

# असावधानी की समझ

उमेश चौहान

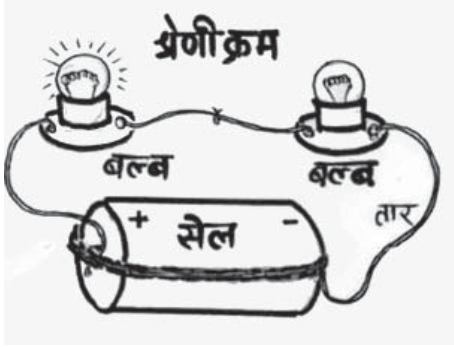
होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम के दौरान मैंने 1978 से 2002 तक सौ से अधिक विज्ञान कार्यशालाओं में भाग लिया। कक्षा-6 से 8 तक करीब 400 छोटे-बड़े प्रयोगों को स्वयं करके देखा। हर वर्ष विज्ञान प्रशिक्षण या उन्मुखीकरण शिविर में भाग लिया, विज्ञान की बारीकियों को सीखा और सिखाया। मेरे छात्र-जीवन की विज्ञान की शिक्षा केवल हायर सेकण्डरी तक ही हो पाई थी। विज्ञान प्रशिक्षण में मैंने भौतिकी, रसायन तथा बायोलॉजी के प्रयोगों को सीखने में खूब रुचि ली। विभिन्न स्रोत दल सदस्यों के साथ प्रशिक्षक समूह का हिस्सा रहा। प्रयोगों को स्वयं करके देखा, पाठ्यपुस्तक में प्रयोगों को करने के ढंग, क्रम और विधि को लिपिबद्ध करके उनमें सुधार किए और आवश्यक चित्र बनाए। यह सब करते-करते मेरा आत्मविश्वास बढ़ता गया। प्रशिक्षणार्थी शिक्षक बी.एससी. हो या एम.एससी., मुझे उन्हें प्रशिक्षण देने में ज़रा भी संकोच नहीं होता था। कई बार विज्ञानविद शिक्षक प्रशिक्षण की कक्षा में प्रयोग करने में झिझकते थे। प्रायोगिक अनुभव न होने के कारण या तो उनसे गलतियाँ होती

थीं या उन्हें अपने विषय वस्तु के ज्ञान पर भरोसा नहीं होता था।

मैं उन दिनों प्रशिक्षण शिविर के लिए विद्युत के माध्यम को पढ़ाने की तैयारी कर रहा था। विज्ञान किट में दिए बल्ब, होल्डर, सेल एवं तारों से श्रेणी एवं समानान्तर क्रम में विद्युत परिपथ बनाकर, उनसे प्रयोग करवाने का विचार था।

## ऐसा कैसे और क्यों हुआ?

मैंने दो बल्बों को श्रेणी क्रम में जोड़ा तथा दो सेलों को भी श्रेणी क्रम में जोड़ा। परिपथ पूरा करने पर बल्ब जल रहे थे। तभी अचानक मन में विचार आया कि क्यों न एक सेल से दो बल्ब श्रेणी-क्रम में जोड़कर देखूँ। जब ऐसा करके देखा, श्रेणी-क्रम में एक बल्ब जल रहा था और एक बल्ब नहीं जला। मैं स्वयं भ्रमित हो गया कि ऐसा कैसे हो सकता है। मैंने न जलने वाले बल्ब को होल्डर से निकाला और उसकी जगह दूसरा बल्ब लगा दिया। आश्चर्य, दोनों बल्ब जल रहे थे। मैंने न जलने वाले बल्ब का फिलामेण्ट देखा, फिलामेण्ट ठीक था। मैंने जाँचने के लिए उसे दूसरे बल्ब होल्डर में लगाकर सेल से जोड़ा,



