माध्यमिक विज्ञान

# प्रायोगिक कार्य तथा छानबीन: कक्षा IX को गुरूत्वाकर्षण पढ़ाना

भारत में विद्यालय आधारित समर्थन के माध्यम से शिक्षक शिक्षा

www.TESS-India.edu.in

http://creativecommons.org/licenses/

# संदेश

शिक्षकों को बाल केंन्द्रित कक्षा अभ्यास की ओर उन्मुख करने तथा शिक्षक प्रशिक्षण की गुणवत्ता को बेहतर बनाने के उद्देश्यों को सम्मुख रखते हुए TESS-India राष्ट्रीय स्तर पर कार्यरत है। इस दिशा में TESS-India द्वारा मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Educational Resources) का विकास किया गया है । ये संसाधन शिक्षकों तथा शिक्षक–प्रशिक्षकों के वृत्ति विकास (Professional development) में लाभकारी एवं उपयोगी सिद्ध होंगे। राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद, बिहार के नेतृत्व में इन संसाधनों का स्थानीयकृत किया गया है, जिसके अन्तर्गत इनके उद्देश्य के मूल को बरकरार रखते हुए इनमें स्थानीय, भाषा, बोली, प्रथाओं, संस्कृतियों तथा नियमों को सम्मिलित किया गया है। इनका उपयोग शिक्षण कार्य में सहजता एवं सुगमता पूर्वक किया जा सकता है ।

राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद, बिहार के मार्गदर्शन में TESS-India द्वारा स्थानीय भाषा में तैयार मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Educational Resources) नेट पर आप सभी के लिए सुलभ उपलब्ध है ।

शुभकामनाओं सहित ।

(डॉ0 मुरली मनोहर सिंह)
निदेशक
एस0सी0ई0आर0टी0, बिहार

| समीक्षा एवं दिशाबोध |
|---|
| डॉ. मुरली मनोहर सिंह, निदेशक राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| डॉ. सैयद अब्दुल मोईन, विभागाध्यक्ष, अध्यापक शिक्षा विभाग, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| डॉ. क़ासिम खुर्शीद, विभागाध्यक्ष, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद् |
| डॉ. इम्तियाज़ आलम, विभागाध्यक्ष, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| डॉ. स्नेहाशीष दास राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| डॉ. अर्चना, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| डॉ. रीता राय, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |
| श्री तेज नारायण प्रसाद, राज्य शिक्षा शोध एवं प्रशिक्षण परिषद्, बिहार |

| स्थानीयकरण |
|---|
| **भाषा और शिक्षा** |
| डॉ. ज्ञानदेव मणि त्रिपाठी, प्राचार्य, मैत्रेय कॉलेज ऑफ एडुकेशन एण्ड मैनेजमेंट, हाजीपुर, वैशाली |
| श्री सुमन सिंह, प्रखंड साधनसेवी, भगवानपुर हाट, सिवान |
| श्री कात्यायान कुमार त्रिपाठी, प्राथमिक विद्यालय चैलीटाल, पटना |
| श्री कृत प्रसाद, प्रखंड साधनसेवी, हिलसा, नालंदा |
| **प्राथमिक अंग्रेज़ी** |
| श्री अरशद रज़ा, सहायक शिक्षक, प्राथमिक विद्यालय, पचासा रहुई, नालंदा |
| श्री संतोष सुमन, सहायक शिक्षक, बालिका उच्च विद्यालय, महुआबाग |
| श्री शशि भूषण पाण्डेय, सहायक शिक्षक, उत्क्रमित मध्य विद्यालय, मुकुन्दपुर, नालंदा |
| श्रीमती रचना त्रिवेदी, शिक्षिका, नोट्रेडेम अकादमी, पटना |
| **माध्यमिक अंग्रेज़ी** |
| श्री मणिशंकर, प्रधानाध्यापक, तारामणी भगवानसाव उच्च माध्यमिक विद्यालय, कोइलवर, भोजपुर |
| डॉ. ब्रजेश कुमार, शिक्षक, पी. एन. एंग्लो संस्कृत माध्यमिक विद्यालय, नया टोला, पटना |
| **प्राथमिक गणित** |
| श्री कृष्ण कान्त ठाकुर |
| श्री दिलीप कुमार, संकुल संसाधन केन्द्र समन्वयक, बुलनी हैदरपुर, नालंदा |
| श्री गोविन्द प्रसाद, प्रखंड साधनसेवी, चनपटिया, पश्चिमी चम्पारण |
| **माध्यमिक गणित** |
| डॉ. राकेश कुमार, भागलपुर डायट |
| श्री रिज़वान रिज़वी, उत्क्रमित मध्य विद्यालय, सिलौटा चाँद, कैमूर |
| श्री इन्द्रभूषण कुमार, शिक्षक, सहयोगी माध्यमिक विद्यालय, हाजीपुर, वैशाली |
| **प्राथमिक विज्ञान** |
| श्री मनोज त्रिपाठी, प्रखंड साधनसेवी, बरहारा, भोजपुर |
| श्री शशिकान्त शर्मा, प्रखंड साधनसेवी, आरा, भोजपुर |
| श्री रणबीर सिंह, संकुल संसाधन केन्द्र समन्वयक, आदर्श आवासीय मध्य विद्यालय शिक्षक संघ, सहरसा |
| **माध्यमिक विज्ञान** |
| श्री जी.वी.एस.आर प्रसाद |
| श्री मुकुल कुमार, शिक्षक, सहायक शिक्षक, गोरखनाथ सूर्यदेव माध्यमिक विद्यालय, राजापाकर वैशाली |

*TESS-India (Teacher Education Through School Based Support)* ) का लक्ष्य है भारत में मुक्त शैक्षिक संसाधनों के द्वारा प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर शिक्षकों के कक्षा अभ्यासों को बेहतर करना। ये संसाधन शिक्षकों के छात्र–केन्द्रित, भागीदारी दृष्टिकोण को विकसित करने में सहायता करेंगे।

*TESS-India के मुक्त शैक्षिक संसाधन (Open Education Resources - OERs) शिक्षकों को स्कूल की पाठ्यपुस्तक के लिए सहायक पुस्तिका प्रदान करते हैं।* ये संसाधन शिक्षकों के लिए गतिविधियाँ प्रदान करते हैं जो वे कक्षा में अपने छात्रों के साथ कर सकते हैं। साथ ही इनमें केस स्टडी भी हैं जो ये दर्शाते हैं कि किस प्रकार दूसरे शिक्षकों ने उस विषय को सिखाया है। संबंधित संसाधन शिक्षकों को पाठ योजना बनाने में और विषय पर ज्ञान वर्धन करने में उनकी सहायता करते हैं।

*TESS-India के मुक्त शैक्षिक संसाधन भारतीय पाठ्यक्रम और संदर्भों के अनुकूल हैं।* ये *भारतीय तथा अतंर्राष्ट्रीय लेखकों के सहयोग से तैयार* किये गये हैं *और ये ऑनलाइन तथा प्रिंट उपयोग के लिए उपलब्ध है (http://www.tess-india.edu.in)।* मुक्त शैक्षिक संसाधन अनेकों संस्करणों में उपलब्ध हैं जो प्रत्येक राज्य के लिए उपयुक्त है जहाँ TESS India कार्यरत है। उपयोगकर्ता इन संसाधनों को अनुकूल और स्थानीयकृत करने के लिए स्वतंत्र हैं ताकि ये स्थानीय आवश्यकताओं और संदर्भों को पूरा कर सकें।

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

***वीडियो संसाधन***

*इस इकाई की कुछ गतिविधियों के साथ निम्न प्रतीक का उपयोग किया गया है:* *. इससे संकेत मिलता है कि निर्दिष्ट अध्यापन संबंधी थीम के लिए TESS-India वीडियो संसाधनों को देखना आपके लिए उपयोगी होगा।*

*TESS-India वीडियो संसाधन भारत में अनेक प्रकार की कक्षाओं के संदर्भ में मुख्य अध्यापन तकनीकों का वर्णन करते हैं। हमें आशा है कि वे आपको इसी प्रकार के अभ्यासों के साथ प्रयोग करने के लिए प्रेरित करेंगे। उनका उद्देश्य पाठ (टेक्स्ट) पर आधारित इकाइयों के माध्यम से काम करने के आपके अनुभव का पूरक होना और उसे बढ़ाना है।*

*TESS-India वीडियो संसाधनों को ऑनलाइन देखा या TESS-India की वेबसाइट, http://www.tess-india.edu.in/ से डाउनलोड किया जा सकता है। वैकल्पिक रूप से, आप ये वीडियो सीडी या मेमोरी कार्ड के माध्यम से भी देख सकते हैं।*

*संस्करण 2.0 SS13 v1*
*Bihar*

*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

प्रायोगिक कार्य विज्ञान शिक्षा का एक महत्वपूर्ण पहलू है। इसमें अनेक गतिविधियाँ शामिल होती हैं तथा इसका प्रयोग अनेक प्रयोजन के लिए किया जाता है, जैसे:

- किसी अवधारणा या विचार को स्पष्ट करना ताकि ज्ञान के उत्पत्ति की प्रक्रिया के दौरान प्राप्त प्रमाण से छात्र–छात्राओं को तर्क-वितर्क विकसित करने में मदद की जा सके।
- व्यवहारिक, बुद्धिमत्तायुक्त प्रयोगशाला कौशल सीखना तथा माइक्रोस्कोप जैसे विज्ञान के उपकरणों के प्रयोग को सीखना
- ध्यानपूर्वक कौशलों को सीखना, जैसे कोशिका की अवसंरचना या रसायन को गर्म करने पर बदलावों का अवलोकन करना
- विशिष्ट विज्ञान पूछताछ कौशल विकसित करना जैसे उपयुक्त परीक्षण तैयार करना या साक्ष्य की समीक्षात्मक परीक्षा करना (विज्ञान में छानबीन)
- 'विज्ञान की प्रकृति' तथा वैज्ञानिक किस प्रकार से काम करते हैं इसका अनुभव और समझ विकसित करना।

विज्ञान के लिए राष्ट्रीय निर्धारित विषयों की रूपरेखा (NCERT, 2005) में यह कहा गया है कि विज्ञान पाठ्यचर्या में नई नई और सृजनशीलता को बढ़ावा दिया जाना चाहिए, तथा 'पूछताछ संबंधी कौशल का सहयोग और इसे मजबूत किया जाना चाहिए' (पृष्ठ 49)। प्रायोगिक कार्य, और विज्ञान के प्रति विशेष रूप से छानबीन परक कार्यप्रणाली से आपके छात्र–छात्राओं द्वारा यह सीखने में मदद मिल सकती है कि वैज्ञानिक किस प्रकार से काम करते हैं तथा वे स्वयं के पूछताछ संबंधी कौशल का विकास कर सकते हैं।

इस इकाई में प्रायोगिक कार्यप्रणालियों के उपयोग के बारे में जानकारी दी गयी है - विशेष रूप से छानबीन परक प्रायोगिक कार्य प्रणालियां- ताकि छात्र–छात्राओं को गुरूत्वाकर्षण के बारे में सीखने में मदद मिल सके। आप इस इकाई में जो रणनीतियाँ और तकनीकें सीखेंगे वे दूसरे विषयों पर भी लागू होंगी।

## आप इस इकाई में सीख सकते हैं

- किस प्रकार से छात्र–छात्राओं को सामूहिक प्रायोगिक कार्य के माध्यम से गुरुत्वाकर्षण के बारे में सीखने में मदद मिल सकती है।
- प्रायोगिक कार्य के संबंध में छानबीन संबंधी कार्य प्रणालियों का महत्व।
- प्रभावी छानबीन कार्य के लिए योजना कैसे तैयार करें।
- प्रयोग संबंधी कार्य के प्रभाव का किस प्रकार मूल्यांकन करें।

