



20

## क्या मैं मदद कर सकती हूँ?

j l k u ' k k l = d k s c H k o h r j h d s l s i &lt; k u k

चन्द्रिका मुस्लीधर

करीब दो दशक पहले जब मैंने बारहवीं की एक कक्षा में कदम रखा, तो मुझे स्वीकार करना पड़ेगा, कि मेरा मन अपने 'सीखे हुए' समस्त ज्ञान को अपने विद्यार्थियों के साथ साझा करने को तत्पर एक नई नवेली शिक्षिका के उत्साह से भरा हुआ था। मैं उपयुक्त पाठ्य-पुस्तक, सन्दर्भ पुस्तक और कुछ चार्टों के साथ अच्छी तरह से लैस थी। जिस तरह से शुरुआत करना मुझे सही लगा मैंने वैसा ही किया और अगले 40 मिनट तक मैं सिलसिले से अपना व्याख्यान देती रही। अन्त में, मैं विजयी भाव से यह सोचती हुई कक्षा से बाहर निकली कि मैंने अपने विद्यार्थियों को 'पढ़ाने' का 'कार्य' पूरा कर दिया था। पर, मेरे विद्यार्थियों की आँखों में उदासीनता का भाव साफ झलक रहा था जिसे मैं नजरअन्दाज नहीं कर सकी। यह सिलसिला कुछ समय तक ऐसे ही चलता रहा, फिर एक ऐसी स्थिति आ गई कि इस तरीके को जारी रखना मेरे लिए असम्भव हो गया और मैंने उनसे बातचीत करने का निर्णय लिया।

अतः एक दिन कक्षा के समय में, हम बाहर निकलकर स्कूल के परिसर में एक पेड़ के आसपास इकट्ठे हो गए। बच्चे चकित, प्रसन्न और आशंकित भी थे क्योंकि उन्हें पता नहीं था कि क्या होने वाला है। हमने शुरुआत इससे की कि वे अब तक के अपने स्कूली जीवन के बारे में क्या सोचते थे और आने वाले वर्षों के लिए उनकी क्या योजनाएँ थीं। इससे वे कुछ हद तक सहज हो गए और उनकी खुलकर बोलने की हिम्मत थोड़ी बढ़ गई। पर, मैं उनसे रसायनशास्त्र जैसे विषय में उनकी चुनौतियों के बारे में बात करने की जल्दी में थी। बस मेरा इतना पूछना भर था कि उन्होंने उस विषय में उनके सामने आ रही कठिनाइयों को धाराप्रवाह बताना शुरू कर दिया। तब मुझे गहराई से यह महसूस हुआ कि एक शिक्षिका के रूप में

मेरी यह जिम्मेदारी थी कि मैं विषय को सीखने वालों के लिए उतना ज्यादा से ज्यादा सुगम बनाऊँ जितना मैं उसे बना सकती थी।

मेरी यात्रा यहीं से प्रारम्भ हुई। अब मैं अपने अध्यापन काल के कुछ ऐसे अनुभव आपके साथ साझा करूँगी जिनमें मैंने रसायनशास्त्र को यथासम्भव सुगम और सीखने लायक बनाने का भरसक प्रयास किया। हाईस्कूल के स्तर पर, जहाँ जोर प्रमुख रूप से बोर्ड की परीक्षाओं पर होता है, और बच्चों के ऊपर सिर्फ एक विषय का नहीं, बल्कि भौतिकशास्त्र तथा गणित जैसे अन्य विषयों का भी बोझ रहता है, बच्चे जानकारियों को याद रखने तथा अवधारणाओं को समझने के सरल और टिकाऊ तरीकों तथा उन्हें अधिक से अधिक अंक दिला सकने वाली पद्धतियों की तलाश में रहते हैं। इसलिए, शिक्षक के रूप में मेरा सतत प्रयास सरल तकनीकों द्वारा उनकी सहायता करने का था और मैं मुख्य रूप से उसी क्षेत्र में कार्य करती रही।