बल्ब जल रहा था। समझ में नहीं आ रहा था कि ऐसा क्यों हुआ।

मैंने पुनः इस बल्ब को उसी परिपथ में जोड़ा, बल्ब नहीं जला। मैंने बल्ब का क्रम बदला, यानी दाईं तरफ के बल्ब को बाईं ओर लगाया। परिणाम जस-का-तस था। मैंने 15-20 बल्बों को इसी तरह बदल-बदल कर परिपथ में जोड़ा। बहुत देर तक माथापच्ची करने के बाद मैं इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि बल्ब के ऊपर 1.5 वोल्ट लिखा ज़रूर है लेकिन इनके फिलामेण्ट में हल्का-सा भी अन्तर होने पर श्रेणी-क्रम में एक बल्ब जलता है, एक बल्ब नहीं जलता। कारण भी स्पष्ट हुआ कि जिस बल्ब का फिलामेण्ट अधिक प्रतिरोध पैदा कर रहा है, वह गर्म होकर प्रकाश दे रहा है। इसकी तुलना में जिस बल्ब में कुछ कम प्रतिरोध है, उसका फिलामेण्ट विद्युत धारा तो प्रवाहित कर रहा है, किन्तु एक सेल की विद्युत ऊर्जा से वह इतना गर्म नहीं

हो पा रहा है कि प्रकाश दे सके।

मैंने ऐसे पाँच सेट तैयार किए जिनमें दोनों बल्ब लगभग समान प्रकाश दे रहे थे तथा दूसरे पाँच सेट में एक बल्ब प्रकाश दे रहा था और एक नहीं। अगले दिन प्रशिक्षण में मैंने टोलियों को एक सेल के साथ दो बल्ब श्रेणी-क्रम में जोड़ने हेतु सामग्री दी। हर

टोली को सामग्री देकर परिणाम लिखने को कहा गया। स्रोत दल हर समूह में जाकर प्रयोग देख रहा था एवं उनकी गतिविधियों व चर्चाओं को ध्यान से सुन रहा था।

मैंने देखा कि हर टोली ने परिपथ तो ठीक जोड़ा था किन्तु उनके तर्क एवं नतीजे चौंकाने वाले थे।

कुछ टोलियों के सदस्य न जलने वाले बल्ब को लेकर आए और कहने लगे, “सर, बल्ब फ्यूज़ है, बल्ब बदल दो!” कुछ बल्ब होल्डर को खराब बता रहे थे। कुछ ने विद्युत तार के टुकड़े को खराब बताकर तार बदला और कुछ टोलियों ने कहा, “धारा पॉज़िटिव से नेगेटिव की ओर बहती है, अतः सेल के पॉज़िटिव सिरे से जुड़ा बल्ब ज़्यादा विद्युत ऊर्जा मिलने के कारण जल रहा है। दूसरे बल्ब को कम ऊर्जा मिल रही है।”

कुछ टोलियों ने कहा, “नहीं, ऐसा नहीं है। हमारी टोली में नेगेटिव सिरे

से जुड़ा बल्ब जल रहा है, पॉज़िटिव तरफ का नहीं।” किसी का तर्क था कि “परिपथ में धारा समान रूप से बहती है, अतः दोनों बल्ब को समान ऊर्जा मिलती है, कुछ और गड़बड़ है।”

कक्षा में प्रयोग के दौरान दो टोलियों ने आपस में बल्ब बदलकर भी प्रयोग किए। फिर सभी के अवलोकन एवं तर्क बोर्ड पर लिखे गए।

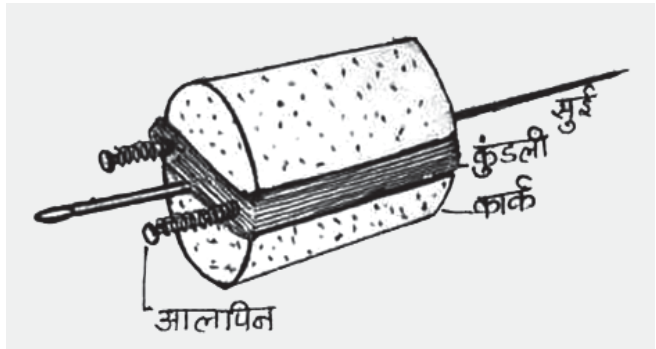
### आखिर गलती कहाँ हुई?