## यह दृष्टिकोण क्यों महत्वपूर्ण है

विज्ञान एक प्रायोगिक विषय है। हालांकि प्रायोगिक गतिविधियों से छात्र–छात्राओं को सीखने में मदद मिल सकती है, लेकिन यह सुनिश्चित करने के लिए सावधानीपूर्वक योजना तैयार करना अपेक्षित है कि वे प्रभावी साबित होती हैं। कुछ प्रायोगिक गतिविधियों से छात्र–छात्राओं को मापदण्ड प्रक्रियाओं का अभ्यास करने के अवसर मिल सकते हैं, लेकिन उदाहरणस्वरूप, वैज्ञानिक विचारों तथा विज्ञान की प्रकृति को समझने के लिए अधिक गहन सोचना अपेक्षित नहीं होता या उसे बढ़ावा नहीं मिलता है। इस इकाई से आपको यह निर्धारित करने में मदद मिलेगी कि आपके छात्र–छात्रा वैज्ञानिक विचारों तथा प्रक्रियाओं के बारे में सोचने और साथ ही प्रायोगिक कौशल को सीखने पर विचार करने के लिए अवसर के रूप में प्रायोगिक गतिविधियों का उपयोग करते हैं।

छानबीन संबंधी प्रायोगिक कार्य में प्रश्न पूछे जाते हैं: 'कौन से कारक प्रभावित करते हैं ...?', 'क्या ... के बीच में कोई संबंध है?', '... के संभावित कारण क्या हो सकते हैं?' छानबीन संबंधी कार्य को पूरा करने के लिए, छात्र–छात्राओं को संबंधित

विज्ञान अवधारणाओं के बारे में सोचना और उन्हें लागू करना होता है, और साथ ही विज्ञान संबंधी कौशलों और तकनीकों को उपयोग करना होता है।

इस इकाई में यह सुनिश्चित करने पर बल दिया गया है कि जो प्रायोगिक कार्य आप करते हैं, वह उद्देश्यपूर्ण है और विज्ञान के बारे में और वैज्ञानिक किस प्रकार से कार्य करते हैं, आदि बातों को सीखने में उससे सहायता मिलती है। यह महत्वपूर्ण है कि प्रायोगिक कार्य की योजना सावधानीपूर्वक बनाई जाए ताकि किसी विषय को सीखने में अधिक समय नहीं लगे।

## 1 किस प्रकार का प्रायोगिक कार्य?

प्रभावी प्रायोगिक कार्य वह प्रायोगिक कार्य होता है जिससे अधिक प्रभावी रूप से सीखा जा सकता है। इसमें 'हैंड्स ऑन' *और* 'माइन्ड्स ऑन' (शारीरिक और बौद्धिक सक्रियता) दोनो ही होते हैं। अनेक विस्तृत प्रकार के प्रायोगिक कार्य हैं, जिनमें से प्रत्येक के लाभ और नियोजन मुद्दे शामिल हैं:

- प्रदर्शन (प्रयोग करके दिखाना)
- ढांचागत प्रयोग
- 'रोटेटिंग' प्रयोग या 'सर्कस' प्रयोग
- छानबीन
- समस्या समाधान।

प्रदर्शन करने (प्रयोग करके दिखाना) के अलावा, सभी प्रकार के प्रायोगिक कार्यों में छात्र–छात्राओं द्वारा जोड़ी में या समूहों में काम करना शामिल होता है। छानबीन करने और समस्या का समाधान करने से संबंधित प्रयोगों से छात्र–छात्राओं को स्वतंत्र, सृजनात्मक कार्य का अवसर मिलता है, जबकि ढांचागत प्रायोगिक गतिविधियाँ मानक तकनीकों से परिचित होने तथा उनका अभ्यास करने के लिए बेहतर होती हैं। सर्कस प्रयोगों से यंत्रों की आवश्यकता में कमी करने में सहायता मिल सकती है। आप संसाधन 1 में प्रत्येक किस्म के प्रायोगिक कार्य के संबंध में अधिक जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

किस प्रकार के प्रायोगिक कार्य का उपयोग किया जाए, यह विकल्प गतिविधि के उद्देश्य तथा साथ ही समय और संसाधन संबंधी सीमाओं पर निर्भर करता है। 'उद्देश्य' और 'छात्र–छात्राओं को क्या सीखना चाहिए' का आशय संकल्पनात्मक विज्ञान संबंधी जानकारी या प्रयोगशाला प्रक्रियाओं से होता है। इसका प्रयोजन छानबीन कौशलों, प्रस्तुतीकरण और सम्प्रेषण कौशलों और साथ ही समूह कार्यकरण कौशलों से भी है; सभी कौशलों सिखाए जाने चाहिए और उनका अभ्यास किया जाना चाहिए।

समूह प्रायोगिक गतिविधियों को करने के लिए नियमित बातों को सिखाने पर समय व्यतीत करना उपयोगी साबित होता है। इससे छात्र–छात्रा गतिविधि के मुख्य उद्देश्य पर तुलनात्मक रूप से अधिक समय बिताने में समर्थ होंगे क्योंकि वे यह जानते होंगे कि प्रायोगिक गतिविधि में उनसे क्या अपेक्षा की जाती है।

एक सामूहिक प्रायोगिक पाठ से पहले उस पाठ की प्रभावी योजना बनाना आवश्यक है। आपको सर्वश्रेष्ठ गतिविधि को चुनना होगा और साथ ही इसके समय, संगठन तथा आप प्रायोगिक गतिविधि के दौरान क्या करेंगे, इन सभी बातों पर विचार करना होगा।

किसी भी गतिविधि के लिए यह सोचना महत्वपूर्ण है, कि 'हम क्या चाहते हैं कि छात्र–छात्रा क्या सीखें?' और 'इस गतिविधि में शिक्षण कहां पर होना चाहिए?'

**ज़रा सोचिए**

- आपके द्वारा किस प्रकार के प्रायोगिक कार्य का उपयोग किया गया है?
- आपको सबसे अधिक आनन्द किस प्रकार के प्रायोगिक कार्य में आता है?
- आप किस प्रकार के प्रायोगिक कार्य के साथ सबसे अधिक सहज महसूस करते हैं?

- आपके द्वारा अन्य शिक्षकों को किस प्रकार के प्रायोगिक कार्य को उपयोग करते हुए देखा गया है?

## केस स्टडी 1: गुरूत्वाकर्षण पढ़ाना और गतिविधियों का उपयोग करना

*श्री रवीन्द्र ने गुरूत्वाकर्षण से संबंधित कक्षा IX की प्रायोगिक गतिविधियों से जुड़ी अपनी योजनाओं की समीक्षा करने का फैसला किया।*

इससे पहले, मैंने कक्षा IX के साथ अधिकांश प्रायोगिक गतिविधियों के लिए प्रदर्शन करना (प्रयोग करके दिखाना) चुना था। इस वर्ष मैं पाठों में कुछ अलग प्रकार के प्रायोगिक कार्य शामिल करना चाहूँगा। अगला वर्णन गुरूत्वाकर्षण होगा, इसलिए मैंने कक्षा IX के गुरूत्वाकर्षण अध्याय में भिन्न-भिन्न गतिविधियों की समीक्षा करने और यह तय करने का निर्णय किया कि कौन-कौन सी गतिविधियों को प्रदर्शन करके दिखाने के लिए रखा जाए तथा कौन-कौन सी गतिविधियां यदि उन्हें सामूहिक प्रायोगिक गतिविधियों के रूप में रखा जाए, तो अधिक उपयोगी साबित होंगी।

मेरे निर्णय तीन मुद्दों से प्रभावित होंगे:

- कक्षा IX में अनेक छात्र–छात्रा हैं और मेरे पास बहुत से उपकरण नहीं हैं।
- मैंने समूह प्रायोगिक कार्य के संबंध में कोई बहुत अधिक कार्य पहले नहीं किया है, तथा मुझे इस बात की भी थोड़ी चिंता है कि समूहों में काम करने के दौरान कुछ छात्र–छात्राओं को संभालना कठिन हो सकता है।
- किसी गतिविधि की योजना बनाने के लिए मुझे कोई भी तरीका क्यों न चुनना पड़े, मेरे छात्र–छात्राओं को उस गतिविधि से संबंधित उद्देश्य जल्दी से समझ आना चाहिए और उनका ध्यान इधर-उधर नहीं होना चाहिए।

आज मैंने अध्याय 10 [तालिका 1] की सभी प्रायोगिक गतिविधियों के लिए एक तालिका तैयार की है। मैंने प्रत्येक गतिविधि के लिए जानकारी को दर्ज किया तथा प्रदर्शन करके दिखाने या एक सामूहिक प्रायोगिक गतिविधि का उपयोग करने के कारणों को भी उल्लिखित किया:

***तालिका 1:*** *शिक्षण के बिन्दुओं से मेल करने वाली प्रायोगिक गतिविधियों को चुनना।*

| गतिविधि | महत्वपूर्ण शिक्षण बिन्दु | गतिविधि का प्रकार | कारण और टिप्पणियां |
|---|---|---|---|
| 10.1 | स्थिर रफ्तार पर वृत्ताकार गति में त्वरण शामिल होता है। वृत्ताकार गति के लिए वस्तु पर बल का प्रयोग किया जाना चाहिए जो कि वृत्त के केन्द्र की ओर निर्देशित होना चाहिए। इस बल के बिना, वस्तु एक सीधी रेखा में चलती है। गुरूत्वाकर्षण बल के कारण चन्द्रमा धरती के चारो ओर अपनी कक्षा में बना रहता है, आदि। | शिक्षक प्रदर्शन (प्रयोग करके दिखाना) | जब पत्थर को छोड़ा जाता है तब होने वाला प्रक्षेप्य जोखिम - बहुत अधिक जोखिमपूर्ण होता है - मुझे इसे नियंत्रित करना होगा! इस प्रयोग का प्रदर्शन जल्दी से किया जा सकता है तथा छात्र–छात्राओं का ध्यान भी बना रहेगा |
| 10.2 | गुरूत्वाकर्षण बल - जब किसी वस्तु को ऊपर की ओर फेंका जाता है तो वह वस्तु धरती पर वापस आ जाती हैं। मुक्त अवस्था में गिरती हुई वस्तुएं धरती की सतह की ओर लगातार त्वरण प्रदर्शित करती हैं | शिक्षक प्रदर्शन (प्रयोग करके दिखाना) | संभावित खतरा /नयंत्रण मुद्दा - अति उत्साह से पत्थर फेंकना! मुझे यह करना होगा |
| 10.3 | वायु रूकावट का प्रभाव यह है कि | हवा वाले हिस्से के संबंध में | कुछ छात्र–छात्राओं की सक्रिय |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | जितनी तेजी से पत्थर गिरता है, उतनी तेजी से कागज नहीं गिरता है। लेकिन वायु के प्रतिरोध के बिना, सभी वस्तुएं एक समान गति पर नीचे गिरती हैं। | चुनिंदा छात्र–छात्राओं द्वारा प्रदर्शन करना (प्रयोग करके दिखाना), तथा इसके बाद शिक्षक का प्रदर्शन - या यदि निर्वात पम्प उपलब्ध नहीं है तो चन्द्रमा पर अंतरिक्ष यात्री के वीडियो क्लिप का डेमो। आप क्लिप को अपने मोबाइल फोन पर डाउनलोड कर सकते हैं तथा इसे सभी को दिखा सकते हैं। | भागीदारी अधिक प्रेरणादायक साबित होगी। |

| गतिविधि | महत्वपूर्ण शिक्षण बिन्दु | गतिविधि का प्रकार | कारण और टिप्पणियां |
|---|---|---|---|
| 10.4 | पानी में पैदा होने वाले उत्प्लावक बल पर नियंत्रण करके हवा से भरी बोतल को पानी के नीचे बनाए रखने के लिए उसे नीचे धकेलने की आवश्यकता। उत्पेक्ष - द्रव्य में किसी वस्तु पर उर्ध्वगामी बल | समूह प्रयोग | यदि छात्र–छात्रा स्वयं ही बल का अनुभव करते हैं तो इसे अधिक समय तक याद रखा जा सकता है और यह अधिक मौज-मस्ती भरा होता है, लेकिन यदि वे अति-उत्साही हैं, तो यह छात्र–छात्राओं की भागीदारी के साथ प्रदर्शन हो सकता है। |
| 10.5 और 10.6 | कील पानी में डूब जाती है, लेकिन कॉर्क तैरता रहता है। यदि भार उत्पेक्ष बल से अधिक है, तो वस्तु डूब जाती है। उत्पेक्ष बल, द्रव्य के घनत्व और वस्तु के घनत्व पर निर्भर करता है; यदि वस्तु का घनत्व द्रव्य के घनत्व से अधिक होता है, तो वस्तु डूब जाती है | अतिरिक्त निर्देशित प्रश्न के साथ प्रदर्शन (प्रयोग करना) | संभावित रूप से अस्त व्यस्त तथा छात्र–छात्रा यह सोचते हैं कि उन्हें पहले से ही उत्तर मालूम है। निर्देशित प्रश्नों के साथ त्वरित प्रदर्शन से शामिल बलों के बारे में उनकी समझ की जाँच करने का अवसर प्राप्त होगा |
| 10.7 | कमानीदार तुला/विस्तारित तुला/लचीला सुतरी द्वारा मापा गया स्पष्ट वजन द्वारा पानी में और अधिक नीचे धकेला जाता है - ऐसा द्रव्य की ओर से उत्पेक्ष बल के कारण होता है। | समूह प्रयोग | इसके लिए बहुत अधिक उपकरणों की आवश्यकता नहीं पड़ती है और स्प्रिंग/स्ट्रिंग/ रबड़ बैंड के प्रभाव को छात्र–छात्राओं द्वारा स्वयं अनुभव करना उपयोगी साबित होता है |