### उदाहरण 1

दसवीं के बाद +2 के स्तर पर, पूरे पाठ्यक्रम और परीक्षा के अंकों में कार्बनिक रसायनशास्त्र का हिस्सा 15 % होता है। इसकी विषयवस्तु काफी विशाल तथा विद्यार्थी के लिए भरपूर चुनौती वाली होती है। वे अनगिनत समीकरणों को याद रखने की चुनौती से निरन्तर जूझते रहते हैं। परीक्षा में कार्बनिक रसायनशास्त्र के खण्ड में आने वाले प्रश्नों का बड़ा भाग एक यौगिक को दूसरे में बदलने की प्रक्रिया दर्शाने के लिए रासायनिक समीकरणों का उपयोग करने पर आधारित होता है। इस प्रकार के प्रश्नों को 'परिवर्तन' कहा जाता है। उदाहरण के लिए; किसी अल्कोहल का कीटोन में या किसी ऐल्डीहाइड का किसी कार्बोअल्डिहाइड में

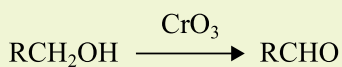
परिवर्तन इत्यादि। विद्यार्थियों को पाठ्य-पुस्तक में दिए गए विभिन्न समीकरणों को याद रखने में बहुत कठिनाई आती थी, परिणामस्वरूप इस भाग में अच्छे अंक लाने से वे वंचित रह जाते थे। इस समस्या को सुलझाने के लिए हमने एक तरह के कार्ड, जिन्हें हम 'फ्लैश कार्ड्स' कहते हैं, विकसित किए जो हर विद्यार्थी के पास होते थे और वह उन पर लिख सकता था। ये लगभग पोस्टकार्ड के आकार के चार्ट पेपर जैसे कड़े कागज के बने कार्ड होते हैं।

विद्यार्थी इन फ्लैश कार्डों से क्या करते हैं?

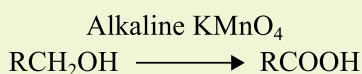
- वे कार्ड पर महत्वपूर्ण रासायनिक समीकरणों को लिख लेते हैं। कार्ड का दोनों तरफ इस्तेमाल किया जाता है। जहाँ तक सम्भव हो, एक श्रेणी के यौगिकों की जानकारी लिखने के लिए दो से अधिक कार्डों का इस्तेमाल नहीं किया जाता, जैसे कि अल्कोहलों से सम्बन्धित समीकरणों के लिए दो कार्ड, ऐल्डीहाइड्स के समीकरणों के लिए दो कार्ड और इसी प्रकार अन्य।
- इन कार्डों को बाद में उपयोग करने के लिए एक धागे में पिरो लिया जाता है।

#### अल्कोहलों के रासायनिक गुण

1. प्राइमरी अल्कोहल से ऐल्डीहाइड



2. प्राइमरी अल्कोहल से कार्बोक्सीलिक अम्ल



विद्यार्थी इन कार्डों का उपयोग कहाँ और कैसे करते हैं?

इन कार्डों को तब इस्तेमाल में लाया जाता है जब विद्यार्थियों को कार्बनिक रासायनिक परिवर्तनों को करने की जरूरत पड़ती है।

**उदाहरण के लिए :**

- यदि दिया गया परिवर्तन ईथेनाल से ईथेनोइक अम्ल का है।

- विद्यार्थी पहले यह पहचान करता है कि यह एक ऐल्डीहाइड (ईथेनाल) है जिसे एक कार्बोल्डिक अम्ल (ईथेनोइक अम्ल) में परिवर्तित किए जाने की जरूरत है।

- उसके पास उसके कार्डों का समूह है जिन पर समीकरण लिखे हुए हैं। वह उस समीकरण को ढूँढ़ता है जो एक ऐल्डीहाइड को एक कार्बोल्डिक अम्ल में परिवर्तित करता है। उसे पहचानकर वह आवश्यक समीकरण लिखता है और परिवर्तन पूरा करता है।

- यह एक उदाहरण है। इसी तरीके से विद्यार्थी ऐसे ही कुछ और परिवर्तनों का अभ्यास करता है।

- विद्यार्थियों को कार्डों का इस्तेमाल करने तथा परिवर्तनों का अभ्यास करने के लिए प्रोत्साहित करने की जिम्मेदारी शिक्षक की है।

फ्लैश कार्डों का उपयोग किस प्रकार सहायता करता है?

