पर चित्र बनाने के लिए कह सकते हैं?
- अपने विद्यार्थियों को अभिक्रियाओं की व्याख्या करने के लिए?
- क्या आप इस विषय के बारे में एक-दूसरे के प्रश्नों के जवाब देने की कोशिश करने के लिए अपने विद्यार्थियों को कह सकते हैं?

# 4 सारांश

इस इकाई में आपने कुछ ऐसी बातों के बारे में जाना जो कार्बन यौगिकों को एक कठिन विषय बनाती हैं कैसे अलग–अलग दृष्टिकोणो से अपने विद्यार्थियों को उचित मानसिक मॉडल विकसित करने में आप मदद कर सकते है।

आप जो भी विषय पढ़ा रहे हों यह महत्वपूर्ण है कि उचित मानसिक मॉडलों को विकसित करने में अपने विद्यार्थियों की मदद करने के लिए विभिन्न अधिगम तरीक़ों का उपयोग करें। इस इकाई ने रणनीतियों की एक छोटी रेंज पर ध्यान केंद्रित किया है। इन सबमें एक प्रमुख तत्व है जो अपने विद्यार्थियों द्वारा उपयोग किए जाने वाले मॉडल की विशेषताओं के बारे में किन्हीं सीमाओं सहित उन्हें जागरूक करने के लिए प्रश्नों का उपयोग करना। यह भी महत्वपूर्ण है कि शिक्षण प्रक्रिया को बनाने व करने तथा सुदृढ़ बनाने के लिए इन मॉडलों का उपयोग करें। किसी एक पाठ में कई विचारों को पेश करने की कोशिश नहीं करें।

# संसाधन

## संसाधन 1: पाठों का नियोजन करना

### योजना बनाना और तैयारी करना क्यों महत्वपूर्ण है

अच्छे पाठों की योजना बनानी चाहिए। योजना आपके पाठों को स्पष्ट और सुनियोजित बनाने में मदद करती है। इससे विद्यार्थी सक्रिय होकर विषय में दिलचस्पी ले सकते हैं। प्रभावी योजना में अंतर्विष्ट लचीलापन शामिल है जिससे शिक्षक पढ़ाते समय अपने विद्यार्थियों के सीखने के स्तर के बारे में जो पता लगाते हैं उस पर प्रतिक्रिया करें। पाठों की एक योजना तैयार करने में विद्यार्थियों के पूर्व ज्ञान के बारे में जानना शामिल है। जिसका मतलब है पाठ्यक्रम के माध्यम से उनकी प्रगति को जानना और विद्यार्थियों को सीखने में मदद करने के लिए उत्तम संसाधनों और गतिविधियों का पता लगाना।

योजना एक सतत प्रक्रिया है जो आपको व्यक्तिगत रूप से पाठ और साथ ही, पिछले पाठ के आधार पर अगले पाठ की योजना के निर्माण द्वारा, पाठों की श्रृंखला की तैयारी करने में मदद करती है। पाठ योजना के चरण हैं:

- अपने विद्यार्थियों की जरूरतों के बारे में स्पष्ट होना जिससे वे प्रगति कर सकें
- यह तय करना कि आप विद्यार्थियों को किस प्रकार पढ़ाने वाले हैं? जिससे विद्यार्थी विषय को समझें और पढ़ाते समय आप जो पाते हैं उस पर प्रतिक्रिया करने के लिए किस प्रकार लचीलापन बनाए रखें।
- इस पर वापस गौर करना कि पाठ कितनी अच्छी तरह पढ़ाया गया? और आपके विद्यार्थियों ने क्या सीखा? जिससे भविष्य की बेहतर पाठ योजना बनाई जा सके।

### पाठों की श्रृंखला की योजना बनाना

जब आप पाठ्यक्रम का अनुसरण कर रहे हों, तो योजना का प्रथम भाग होगा पाठ्यक्रम और प्रकरणों को कितनी अच्छी तरह खंडों या भागों में विभाजित करना। आपको उपलब्ध समय और उन तरीक़ों पर विचार करना होगा जिसके आधार पर विद्यार्थी प्रगति और उत्तरोत्तर कौशल तथा ज्ञान का निर्माण कर सकें। सहकर्मियों के साथ अपने अनुभव साझा करने या विचार-विमर्श करने से आप जान सकते हैं कि कोई एक प्रकरण पढ़ाने में चार सत्र लग सकते हैं, जब कि दूसरे में केवल दो। आपको जानकारी होगी कि आप भिन्न तरीक़ों से और भावी पाठों में विभिन्न समय पर उस शिक्षण पर लौटना चाहते हैं, जो दूसरे विषय पढ़ाए जा चुके हों या विषय का विस्तार किया जा सकता है।

सभी पाठ योजनाओं में आपको निम्नलिखित के बारे में स्पष्ट होने की आवश्यकता होगी–

- आप विद्यार्थियों को क्या सिखाना चाहते हैं?
- आप उस शिक्षण का किस प्रकार परिचय करवाएँगे?
- विद्यार्थियों को क्या करना होगा और क्यों?