इसलिए मैं इस विषय में केवल दो गतिविधियों के लिए प्रदर्शनों के स्थान पर समूह प्रयोगों का प्रयास करने की कोशिश कर रहा

हूं, लेकिन कुछ प्रदर्शनों के लिए मैं छात्र सहायकों की अधिक सेवाएँ प्राप्त करूँगा।

| | |
|---|---|
| | केस स्टडी 1 का उपयोग कक्षा IX NCERT book, पाठ 10: गुरूत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम में किया जा सकता है। |

## गतिविधि 1: प्रायोगिक गतिविधियों की योजना बनाना

इस गतिविधि से आपको अपनी कक्षा के लिए प्रायोगिक गतिविधियों की योजना बनाने में मदद मिलेगी।

श्री रवीन्द्र द्वारा राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् द्वारा तैयार पाठ्यपुस्तक का प्रयोग किया जाता है। जिस प्रकार की तालिका श्री रवीन्द्र ने गुरूत्वाकर्षण अध्याय के लिए बनाई थी, उसी प्रकार की एक तालिका बनाने के लिए अपनी स्वयं की पाठ्यपुस्तक का प्रयोग करें। उन विविध प्रायोगिक गतिविधियों को देखें जिन्हें आप कर सकते हैं। यह सुनिश्चित करने के लिए संसाधन 1 का प्रयोग करें कि आप दो भिन्न-भिन्न प्रकार के प्रयोगों की योजना बनाते हैं। आपके द्वारा गुरूत्वाकर्षण को पढ़ाने के विषय में इस योजना का उपयोग करने के लिए इसे अपने पास रखें।

**ज़रा सोचिए**

- जब आप प्रायोगिक कार्य की योजना बनाते हैं तो आपके महत्वपूर्ण मुद्दे कौन-कौन से होते हैं?

स्पष्ट रूप से आप अपने पास उपलब्ध उपकरणों तथा यदि आवश्यक है, तो उन्हें किस प्रकार से सुधारना है, आदि पर विचार करते हैं। लेकिन, आपको इस बातपर भी विचार करना होगा कि अपने छात्र–छात्राओं को किस प्रकार से समूहों में व्यवस्थित करें, वे वास्तव में क्या करेंगे तथा ऐसा करके वे क्या सीखेंगे। आप संसाधन 2 'सीखने की योजना बनाना' में अधिक जानकारी प्राप्त कर सकते हैं।

**वीडियो: सीखने की योजना बनाना**

## गतिविधि 2: एक ढाँचागत प्रयोग की योजना बनाना

इस गतिविधि से आपको प्रायोगिक कार्य की योजना बनाने में मदद मिलेगी ताकि छात्र–छात्राओं को गुरूत्वाकर्षण के बारे में सीखने में सहायता की जा सके। आपको संसाधनों 1 और 3 का संदर्भ ग्रहण करना होगा।

इस गतिविधि में आप ढांचागत प्रयोग के लिए योजना बनाएंगे। (उदाहरण के लिए, पाठ्यपुस्तक में गतिविधि 10.4 का प्रयोग करते हुए उत्प्लावकता के बारे में पढ़ाना।) इस गतिविधि से संबंधित महत्वपूर्ण शिक्षण बिन्दुओं को तालिका 1 में नोट किया गया है।

ढांचागत प्रयोग की महत्वपूर्ण विशेषताओं तथा लाभों की पहचान करने के लिए संसाधन 1 का प्रयोग करें। इसके बाद संसाधन 3 को देखें। नीचे दी गई जाँच–सूची (तालिका 2) का प्रयोग करते हुए, इस गतिविधि को अपनी कक्षा के साथ करने की योजना तैयार करने में सहायतार्थ इसका प्रयोग करें। कुछ बॉक्स आंशिक रूप से पहले से ही भरे हुए हैं।

***तालिका 2:*** *ढांचागत प्रयोग जाँच–सूची।*

| **मुद्दे और जानकारी** | | **अपेक्षित कार्रवाई/नोट्स** |
|---|---|---|
| मेरी छात्र–छात्राओं से क्या सीखने की अपेक्षा है? | | |
| भावी योजना: मुझे कौन-कौन से उपकरण चाहिए? | सिंक्स की उपलब्धता<br>बाउल्स (पात्र या बर्तन) - इतने बड़े कि बोतलें उनमें डूब जाएं<br>ढक्कन के साथ प्लास्टिक की बोतलें | इस बात की जांच करें कि प्रत्येक समूह के लिए पर्याप्त बाउल्स (पात्र या बर्तन आदि) या सिंक्स उपलब्ध हैं।<br>छात्र–छात्राओं से ... *पाठ के संबंध में* ढक्कन वाली छोटी बोतलें लाने के लिए कहें |
| समय: प्रायोगिक गतिविधि में कितना समय लगेगा? मुझे उपकरणों आदि की व्यवस्था करने<br><br>और गतिविधि के बाद उन्हें हटाने के लिए कितना समय देना चाहिए? | | |
| समूह: यह कितने बड़े होने चाहिए? प्रत्येक समूह में कौन होना चाहिए? प्रत्येक समूह द्वारा कहां काम किया जाएगा? | | |
| सुरक्षा: सम्भावित कठिनाई क्या हो सकती हैं? | पानी की छींटें या रिसाव - फिसलनयुक्त फर्श | सुनिश्चित करें कि छात्र–छात्रा किसी भी प्रकार के रिसाव को तुरंत पोंछ देते हैं |

| **मुद्दे और जानकारी** | | **अपेक्षित कार्रवाई/नोट्स** |
|---|---|---|
| शिक्षण की व्यवस्था कहां की जाती है?<br>छात्र–छात्राओं द्वारा किन-किन महत्वपूर्ण बातों को स्पष्ट करना चाहिए? | | |

| | | |
|---|---|---|
| मेरे छात्र–छात्राओं को वह कौन सी जानकारी है जिसे गतिविधि को करने से पहले जानना चाहिए? क्या मुझे पाठ्यपुस्तक गतिविधि में किसी प्रश्न या जानकारी को शामिल करने की आवश्यकता है? | | |
| इस गतिविधि को करने के लिए मेरे छात्र–छात्राओं को किन-किन सामान्य या मानक प्रक्रियाओं को करना होगा? | | |

अब अपने छात्र–छात्राओं के साथ इस प्रायोगिक गतिविधि को करने के लिए इस योजना का प्रयोग करें। क्या सभी छात्र–छात्राओं को गतिविधि में शामिल किया गया था? क्या सभी छात्र–छात्राओं को शामिल किया गया था? क्या आप इन छात्र समूहों का अगली बार प्रयोग करेंगे?

## 2 गुरूत्वाकर्षण के संबंध में प्रायोगिक कार्य के लिए छानबीन संबंधी कार्यप्रणाली का प्रयोग करना

छानबीन से संबंधित कार्यप्रणाली का प्रयोग करने से आपके छात्र–छात्राओं को इस बात के संबंध में मदद मिल सकती है कि वैज्ञानिक किस प्रकार से काम करते हैं। इससे वे प्रश्न पूछने के लिए और वे किस प्रकार से विचारों की जांच करें, इस बात के लिए प्रोत्साहित होंगे। उन्हें यह भी विचार करना होगा कि वे क्या घटित होने की और क्यों ऐसा होने की आशा कर सकते हैं, तथा वे अपने पूर्वानुमानों के साथ अपने परिणामों की तुलना कर सकते हैं।

विज्ञान विषय के शिक्षक अनेक उद्देश्यों से छानबीन विधियों का प्रयोग करते हैं, तथा अलग-अलग शिक्षक, भिन्न-भिन्न तरीके से छानबीन करेंगे। छानबीन करने का कोई 'सही' तरीका नहीं होता है। आपको उद्देश्य का फैसला करना होता है, और जिन परिणामों को आप बताना चाहते हैं, उसके लिए गतिविधि की योजना बनानी पड़ती है।

छानबीन में आमतौर पर निम्नलिखित में से एक या अधिक शिक्षण गतिविधियाँ शामिल हो सकती हैं:

- प्रश्न पूछना
- योजना बनाना
- अवलोकन करना
- प्रायोगिक कौशलों का प्रयोग करना
- आँकड़े का विश्लेषण करना और परिपाटियों पर विचार करना
- समझाना और पूर्वानुमान लगाना

कुछ छानबीन सापेक्षिक रूप से बन्द होते हैं क्योंकि क्या होता है, इस संबंध में एक स्वीकार्य दृष्टिकोण मौजूद रहता है। इस प्रकार की छानबीन के उदाहरणों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- 'प्रतिक्रिया की दर पर तापमान के प्रभाव की छानबीन करना।'
- 'कमानी के विस्तार तथा भार के बीच में संबंध की छानबीन करना (हुक का नियम)।'
- 'पेन्डुलम की अवधि का प्रयोग करते हुए g के मान का निर्धारण करना।'

इस प्रकार के छानबीन में, कुछ छात्र–छात्राओं को अपने लक्षित परिणामों की जानकारी हो सकती है, लेकिन उन्हें अभी भी उपरोक्त सूचीबद्ध अनेक शिक्षण गतिविधियों में शामिल होने की आवश्यकता होगी।

यह सीखने के लिए कि वैज्ञानिक किस प्रकार से काम करते हैं, छात्र–छात्राओं को किसी ऐसे अवसर की आवश्यकता होती है जहां वे किसी ऐसी चीज की छानबीन कर सकें जहां पर उत्तर अज्ञात है। उदाहरण के लिए, वे यह छानबीन कर सकते हैं कि

कौन सा पेय पदार्थ सबसे अधिक अम्लयुक्त है। इस मामले में, उन्हें सावधानी से यह सोचना होगा कि किस प्रकार से एक न्यायसंगत जाँच की जाए, कौन-कौन सी माप आदि की जाए तथा वे किस प्रकार यह निर्णय करेंगे कि कौन सा सर्वाधिक अम्लयुक्त था।

आप अपने छात्र–छात्राओं को यह कहने की बजाए कि कौन-कौन से कारकों की छानबीन करें, यह कह कर छानबीन को अधिक खुला बना सकते हैं कि वे उन कारकों की पहचान करें जिनकी वे छानबीन करेंगे। छानबीन जितनी अधिक खुली होगी, छात्र–छात्राओं को अंतर्निहित विज्ञान की उनकी समझ बूझ के आधार पर यह सोचना होगा कि क्या होगा, तथा इस बात पर विचार करना होगा कि इन पूर्वानुमानों की तुलना में उनके परिणाम क्या दर्शाते हैं। खुले-सिरे वाली छानबीन में निम्नलिखित तरह के प्रश्न हो सकते हैं: '... के लिए सर्वश्रेष्ठ विधि कौन सी हो सकती है?' या 'मैं इस बात का कैसे पता लगा सकता/सकती हूं कि ... का सर्वाधिक संभव कारण क्या है?'

