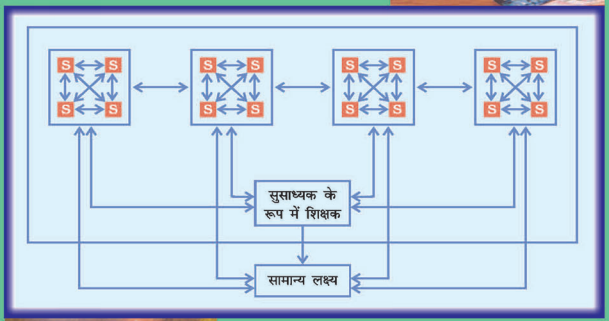
भौतिक विज्ञान

विज्ञान शिक्षाशास्त्र

बी.एड. पाठ्यक्रम के
लिए पाठ्यपुस्तक



भाग 1

Published

प्यारे बच्चो!

यदि कोई आपको अनुचित ढंग से स्पर्श करे और यह स्पर्श आपको अच्छा न लगे तो, आप चुप न रहें। आप

1. स्वयं को इसका दोष न दें;
2. इस बारे में किसी ऐसे व्यक्ति को बताएँ जिस पर आप भरोसा करते हो;
3. आप पॉक्सो ई.बॉक्स के माध्यम से राष्ट्रीय बाल अधिकार संरक्षण आयोग को भी इस बारे में सूचित कर सकते हैं।

जब आपको कोई अनुचित ढंग से स्पर्श करता है तो आपको बुरा लग सकता है, आप दुविधाग्रस्त और असहाय अनुभव कर सकते हैं
आपको "बुरा" अनुभव करने की आवश्यकता नहीं है, क्योंकि आपकी गलती नहीं है

इस बटन को दबाएँ

पॉक्सो ई.बॉक्स ncpcr@gov.in पर उपलब्ध है।

नए सवेरे की ओर
Towards a new dawn

यदि आपकी आयु 18 वर्ष से कम है और आप मुसीबत में हैं अथवा दुविधाग्रस्त हैं अथवा आपके साथ दुर्व्यवहार किया गया है अथवा संकट में हैं अथवा किसी ऐसे बच्चे को जानते हैं...

1098 पर कॉल करें...क्योंकि कुछ अच्छे नंबर जीवन बदल देते हैं।

चाइल्ड लाइन
1098
रात-दिन

चाइल्ड लाइन 1098 - विपत्ति में बच्चों के लिए 24 घंटे निःशुल्क राष्ट्रीय आपातकालीन फ़ोन सेवा, महिला एवं बाल विकास मंत्रालय के सहयोग से चाइल्ड लाइन इंडिया फ़ाउंडेशन की पहल है।

नए सवेरे की ओर
Towards a new dawn

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

© NCERT not to be republished

विज्ञान शिक्षाशास्त्र

(भौतिक विज्ञान)

भाग 1

बी.एड. पाठ्यक्रम के लिए पाठ्यपुस्तक

© NCERT not to be republished

विद्यया ऽमृतमश्नुते

एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

प्रथम संस्करण
जुलाई 2018 श्रावण 1940

PD 1T RPS

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 2018

₹ 175.00

एन.सी.ई.आर.टी. वाटरमार्क 80 जी.एस.एम. पेपर पर मुद्रित।

सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशन प्रभाग में प्रकाशित तथा श्रीराम प्रिंटर्स, डी-6, सैक्टर-63, नोएडा 201 301 (उत्तर प्रदेश) द्वारा मुद्रित।

ISBN 978-93-5007-828-0

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, फोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुन: प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण अथवा जिल्द के अलावा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी पर, पुनर्विक्रय या किराए पर न दी जाएगी, न बेची जाएगी।
- इस प्रकाशन का सही मूल्य इस पृष्ठ पर मुद्रित है। रबड़ की मुहर अथवा चिपकाई गई पर्ची (स्टीकर) या किसी अन्य विधि द्वारा अंकित कोई भी संशोधित मूल्य गलत है तथा मान्य नहीं होगा।

एन.सी.ई.आर.टी. के प्रकाशन प्रभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नयी दिल्ली 110 016 **फ़ोन : 011-26562708**

108, 100 फ़ीट रोड
हेली एक्सटेंशन, होस्डेकेरे
बनाशंकरी III इस्टेट
बेंगलुरु 560 085 **फ़ोन : 080-26725740**

नवजीवन ट्रस्ट भवन
डाकघर नवजीवन
अहमदाबाद 380 014 **फ़ोन : 079-27541446**

सी.डब्ल्यू.सी.कैंपस
निकट: धनकल बस स्टॉप पनिहटी
कोलकाता 700 114 **फ़ोन : 033-25530454**

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नयी दिल्ली 110 016 **फ़ोन : 011-26562708**

प्रकाशन सहयोग

अध्यक्ष, प्रकाशन प्रभाग : *एम. सिराज अनवर*
मुख्य संपादक : *श्वेता उप्पल*
मुख्य व्यापार प्रबंधक : *गौतम गांगुली*
मुख्य उत्पादन अधिकारी : *अरुण चितकारा*
संपादन सहायक : *ऋषि पाल सिंह*
उत्पादन सहायक : *प्रकाश वीर सिंह*

© NCERT not to be republished

आमुख

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) का *पाठ्यचर्या नवीनीकरण के लिए शिक्षक- शिक्षा* के आधार पत्र की यह मान्यता है कि विद्यालयी शिक्षा को पुन: ओजस्वपूर्ण करने के लक्ष्य के साथ विद्यालयी पाठ्यचर्या के संशोधन का कार्य विमर्शी शिक्षणकर्त्ताओं के सर्जन की आवश्यकता की बात किए बिना पूरा नहीं हो सकता। इस आधार पत्र के अनुसार नवीन शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रमों में अधिगम निवेश मुख्य रूप से शिक्षार्थी-अभिमुखी होंगे, क्योंकि इससे अधिगम के विभिन्न अनुभवों, विभेदी समायोजन एवं भिन्नता के लिए प्रोत्साहन और अधिगम परिस्थिति के विमर्शी तथा अंतर्दृष्टिपूर्ण विवेचनाओं में विविधता उपलब्ध होगी। पाठ्यचर्या के संशोधन के कार्य से शिक्षार्थियों की विविध सामाजिक परिस्थितियों, सामाजिक असमानता के बड़े मुद्दों, असमता, जेंडर-विभाजन और क्षेत्र विशिष्ट प्रशासन तथा संगठनात्मक अनियमितता का भी पता चलता है। ये सब प्रत्येक शिक्षक के लिए शिक्षण एक व्यवसाय तथा एक व्यावसायिक प्रतिबद्धता के रूप में अपनी स्वयं की धारणाओं को विकसित करने में सहायक होते हैं। इस संदर्भ में राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) ने शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम के लिए पाठ्यक्रम विकसित किए हैं जो उपर्युक्त विचारों के कार्यांवयन का एक प्रयास है। इन पाठ्यक्रमों के आधार पर सभी संबंधित विभागों ने विद्यार्थी-शिक्षकों को शिक्षण-अधिगम में सहायता प्रदान करने के लिए पाठ्यपुस्तकों का निर्माण प्रारंभ किया है। इस शृंखला में विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग ने 'विज्ञान शिक्षाशास्त्र' पर पाठ्यपुस्तक (भौतिक विज्ञान तथा जैविक विज्ञान) और 'गणित शिक्षाशास्त्र' शीर्षकों के साथ पाठ्यपुस्तकें तैयार की हैं। हम आशा करते हैं कि ये पुस्तकें शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम का उद्देश्य पूरा करेंगी, जो उन्हें शिक्षा की बाल-केंद्रित पद्धति से जोड़ेगा।