- कार्डों का उपयोग करने के निरन्तर अभ्यास से विद्यार्थी विभिन्न प्रकार के समीकरणों से प्रगाढ़ परिचय बना लेते हैं और बच्चों की स्मृति में उसकी छाप बनी रहती है।

- ये कार्ड कार्बनिक रसायनशास्त्र के विशद पाठ्यांशों के संक्षिप्त रूप होते हैं और इन्हें साथ लेकर चलना तथा इस्तेमाल करना आसान होता है।

- विद्यार्थी को कार्डों पर समीकरणों को उस तरह लिखने की आजादी दी जाती है जिस तरह वह उन्हें उपयोग करने में सबसे सुविधाजनक लगे।

जब इन कार्डों का इस्तेमाल किया गया तो शिक्षक के रूप में मुझे जो प्रतिक्रियाएँ मिलीं वे मुख्य रूप से उन विद्यार्थियों की थीं जो कार्बनिक रसायनशास्त्र की लघु-परीक्षाओं तथा परीक्षाओं में अच्छे अंक पाने से वंचित रह जाते थे। अनेक विद्यार्थियों को लगा कि पाठ्य-पुस्तक में दस पेजों को देखने की अपेक्षा एक दर्जन छोटे कार्डों को देखना ज्यादा आसान था।

## उदाहरण 2

जो विद्यार्थी हाईस्कूल के स्तर पर रसायनशास्त्र लेते हैं वे उसे सामान्यतया गणित के साथ ही लेते हैं, पर फिर भी वे संख्यात्मक प्रश्नों को हल करने में बहुत आशंकित रहते हैं। साथ ही, एक आम गलतफहमी भी होती है कि यदि ऐसे प्रश्न का उत्तर गलत हुआ तो उनके पूरे प्रश्न के अंक कट जाएँगे।

इसलिए एक शिक्षक के रूप में मेरा पहला काम अन्तिम परीक्षा में मूल्यांकन की पद्धति से उनको परिचित करवाना था। उन्हें इस बात का एहसास करवाना था कि किसी संख्यात्मक प्रश्न के केवल उत्तर के अंक सबसे कम होते हैं, जबकि उस तक पहुँचने के चरणों का महत्व अधिक होता है; इसके पीछे तर्क यह है कि जोर केवल अन्तिम परिणाम पर ही नहीं होता, बल्कि इस पर भी होता है कि अवधारणा को कितनी अच्छी तरह से समझा गया है। मैंने निम्नलिखित पद्धति से संख्यात्मक प्रश्नों को कारगर ढंग से और समुचित सफलता के साथ करने में विद्यार्थियों की मदद की :

- उनको मेरा पहला सुझाव था कि वे संख्यात्मक प्रश्नों को हल करने का प्रयास करने से पहले सभी विवरणात्मक प्रश्नों तथा बहु-विकल्पों वाले प्रश्नों को पूरा कर लें।
- किसी संख्यात्मक प्रश्न को हल करने का पहला कदम उसे कम से कम तीन बार पढ़ना है। पहली बार के पढ़ने में कतई यह नहीं सूझेगा कि उसे कैसे हल करना है। दूसरे और तीसरी बार के पढ़ने से कुछ समझ बनेगी कि क्या पूछा गया है।
- अगला कदम संख्यात्मक प्रश्न में दी गई सभी जानकारी को सम्बन्धित चिहनों के साथ लिख लेना होगा तथा यह भी कि किस चीज की गणना करने के लिए कहा गया है। इसे एक बॉक्स के भीतर बन्द किया जा सकता है — जिसे हम बॉक्स 1 कह सकते हैं।
- अब विद्यार्थी (काम करने के कॉलम में) वे सभी फार्मूले लिख सकते हैं जो उनके विचार में यहाँ लागू होते हों। फिर वे एक-एक करके अनुपयुक्त फार्मूलों को अलग

करके अन्त में सही फार्मूला चुन सकते हैं। यह तय कर लेने के बाद उस फार्मूले को भी लिखकर एक बॉक्स में रखा जा सकता है — जिसे हम बॉक्स 2 कह सकते हैं।

- तब विद्यार्थी बॉक्स 2 में लिखे गए फार्मूले में उचित स्थानों तथा चिहनों की जगह उन मानों तथा परिमाणों को रख सकते हैं जिन्हें उन्होंने बॉक्स 1 में चिह्नित किया था। मान रखे गए फार्मूले को फिर बॉक्स 3 में रखा जाता है।
- फिर विद्यार्थी गणना करता है और उत्तर को उपयुक्त इकाई के साथ एक अन्य बॉक्स 4 में लिखता है।
- इसका एक उदाहरण देने के लिए, मैं एन.सी.ई.आर.टी. की कक्षा 12 की पाठ्य-पुस्तक में हल किए गए एक संख्यात्मक प्रश्न (पेज 72, उदाहरण 3.3) का उल्लेख करना चाहूँगी।
- डेनियल सैल के लिए मानक इलेक्ट्रोड पोटेन्शियल 1.1 वोल्ट है। नीचे दी गई रासायनिक क्रिया के लिए मानक गिब्स एनर्जी की गणना कीजिए :