यदि आपके छात्र–छात्रा यह सुनने के आदि हैं कि क्या करना है, तो आप उनसे यह आशा नहीं कर सकते हैं कि किसी छानबीन की योजना कैसे बनानी है। आपको प्रक्रिया का चुनाव, या वे किन परिणामों की आशा कर सकते हैं तथा वे अपने परिणामों का विश्लेषण किस प्रकार से करेंगे, आदि जैसे पहलूओं पर चर्चा करने के लिए अधिक अवसर प्रदान करके उनके छानबीन से संबंधित कौशल का सृजन करना होगा।

आमतौर पर पाठ्यपुस्तक में दी गई गतिविधियां छानबीन परक न होकर ढांचागत प्रयोग होते हैं। तथापि, आप कुछ गतिविधियों को अनुकूलित कर सकते हैं ताकि उन्हें छानबीन से ही मिलती जुलती बनाया जा सके तथा आपके छात्र–छात्राओं के छानबीन संबंधी कौशल के विकास में मदद की जा सके।

### केस स्टडी 2: छात्रों की छानबीन कौशलों का विकास करने में सहायता करना

*श्रीमती सरोज द्वारा स्थानीय प्रशिक्षण सत्र के दौरान सहकर्मियों के साथ छानबीन कौशलों का विकास करने के लिए कुछ कार्यनीतियों पर चर्चा की गई।।*

जब मैं पिछले सप्ताह प्रशिक्षण सत्र में गई थी तो हमने कुछ ऐसी बातों पर विचार किया था जो हमें प्रायोगिक गतिविधियों के दौरान करनी चाहिए ताकि छात्र–छात्राओं के छानबीन संबंधी कौशल के विकास में मदद की जा सके।

प्रशिक्षक ने शिक्षकों के प्रत्येक समूह को दो सुझाव दिए थे, तथा हमसे यह पूछा था कि आपके विचार से ये हमारे छात्र–छात्राओं के लिए किस प्रकार से सहायक हो सकते हैं। दो सुझाव निम्नलिखित थे:

1. जब आप अपने छात्र–छात्राओं को उनके द्वारा की जाने वाली प्रायोगिक गतिविधि के बारे में बता रहे हैं, तो उनसे यह पूर्वानुमान लगाने के लिए कहें कि क्या होगा और उनसे यह बताने के लिए कहें कि वे ऐसा क्यों सोचते हैं।
2. जब छात्र–छात्रा काम कर रहे हों, तो उनसे यह पूछें कि क्या उनके परिणाम अपेक्षानुसार हैं, और क्यों?

हमने विचार किया कि पूर्वानुमान के बारे में कहना उपयोगी था क्योंकि इसका अर्थ है कि आपको छात्र–छात्राओं को इस बारे में विचार करना होगा कि वे पहले से क्या जानते हैं तथा और उन्हें इस जानकारी को इस स्थिति से जोड़ना होगा। यदि छात्र–छात्रा पूर्वानुमान लगाते हैं, लेकिन वे यह नहीं बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होगा, तो इसका अर्थ है कि उन्होंने कुछ नहीं समझा है - इसलिए आपको उनकी मदद करनी होगी।

हमने विचार किया कि दूसरा सुझाव पहले वाले सुझाव से संबंधित है, क्योंकि आप अपने परिणामों से आश्चर्यचकित नहीं हो सकते हैं यदि आपको इस बात की कुछ आशा नहीं है कि वे क्या होने चाहिए। यदि परिणाम आपके द्वारा पूर्वानुमान से कुछ भिन्न हैं, तो आपको इस बात पर विचार करना होगा कि ऐसा क्यों हो सकता है। संभव है कि आपकी प्रक्रिया में कुछ गलती हुई हो?

अब, हमें अपने दो सुझाव देने थे। यहां हमारे दो विचार दिए गये हैं:

1. इससे पहले कि आपके छात्र–छात्रा कोई प्रायोगिक गतिविधि शुरू करें, उनसे यह पूछें कि वे क्या माप करने जा रहे

हैं या क्या अवलोकन करने जा रहे हैं, वे ऐसा क्यों करने जा रहे हैं, तथा वे ऐसा किस प्रकार से करेंगे। हमने विचार किया कि यह उपयोगी साबित होगा क्योंकि कभी-कभी छात्र–छात्रा चरणवार निर्देशों का पालन करते हैं तथा वे गतिविधि पर समग्र रूप से विचार नहीं करते हैं या इस बात पर विचार नहीं करते हैं कि वे ऐसा किसी खास तरीके से क्यों कर रहे हैं।

2. जब छात्र–छात्रा काम कर रहे हैं, तो उनसे यह पूछें कि क्या उन्होंने पर्याप्त माप या अवलोकन आदि कर लिए हैं अथवा नहीं। हमने यह विचार किया कि यह उपयोगी साबित होगा क्योंकि छात्र–छात्राओं के पास कम से कम पांच माप होनी चाहिए इससे पहले कि उन्हें अपने परिणामों का ग्राफ तैयार करना हो। साथ ही, जैसे ही वे अपने परिणामों को देखेंगे, तो उन्हें इस बात में समर्थ होना चाहिए कि क्या कोई प्रवृति सामने आ रही है, या कुछ परिणाम 'असामान्य' दिखाई देते हैं। इसका अर्थ यह है कि उन्हें कुछ और माप आदि लेनी होंगी ताकि वे इस बात की जांच कर सकें कि क्या 'असामान्य' रीडिंग गलती थी, या वास्तव में कुछ ऐसा हो रहा है जिस पर उन्हें अधिक गहराई से देखने की जरूरत है।

| | |
|---|---|
| | केस स्टडी 2 का उपयोग कक्षा IX NCERT book, पाठः गुरूत्वीय त्वरण पृष्ठ 150 में किया जा सकता है। |

**ज़रा सोचिए**

- आप क्या सुझाव देंगे?

श्रीमती सरोज ने यह बात स्पष्ट की है कि आप इस बात पर सावधानी से विचार करें कि आप जिन प्रायोगिक गतिविधियों को आमतौर पर करते हैं, उन्हे अधिक विचारणीय रूप से किस प्रकार से प्रस्तुत करें जिससे छात्र–छात्राओं की छानबीन कौशल के विकास में मदद की जा सके। गतिविधि 3 में आप तुलनात्मक रूप से अधिक छानबीनपरक तरीके से किसी मानक प्रयोग पर कार्रवाई करेंगे; केस स्टडी 3 में, श्री संजीव ने अपनी कक्षा को खुली छानबीन में व्यवस्थित किया और परिणामों के संबंध में विचार प्रस्तुत किए।

### गतिविधि 3: गतिविधि को अनुकूलित करना

इस गतिविधि से आपको किसी छात्र–छात्रा की छानबीन का प्रबन्धन करने में अपने कक्षा संबंधी अभ्यास का विकास करने में मदद मिलेगी।

इस गतिविधि में आप कक्षा IX की पाठ्यपुस्तक में गतिविधि 10.7 (आर्किमीडिज के सिद्धांत) के लिए निर्देशों और सम्बद्ध पाठ के मौजूदा सेट से शुरूआत करेंगे। आप गतिविधि को अनुकूलित करेंगे ताकि यह अधिक छानबीनपरक हो जाए।

इस प्रयोग को करने का उद्देश्य क्या है? इसका उद्देश्य छात्र–छात्राओं को आर्कीमीडिज़ के सिद्धान्त को समझने मे मदद करना है। इस वर्णित गतिविधि से अभी भी ऐसा किया जा सकेगा, लेकिन इसमें प्रश्नों से सम्बद्ध कुछ निर्देशों को बदल दिया जाएगा, तथा आपके छात्र–छात्राओं की संवेग तथा दबाव से संबंधित सोच का विस्तार करने का प्रयास किया जाएगा।

इन निर्देशों और प्रश्नों को ब्लैकबोर्ड पर लिखें:

1. एक पत्थर का टुकड़ा लें और इसे रबड़ की स्ट्रिंग या स्प्रिंग तुला के साथ बांध दें। तुला या स्ट्रिंग को इस प्रकार से पकड़ें जिससे पत्थर लटकता रहे। तुला पर या स्ट्रिंग की लंबाई पर क्या रीडिंग आ रही है?
2. धीरे-धीरे आप पत्थर को पानी के एक बरतन में डुबाएंगे। आपके विचार से तराजू पर या स्ट्रिंग की लंबाई पर रीडिंग में क्या होगा? आपके विचार से ऐसा क्यों होगा?

3. पत्थर को पानी में डुबाएं तथा सावधानीपूर्वक इस बात को देखें कि तराजू या स्ट्रिंग की लंबाई पर रीडिंग में क्या होता है। नई रीडिंग को दर्ज करें। क्या यह वही थी जिसका आपने अनुमान लगाया था? जब पत्थर पूरी तरह से डूब जाता है, तो क्या होता है? पानी के स्तर में कितनी वृद्धि हुई है? (इससे आपको पत्थर के आयतन का पता चलेगा।)
4. भिन्न-भिन्न आकार के पत्थरों के साथ इस प्रयोग को दोहराएं। पत्थर के आयतन और तराजू पर रीडिंग में परिवर्तन के बीच में क्या संबंध है?
5. सकारण पूर्वानुमान: अन्य द्रव्यों जैसे तेल या शरबत में पत्थर को डुबाने का क्या प्रभाव होगा?
6. (विस्तार) पूर्वानुमान और कारण: मान लें कि हम पत्थर को एक छोटी थाली में रखते हैं, पानी के अंदर और बाहर इस थाली का वजन करते हैं, और फिर पानी में तथा पानी के बाहर इसका वजन करने से पहले इसे फॉयल या मिट्टी, जिसका समान आयतन है, में कस कर लपेटते हैं। हम क्या अवलोकन करते हैं?

भिन्न-भिन्न द्रव्यों का उपयोग करने के परिणामस्वरूप छात्र–छात्रा विस्तार में परिवर्तन का (तथा इसलिए भार में स्पष्ट परिवर्तन) द्रव्य के भिन्न-भिन्न घनत्वों में उछाल में परिवर्तन के साथ सह-संबंध स्थापित कर पाएंगे: द्रव्य का घनत्व जितना अधिक होता है, प्रतिस्थापित किए जाने पर यह उतना ही अधिक उछाल प्रदान करता है।

अंतिम बिन्दु से छात्र–छात्राओं को यह पता लग जाना चाहिए कि प्रतिस्थापन के आयतन को बढ़ाने से (थाली में पत्थर को रखने से) वजन में स्पष्ट हानि में वृद्धि होती है। जितना अधिक पानी को प्रतिस्थापित किया जाता है, उछाल उतना ही अधिक होता है।

**चित्र** 1: जब छात्र–छात्रा समूह में काम करते हैं, तो उनकी भूमिकाएं निर्धारित करना एक अच्छी बात साबित होती है। इस तस्वीर में समूह के लीडर द्वारा यह निर्धारित किया जा रहा है कि लेखन कार्य कौन करेगा, उपकरणों को एकत्र और उनकी कौन सेटिंग करेगा और प्रयोग कौन करेगा।

| | |
|---|---|
| | गतिविधि 3 का उपयोग कक्षा IX NCERT book, पाठ 10.6: आर्किमीडीज़ का सिद्धान्त, पृष्ठ 157 में किया जा सकता है। |

### केस स्टडी 3: कक्षा में छानबीन

*श्रीमती सरोज द्वारा अपने छात्र–छात्राओं के साथ एक छानबीन की गई है।*

डायट (DIET) में एक प्रशिक्षण सत्र में भाग लेने के कारण, मैं अपने छात्र–छात्राओं द्वारा एक उचित छानबीन करने के प्रति बहुत उत्सुक थी। मैंने हेलीकॉप्टर छानबीन करने का निर्णय किया (संसाधन 5 देखें)।