इस प्रयास की सफलता तभी संभव हो पाएगी जब शिक्षक-प्रशिक्षकों, विद्यार्थी-शिक्षकों तथा विद्यालय स्तर पर शिक्षकों को अपने शिक्षण-अधिगम प्रयासों में स्वतंत्रता तथा लचीलापन उपलब्ध कराया जाए। शिक्षकों को यह स्वीकार करने की आवश्यकता है कि प्रत्येक बच्चा अपने स्वयं के विशिष्ट ढंग से सीखता है। अत: प्रत्येक शिक्षक को अधिगम प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को लगाने के लिए अपना स्वयं का तरीका ढूँढ़ना होगा। विज्ञान तथा गणित का शिक्षण-अधिगम क्रमश: विज्ञान तथा गणित की विषय-वस्तु तथा शिक्षाशास्त्र से निकटतापूर्वक गुथा होना चाहिए। जाँच तथा अन्वेषण की प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करने से शिक्षकों को विज्ञान तथा गणित की प्रकृति और विज्ञान तथा गणित शिक्षा के उद्देश्य की बेहतर अंतर्दृष्टि प्राप्त करने में सहायता मिलती है। हम आशा करते हैं कि ये पुस्तकें शिक्षक-प्रशिक्षकों तथा विद्यार्थी-शिक्षकों को अपनी व्यावसायिक क्षमताएँ बढ़ाने, शिक्षार्थियों को विज्ञान तथा गणित अन्वेषण की एक प्रक्रिया के रूप में सीखने तथा उन्हें वैश्विक नागरिक के रूप में अपनी दिन-प्रतिदिन की समस्याओं का समाधान सामाजिक उत्तरदायी ढंग से करने के लिए प्रेरित करने में संदर्शिका का कार्य करेंगी।

© NCERT not to be republished

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् इन पुस्तकों के लिए निर्मित पाठ्यपुस्तक निर्माण समितियों द्वारा किए गए परिश्रम की प्रशंसा करती है। अनेक शिक्षकों ने भी पुस्तक निर्माण में योगदान दिया। हम उनके विभागाध्यक्षों तथा प्राचार्यों के प्रति उनके सहयोग के लिए आभारी हैं। हम उन संस्थाओं तथा संगठनों के प्रति कृतज्ञ हैं जिन्होंने उदारतापूर्वक अपने संसाधन, सामग्री तथा कार्मिक हमें उपलब्ध कराए।

इन पाठ्यपुस्तकों के निर्माण में शशि प्रभा, बी. के. त्रिपाठी तथा आर.पी. मौर्य, सदस्य समन्वयकों तथा एन.सी.ई.आर.टी. के अन्य संकाय सदस्यगणों द्वारा किए गए कठिन परिश्रम एवं योगदान के लिए सद्भावपूर्वक आभार तथा प्रशंसा प्रकट करता हूँ। इस पुस्तक के निर्माण में गहन अभिरुचि तथा विशेष प्रयासों के लिए हुकुम सिंह, *पूर्व अध्यक्ष*, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग का आभार प्रदर्शित करता हूँ। व्यवस्थागत सुधार तथा शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम एवं अपने उत्पादों की गुणवत्ता में निरंतर निखार लाने के प्रति एक समर्पित संगठन के रूप में एन.सी.ई.आर.टी. समीक्षाओं तथा सुझावों का स्वागत करती है जो हमें इस पुस्तक को परिष्कृत करने में अधिक सक्षम बनाएँगे।

हृषिकेश सेनापति
निदेशक
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और
प्रशिक्षण परिषद्

नयी दिल्ली
अप्रैल 2017

© NCERT not to be republished

प्राक्कथन

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.)–2005 विकसित किए जाने के समय बनाए गए शिक्षक-शिक्षा के फ़ोकस समूह की एक महत्वपूर्ण अनुशंसा है कि शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम की प्रक्रिया विद्यालयी पाठ्यचर्या के नवीनीकरण को ध्यान में रखकर की जाए तथा वे राज्य एवं क्षेत्र विशेष के संदर्भों के अनुरूप हों।

वर्तमान शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम न तो विषय-वस्तु तथा शिक्षाशास्त्र के उद्‌गामी विचारों को समायोजित करते हैं, न ही विद्यालय तथा समाज के मध्य संबद्धता के मुद्दों को संबोधित करते हैं। *एन.सी.एफ. — 2005* एक ऐसे शिक्षक-शिक्षा कार्यक्रम का विचार सामने रखता है जो भावी शिक्षकों को यह समझने में सहायता करे कि अधिगम प्रक्रिया में शिक्षार्थी निश्चेष्ट प्राप्तकर्त्ता के बजाय सक्रिय भागीदार हों। शिक्षार्थी प्रस्तुत किए गए क्रियाकलापों/सामग्रियों के आधार पर नए विचारों को विद्यमान विचारों के साथ जोड़कर अपने ज्ञान का निर्माण स्वयं करते हैं। यदि विद्यार्थी-शिक्षकों को अपने ज्ञान निर्माण के ऐसे अवसर उपलब्ध कराए जाएँ, तभी वे समझ सकते हैं कि शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करके ज्ञान का निर्माण कैसे किया जा सकता है। इससे वे शिक्षक के रूप में अपनी व्यावसायिक भूमिका के व्यापक संदर्भ में सक्रिय सहभागी बन सकते हैं।