आप चाहेंगे कि शिक्षण सक्रिय और रोचक हो, जिससे विद्यार्थी सीखने में सहज महसूस करें और उनकी उत्सुकता बनी रहे। इस पर विचार करें कि सत्रों की श्रृंखला भर में विद्यार्थियों से क्या करने के लिए कहा जाएगा? जिससे आप नहीं केवल शिक्षण में विविधता और उनको दिलचस्पी हो बल्कि लचीलापन भी बनाएँ रखें। योजना बनाएँ कि सत्रों की श्रृंखला जब प्रगति पर हो तब आप किस प्रकार अपने विद्यार्थियों की समझ को परखेंगे। यदि कुछ क्षेत्रों में अधिक समय लगे या जल्दी से समझे जाएँ तो लचीले बने रहने के लिए तैयार रहें।

### व्यक्तिगत पाठों की तैयारी करना

पाठों की श्रृंखला की योजना तैयार करने के बाद, आपको विद्यार्थियों द्वारा उस बिंदु तक की गई प्रगति के आधार पर प्रत्येक व्यक्तिगत पाठ की योजना तैयार करनी होगी। आप जानते हैं कि सत्रों की श्रृंखला के अंत में विद्यार्थियों को क्या सीख लेना चाहिए? या उन्हें क्या करने में सक्षम होना चाहिए? लेकिन आपको अप्रत्याशित रूप से कुछ दोबारा पढ़ाने या जल्दी से आगे बढ़ने की जरूरत हो सकती है। इसलिए प्रत्येक व्यक्तिगत पाठ की अच्छी योजना बनाई जानी चाहिए जिससे आपके सभी विद्यार्थी प्रगति करें और सफलता को महसूस करें।

पाठ योजना के अंदर आपको यह सुनिश्चित करना चाहिए कि प्रत्येक गतिविधि के लिए पर्याप्त समय है और व्यावहारिक को या सक्रिय सामूहिक कार्य जैसे के लिए संसाधन तैयार हैं। बड़ी कक्षाओं के लिए सामग्री की योजना बनाने के भाग के रूप में आपको विभिन्न समूहों के लिए अलग-अलग प्रश्नों और गतिविधियों की योजना बनाना पड़ सकता है।

जब आप नए प्रकरण को पढ़ा रहे हों, तो आपको अन्य शिक्षकों के साथ अभ्यास करने और विचार-विमर्श के लिए समय निकालने की जरूरत हो सकती है जिससे आप आश्वस्त महसूस करें।

अपने पाठों को तीन भागों में तैयार करने के बारे में सोचें। इन भागों पर नीचे चर्चा की गई है।

**1 परिचय**

किसी पाठ की शुरूआत में, विद्यार्थियों को समझाएँ कि वे क्या सीखने और करने वाले हैं? जिससे प्रत्येक कोई जान लें कि उनसे क्या आशा की है? विद्यार्थियों को पहले से ज्ञात जानकारी साझा करने की अनुमति देकर उन्हें सिखाए जाने वाले विषय के बारे में उनमें दिलचस्पी पैदा करें।

**2 पाठ का मुख्य भाग**

विद्यार्थियों को पहले से ज्ञात जानकारी के आधार पर विषयवस्तु को रेखांकित करें। आप स्थानीय संसाधनों, नई जानकारी या सामूहिक कार्य या समस्या-समाधान सहित सक्रिय तरीक़ों को इस्तेमाल करने का निर्णय ले सकते हैं। उपयोग किए जाने वाले संसाधनों और उन तरीकों को पहचानें जिनका आप अपनी कक्षा में इस्तेमाल करेंगे। विविध गतिविधियों, संसाधनों, और समयों का प्रयोग करना पाठ योजना का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है। यदि आप विभिन्न तरीक़ों और गतिविधियों का उपयोग करते हैं तो आपकी पहुंच अधिक विद्यार्थियों तक हो सकती है, क्योंकि वे भिन्न तरीक़ों से सीखते हैं।

**3 शिक्षण की जाँच के लिए पाठ का अंत**

प्रगति के बारे में जानने के लिए हमेशा समय दे (पाठ के दौरान या पाठ के अंत में)। जाँच का मतलब हमेशा परीक्षा ही नहीं है। सामान्यत: यह त्वरित और मौके पर ही होगी - जैसे कि पहले से योजनाबद्ध प्रश्न या विद्यार्थियों द्वारा सीखे गए पाठ के प्रस्तुतिकरण पर ग़ौर करना, लेकिन विद्यार्थियों की प्रतिक्रियाओं से आपको जो पता लगा है उसके अनुसार स्वयं को लचीला बनाना और शिक्षण में बदलाव करने की योजना तैयार करना होगा।

पाठ को समाप्त करने का एक अच्छा तरीक़ा है प्रारंभिक लक्ष्यों की ओर वापस जाना और उस शिक्षण से अपनी प्रगति के बारे में विद्यार्थियों द्वारा एक दूसरे और आपको बताने के लिए समय देना विद्यार्थियों को सुनकर आप आश्वस्त हो सकते हैं कि अगले पाठ के लिए आपको क्या योजना तैयार करनी है?