इसे पढ़ने के बाद विद्यार्थी दी गई जानकारी को नीचे दिए गए बॉक्स 1 में और उपयोग किए जाने वाले फार्मूले को बॉक्स 2 में इस प्रकार लिख लेता है:

$$E^0_{\text{cell}} = 1.1\text{V}$$

इस आयनिक समीकरण से विद्यार्थी को यह पता लगता है कि इलेक्ट्रॉन बदलाव 2 का है

$$F = 96487\text{ C mol}^{-1}$$

बॉक्स 1

$$\Delta_r G^0 = -nFE^0_{(\text{cell})}$$

बॉक्स 2

$$\Delta_r G^0 = -2 \times 96487 \text{Cmol}^{-1} \times 1.1 \text{V}$$

$$= -21227 \text{ J mol}^{-1}$$

### बॉक्स 3

$$\Delta_r G^0 = -212.27 \text{ kJ mol}^{-1}$$

### बॉक्स 4

यह पद्धति किस प्रकार मदद करती है?

- एक तो यह व्यवस्थित है तथा इसमें विद्यार्थी से कोई भी कदम चूकता नहीं है और इसलिए वह कोई अंक भी नहीं खोता।
- यदि विद्यार्थी से गणना में कोई गलती हो भी जाती है तो भी उसके पहले के लिखे हुए चरणों का मूल्यांकन अवश्य ही किया जाएगा।
- बहु-चरणों वाले संख्यात्मक प्रश्नों में यह गणना तक पहुँचने के लिए एक तर्कसंगत प्रवाह प्रदान करता है।
- मूल्यांकन करने वाले की दृष्टि से इतने सुव्यवस्थित रूप से प्रस्तुत किए गए उत्तर पर अंक देने में आसानी होती है।

### उदाहरण 3

कक्षा बारह के रसायनशास्त्र के पाठ्यक्रम का अकार्बनिक भाग सबसे अधिक भयभीत करने वाला होता है क्योंकि इसकी विषयवस्तु में धातु विज्ञान की प्रक्रियाओं और उत्पादों तथा धात्विक यौगिकों के गुणों का विस्तृत विवरण होता है। यह एक अन्य ऐसा हिस्सा है जिसे सीखना तथा याद रखना कठिन होता है। वास्तव में, मेरे विद्यार्थियों में से अनेक इस भाग के कुछ हिस्सों को छोड़ दिया करते थे क्योंकि न वे इसे सीखना चाहते थे और न ही उन्हें, रटकर याद करने के अलावा, इसे सीखने का कोई बेहतर तरीका मालूम था। इसके अतिरिक्त, पाठ्य-पुस्तक सिर्फ चुने हुए गुणों की सूची देती थी और संक्षेप में उनको समझाती थी, जबकि सन्दर्भ पुस्तकों में प्रत्येक गुण को विस्तार से समझाया गया होता था। यह इस विषय की चुनौती का एक

और पहलू था क्योंकि विद्यार्थी, हमेशा नहीं तो ज्यादातर, सन्दर्भ पुस्तकों में दी गई सभी सम्भव जानकारियों को याद करने की सोचते थे। वास्तव में यह आवश्यक नहीं था। विद्यार्थियों की सहायता से हमने इस समस्या से निपटने की एक विधि निकाल ली। एक उदाहरण लें — धात्विक यौगिकों के रासायनिक गुणों में, विद्यार्थियों को ऐसे यौगिकों के गुण सीखना थे जैसे पोटैशियम परमैंगनेट, पोटैशियम डाइक्रोमेट, सोडियम क्लोराइड, सोडियम कार्बोनेट और ऐसे ही अन्य। हमने इसके लिए निम्न पद्धति अपनाई :

- विद्यार्थियों को कम से कम पाँच सदस्यों वाले समूहों में बाँटा गया और समूहों ने पूरी तरह कक्षा के घण्टों में ही काम किया। इस काम में से कुछ भी घर नहीं ले जाया गया।
- प्रत्येक समूह को एक विशेष धातु के यौगिकों पर काम करने को कहा गया।
- समूह को पहले यह सुनिश्चित करना था कि उसके हर सदस्य के पास पाठ्य-पुस्तक की एक प्रति और कम से कम दो अलग-अलग सन्दर्भ पुस्तकों का सैट हो।

समूह किस तरह काम करते थे?