विज्ञान नए से नए अनुभवों के आधार पर गतिशीलता के साथ विस्तृत होते रहने वाला ज्ञान है। यह ज्ञान की एक ऐसी व्यवस्थित पद्धति है जो नैसर्गिक जिज्ञासा, जाँच एवं प्रायोगीकरण से उत्पन्न अन्वेषण पर आधारित होती है। वर्तमान के कुछ वर्षों में विज्ञान शिक्षक की भूमिका, ज्ञान के प्रेषण की जगह ज्ञान के सहजकर्त्ता के रूप में विकसित हुई है। शिक्षक से भी अपेक्षा है कि वे भी ज्ञान के निर्माण में भागीदार हों तथा विद्यार्थियों में विज्ञान की प्रकृति की समझ विकसित करें।

विज्ञान तथा इसके शिक्षाशास्त्र के उपर्युक्त सरोकारों को ध्यान में रखते हुए तथा देश में विज्ञान शिक्षक-शिक्षा के क्षेत्र में गुणवत्ता, श्रेष्ठता तथा विविधता की मान्यता लाने के लिए, विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग (डी.ई.एस.एम.) ने *विज्ञान शिक्षाशास्त्र* (*भौतिक विज्ञान*) पर पाठ्यपुस्तक का निर्माण करने का प्रयास किया है। यह पुस्तक एन.सी.ई.आर.टी. के क्षेत्रीय शिक्षा संस्थानों के लिए निर्मित द्वि-वर्षीय बी.एड. के पाठ्यक्रम पर आधारित है। यह आशा की जाती है कि यह पुस्तक भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में देश के अन्य शिक्षक-शिक्षा संस्थानों के भावी शिक्षकों और सेवा-पूर्व तथा सेवाकालीन प्रशिक्षण के क्षेत्र में अनुयायी-गणों के लिए समान रूप से सहायक होगी। यह पुस्तक कार्यरत् शिक्षकों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों को अपने शिक्षाशास्त्र का ज्ञान अद्यतन करने और संदर्भ-आधारित बोध को सुलझाने तथा अपने कक्षा अनुभवों का विश्लेषण करने में भी सहायक होगी।

© NCERT not to be republished

पुस्तक को इस अर्थ में विशिष्ट बनाने का विचार किया गया कि पंद्रह अध्यायों में फैले भौतिक विज्ञान के शिक्षाशास्त्र के विभिन्न पहलुओं की विवेचना शिक्षार्थियों, संदर्भ तथा विषय-वस्तु एवं विषय की प्रक्रियाओं के मध्य सहलग्नता को निरंतरता के साथ प्रस्तुत किया गया है। शिक्षाशास्त्र की संकल्पनाओं को कार्यरत् शिक्षकों के कक्षा अनुभवों की सहायता से स्पष्ट किया गया है। यह पुस्तक मात्र पढ़ने के लिए नहीं है, अपितु शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में सक्रिय रूप से संलग्न होने के लिए है। यह सुझाव दिया जाता है कि विद्यार्थी शिक्षक ऐसे क्रियाकलापों का निष्पादन करें जिसे वे अपने सहपाठियों, निकटस्थ परिवेश तथा कक्षा 6 से 12 की पाठ्यपुस्तकों सहित विभिन्न शिक्षण-अधिगम सामग्री के साथ पारस्परिक क्रिया करते समय कर सकते हैं। आशय यह है कि विद्यार्थी-शिक्षक अपने शिक्षण-अधिगम अनुभवों का संदर्भ-निर्धारण कर सकें। इससे यह अपेक्षित है कि यह विषय-वस्तु तथा शिक्षाशास्त्र को पृथक-पृथक अध्ययन करने की परंपरा को हतोत्साहित करेगा। बहुत से मुक्तांत क्रियाकलाप इस दृष्टिकोण से शामिल किए गए हैं कि विद्यार्थी-शिक्षक उन पर विचार करें और फिर अपने दृष्टिकोण दूसरों के साथ साझा कर उन्हें निष्पादित करने का प्रयास कर सकें। यह उन्हें विभिन्न कौशलों, जैसे — संप्रेषण, टीमभावना, दूसरों के विचारों को सम्मान देना, जाँच, तथा स्व:विमर्शन को विकसित करने में भी सक्षम बनाएगा।

इस दृष्टि से कि ज्ञान अनुभवों से निरंतर उत्पन्न होता है और साझित तथा सहयोगात्मक परिस्थितियों में विभिन्न मुद्दों पर विचारों एवं मान्यताओं के आदान-प्रदान तथा विमर्श की सक्रिय प्रक्रिया द्वारा निर्मित होता रहता है, विद्यार्थी-शिक्षकों को उच्च प्राथमिक, माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक स्तरों पर भौतिक विज्ञान की संकल्पनाओं का पुनरवलोकन करने के पर्याप्त अवसर उपलब्ध कराए गए हैं।

विज्ञान में इस प्रकार की शिक्षाशास्त्रीय पद्धतियाँ अपनाना महत्वपूर्ण है जो शिक्षार्थियों के समूहों को सार्थक अन्वेषणों में लगाती हैं — विशेष रूप से जिन समस्याओं के अन्वेषण को वे विशिष्ट तथा महत्वपूर्ण समझते हैं। कक्षा का वातावरण ऐसा होना चाहिए कि प्रश्नों, परिचर्चाओं तथा वाद-विवादों के लिए मौका उपलब्ध रहे और शिक्षार्थियों के अधिसंज्ञानात्मक कौशलों को बढ़ाए। तथापि, इस प्रकार का कोई भी सुधार विज्ञान शिक्षा में तब तक सफल नहीं हो सकता जब तक कि अधिकांश शिक्षक इसे उपयोग में लाने के लिए स्वयं को सक्षम अनुभव न करें। शिक्षकों को शिक्षाशास्त्र के साथ-साथ विषय-वस्तु को प्रेक्षण, प्रायोगीकरण तथा अन्वेषण द्वारा आदान-प्रदान करने के लिए सर्वांगीण प्रशिक्षण की आवश्यकता है। विद्यार्थी-शिक्षकों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों की सक्रिय भागीदारी से ही पुस्तक में विवेचित विचारों का विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के सभी स्तरों पर सोपानिक प्रभाव पड़ सकता है, जिससे हमारे विद्यालयों में एक लचीले ढंग से सभी शिक्षार्थियों की आवश्यकताएँ पूरी हो सकती हैं।

इस पुस्तक की विषय-वस्तु को तैयार करने के लिए डी.ई.एस.एम. द्वारा कार्यशालाओं की एक शृंखला आयोजित की गई। विषय-वस्तु के विकास तथा परिष्करण के लिए इस कार्यशाला