सबसे पहले मैंने एक सरल हेलीकॉप्टर तैयार किया। मैं कुर्सी पर खड़ी हुई और मैंने इसे सीधे रूप से नीचे गिरा दिया। मैंने मनीष से इसके गिरने में लगने वाले समय को नोट करने के लिए कहा। तब मैंने अपने छात्र–छात्राओं से पूछा कि हम इसे तेजी से किस प्रकार गिरा सकते हैं। किसी ने सुझाव दिया कि 'पंखों' को छोटा करके। फिर मैंने पेपर का एक क्लिप लगा दिया, और इसे फिर से गिराया। मैंने समझाया कि मैं यह चाहती हूं कि प्रत्येक समूह द्वारा हेलीकॉप्टर के बारे में कुछ परिवर्तन पर विचार किया जाना चाहिए तथा इसके बाद इसके नीचे गिरने में लगने वाले समय पर उस परिवर्तन के प्रभाव की जांच करनी चाहिए।

उन्होंने छः-छः छात्र–छात्राओं के समूह में काम किया। कुछ समूहों ने पंखों को उत्तरोत्तर छोटा बना दिया, कुछ ने पेपर क्लिप जोड़ दिए तथा एक समूह ने भिन्न-भिन्न प्रकार के कागज़ों के हेलीकॉप्टर बनाए। उनको यह फैसला करना था कि समय की माप कैसे की जाए तथा उनके परिणामों को किस प्रकार से रिकार्ड किया जाए। मैंने प्रत्येक समूह से इसे सारांश में प्रस्तुत करने के लिए एक प्रश्न लिखने के लिए कहा कि वे क्या पता लगाने की कोशिश कर रहे हैं।

रीता के समूह को यह अहसास हुआ कि समय की सही-सही माप करना कठिन है, इसलिए उन्होंने यह सुनिश्चित किया कि एक ही व्यक्ति द्वारा इसे हर बार किया जाए तथा प्रत्येक गिरावट के लिए उन्होंने तीन माप लीं ताकि वे औसत समय निकाल सकें।

उनके पास बहुत ही कम समय में बहुत सी रीडिंग उपलब्ध थीं, इसलिए उनके पास परिणामों को किस प्रकार से प्रस्तुत करना है तथा अपने निष्कर्ष को किस प्रकार से समझाना है, इसके लिए काफी अधिक समय था।

मेरे छात्र–छात्राओं ने वास्तव में पाठ का आनन्द लिया तथा हर कोई इसमें शामिल था। जब मैंने इसके बाद इस पर विचार किया, तो मुझे यह अहसास हुआ कि उन्होंने ऐसे अनेक काम किए हैं जो वास्तविक वैज्ञानिक करते हैं। उन्होंने छानबीन के लिए एक प्रश्न पर विचार किया, उन्होंने यह योजना बनाई कि इसे न्यायसंगत जाँच कैसे बनाया जाए, समय का सर्वश्रेष्ठ प्रबन्धन करने के लिए उन्होंने परीक्षण किए, उन्होंने यह निर्णय किया कि अपने परिणामों को किस प्रकार से रिकॉर्ड करना है तथा उन्होंने निष्कर्ष को लिखा था। दूसरे शब्दों में, उन्होंने कुछ ऐसी चीज का पता लगाया था, जिसे वे पहले से नहीं जानते थे।

मैंने प्रत्येक समूह से कहा, 'आपने क्या किया है, इसका वर्णन करने के लिए एक सूचना पत्र तैयार करें और इसे शेष कक्षा के समक्ष प्रस्तुत करें।' अंत में, मैंने उनसे यह पूछा कि वे अपने निष्कर्ष के प्रति कितने विश्वस्त थे, उन्हें क्या कठिन लगा तथा वे अपने परिणामों की विश्वसनीयता में कैसे सुधार कर सकते थे।

## 3 प्रायोगिक गतिविधि की प्रभाविकता का आकलन करना

**ज़रा सोचिए**

उन दो प्रायोगिक गतिविधियों पर विचार करें जो आपके छात्र–छात्राओं के बीच में सफल साबित हुई थीं। वे किस प्रकार की गतिविधियां थी? आपने ऐसा क्या देखा जिससे आपने यह सोचा कि वे विशेष रूप से प्रभावी थीं?

इस इकाई में इसके बारे में जानकारी दी गई है कि आप किस प्रकार से प्रायोगिक कार्य की योजना बनाते हैं और उसे सम्पन्न करते हैं, ताकि उसे अधिक प्रभावी बनाया जा सके। लेकिन किसी प्रायोगिक गतिविधि की प्रभाविकता का आकलन आप किस प्रकार से कर सकते हैं? क्या कोई गतिविधि प्रभावी है, जहाँ पर:

- हर किसी के द्वारा निर्देशों के एक संग्रह का अनुपालन किया जा रहा है और प्रत्याशित परिणाम प्राप्त किए जा रहे हैं?
- हर कोई यह सीखता है कि किसी खास तकनीक का निष्पादन कैसे किया जाए?
- छात्र–छात्रा अवलोकन को देखकर आश्चर्यचकित हैं तथा क्या हो रहा है, इस संबंध में उन्हें अपनी समझ पर पुनर्विचार करना पड़ता है?

आप किसी गतिविधि की प्रभाविकता का आकलन आशयित शिक्षण परिणामों के संदर्भ में कर सकते हैं। पहले चरण में यह स्पष्ट होना चाहिए कि आप गतिविधि से क्या अपेक्षा करते हैं, फिर यह निर्णय करते हैं कि पाठ के दौरान या बाद में साक्ष्य के रूप में आप किस चीज पर विचार करते हैं।

### गतिविधि 4: अपनी योजना तथा कक्षा में अभ्यास का विकास करना

इस गतिविधि से आपको अपनी योजना तथा कक्षा में अभ्यास के विकास में मदद मिलेगी।

आप अपनी सीखने संबंधी योजना में आशयित शिक्षण परिणामों की तुलना में किसी गतिविधि की प्रभाविकता का आकलन करने के लिए एक जांच सूची का प्रयोग करेंगे।

- गुरूत्वाकर्षण से संबंधित कक्षा IX की पाठ्यपुस्तक के अध्याय में गतिविधियों को देखें। एक ऐसी गतिविधि को चुनें जिस पर आप आगे कार्य करना चाहेंगे।

- आपको संसाधन 3 की भी आवश्यकता होगी। इसमें किसी गतिविधि के लिए सुझाए गए महत्वपूर्ण उद्देश्यों तथा परिणामों की सूची शामिल है।
- इस बात पर विचार करें कि आप किस प्रकार से गुरूत्वाकर्षण के संबंध में अपने शिक्षण क्रम के भाग के रूप में अपनी चुनी गई गतिविधि का प्रयोग करने का आशय रखते हैं। महत्वपूर्ण उद्देश्य क्या है? आप इससे किस प्रकार के परिणाम या परिणामों की अपेक्षा करते हैं? उदाहरण के लिए, क्या महत्वपूर्ण उद्देश्य फिर से याद करना, प्रायोगिक कौशल में सुधार करना या साक्ष्य का मूल्यांकन करना है?
- प्रत्येक महत्वपूर्ण उद्देश्य या परिणाम के लिए, जांच सूची में एक या अधिक प्रश्न दिए गए हैं जिन्हें आपको अपने आप से पूछना है। इससे पहले कि आप इन्हें अपनी सीखने की योजना में शामिल करते हैं, आपको यह निर्णय करना है कि आपको निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर देने के लिए साक्ष्य कब प्राप्त होगा:
  - क्या आप अपने छात्र–छात्राओं द्वारा कार्य करने के दौरान अवलोकन करेंगे?
  - क्या आपको अपने छात्र–छात्राओं से उनके कार्य करने के दौरान प्रश्न पूछने होंगे या पूर्ण सत्र के दौरान?
  - क्या आपको अपने छात्र–छात्राओं के लिखित कार्य को देखने की आवश्यकता पड़ेगी?

- अपनी सीखने की योजना में इन अतिरिक्त टिप्पणी को शामिल कर लें।
- अपनी संशोधित योजना का प्रयोग करते हुए गतिविधि को निपटारा करें।
- पाठ के बाद, अपने साक्ष्य की समीक्षा करें। आपके विचार से, आपके साक्ष्य के आधार पर यह गतिविधि कितनी प्रभावी थी? इस गतिविधि को फिर से करने से पहले आप क्या परिवर्तन करेंगे?

## 4 सारांश

इस इकाई में आपने यह सीखा है कि किस प्रकार से समूह प्रायोगिक कार्य में कुछ विधियों से गुरूत्वाकर्षण के शिक्षण में सहायता मिल सकती है, तथा साथ ही आपने छानबीन कार्य प्रणालियों के महत्व के बारे में भी जानकारी प्राप्त की है। आपने समूह प्रायोगिक कार्य को अधिक प्रभावी बनाने के लिए कार्यनीतियों के बारे में भी सीखा है। मौजूदा प्रायोगिक गतिविधियों का प्रयोग करने और अनुकूलित करने पर ध्यान केन्द्रित किया गया था; आप इस कार्यप्रणाली को दूसरी कक्षा IX और X के प्रकरणों के लिए भी प्रयोग कर सकते हैं। प्रत्येक प्रायोगिक गतिविधि की प्रभाविकता की जांच करना और भिन्न-भिन्न प्रायोगिक कार्य प्रणालियों का उपयोग करने के अवसरों को खोजना महत्वपूर्ण होता है।

## संसाधन

### संसाधन 1: विभिन्न प्रकार के प्रायोगिक कार्य और उनके प्रयोग

भिन्न-भिन्न प्रकार के प्रायोगिक कार्यों के लिए शिक्षकों और छात्र–छात्राओं से अलग-अलग मांग अपेक्षित होती है, तथा इनसे अलग-अलग लाभ प्राप्त होते हैं। तालिका R1.1 में कुछ प्रकार के प्रायोगिक कार्य की विशेषताओं और लाभों को सारांश रूप में प्रस्तुत किया गया है। क्योंकि इस इकाई में समूह प्रायोगिक कार्य पर बल दिया गया है, इसलिए 'प्रदर्शन' (प्रयोग करके दिखाना) को एकमात्र तुलना के उद्देश्य से शामिल किया गया है।

***तालिका R1.1*** *कुछ प्रकार के प्रायोगिक कार्य की विशेषताएं और लाभ।*

| प्रायोगिक कार्य के प्रकार | शिक्षक क्या करते हैं/छात्र क्या करते हैं | इस कार्यप्रणाली को क्यों चुनें? संभाव्य लाभ क्या हैं? |
|---|---|---|
| प्रदर्शन (प्रयोग करके दिखाना) | शिक्षक द्वारा प्रायोगिक गतिविधि की जाती है और छात्र उसे देखते हैं | अधिक जोखिमपूर्ण या जटिल प्रायोगिक गतिविधियों के लिए: अधिक नियंत्रण रखें<br>सुनिश्चित करें कि छात्र सही प्रक्रियाओं और आशयित परिणामों को देखते हैं<br>जहां पर विशेष उपकरणों की आवश्यकता है - उपकरणों की अपेक्षा को कम करें<br>शिक्षक चुने गए फोकस पर ध्यान केन्द्रित करा सकते हैं |
| ढांचागत प्रयोग | छात्र–छात्रा समूहों में काम करते हैं<br>सभी समूह लगभग एक ही समय पर एक ही प्रकार का काम करते हैं।<br>छात्र–छात्राओं द्वारा अनुपालन किए जाने के लिए शिक्षक निर्देश देते हैं और उत्तर प्राप्त करने के लिए उनसे प्रश्न पूछते हैं।<br>गतिविधि का प्रबन्धन करने के लिए शिक्षक घूमते हैं। | 'हैंड्स ऑन' गतिविधि<br>मानक प्रक्रियाओं को सीखने और उनका अभ्यास करने के लिए बेहतर है।<br>सभी छात्र–छात्राओं की सक्रिय रूप से भागीदारी की संभावना<br>समूह चर्चा द्वारा छात्र–छात्राओं की एक दूसरे की सहायता करने की संभावना |
| 'रोटेटिंग' या 'सर्कस' प्रयोग | कक्षा के आसपास अनेक गतिविधि स्टेशन हैं। जितने छात्र–छात्राओं के समूह हैं उतने ही गतिविधि स्टेशन हैं। छात्र–छात्राओं का प्रत्येक समूह एक 'स्टेशन' से दूसरे 'स्टेशन' पर जाता है और प्रत्येक स्टेशन पर गतिविधि को निष्पादित करता है<br>शिक्षक द्वारा प्रत्येक स्टेशन पर समूहों की आवाजाही का प्रबन्धन किया जाता है। | उपकरणों की आवश्यकता कम होती है<br>क्योंकि प्रत्येक गतिविधि अपेक्षाकृत छोटी होती है, इससे पाठ को शीघ्रतापूर्वक पूरा किया जा सकता है |