जिन लोगों ने बल्ब फ्यूज़ बताए थे, उनके बल्ब जाँचे गए, बल्ब फ्यूज़ नहीं निकले। बल्ब होल्डर और तार के टुकड़े भी ठीक थे। फिर गड़बड़ी कहाँ है, इस पर आपस में चर्चा होती रही। अन्त में, सामूहिक रूप से दो बल्ब जोड़कर श्रेणी-क्रम का परिपथ बनाया गया। बल्ब न जलने वाली टोली ने अपने बल्ब इस परिपथ में लगाए। जलने वाले बल्ब का परिपथ शॉर्ट किया गया। अब जो बल्ब फ्यूज़ बताया जा रहा था, वह जल उठा। बल्बों का क्रम बदलने पर भी वही बल्ब जल रहा था। तब जाकर स्पष्ट हुआ कि पॉज़िटिव सिरे से जुड़े बल्ब को ज़्यादा विद्युत ऊर्जा नहीं मिल

रही है। पूरी कक्षा में किसी भी शिक्षक का ध्यान इस ओर नहीं गया कि श्रेणी-क्रम में एक बल्ब फ्यूज़ हो, तार टूटा हो, बल्ब होल्डर खराब हो तो परिपथ में धारा बहेगी ही नहीं। बल्ब के फिलामेण्ट में ज़रा-सा अन्तर होने पर श्रेणी-क्रम में धारा तो बह रही थी लेकिन फिलामेण्ट इतना गर्म नहीं हो पा रहा था कि प्रकाश दे सके।

विद्युत के प्रयोगों में परिपथ की स्पष्ट समझ होना बहुत ज़रूरी है। विद्युत के अध्यायों में अनेक प्रयोग इसलिए असफल या अरुचिकर रहे हैं क्योंकि हमने प्रयोगों को ध्यान से नहीं पढ़ा, उपकरण के विभिन्न चरणों को नहीं जाँचा और उसे बेकार कहने से नहीं झिझके।

एक बार प्रशिक्षण शिविर में भौतिकी के समूह को विद्युत मोटर बनाना और उसे चलाकर देखना था। कारण जो भी रहे हों, फीडबैक रिपोर्ट में आया कि विद्युत मोटर एक भी समूह में नहीं चली। मैंने तर्क दिया कि प्रयोग की सावधानियों पर ध्यान



नहीं दिया गया होगा इसलिए ऐसा हुआ होगा।

## गलतियों की फेहरिस्त

अगले दिन मुझे ही उस कक्षा में भेज दिया गया। कक्षा में जाने से पहले मैंने पिछले दिन शिक्षकों द्वारा बनाई गई समस्त विद्युत मोटर की जाँच की और त्रुटियों को समझने का प्रयास किया। उनमें मुझे इस प्रकार की त्रुटियाँ मिलीं-

- कॉर्क में लगी हुई सुई एकदम मध्य में नहीं थी।
- कॉर्क पर बनाई कुण्डली में ताम्बे के तार के सिरों पर से पॉलिश ठीक-से हटाया नहीं था।
- एक समूह ने कुण्डली के दोनों सिरों एक ही ऑलपिन से जोड़ रखे थे।
- कुण्डली कॉर्क के बीचोंबीच नहीं बल्कि एक ही तरफ लटक रही थी, स्वतंत्र घूमती नहीं थी।
- कुण्डली को करण्ट देने वाले बुश (एनेमल चढ़ा तार) के सिरों के ऊपर से पॉलिश नहीं हटाया गया था।
- कुण्डली को दोनों ओर लगे बुश से एक-साथ पॉज़िटिव तथा नेगेटिव करण्ट नहीं मिल रहा था।
- ऑलपिनों से बने X आकार के आधार इतने ऊँचे नहीं थे कि कुण्डली उन पर घूम सके।
- कुण्डली आधार के पटिए से टकरा रही थी।

अगले दिन मैंने उसी कक्षा में जाकर विद्युत मोटर न चलने के कारण और असावधानियों पर चर्चा की। पूरी कक्षा में पुनः विद्युत मोटर बनाने की सामग्री वितरित की गई। सभी प्रशिक्षणार्थियों से निवेदन किया गया, “हम चरणबद्ध तरीके से पूरी सावधानी रखते हुए एक बार फिर मोटर बनाएँगे।”