© NCERT not to be republished

में सेवारत शिक्षक-प्रशिक्षकों, शिक्षकों, विश्वविद्यालयों तथा उच्चतर शिक्षण संस्थानों के विषय विशेषज्ञों और डी.ई.एस.एम. के विज्ञान समूह के सदस्य एवं एन.सी.ई.आर.टी. के विभिन्न विभागों के सदस्य शामिल किए गए। हम उनके प्रयासों के प्रति कृतज्ञतापूर्वक आभार प्रकट करते हैं एवं विद्यार्थी-शिक्षकों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों को उत्तम गुणवत्ता की शिक्षण-अधिगम सामग्री उपलब्ध कराने के अपने प्रयास में उनके योगदान के लिए उन्हें धन्यवाद देते हैं।

मैं एन.सी.ई.आर.टी. के *निदेशक,* हृषिकेश सेनापति का इस पुस्तक के निर्माण में मार्गदर्शन प्रदान करने के लिए आभार व्यक्त करता हूँ।

मैं एन.सी.ई.आर.टी. के तत्कालीन *निदेशक,* जी. रवीन्द्रा और बी.के. त्रिपाठी को पुस्तक के अंग्रेज़ी तथा हिंदी संस्करण के निर्माण में समय-समय पर दिए गए उनके मूल्यवान प्रोत्साहन तथा मार्गदर्शन के लिए अपनी कृतज्ञता व्यक्त करता हूँ। शशि प्रभा, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, भौतिकी, डी.ई.एस.एम. को भी कार्यक्रम के समन्वयन तथा इस पांडुलिपि को प्रकाशन योग्य बनाने के लिए विशेष धन्यवाद देता हूँ।

विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग के तत्कालिक *अध्यक्ष,* हुकुम सिंह का विशेष रूप से आभार व्यक्त करना चाहता हूँ, क्योंकि उनके ही कुशल मार्गदर्शन में इस पुस्तक का निर्माण संभव हो सका।

हम अपने सुविज्ञ पाठकों, विशेष रूप से विद्यार्थी-शिक्षकों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों से इस पुस्तक के परिष्करण तथा सुधार के लिए सुझावों और टिप्पणियों का स्वागत करते हैं।

दिनेश कुमार
प्रोफ़ेसर एवं अध्यक्ष
विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग

© NCERT not to be republished

not to be republished

पुस्तक के विषय में

यह पुस्तक भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम क्षेत्र में गुणवत्ता, प्रभाविकता, विविधता तथा रचनात्मकता को बढ़ाने के लक्ष्य में आपको मदद करने का एक प्रयास है। हमने कक्षा में भौतिक विज्ञान की संकल्पनाओं के विकास को सुसाध्य करने के लिए कुछ मूलभूत विचार तथा नीतियाँ उपलब्ध कराने का प्रयत्न किया है। भौतिक विज्ञान के अधिगम को उसकी विषय-वस्तु के साथ-साथ उसकी प्रक्रिया से भी एकीकृत करने के उद्देश्य से हम आपको प्रेक्षण, संवाद, चर्चा, परियोजनाओं तथा भ्रमणों के माध्यम से शिक्षार्थी-केंद्रित, क्रियाकलाप-आधारित, भागीदार अधिगम अनुभवों को आयोजित करने के लिए प्रोत्साहित करना चाहते हैं। यह पुस्तक मात्र पढ़ने के लिए ही नहीं, बल्कि इसके साथ कार्य करने के लिए है। ऐसा तभी किया जा सकता है जब आप सुझाए गए क्रियाकलापों का निष्पादन करते हुए, अपने अनुभवों पर चिंतन करते हुए, पूछताछ करने का प्रोत्साहन विकसित करते हुए तथा शिक्षण-अधिगम के विभिन्न स्रोतों की खोज करते हुए, पुस्तक में कही बातों पर विवेचनात्मक सोच में लगे रहें।

इन लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए हमने मूलभूत सिद्धांतों पर बल देते हुए तथा उच्च प्राथमिक तथा उच्चतर स्तरों पर भौतिकी तथा रसायन की विषय-वस्तु एवं प्रक्रिया को इनके शिक्षाशास्त्र से संबद्ध करते हुए बहुत से उदाहरण देने का प्रयास किया है। इस पुस्तक में अनेकों क्रियाकलाप दिए गए हैं, जिनसे आपको एक नियमित विशेषता के रूप में अपने कार्य पर पूछताछ तथा चिंतन करने का प्रोत्साहन मिले एवं आपका व्यावसायिक विकास एक निरंतर प्रक्रिया के रूप में होता रहे। इससे आपको एक सहयोगी वातावरण में स्व-अधिगम तथा विवेचनात्मक चिंतन के कौशल प्राप्त करने में भी मदद मिलेगी। आप शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों तथा अपने आस-पास के शैक्षिक परिवेश के उपयुक्त कुछ नए क्रियाकलाप सोच सकते हैं। अधिक-से-अधिक जितना संभव हो सके, आपको वे सभी क्रियाकलाप करने चाहिए। यदि आप सभी क्रियाकलाप पहले प्रयास में नहीं कर सकें तो हतोत्साहित न हो। आपको अपने शिक्षण-अभ्यास की अवधि में बहुत से क्रियाकलापों के लिए अंतर्दृष्टि इस पुस्तक द्वारा मिलेगी। यह महत्वपूर्ण है कि आप इन क्रियाकलापों पर अपने कक्षा के साथियों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों के साथ मिलकर कार्य करें तथा अपने विचारों को विविध माध्यमों से संप्रेषित करें। अपने विचारों तथा अनुभवों को साझा करते हुए कई बार आप पाएँगे कि आपके सहपाठी किसी क्रियाकलाप के लिए भिन्न दृष्टिकोण अपनाते हैं या किसी एक अभ्यास प्रश्न के भिन्न उत्तर देते हैं। ऐसा हो सकता है, क्योंकि उस क्रियाकलाप को निष्पादित करने के बहुत से तरीके हो सकते हैं तथा उस प्रश्न के उत्तर के लिए उनकी सोच में विविधता हो सकती है। प्रत्येक अध्याय के अंत में बड़ी संख्या में दिए गए अभ्यास प्रश्न आपको भौतिक विज्ञान की शिक्षण-अधिगम प्रक्रियाओं पर विमर्श करने का अवसर देंगे।