| प्रायोगिक कार्य के प्रकार | शिक्षक क्या करते हैं/छात्र क्या करते हैं | इस कार्यप्रणाली को क्यों चुनें? संभाव्य लाभ क्या हैं? |
|---|---|---|
| छानबीन | छात्र–छात्राओं के प्रत्येक समूह द्वारा छानबीन की जाती है<br>शिक्षक द्वारा समग्र गतिविधि की देखभाल की जाती है और यथाआवश्यक रूप से सहायता प्रदान करने के लिए शिक्षक इधर-उधर आते-जाते रहते हैं। | सभी छात्र–छात्राओं के लिए सक्रिय रूप से भाग लेने की क्षमता<br>अवधारणाओं को लागू करने तथा विचारों को परखने की संभावना<br>अधिक खुले कार्य की क्षमता<br>वैज्ञानिक पूछताछ (सामान्य रूप से, या विशिष्ट पहलूओं के संदर्भ में) की बेहतर समझ विकसित करने की छात्र–छात्राओं की संभावना |
| समस्या समाधान | 'छानबीन' की तरह | सभी छात्र–छात्राओं के लिए सक्रिय रूप से भाग लेने की क्षमता<br>अवधारणाओं को लागू करने तथा विचारों को परखने की संभावना<br>अधिक खुले कार्य की क्षमता |

**संसाधन 2: सीखने की योजना बनाना**

**अपने पाठों संबंधी अवधारणाओं की योजना और उनकी तैयारी क्यों महत्वपूर्ण है**

अच्छे पाठों संबंधी अवधारणाओं की योजना (सीखने की योजना) बनाना ज़रूरी होता है। योजना बनाने से आपके पाठों संबंधी अवधारणाओं को अधिक स्पष्ट और सुनियोजित करने में मदद मिलती है, जिसका अर्थ यह है कि छात्र–छात्रा सक्रिय होते हैं और इसमें रुचि लेते हैं। प्रभावी नियोजन में कुछ अंतर्निहित लचीलापन भी शामिल होता है ताकि शिक्षक/शिक्षिका पढ़ाते समय अपने छात्र–छात्राओं की अधिगम-प्रक्रिया के बारे में कुछ पता चलने पर उसके प्रति अनुक्रिया कर सकें। पाठों संबंधी अवधारणाओं की शृंखला के लिए सीखने की योजना पर काम करने में छात्र–छात्राओं और उनके पूर्व-ज्ञान को जानना, पाठ्यचर्या के माध्यम से प्रगति के क्या अर्थ है, और छात्र–छात्राओं के पढ़ने में मदद करने के लिए सर्वोत्तम संसाधनों और गतिविधियों की खोज करना शामिल होता है।

नियोजन एक सतत् प्रक्रिया है जो आपको अलग-अलग पाठों में शामिल अवधारणा, उपअवधारणा और साथ ही, एक के ऊपर एक विकसित होते पाठों में शामिल अवधारणा,उपअवधारणा की शृंखला, दोनों की तैयारी करने में मदद करती है। पाठ संबंधी सीखने की योजना के चरण ये हैं:

- इस बारे में स्पष्ट रहना कि प्रगति करने के लिए आपके छात्र–छात्राओं के लिए क्या आवश्यक है
- तय करना कि आप कौन से ऐसे तरीके से सिखाने जा रहे हैं जिसे छात्र–छात्रा समझेंगे और आपको जो पता लगेगा उसके प्रति अनुक्रिया करने के लचीलेपन को कैसे बनाए रखेंगे
- पीछे मुड़कर देखना कि अध्याय में दी गई अवधारणा संबंधी योजना कितनी अच्छी तरह से चली और आपके छात्र–छात्राओं ने क्या सीखा ताकि भविष्य के लिए योजना बना सकें।

**पाठ संबंधी अवधारणाओं के शृंखला की योजना बनाना**

जब आप किसी पाठ्यचर्या का पालन करते हैं, तो नियोजन का पहला भाग यह निश्चित करना होता है कि पाठ्यक्रम के विषयों और प्रसंगों से संबंधित अवधारणाओं को खंडों या टुकड़ों में किस सर्वोत्तम ढंग से विभाजित किया जाय। आपको छात्र–छात्राओं के प्रगति करने तथा कौशलों और ज्ञान का क्रमिक रूप से विकास करने के लिए उपलब्ध समय और तरीकों

पर विचार करना होगा। आपके अनुभव या सहकर्मियों के साथ चर्चा से आपको पता चल सकता है कि किसी अवधारणा के लिए चार कालांश लगेंगे, लेकिन किसी अन्य अवधारणा के लिए केवल दो। आपको इस बात से अवगत रहना चाहिए कि आप भविष्य में उसे सिखाने पर अलग तरीकों से और अलग अलग समयों पर तब लौट सकते हैं, जब अन्य अवधारणाएँ सिखाई जाएंगीं या अवधारणा को विस्तारित किया जाएगा।

सभी सीखने की योजनाओं में आपको निम्न बातों के बारे में स्पष्ट रहना होगा:

छात्र–छात्राओं को आप क्या सिखाना चाहते हैं
आप उस अधिगम बिन्दु/अवधारणा का परिचय कैसे देंगे
छात्र–छात्राओं को क्या और क्यों करना होगा।

आप सिखाने को सक्रिय और रोचक बनाना चाहेंगे ताकि छात्र–छात्रा सहज और उत्सुक महसूस करें। इस बात पर विचार करें कि पाठों की शृंखला में छात्र–छात्राओं से क्या करने को कहा जाएगा ताकि आप न केवल विविधता और रुचि बल्कि लचीलापन भी बनाए रखें। योजना बनाएं कि जब आपके छात्र–छात्रा पाठों की शृंखला में से प्रगति करेंगे तब आप उनकी समझ की जाँच कैसे करेंगे। यदि कुछ भागों को अधिक समय लगता है या वे जल्दी समझ में आ जाते हैं तो समायोजन करने के लिए तैयार रहें।

### अलग-अलग पाठों से संबंधित अवधारणाओं की तैयारी करना

पाठों से संबंधित अवधारणाओं की शृंखला को नियोजित कर लेने के बाद, प्रत्येक अवधारणा को उसकी प्रगति के आधार पर अलग से नियोजित करना होगा जो छात्र–छात्राओं ने उस बिंदु तक की है। आप जानते हैं या पाठों से संबंधित अवधारणाओं की शृंखला के अंत में यह आप जान सकेंगे कि छात्र–छात्राओं ने क्या सीख लिया होगा, लेकिन आपको किसी अप्रत्याशित चीज को फिर से दोहराने या अधिक शीघ्रता से आगे बढ़ने की जरूरत हो सकती है। इसलिए हर पाठ से संबंधित अवधारणा को अलग से नियोजित करना चाहिए ताकि आपके सभी छात्र–छात्रा प्रगति करें और सफल तथा सम्मिलित महसूस करें।

पाठ से संबंधित अवधारणा की योजना के भीतर आपको सुनिश्चित करना चाहिए कि प्रत्येक गतिविधि के लिए पर्याप्त समय है और सभी संसाधन तैयार हैं, जैसे क्रियात्मक कार्य या सक्रिय समूहकार्य के लिए। बड़ी कक्षाओं के लिए सामग्रियों के नियोजन के हिस्से के रूप में आपको अलग अलग समूहों के लिए अलग अलग प्रश्नों और गतिविधियों की योजना बनानी पड़ सकती है।

जब आप नई अवधारणा सिखाते हैं, आपको आत्मविश्वासी होने के लिए अभ्यास करने और अन्य शिक्षक/शिक्षिकाओं के साथ विचारों पर बातचीत करने के लिए समय की जरूरत पड़ सकती है।

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

### 1 परिचय

सिखाने की प्रक्रिया के शुरू में, छात्र–छात्राओं को समझाएं कि वे क्या सीखेंगे और करेंगे, ताकि सभी को पता रहे कि उनसे क्या अपेक्षित है। छात्र–छात्रा पहले से ही जो जानते हैं उन्हें उसे साझा करने की अनुमति देकर वे जो करने वाले हों उसमें उनकी दिलचस्पी पैदा करें।

### 2 योजना का मुख्य भाग

छात्र–छात्रा जो कुछ पहले से जानते हैं उसके आधार पर सामग्री की रूपरेखा बनाएं। आप स्थानीय संसाधनों, नई जानकारी या सक्रिय पद्धतियों के उपयोग का निर्णय ले सकते हैं जिनमें समूहकार्य या समस्याओं का समाधान करना शामिल है। अपनी कक्षा में आप जिन संसाधनों और तरीकों का उपयोग करेंगे, उनकी पहचान करें। विविध प्रकार की गतिविधियों, संसाधनों, और समयों का उपयोग सीखने की योजना का महत्वपूर्ण हिस्सा है। यदि आप विभिन्न पद्धतियों और गतिविधियों का उपयोग करते हैं, तो आप अधिक छात्र–छात्राओं तक पहुँचेंगे, क्योंकि वे भिन्न तरीकों से सीखेंगे।

### 3 अधिगम की जाँच कर के सीखने की योजना की समाप्ति

हमेशा यह पता लगाने के लिए समय (सीखने के दौरान या उसकी समाप्ति पर) रखें कि कितनी प्रगति की गई है। जाँच करने का अर्थ हमेशा परीक्षा ही नहीं होता है। आम तौर पर उसे शीघ्र और उसी जगह पर होना चाहिए – जैसे नियोजित प्रश्न या छात्र–छात्राओं को जो कुछ उन्होंने सीखा है उसे प्रस्तुत करते देखना – लेकिन आपको लचीला होने के लिए और छात्र–छात्राओं के उत्तरों से आपको जो पता चलता है उसके अनुसार परिवर्तन करने की योजना बनानी चाहिए।

सीखने की योजना को समाप्त करने का एक अच्छा तरीका हो सकता है शुरू के लक्ष्यों पर वापस लौटना और छात्र–छात्राओं को इस बात के लिए समय देना कि वे एक दूसरे को और आपको उस शिक्षण से हुई उनकी प्रगति के बारे में बता सकें। छात्र–छात्राओं की बात को सुनकर आप सुनिश्चित कर सकेंगे कि आपको पता रहे कि अगली अवधारणा/उपअवधारणा के लिए क्या योजना बनानी है।

**सीखने की योजना की समीक्षा करना**

हर सीखने की योजना का पुनरावलोकन करें और इस बात को दर्ज करें कि आपने क्या किया, आपके छात्र–छात्राओं ने क्या सीखा, किन संसाधनों का उपयोग किया गया और सब कुछ कितनी अच्छी तरह से संपन्न हुआ ताकि आप अगले अवधारणाओं/उपअवधारणाओं के लिए अपनी योजनाओं में सुधार या उनका समायोजन कर सकें। उदाहरण के लिए, आप निम्न का निर्णय कर सकते हैं:

गतिविधियों में बदलाव करना
खुले और बंद प्रश्नों की एक श्रृंखला तैयार करना
जिन छात्र–छात्राओं को अतिरिक्त सहायता चाहिए उनके साथ अनुवर्ती सत्र आयोजित करना।

सोचें कि आप छात्र–छात्राओं के सीखने में मदद के लिए क्या योजना बना सकते थे या अधिक बेहतर कर सकते थे।