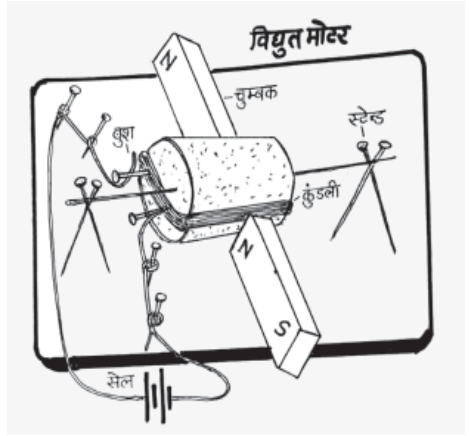
## मोटर बनेगी भी, घुमेगी भी

सबसे पहले कॉर्क के मध्य कील या ड्रिवाइडर की नोक से छेद किया क्योंकि एकदम बीच में छेद होना आवश्यक है। फिर कॉर्क के इस छेद में सुई घुसाई। इसके बाद कॉर्क के मध्य में दोनों ओर समान गहराई तक कुण्डली लपेटने के लिए खाँचे काटे गए। सुई से समान दूरी पर दो ऑलपिन खाँचे में घुसाई गईं। एनेमल लगे तार के एक सिरों को रंगमाल पेपर से रगड़कर एक ऑलपिन पर बाँधा गया। कॉर्क पर 50 लपेटे देकर तार की कुण्डली बनाई गई। तार के दूसरे सिरों को भी रंगमाल से साफ करके सावधानीपूर्वक दूसरी ऑलपिन पर लपेटा गया। तार की कुण्डली की जाँच की, करण्ट बराबर बह रहा था। कुण्डली को उँगली पर रख घुमाकर देखा गया, आवश्यक होने पर सन्तुलित किया गया। लकड़ी के पटिए पर कुण्डली घुमाते हुए X के आकार का स्टैण्ड बनाया गया। इसकी ऊँचाई इतनी रखी गई कि कुण्डली एकदम स्वतंत्र घूम सके। ऑलपिनों के माध्यम से कुण्डली में

करण्ट देने के लिए एनेमल लगे तार के दो टुकड़े साफ करके इतनी दूरी पर लगाए गए कि वे क्षैतिज अवस्था में कुण्डली आने पर एक-साथ स्पर्श करें और करण्ट दें। फिर इन्हें ध्यान-से स्थिर किया गया।

चुम्बक को कॉर्क की कुण्डली के दाएँ-बाएँ इस प्रकार रखा कि चुम्बक के विपरीत ध्रुव आमने-सामने रहें किन्तु कुण्डली को स्पर्श न करें। चुम्बक के ध्रुव कुण्डली की ऊँचाई पर स्थिर रहें। उपरोक्त सावधानियों का ध्यान रखते हुए जब विद्युत मोटर को दो सेलों को श्रेणी-क्रम में जोड़कर करण्ट दिया, तो अधिकांश टोलियों में मोटर घूमने लगी। जिन समूहों में दिक्कत आई, उनकी त्रुटियाँ सुधारी गईं।

उनके समूहों में भी मोटर अब ठीक-से घूमी। अब चुम्बक के ध्रुव बदलकर करण्ट दिया गया। मोटर के घूमने की दिशा बदल गई। सेल से दिए करण्ट को ध्रुव बदलकर करण्ट दिया। फिर से मोटर घूमने की दिशा बदल गई। अब पूरी कक्षा सन्तुष्ट थी और अपनी प्रायोगिक सफलता के कारण खुश भी। प्रयोग के अन्त में



विद्युत मोटर के घूमने की दिशा में चुम्बक तथा विद्युत धारा की क्या भूमिका है, विद्युत मोटर के घूमने के सिद्धान्त आदि पर चर्चा हुई।

मैंने अपने अनुभवों से यह सीखा कि प्रयोग करने में सावधानी रखना कितना महत्वपूर्ण है। कई बार प्रयोग के परिणाम या आँकड़ों को प्राप्त करने के लिए हम सावधानियों को नज़रअन्दाज़ कर देते हैं जिससे हमें अपेक्षित सफलता नहीं मिलती और प्रयोगों के प्रति हमारी रुचि कम होने लगती है। एक अच्छे शिक्षक, अच्छे प्रशिक्षक को, प्रयोग करते वक्त सावधानियों का ध्यान रखना बहुत ज़रूरी है।

**उमेश चौहान:** होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम के स्रोत शिक्षक रहे हैं। विज्ञान शिक्षण, उपकरण नवाचार व चित्रकला में विशेष रुचि।

**सभी चित्र: उमेश चौहान।**

सन् 1978 में विकसित *बाल वैज्ञानिक* के पहले संस्करण में विद्युत मोटर बनाने का यही तरीका दिखाया गया था। बाद में, अरविंद गुप्ता ने इसके आसान तरीके विकसित किए जिनका जिक्र *एकलव्य* द्वारा प्रकाशित उनकी किताबों में है।