- प्रत्येक समूह अपनी जानकारी को ए 4 आकार के पेजों पर दर्ज करता था, और आमतौर पर यह जिम्मेदारी ऐसा विद्यार्थी लेता था जिसकी लिखावट सुगमता से पढ़ी जा सकती थी।
- इसके बाद पूरा समूह पाठ्य-पुस्तक में उस यौगिक के बारे में पढ़ता था। फिर वे यौगिक को बनाने की विधियाँ और उसके द्वारा दर्शाए जाने वाले रासायनिक गुणों को लिख लेते थे।
- इसके बाद उसे बनाने की विधियों तथा उसके रासायनिक गुणों के बारे में अधिक से अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए सन्दर्भ पुस्तकों का उपयोग किया जाता था।
- समूह को दिए गए सभी यौगिकों के लिए यह पूरा काम किया जाता था और प्राप्त जानकारियों को संक्षेप में एक शीट पर इस प्रकार के प्रारूप में लिख लिया जाता था:

यौगिक का नाम	बनाने की विधि/ गुण	सम्बन्धित रसायनिक समीकरण	गुण का विशिष्ट उपयोग	गुण का प्रकार [ऑक्सीडाइजिंग (ऑक्सीकरण करना), रिड्यूंसिंग (अपचयन करना) आदि]

- यहाँ हमने केवल पाठ्य-पुस्तक में बताई गई विधियों पर तथा उनके बारे में विस्तार से बात करने पर ध्यान केन्द्रित किया।
- इसके साथ ही उनके द्वारा दर्ज किए गए अनेक गुणों का प्रयोगशाला में आसानी से अवलोकन किया जा सकता था और इसलिए फिर हम प्रयोगशाला में जाकर उपयुक्त प्रयोगों को करते थे।
- प्रत्येक समूह के यौगिकों के बारे में उसके सदस्यों द्वारा जानकारी का संकलन कर लेने के बाद, उसे अन्य समूहों के साथ साझा किया जाता था जिनके सभी सदस्य जानकारी की फोटोकॉपी कर लेते थे।
- इस ढंग से चुनिन्दा जानकारी संकलित कर लेने के बाद, प्रत्येक विद्यार्थी को समान गुणों को विभिन्न यौगिकों में,

उदाहरण के लिए ऐसे यौगिक जो रिड्यूंसिंग (अपचयन) के गुणों को दर्शाते थे, पहचानने तथा चिह्नित करने का प्रयास स्वयं करना पड़ता था। कुछ विद्यार्थी तुलनात्मक गुणों के लिए फ्लो चार्ट्स या माइण्ड मैप्स बना लेते थे और उन्हें शेष कक्षा के साथ साझा करते थे।

उपरोक्त तीनों उदाहरणों में मैंने उन पद्धतियों को आपके साथ साझा किया है जिनका मैंने लगभग दो दशकों से अनुसरण किया है। वे इतने लम्बे समय तक मुख्य रूप से इसलिए चल सकीं क्योंकि वे विद्यार्थियों को अच्छी लगीं और इनसे उनका काम आसान हुआ। मुझे निरन्तर उनकी प्रतिक्रियाएँ मिलती रहीं। मामूली परिवर्तनों के अलावा लगातार इसी प्रकार उनका इस्तेमाल होता रहा। कुछ समय पहले सोशल नेटवर्किंग साइट्स में से एक पर मेरे विद्यार्थियों ने फ्लैश कार्डों के बारे में तथा कैसे अभी भी उन्हें उनका स्मरण आ जाता है इसके बारे में आपस में एक वार्तालाप किया!! एक शिक्षक के रूप में, मैंने जिन पुस्तकों का उल्लेख किया है उनकी अपेक्षा इस सबसे कहीं ज्यादा सीखा है। मैं आशा करती हूँ कि इन बीसेक वर्षों में अपने विद्यार्थियों की कुछ मदद कर सकी हूँ।



**चन्द्रिका** अजीम प्रेमजी फाउण्डेशन में काम करती हैं। उनके पास हाईस्कूल स्तर पर विज्ञान के क्षेत्र में बीस वर्षों तक कार्य करने का अनुभव है। उनसे [chandrika@azimpremjifoundation.org](mailto:chandrika@azimpremjifoundation.org) पर सम्पर्क किया जा सकता है। **अनुवाद** : सत्येन्द्र त्रिपाठी