जब आप हर अवधारणा से गुजरेंगे, आपकी सीखने संबंधी योजनाएं अपरिहार्य रूप से बदल जाएंगी, क्योंकि आप हर होने वाली चीज का पूर्वानुमान नहीं कर सकते। अच्छे नियोजन का अर्थ है कि आप जानते हैं कि आप किस तरह से सिखाना चाहते हैं और इसलिए जब आपको अपने छात्र–छात्राओं के वास्तविक अधिगम के बारे में पता चलेगा तब आप लचीले ढंग से उसके प्रति अनुक्रिया करने को तैयार रहेंगे।

**संसाधन 3: समूह प्रायोगिक गतिविधियों के लिए मुद्दों की योजना बनाना**

जैसे कि किसी प्रभावी पाठ के लिए होता है, प्रभावी प्रायोगिक कार्य का संबंध पाठ से पूर्व नियोजन तथा इसके दौरान बेहतर प्रबन्धन करने से होता है। समूह प्रायोगिक गतिविधियों से शिक्षकों और छात्र–छात्राओं के लिए अनेक चुनौतियां और मुद्दे पैदा होते हैं। इस संसाधन में समूह प्रायोगिक कार्य की प्रभाविकता में सुधार करने के लिए कुछ कार्यनीतियों पर विचार किया गया है।

**मुद्दा 1: प्रभावी समूह**

प्रभावी समूह कार्य में, समूह में हर किसी को यह पता होता है कि क्या करना है, वह समझता है कि वे जो कुछ कर रहे हैं, उसका क्या उद्देश्य है तथा समूह के कार्य में सकारात्मक योगदान करता है।

इसका अर्थ है कि:

- हर किसी की महत्वपूर्ण भूमिका होती है तथा वह जानता है कि भूमिका का प्रभावी निर्वहन कैसे करना है
- हर कोई चर्चाओं और निर्णय लेने में योगदान करता है (कोई भी 'निराष' नहीं रहता है या जो कुछ दूसरे कह रहे हैं, उनकी नकल नहीं करता है)।

आप निम्नलिखित द्वारा समूहों को अधिक प्रभावी रूप से काम करने में सहायता प्रदान कर सकते हैं:

- गतिविधि के लिए उचित आकार के समूह को चुनकर, ताकि हर किसी को समूह चर्चाओं और निर्णयों में शामिल किया जा सके
- पहचान करके कि कौन किस समूह से संबंधित होगा

- स्पष्ट रूप से यह पहचान करके कि क्या किए जाने की आवश्यकता है (अर्थात साधनो को लगाना, माप लेना, माप को दर्ज करना) ताकि समूह के सदस्य इन उत्तरदायित्वों को साझा कर सकें - कुछ कार्यों के लिए यह आवश्यक हो सकता है कि उन्हें एक ही समूह में अनेक लोगों द्वारा किया जाता है
- (यदि आवश्यक है) आपके द्वारा भूमिकाएं प्रत्येक समूह सदस्य को सौंपे जाकर या प्रत्येक समूह को ऐसा करने के लिए उत्तरदायी बनाकर
- जांच करके कि गतिविधि के दौरान प्रत्येक समूह कितने अच्छे से काम करता है तथा प्रभावी समूह कार्य के उदाहरणों की प्रशंसा करके

यह बात ध्यान में रखें कि मिश्रित समूहों में लड़कों की उपकरणों पर नियंत्रण करने की प्रवृति होती है तथा वे लड़कियों से रिकॉर्डिंग तथा साफ-सफाई का कार्य करवाते हैं!

**मुद्दा 2: सुरक्षा**

किसी भी प्रायोगिक गतिविधि के लिए योजना बनाने के दौरान जोखिम आकलन करना एक अनिवार्य हिस्सा है। जहां समूह कार्य शामिल होता है, वहां योजना में न केवल किसी खास रसायन, उपकरण या प्रक्रियाओं का उपयोग करने से सम्बद्ध जोखिमों पर ध्यान दिया जाना शामिल होता है, अपितु बड़ी संख्या में छात्र–छात्राओं द्वारा गतिविधि को किए जाने के प्रभाव पर भी ध्यान दिया जाना शामिल होता है। सुरक्षित समूह प्रायोगिक गतिविधि की योजना बनाने में निम्नलिखित शामिल हैं:

- पाठ से पूर्व सभी संभावित जोखिमों की पहचान करना। सुनिश्चित करें कि आपने होने वाली किसी दुर्घटना के संबंध में कार्रवाई करने के लिए योजना बनाई है।
- कमरे के आसपास अनावश्यक आवाजाही को कम रखें। इससे लोगों और उपकरणों के बीच संभावित टकराहट कम होती है, तथा आपके लिए यह देखना आसान हो जाता है कि क्या किया जा रहा है।
- आप निम्नलिखित द्वारा भी दुर्घटनाओं के जोखिम को कम कर सकते हैं:
  - सुरक्षित रूप से काम करने के लिए व्यवस्थाएं तय करके
  - एक साथ की जाने वाली गतिविधियों की संख्या को सीमित करके
  - आवश्यक विभिन्न रसायनों की संख्या को न्यूनतम तक सीमित रखके
  - छात्र–छात्राओं को संग्रह में रखी गई रसायनों की बोतलों तक एक्सेस प्रदान करने की बजाए, उन्हें उचित एवं छोटी मात्राओं में रसायनों को प्रदान करके।
- सुनिश्चित करें कि इससे पहले कि आप उन्हें छानबीन के हिस्से के रूप में प्रक्रिया का उपयोग करने की अनुमति देते हैं, आपके छात्र प्रक्रिया को निष्पादित करने का सही और सुरक्षित तरीका जानते हैं। किसी भी संभावित जोखिम तथा उनके संबंध में कैसे कार्यवाही करनी है, को शामिल करें।
- सुनिश्चित करें कि आपके छात्र इस बात से अवगत है कि यदि किसी प्रायोगिक गतिविधि के दौरान वे जल जाते हैं/झुलस जाते हैं/या स्वयं को चोट पहुंचा बैठते हैं, कोई रसायन बिखर जाता है या कोई उपकरण क्षतिग्रस्त हो जाता है तो उन्हें क्या करना है।

प्रारम्भिक तौर पर निम्नलिखित कार्य करें:

- सुनिश्चित करें कि छात्र–छात्राओं को गतिविधि से संबंधित किसी भी स्पष्ट सुरक्षा पहलू की जानकारी है
- किसी ऐसी प्रक्रिया को प्रदर्शित करके दिखाएं जिसका प्रयोग छात्र–छात्राओं द्वारा पहले से ही नियमित रूप से नहीं किया जाता है।

**मुद्दा 3: प्रायोगिक गतिविधियों के लिए व्यवस्थाएं निर्धारित करना**

प्रायोगिक गतिविधियों के लिए कुछ मूलभूत व्यवस्थाओं को निर्धारित करने से आपके द्वारा दिए जाने वाले स्पष्टीकरणों में कमी आती है, जिससे छात्र प्रायोगिक गतिविधि पर अपना ध्यान केन्द्रित कर सकते हैं। व्यवस्थाओं के प्रकार में निम्नलिखित शामिल हो सकते हैं:

- प्रायोगिक गतिविधि के लिए तैयार होना: किसे दूर रखना है, किसे अपने साथ ले जाना है और कहां जाना है।

- आसपास सुरक्षित रूप से घूमना।
- प्रायोगिक गतिविधि की सेटिंग करना: जांच करना कि क्या चाहिए, आधारभूत अपकरणों को एकत्र करना, विशिष्ट मदों को इकट्ठा करना।
- मूलभूत तकनीकें: पिपेट का उपयोग करना, मापक सिलेण्डर का उपयोग करना, फिल्टर पेपर को मोड़ना या बीकर या टेस्ट ट्यूब में किसी चीज को गर्म करना।
- गर्म वस्तुओं, बिखर चुके द्रव्यों या टूटे हुए शीशे के संबंध में कार्यवाही करना।
- सफाई करना।
- 'सभी के ध्यानार्थ!' ऐसे भी अवसर हो सकते है जब आपको प्रायोगिक गतिविधि को रोकना पड़ सकता है। कारण चाहे कोई भी क्यों न हो, यह महत्वपूर्ण है कि छात्र–छात्राओं को यह पता होना चाहिए कि जब उनसे ध्यान देने के लिए कहा जाए, तो उनसे क्या आशा की जाती है।

**मुद्दा 4: सीमित समय और संसाधनों का सर्वश्रेष्ठ उपयोग करना**

आपने किसी भी प्रकार की समूह प्रायोगिक गतिविधि का प्रयोग करने का निर्णय क्यों न किया हो, हमेशा शुरूआत और पूर्ण सत्र के लिए समय देना याद रखें!

छात्र प्रायोगिक गतिविधि को करने के लिए प्रति व्याकुल हो सकते हैं, लेकिन यह सुनिश्चित करने के लिए कुछ मिनट का समय लेना बहुत ही महत्वपूर्ण है कि हर किसी को यह जानकारी है कि वे जो कुछ कर रहे हैं उसका क्या अर्थ है और किसी खास गतिवधि को क्यों किया जा रहा है। सत्र के समाप्ति पर भी कुछ मिनट का समय लेना भी महत्वपूर्ण होता है - जब हर चीज को हटा दिया गया है, ताकि कुछ मिनट का समय पूर्ण सत्र पर खर्च किया जा सके। प्रयोग के दौरान अनेक भिन्न-भिन्न कार्य निष्पादित किये जाते हैं, तथा इसलिए छात्रों की इन सभी 'कार्यों में सामंजस्य स्थापित' करने में सहायता करना विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, और साथ ही छात्र कक्षा से बाहर जाएं, इससे पहले शिक्षण परिणामों पर फिर से ध्यान केन्द्रित करना भी अति महत्वपूर्ण है। आपके द्वारा जिस प्रकार से प्रायोगिक गतिविधि की व्यवस्था की जाती है, उससे आपके द्वारा प्रयोग किए जाने वाले संसाधनों के संबंध में एक बड़ा अंतर पैदा हो सकता है। दो कार्यप्रणालियां जिनसे अपेक्षित संसाधनों की मात्रा में कमी आ सकती है, वे 'सर्कस प्रायोगिक गतिविधियां' और 'साझा छानबीन' हैं।

***कार्यप्रणाली 1: 'सर्कस' या 'रोटेटिंग प्रयोग'***

'सर्कस' या 'रोटेटिंग प्रयोग' के अंतर्गत उपकरणों के अनेक सेटों का प्रयोग किए बिना समूह प्रायोगिक गतिविधियों को करने का तरीका प्राप्त हो जाता है। इस प्रकार के प्रयोग में अनेक लघु गतिविधियां शामिल होती हैं। हर गतिविधि को भिन्न 'स्टेशन' पर कमरे के अलग हिस्से में किया जाता है। हर समूह प्रत्येक स्टेशन पर जाता है, गतिविधि को निष्पादित करता है तथा दूसरे स्टेशन की ओर आगे बढ़ जाता है। इसका सबसे आसान तरीका है कि स्टेशन को कमरे के किनारों पर स्थापित किए जाएं तथा समूहों को एक स्टेशन से दूसरे स्टेशन की ओर घड़ी की सुईयों की तरह घूमते हुए पहुंचना चाहिए।

इस प्रकार की गतिविधि को अच्छे से करने के लिए, योजना बनाने के दौरान अनेक बातों पर विचार किया जाना चाहिए:

- **इसे केन्द्रित रखें:** कम संख्या में महत्वपूर्ण विचारों के प्रभावी समर्थन के लिए सर्कस का प्रयोग करें।
- **स्टेशनों की संख्या को सीमित रखें:** जितने अधिक स्टेशनों पर जाना होगा, प्रयोग में उतना ही अधिक समय लगेगा, क्योंकि आने-जाने में अधिक समय लगता है।
- **छोटे समूहों से छात्र–छात्राओं को आसानी से अपनी भागीदारी का अहसास होता है:** आप जितने प्रायोगिक स्टेशनों को प्रदान कर सकते हैं, समूहों की संख्या भी उतनी होनी चाहिए। यदि आप दो पूर्ण, समान सर्कसों को प्रचालित कर सकते हैं, तो आपको समूह के आकार को आधा कर देना चाहिए
- **गतिविधियों के परिणामस्वरूप छात्र अवलोकन और विचार (तथा चर्चा) करने के लिए प्रेरित होने चाहिए, न कि सिर्फ उपकरणों का ऐसे ही उपयोग कर लेने के लिए:** सर्कस में कुछ स्टेशन केवल कोई वस्तु या चित्र हो सकते है जो कि प्रश्न की सहायता के उद्देश्य को पूरा करते हैं।