© NCERT not to be republished

पुस्तक में प्रस्तुतीकरण की निम्न विशेषताएँ हैं—

- संकल्पनात्मक बोध हेतु ज्ञान के निर्माण की प्रक्रिया पर विशेष बल देने के लिए प्रत्येक क्रियाकलाप के निकट एक चौखटी आरा (जिगसॉ) पैटर्न लगाया गया है। यह पैटर्न भावी शिक्षकों तथा शिक्षक-प्रशिक्षकों के मध्य पारस्परिक संप्रेषण पर भी बल देता है।
- शिक्षार्थी-केंद्रित संदर्भ में शिक्षक की तैयारी को स्पष्ट रूप से देखने के लिए, जहाँ विभिन्न गतियों तथा शैलियों के साथ शिक्षार्थी की आवश्यकतानुसार विशिष्ट तरीकों से अधिगम होता है, वहाँ शिक्षण के स्थान पर 'शिक्षण-अधिगम' शब्द का उपयोग किया गया है। 'शिक्षण' शब्द में एक शैली छुपी है जो शिक्षक, एक शिक्षक-केंद्रित कक्षा में करते हैं, इसलिए यह उपयुक्त नहीं लगता है।
- विषय-वस्तुओं की कुछ विशेषताओं पर बल देने के लिए एवं उन पर विद्यार्थी-शिक्षकों का अतिरिक्त ध्यान आकर्षित करने के लिए बहुत से अध्यायों में कुछ बॉक्स सामग्रियाँ दी गई हैं।
- कार्यरत् शिक्षकों के कक्षा अनुभव तथा संकल्पना को समझाने वाले उदाहरणों को पढ़ने की आसानी के लिए भिन्न रंग के बॉक्स में प्रस्तुत किया गया है।

हम आपके आनंददायक अध्ययन तथा अधिगम की कामना करते हैं।

© NCERT not to be republished

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

सदस्य

अंजनी कौल, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

अंजली खिरवाडकर, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, शिक्षा विभाग, एम.एस. यूनिवर्सिटी, बड़ौदा

अरविंद झा, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, आर.बी.एस. कॉलेज ऑफ़ एजुकेशन, रेवाड़ी, हरियाणा

अलका मेहरोत्रा, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर एवं पुनरवलोकन समिति* सदस्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

आर.आर. कोईरंग, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

आर.एस. सिंधु, *प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

कविता शर्मा, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, प्रारंभिक शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

तलत अज़ीज, *प्रोफ़ेसर*, आई.ए.एस.ई., जामिया मिलिया इस्लामिया, नयी दिल्ली

पूजा त्यागी, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, शिक्षा विभाग, *मॉडर्न इंस्टीट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी*, ढालवाला, ऋषिकेश

माधुरी मोहापात्रा, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, आर.आई.ई., भुवनेश्वर

वी.बी. भाटिया, *प्रोफ़ेसर* (सेवानिवृत), दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

रचना गर्ग, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

राकेश कुमार, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर एवं पुनरवलोकन समिति* सदस्य, महर्षि वाल्मिकी कॉलेज ऑफ़ एजुकेशन, दिल्ली

शोएब अब्दुल्ला, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, आई.ए.एस.ई., जामिया मिलिया इस्लामिया, नयी दिल्ली

संतोष शर्मा, *प्रोफ़ेसर*, शिक्षक-शिक्षा तथा विस्तार विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

हिंदी अनुवाद एवं पुनरवलोकन समिति

आर.एस. दास, *उपप्राचार्य* (सेवानिवृत्त), बलवंत राय मेहता विद्या मंदिर, लाजपत नगर, नयी दिल्ली

आलोक चतुर्वेदी, *व्याख्याता एवं अनुवादक*, रसायन विभाग, राजकीय महाविद्यालय, अजमेर

कन्हैया लाल, *प्राचार्य* (सेवानिवृत्त), शिक्षा निदेशालय, दिल्ली सरकार, दिल्ली

के.के. शर्मा, *प्राचार्य* (सेवानिवृत्त), गवर्मेंट कॉलेज, अजमेर

के.जी. ओझा, *प्रोफ़ेसर* (सेवानिवृत्त), रसायन विभाग, महर्षि दयानंद सरस्वाती विश्वविद्यालय, अजमेर

डी.सी. पांडे, *सहायक शिक्षा निदेशक* (सेवानिवृत्त), शिक्षा निदेशालय, दिल्ली सरकार, दिल्ली

राज गोपाल शर्मा, *सहायक शिक्षा निदेशक* (सेवानिवृत्त), शिक्षा निदेशालय, दिल्ली सरकार, दिल्ली

सदस्य समन्वयक

शशि प्रभा, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

© NCERT not to be republished

S. Amal Jerry Arputharaj, 10 years
St. Patrick Modern Higher Secondary School, Puducherry

© NCERT not to be republished

आभार

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) सेवा-पूर्व शिक्षकों के लिए लिखी गई पाठ्यपुस्तक *विज्ञान शिक्षाशास्त्र* (*भौतिक विज्ञान*) के विकास में निर्माण समिति के सदस्यों के योगदान के लिए कृतज्ञता प्रकट करती है। साथ ही, पुस्तक की पांडुलिपि की समीक्षा करने, संपादन करने, परिष्कृत करने तथा अंतिम रूप देने में निम्नलिखित सदस्यों का उनके मूल्यवान योगदान के लिए आभार व्यक्त करती है—चारू मैनी, *पी.जी.टी.* (रसायन), डी.ए.वी. पब्लिक स्कूल, सेक्टर-14, गुड़गाव (हरियाणा); चारू वर्मा, *वरिष्ठ व्याख्याता*, डाइट, केशवपुरम, दिल्ली; जयवीर सिंह, *पी.जी.टी.* (भौतिकी), होली क्रॉस स्कूल, नज़फगढ़, नयी दिल्ली; जी.आर. प्रकाश, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान (एन.सी.ई.आर.टी.), मैसूर; कीर्ती कपूर, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, भाषा शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; के.के. शर्मा, *प्राचार्य* (सेवानिवृत्त), गवर्मेंट कॉलेज, अजमेर; मधु मेहता, *पी.जी.टी.* (रसायन), कुलाची हंसराज मॉडल स्कूल, अशोक विहार, दिल्ली; एम.एन. सिद्दीकी, *प्रोफ़ेसर* (सेवानिवृत्त), सी.आई.ई., दिल्ली; मोना यादव, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, महिला अध्ययन विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; एस.सी. अगरकर, *प्रोफ़ेसर*, होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र, मुंबई; वंदना गुप्ता, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, महर्षि वाल्मिकी कॉलेज ऑफ़ एजुकेशन, दिल्ली; वंदना सक्सेना, *टी.जी.टी.* विज्ञान (पूर्व) केंद्रीय विद्यालय संगठन, नयी दिल्ली; वीर पाल सिंह, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, शैक्षिक मापन तथा मूल्यांकन विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; विनय कुमार सिंह, *एसोसिएट प्रोफ़ेसर*, विशेष आवश्यकता समूह शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली।