### पाठों की समीक्षा करना

प्रत्येक पाठ का पुनरावलोकन करें और रिकॉर्ड रखें कि आपने क्या पढ़ाया? विद्यार्थियों ने क्या सीखा? किन संसाधनों का उपयोग किया गया? और वह कितनी अच्छी तरह पढ़ाया जा सका? जिससे आने वाले अगले पाठ की अपनी योजना में आप सुधार या समायोजन कर सकें। उदाहरण के लिए, आप निम्नलिखित तय कर सकते हैं–

- गतिविधियों को बदलना या उनमें विविधता लाना
- खुले और बंद सवालों की श्रृंखला तैयार करना
- अतिरिक्त मदद की जरूरत वाले विद्यार्थियों के साथ अनुवर्ती सत्र चलाना।

विचार करें कि विद्यार्थियों को सीखने में मदद करने के लिए आप और भी बेहतर तरीक़े से क्या योजना बना सकते थे? या कर सकते थे?

जब आप प्रत्येक पाठ पढ़ाएँगे तो आपकी पाठ योजना निश्चित रूप से बदलेंगी। आप घटित होने वाली हर चीज़ का पूर्वानुमान नहीं लगा सकते। अच्छी योजना का मतलब है कि आप यह जानते हैं कि किस प्रकार का शिक्षण संपन्न हो और इसलिए आप अपने विद्यार्थियों के वास्तविक शिक्षण स्तर का पता लगाने के लिए क्या करना होगा? इस पर लचीले ढंग से प्रतिक्रिया करने के लिए तैयार होंगे।

# अतिरिक्त संसाधन

- A set of molecular models that can be rotated http://www.creative-chemistry.org.uk/molecules/ (accessed 21 May 2014)
- Information on practical activities to help teach chemical concepts: http://www.nuffieldfoundation.org/practical-chemistry (accessed 21 May 2014)
- The ECLIPSE project has examples of students' ideas about chemical concepts: http://www.educ.cam.ac.uk/research/projects/eclipse/ (accessed 21 May 2014)
- Videos of preparation, properties and reactions: http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/4592/chemistry-captured-video-materials-for-teachers-of-chemistry and http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/resource/4910/chemistry-captured-ii-video-materials-for-teachers-of-chemistry (both accessed 21 May 2014)
- Plastics and covalent chemical bonds: https://blossoms.mit.edu/videos/lessons/plastics_and_covalent_chemical_bonds (accessed 21 May 2014)

# संदर्भ/संदर्भग्रंथ सूची

Boohan, R. (2002) ‘Learning from models, learning about models’, in Amos, S. and Boohan, R. (eds) *Aspects of Teaching Secondary Science*. London, UK: RoutledgeFalmer.

Kind, V. (2012) ‘Organic chemistry’ in Taber, K. (ed.) *Teaching Secondary Chemistry*. London, UK: John Murray.

Mills, B. (2006) ‘File:Ethanol-3D-vdW.png’ (online), Wikimedia Commons, 30 March. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ethanol-3D-vdW.png (accessed 28 May 2014).

Mills, B. (2007) ‘File:Acetic-acid-3D-balls.png’ (online), Wikimedia Commons, 23 May. Available from: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acetic-acid-3D-balls.png (accessed 28 May 2014).

Mills, B. and Jynto [Wikipedia user] (2010) ‘File:Isobutane-3D-balls.png’ (online), Wikipedia, 2 January. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Isobutane-3D-balls.png (accessed 28 May 2014).

# अभिस्वीकृतियाँ

यह सामग्री क्रिएटिव कॉमन्स एट्रिब्यूशन-शेयरएलाइक लाइसेंस (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) के अंतर्गत उपलब्ध कराई गई है, जब तक कि अन्यथा निर्धारित न किया गया हो। यह लाइसेंस TESS-India, OU और UKAID लोगो के उपयोग को वर्जित करता है, जिनका उपयोग केवल TESS-India परियोजना के भीतर अपरिवर्तित रूप से किया जा सकता है।

कॉपीराइट के स्वामियों से संपर्क करने का हर प्रयास किया गया है। यदि किसी को अनजाने में अनदेखा कर दिया गया है, तो पहला अवसर मिलते ही प्रकाशकों को आवश्यक व्यवस्थाएं करने में हर्ष होगा।

वीडियो (वीडियो स्टिल्स सहित): भारत भर के उन अध्यापक शिक्षकों, मुख्याध्यापकों, अध्यापकों और विद्यार्थियों के प्रति आभार प्रकट किया जाता है जिन्होंने उत्पादनों में दि ओपन यूनिवर्सिटी के साथ काम किया है।