- **हर किसी को यह स्पष्ट जानकारी होनी चाहिए कि सर्कस प्रायोगिक गतिविधि किस तरह से प्रचालित की जाती है:** उन्हें प्रत्येक स्टेशन पर कितनी देर होना चाहिए? आप किस प्रकार से संकेत करेंगे अब रूकने का समय है तथा अगले स्टेशन पर जाएं? प्रत्येक समूह को उस क्रम की जानकारी होनी चाहिए जिसमें वह स्टेशनों पर जाएगा: यदि यह घड़ी की सुईयों के अनुसार अगले स्टेशन पर जाने का प्रश्न नहीं है (उदाहरण के रूप में), तो आपको प्रत्येक स्टेशन की संख्या या अक्षर से पहचान करनी होगी तथा प्रत्येक समूह को एक क्रम सूची प्रदान करनी होगी।
- **प्रत्येक गतविधि को सरल, लघु और स्पष्ट रखें:** जब छात्र स्टेशन पर पहुंचते हैं, तो यह स्पष्ट होना चाहिए कि उन्हें क्या करना है तथा उन्हें किसकी खोज करनी है क्या उन्हें कुछ रिकॉर्ड करना है? उन्हें अगले समूह के लिए कार्य को किस प्रकार से छोड़ना है?
- जब वे प्रतीक्षा कर रहे हैं तो उन्हें क्या करना है? इष्टतम रूप से, प्रत्येक समूह को बराबर समय लेना चाहिए। व्यवहारिक रूप से कुछ समूह दूसरे समूहों की तुलना में किसी गतिविधि को अधिक तेजी से पूरा करेंगे। संभवत: आप पूरी कक्षा के लिए विचारार्थ एक समस्या तय कर सकते हैं तथा पाठ के अंत में सुझाव दे सकते हैं।

*कार्यप्रणाली 2: साझा छानबीन*

जहां पर अनेक कारकों की छानबीन की जानी हो, तो यदि भिन्न-भिन्न समूह किसी एक खास गतिविधि की छानबीन करने का उत्तरदायित्व लेते हैं तो इससे समय और संसाधनों की बचत हो सकती है। प्रत्येक समूह द्वारा पूरी कक्षा को रिपोर्ट दी जाती है ताकि हर किसी को सभी परिणामों से लाभ मिल सके।

**मुद्दा 5: 'हैंड्स ऑन' तथा 'माइन्ड्स ऑन'**

'हैंड्स ऑन', 'माइन्ड्स ऑन' वाक्यांशों का प्रयोग अक्सर संग्रहालय में परस्पर संपर्क करने वाली प्रदर्शनियों से संबंधित डिज़ाइनों के संबंध मे किया जाता है, लेकिन इसका प्रयोग कक्षा-आधारित गतिविधियो के लिए किया जा सकता है। इसका संदर्भ यह सुनिश्चित करने के महत्व पर है कि छात्र न केवल 'काम करने में व्यस्त' हैं अपितु अनुभव से वे सक्रिय रूप से सीख भी रहे हैं। ऐसा संभव हो सके, इसके लिए छात्र–छात्राओं को गतिविधि के उद्देश्य को जानना होगा तथा साथ ही यह भी समझना होगा कि उन्हें क्या करना है।

प्रारम्भिक तौर पर निम्नलिखित कार्य करें:

- अधिकतम चार शिक्षण परिणामों की पहचान करें
- प्रायोगिक गतिविधि के दौरान पूछे जाने वाले या देखे जाने वाले महत्वपूर्ण प्रश्नों पर सीधा ध्यान
- छात्र–छात्राओं की वे जो कुछ पहले से ही जानते हैं, उन बातों के साथ वे क्या करने जा रहे हैं, का सह संबंध स्थापित करने में मदद करना।

प्रायोगिक गतिविधि के दौरान:

- इस बात की जांच करें कि छात्र यह समझते हैं कि वे विज्ञान के आषय के संबंध में क्यों कुछ कर रहे हैं, न कि ऐसा वे केवल प्रक्रियात्मक रूप से निष्पादित कर रहे हैं
- छात्र–छात्राओं से पूर्वानुमान लगाने के लिए कहें (तथा उन्हें स्पष्ट करने के लिए कहें)
- छात्र–छात्राओं से इस बात पर टिप्पणियां करने के लिए कहें कि उन्होंने क्या अवलोकन किया है या कर रहे हैं - क्या इसी बात की उनसे अपेक्षा थी?

पूर्ण सत्र के दौरान:

- छात्र–छात्राओं के प्रत्येक समूह से सारांश रूप से उनके द्वारा पता लगाई गई बातों को प्रस्तुत करने के लिए कहें - क्या यही उनसे प्रत्याशित था, या उन्होंने किसी असामान्य या अप्रत्याशित जानकारी का पता लगाया था।

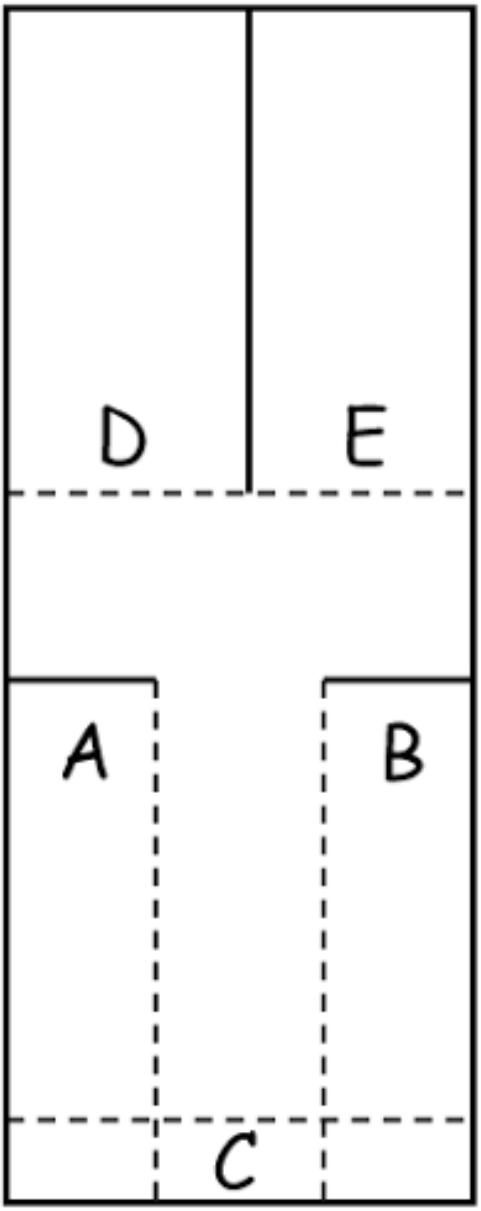
**संसाधन 4: प्रायोगिक गतिविधि की प्रभाविकता का आकलन करना**

पहचान करें कि प्रायोगिक गतिविधि का महत्वपूर्ण उद्देश्य क्या होना चाहिए, तथा आप इसकी जांच करने के लिए क्या कर सकते हैं। उद्देश्य पर आधारित कुछ ऐसे प्रश्न, जिन्हें आपको पूछना चाहिए, उन्हें तालिका R4.1 में सूचीबद्ध किया गया है।

***तालिका R4.1*** *पूछे जाने वाले ऐसे प्रश्न जिनका आकलन संभव होता है और सक्रिय रूप से इसके उद्देश्य पर निर्भर हैं।*

| महत्वपूर्ण उद्देश्य या परिणाम | अपने आप से पूछने के लिए कुछ प्रश्न |
|---|---|
| अभिप्रेरण | क्या ऐसा लगता था कि छात्र–छात्रा मन लगाकर कार्य कर रहे थे? क्या उन्होंने आपको बताया कि उन्हें इसमें आनन्द आया था? |
| संकल्पनात्मक ज्ञान और समझ - स्मृति में सुधार | क्या छात्र–छात्रा यह बता पाए कि निम्नलिखित पाठ में उन्होंने क्या देखा, क्या किया या क्या पता लगा पाए? |
| संकल्पनात्मक ज्ञान और समझ - विचारों का अनुप्रयोग | क्या छात्र–छात्रा छानबीन के दौरान आशानुसार रूप से विचारों का प्रयोग कर पाए थे? |
| प्रायोगिक कौशल | क्या छात्र–छात्रा सही ढंग से उपकरणों को व्यवस्थित कर पाए थे? क्या वे आशा के अनुरूप प्रक्रियाओं को सम्पन्न कर पाए? क्या छात्र वे देख पाए जो आप उनसे देखने की आशा करते थे? |
| विज्ञान की प्रकृति या वैज्ञानिक पूछताछ के बारे में सीखना | क्या छात्र–छात्रा आपको बता पाए कि उन्होंने क्या सीखा था? क्या उन्हें छानबीन का उद्देश्य समझ में आया था? |
| वैज्ञानिक विधि कौशलों का विकास करना - छानबीन की योजना बनाना | क्या छात्र–छात्राओं को यह समझ में आया था कि उनसे क्या करने के लिए कहा जा रहा था? क्या छात्र–छात्रा आशा अनुसार योजना तैयार कर पाए थे? |
| वैज्ञानिक विधि कौशलों का विकास करना - डेटा का रखरखाव करना | क्या छात्र–छात्रा आशा अनुसार डेटा को संग्रहित और प्रस्तुत कर पाए थे? क्या वे आशा अनुसार डेटा प्रसंस्कृत कर पाए थे? |
| वैज्ञानिक विधि कौशलों का विकास करना – परिणाम का आकलन करना | क्या छात्र–छात्रा आशा के अनुरूप उसी तरीके से साक्ष्य का मूल्यांकन कर पाए थे? क्या वे आशा के अनुसार महत्वपूर्ण विशेषताओं की पहचान कर पाए थे? क्या छात्र आशा के अनुसार छानबीन का आकलन कर पाए थे? क्या वे पहचान कर पाए थे कि क्या अच्छा हुआ है तथा सुधार के क्षेत्र कौन से हैं? |

**संसाधन 5: पेपर हेलीकॉप्टर के लिए टेम्प्लेट**




## अतिरिक्त संसाधन

- Information on practical activities in physics for 11–19-year-olds: http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics
- Practical work for learning: http://www.nuffieldfoundation.org/practical-work-learning/about-project
- 'Gravity at work': https://blossoms.mit.edu/videos/lessons/gravity_work
- 'Free fall': https://blossoms.mit.edu/videos/lessons/free_fall

## संदर्भ/संदर्भग्रंथ सूची

Abrahams, A. and Millar, R. (2008) 'Does practical work really work?', *International Journal of Science Education,* vol. 30, no. 14, pp. 1,945–69.

Getting Practical (undated) 'Secondary' (online). Available from: http://www.gettingpractical.org.uk/m3-3.php (accessed 19 May 2014).

Millar, R. (2009) *Analysing Practical Science Activities to Assess and Improve their Effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI)*. York, UK: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York.

Osbourne, J. (2011) 'Earth and space' in Sang, D. (ed.) *Teaching Secondary Physics*. London, UK: John Murray.

Wellington, J.J. and Ireson, G. (2012) 'Practical work in science education', in Wellington, J.J. and Ireson, G. (eds) *Science Learning, Science Teaching*. London, UK: Routledge.

## 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 शिक्षक प्रशिक्षकों, प्रधानाध्यापकों, शिक्षकों और छात्र–छात्राओं के प्रति आभार प्रकट किया जाता है जिन्होंने उत्पादनों में दि ओपन यूनिवर्सिटी के साथ काम किया है।