हम के.जी. ओझा, *प्रोफ़ेसर* और *अध्यक्ष* (सेवानिवृत्त), रसायन विभाग, महर्षि दयानंद सरस्वती विश्वविद्यालय, अजमेर के द्वारा अध्यायों की विषय-वस्तु के प्रासंगिक अर्थपूर्ण कार्टून बनाने के लिए आभारी हैं।

इस पुस्तक के हिंदी रूपांतरण के पुनरवलोकन एवं संपादन के लिए परिषद् निम्नलिखित व्यक्तियों के प्रति भी आभार व्यक्त करती है—डी.डी. नौटियाल, *उपनिदेशक* (सेवानिवृत्त), वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, नयी दिल्ली; धर्मेन्द्र कुमार, *उप-निदेशक*, वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, नयी दिल्ली; हरी ओम, गवर्मेंट ब्यॉयज़ सीनियर सेकेंडरी स्कूल नंबर 1, घोंडा, दिल्ली; के.के. गुप्ता,बी.ए./41, शाहदरा, दिल्ली; ओ.पी. वर्मा, *उप-निदेशक* (सेवानिवृत्त), वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, नयी दिल्ली; पूजा त्यागी, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, शिक्षा विभाग, एन.आई.टी., ऋषिकेश, उत्तराखंड; राजेन्द्र जोशी, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर* (सेवानिवृत्त), डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली; एस.सी. सक्सेना,*उप-निदेशक* (सेवानिवृत्त), वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, नयी दिल्ली; *वी.बी. भाटिया, प्रोफ़ेसर*

© NCERT not to be republished

(सेवानिवृत्त), दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली; विनीत कुमार शर्मा, *टी.जी.टी.* (विज्ञान), राष्ट्रीय प्रतिभा विकास विद्यालय, गांधी नगर, दिल्ली; वी.पी. आर्य, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर*, भौतिकी, क्षेत्रीय शिक्षा संस्थान, एन.सी.ई.आर.टी., अजमेर; योगिता व्यास, *व्याख्याता*, डाइट, दरियागंज, दिल्ली।

विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग, एन.सी.ई.आर.टी. के *अध्यक्ष* हुकुम सिंह को उनके मार्गदर्शन तथा सहयोग के लिए विशेष रूप से धन्यवाद देते हैं।

परिषद् डी.ई.एस.एम. के ए.पी.सी. ऑफ़िस तथा प्रशासनिक स्टाफ़ के सहयोग के लिए दीपक कपूर, *प्रभारी*, कंप्यूटर स्टेशन; पवन कुमार बरियार, डी.टी.पी. सेल, प्रकाशन प्रभाग; अरुण कुमार तथा मुकेश कुमार, *डी.टी.पी. ऑपरेटर*; कहकशा, *सहायक संपादक* (संविदा); शशी देवी, *कॉपी एडिटर*; अनुपमा भारद्वाज, *प्रूफ़ रीडर*; कुलदीप कुमार तथा सुमित प्रसाद, *कंप्यूटर टाइपिस्ट*, के प्रति इस पुस्तक को आकार देने के लिए आभार प्रकट करती है। सादिक सईद, रमेश कुमार, फररूख फातमा, *डी.टी.पी. ऑपरेटर* द्वारा किया गया कठिन परिश्रम अति प्रशंसनीय है।

हम इस पुस्तक के प्रकाशन के लिए प्रकाशन प्रभाग, एन.सी.ई.आर.टी. के प्रति अत्यंत आभारी हैं।

© NCERT not to be republished

विषय-सूची

आमुख *iii*
प्राक्कथन *v*
पुस्तक के विषय में *ix*

भाग 1

1. विज्ञान की प्रकृति **1 – 30**
1.1 विज्ञान क्या है? 1
1.2 विज्ञान की प्रकृति 2
1.3 वैज्ञानिक विधि – एक विवेचनात्मक दृष्टिकोण 22
1.4 एक दृष्टांत – विज्ञान कैसे कार्य करता है? 25
1.5 विज्ञान शिक्षक की भूमिका 26
1.6 सारांश 28

2. विज्ञान और समाज **31– 52**
2.1 परिचय 31
2.2 भौतिक विज्ञान और समाज 35
2.3 शिक्षक की भूमिका 43
2.4 कुछ प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों का योगदान 45
2.5 सारांश 50

3. भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्य **53 – 81**
3.1 परिचय 54
3.2 विज्ञान अधिगम के लक्ष्य 55
3.3 विज्ञान के माध्यम से ज्ञान एवं समझ 55
3.4 विज्ञान की प्रक्रिया के कौशलों का पोषण 57
3.5 वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा वैज्ञानिक मनोदशा का विकास 60
3.6 स्वाभाविक जिज्ञासा, सर्जनात्मकता तथा सौंदर्यपरक अनुभूति का पोषण 66
3.7 भौतिक विज्ञान शिक्षा को प्राकृतिक तथा सामाजिक परिवेश, प्रौद्योगिकी तथा समाज से संबद्ध करना 72
3.8 विज्ञान शिक्षण द्वारा नैतिक मूल्यों को आत्मसात् करना 76
3.9 समस्या समाधान कौशलों का विकास 78

© NCERT not to be republished

3.10 विज्ञान शिक्षक की भूमिका 79
3.11 सारांश 80

4. भौतिक विज्ञान के अधिगम उद्देश्य 82 – 114
4.1 परिचय 82
4.2 अधिगम उद्देश्यों का अभिप्राय 83
4.3 अधिगम उद्देश्य विकसित करना 85
4.4 शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण – एंडरसन और कर्थवाल का वर्गीकरण 88
4.5 अधिगम उद्देश्यों का लेखन 97
4.6 उच्च प्राथमिक, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर अधिगम उद्देश्यों के दृष्टांत 105
4.7 निर्मितिवाद के परिप्रेक्ष्य में अधिगम उद्देश्य 108
4.8 सारांश 112

5. शिक्षार्थी का अन्वेषण 115 – 151
5.1 परिचय 115
5.2 प्रत्येक शिक्षार्थी अपने आप में अद्वितीय होता है 117
5.3 शिक्षार्थियों को अपने पूर्ववती ज्ञान को कक्षा में उपयोग में लाने के लिए प्रेरित करना 118
5.4 शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करना 124
5.5 भौतिक विज्ञान के अधिगम में सहनिर्धारण और मध्यगता में शिक्षार्थियों की भूमिका 135
5.6 शिक्षार्थियों को प्रश्न उठाने और पूछने के लिए प्रोत्साहित करना 138
5.7 स्थानीय संसाधनों से सामग्री एकत्रित करने के लिए शिक्षार्थियों को प्रोत्साहित करना 146
5.8 सारांश 150

6. भौतिक विज्ञान में विद्यालय पाठ्यचर्या 152 – 181
6.1 परिचय 152
6.2 पाठ्यचर्या की रूपरेखा के विकास का इतिहास 154
6.3 पाठ्यचर्या की रूपरेखा, पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम 155

© NCERT not to be republished

6.4 विषय-केंद्रित से व्यावहारवादी, व्यावहारवादी से निर्मितिवादी उपागम तक की पाठ्यचर्या की विकास यात्रा 163
6.5 विज्ञान पाठ्यचर्या पर राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं (एन.सी.एफ.) के सुझाव 170
6.6 एन.सी.ई.आर.टी. पाठ्यक्रमों की प्रवृत्तियाँ 172
6.7 पाठ्यपुस्तक से शिक्षण-अधिगम सामग्री की ओर झुकाव 175
6.8 पाठ्यचर्या विकासक के रूप में शिक्षक 176
6.9 सारांश 178

7. भौतिक विज्ञान में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव 182 – 217

7.1 परिचय 182
7.2 विज्ञान का ज्ञान के एक स्थिर भंडार के रूप से ज्ञान के निर्माण के प्रक्रम तक शिक्षाशास्त्रीय बदलाव 184
7.3 विज्ञान अधिगम का लोकतंत्रीकरण – विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र 201
7.4 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – शिक्षण-अधिगम अनुभवों का नियोजन 204
7.5 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – समावेशन 210
7.6 सारांश 215

8. भौतिक विज्ञान अधिगम के लिए उपागम तथा कार्यनीतियाँ 218 – 280

8.1 परिचय 219
8.2 1950 से 1980 तक का परिदृश्य 220
8.3 1980 के पश्चात् का परिदृश्य 222
8.4 भौतिक विज्ञान अधिगम के उपागम तथा कार्यनीतियाँ 223
8.5 निर्मितिवाद उपागम 226
8.6 5E अधिगम उपागम 229
8.7 सहयोगात्मक अधिगम उपागम (CLA) 232
8.8 समस्या समाधान उपागम (PSA) 240
8.9 संकल्पना मानचित्रण 248
8.10 अनुभवजन्य अधिगम 254
8.11 संज्ञानात्मक द्वंद्व 258
8.12 अन्वेषण उपागम 262

© NCERT not to be republished

8.13 अनुरूपता कार्यनीति 264
8.14 शिक्षार्थी के लिए स्व-अध्ययन सुगम बनाना 266
8.15 विज्ञान में संचारण 271
8.16 सारांश 277

9. सामुदायिक संसाधन एवं प्रयोगशाला 281 – 327
9.1 परिचय 281
9.2 आस-पास के परिवेश से अधिगम संसाधन 283
9.3 सामुदायिक संसाधनों का उपयोग करना 288
9.4 अधिगम संसाधनों का एकत्रीकरण करना 293
9.5 उपकरणों को कार्यसाध्य बनाना 294
9.6 रसायनों के कुछ सस्ते स्रोत 298
9.7 विज्ञान किट 300
9.8 अधिगम संसाधन के रूप में प्रयोगशाला 303
9.9 संसाधनों के उपयोग में आने वाली बाधाओं से निपटना 322
9.10 सारांश 325

© NCERT not to be republished

विषय-सूची

भाग 2

10. भौतिक विज्ञान अधिगम में मुद्रण तथा सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी संसाधन
11. भौतिक विज्ञान अधिगम के आकलन के लिए उपकरण एवं प्रविधियाँ
12. भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम की योजना
13. भौतिक विज्ञान में आजीवन अधिगम
14. भौतिक विज्ञान के शिक्षकों का व्यावसायिक विकास
15. शिक्षक– एक शोधकर्ता

© NCERT not to be republished

भारत का संविधान

उद्देशिका

हम, भारत के लोग, भारत को एक [1][**संपूर्ण प्रभुत्व-संपन्न समाजवादी पंथनिरपेक्ष लोकतंत्रात्मक गणराज्य**] बनाने के लिए, तथा उसके समस्त नागरिकों को :

सामाजिक, आर्थिक और राजनैतिक **न्याय,**

विचार, अभिव्यक्ति, विश्वास, धर्म और उपासना की **स्वतंत्रता,**

प्रतिष्ठा और अवसर की **समता**

प्राप्त कराने के लिए,

तथा उन **सब में**

व्यक्ति की गरिमा और [2][**राष्ट्र की एकता और अखंडता**] सुनिश्चित करने वाली **बंधुता**

बढ़ाने के लिए

दृढ़संकल्प होकर **अपनी इस संविधान सभा में** आज तारीख 26 नवंबर, 1949 ई. को **एतद्द्वारा इस संविधान को अंगीकृत, अधिनियमित और आत्मार्पित करते हैं।**

---

1. संविधान (बयालीसवां संशोधन) अधिनियम, 1976 की धारा 2 द्वारा (3.1.1977 से) "प्रभुत्व-संपन्न लोकतंत्रात्मक गणराज्य" के स्थान पर प्रतिस्थापित।
2. संविधान (बयालीसवां संशोधन) अधिनियम, 1976 की धारा 2 द्वारा (3.1.1977 से) "राष्ट्र की एकता" के स्थान पर प्रतिस्थापित।

© NCERT not to be republished

अध्याय 1

विज्ञान की प्रकृति

1.1 विज्ञान क्या है?

1.2 विज्ञान की प्रकृति

1.2.1 विज्ञान प्रकृति के अवलोकन की एक विशिष्ट विधि है

1.2.2 विज्ञान तेज़ी से विस्तार करते ज्ञान का भंडार है

1.2.3 विज्ञान शिक्षा-प्राप्ति का एक अंतरविषयक क्षेत्र है

1.2.4 विज्ञान वास्तव में एक अंतर्राष्ट्रीय उद्यम है

1.2.5 विज्ञान सदैव अनंतिम होता है

1.2.5(a) वैज्ञानिक सिद्धांतों की अनंतिम प्रकृति

1.2.6 विज्ञान संशयवाद को प्रोत्साहन देता है – वैज्ञानिक अत्यधिक संशयी लोग होते हैं

1.2.7 विज्ञान अपने कार्यकर्ताओं से दृढ़ निश्चय की माँग करता है।

1.2.8 विज्ञान अन्वेषण के लिए एक उपागम है और ज्ञान निर्माण करने की एक प्रक्रिया है।

1.3 वैज्ञानिक विधि – एक विवेचनात्मक दृष्टिकोण

1.4 एक दृष्टांत – विज्ञान कैसे कार्य करता है?

1.5 विज्ञान शिक्षक की भूमिका

1.6 सारांश

© NCERT not to be republished

1.1 विज्ञान क्या है?

मानव स्वभाव से जिज्ञासु होते हैं। इस जिज्ञासा ने प्राचीन काल से ही उन्हें अपने आस-पास के संसार की छान-बीन करने के लिए बाध्य किया है। समय के साथ-साथ मानव जाति के लाभ के लिए प्रकृति को नियंत्रित करना तथा उसमें हस्तक्षेप करना इस छान-बीन का एक अभिन्न अंग बन गया है।

प्रारंभ में अन्वेषण की गति धीमी थी। परंतु पिछली कुछ शताब्दियों में अन्वेषण की गति में आशातीत वृद्धि हुई है। इसका कारण बेहतर साधनों की उपलब्धता तथा पश्चिम में औद्योगिक क्रांति है। यह खेदजनक है कि औद्योगिक क्रांति ने प्रकृति की खोज में एक अवांछनीय तत्व

शामिल कर दिया। खोज केवल सभी के हितों के लिए प्रकृति को अनुकूल करने और नियंत्रित करने का ही साधन नहीं रह गई, अपितु कुछ चुनिंदा लोगों के लाभ के लिए प्राकृतिक संसाधनों को नियंत्रित करने का साधन भी बन गई है।

मानव जाति द्वारा की गई खोज की निरंतर गतिविधियाँ ज्ञान के विशाल स्रोत के रूप में उपलब्ध हो गई हैं, जिसे **प्राकृतिक विज्ञान** कहते हैं। प्राकृतिक विज्ञान में हम प्रकृति के विषय में अध्ययन करते हैं जिसमें संपूर्ण विश्व सम्मिलित है। अध्ययन की सुविधा के लिए इस ज्ञान को अब विभिन्न विषय-क्षेत्रों में व्यवस्थित कर दिया गया है। यह ज्ञान छान-बीन, प्रेक्षणों और उनके तर्कसंगत विस्तारों पर आधारित है। प्रयोगों द्वारा इसका परीक्षण किया जा सकता है अथवा इसके लिए ऐसा स्पष्टीकरण दिया जा सकता है जो तर्कसंगत तथा विश्वसनीय हो।

इसी व्यवस्थित ज्ञान को जिसका केंद्रीय प्रसंग छान-बीन, तार्किक विवेचन और प्रायोगिक प्रेक्षण होता है, हम विज्ञान कहते हैं। सही अर्थों में विज्ञान ज्ञान का वह क्षेत्र है जिसमें अन्वेषण की प्रमुखता रहती है।

क्रियाकलाप 1.1

क्या राजनीति विज्ञान एक विज्ञान है? अंतिम पैराग्राफ़ में विज्ञान की परिभाषा को ध्यान में रखकर इसकी विवेचना कीजिए। क्या राजनीति विज्ञान तथा विज्ञान की तुलना की जा सकती है? अपने उत्तर के कारण दीजिए।

1.2 विज्ञान की प्रकृति

विज्ञान के कुछ ऐसे विशिष्ट लक्षण हैं जो इसे मानव प्रयासों के अन्य क्षेत्रों से अलग करते हैं। ये लक्षण विज्ञान की प्रकृति को परिभाषित करते हैं। ये उन शर्तों को भी तय करते हैं जिनके आधार पर आप विज्ञान से जुड़ सकते हैं। इनकी विस्तार से विवेचना आगे की जा रही है।

1.2.1 विज्ञान प्रकृति के अवलोकन की एक विशिष्ट विधि है

- प्रात: काल सैर करने वाला कोई व्यक्ति उगते सूर्य को देखता है। पृथ्वी को प्रकाश और ऊर्जा प्रदान करने के लिए सूर्य देवता को प्रणाम करता है और उसे संतुष्ट करने के लिए प्रार्थना भी कर सकता है। प्रात: सैर को निकला वैज्ञानिक मनोवृत्ति वाला कोई अन्य व्यक्ति सूर्य को पृथ्वी पर सभी प्रकार के ऊर्जा का स्रोत मानते हुए यह सोच-विचार भी कर सकता है कि सूर्य को ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है। वह यह जानने को उत्सुक हो सकता है कि इस ऊर्जा उत्पादन का प्रक्रम क्या है और मानव कल्याण के लिए इस प्रक्रम को पृथ्वी पर किस प्रकार दोहराया जा सकता है।
- महामारी के समय मानव जाति को बचाने के लिए लोग प्रार्थना करते हैं और दैविक सहायता की माँग करते हैं। दूसरी ओर, वैज्ञानिक महामारी के लिए उत्तरदायी रोगाणु की पहचान का

© NCERT not to be republished

प्रयास करते हैं तथा बीमारी से लड़ने और लोगों को बचाने के लिए इलाज करने की युक्तियों को विकसित करने का प्रयास करते हैं।

- ग्रहण के समय लोग प्रार्थना करते हैं, उपवास रखते हैं और दान देते हैं ताकि इस परिघटना से होने वाले किसी भी बुरे प्रभाव से बचा जा सके। वैज्ञानिक ग्रहण को एक प्राकृतिक परिघटना के रूप में देखते हैं, उस दृश्य का आनंद लेते हैं, समझने का प्रयास करते हैं कि यह घटना किस कारण होती है और खोज करते हैं कि क्या इसके कोई दुष्प्रभाव हो सकते हैं।

क्रियाकलाप 1.2

अपने अनुभव के आधार पर दो उदाहरण दीजिए जो किसी सामान्य व्यक्ति और किसी वैज्ञानिक प्रवृत्ति वाले व्यक्ति के दृष्टिकोण के अंतर को स्पष्ट करते हों।

1.2.2 विज्ञान तेज़ी से विस्तार करते ज्ञान का भंडार है

प्रतिदिन नए-नए विषय-क्षेत्र खोजे जा रहे हैं और स्थापित किए जा रहे हैं। साथ ही स्थापित विषय क्षेत्र उच्च शिक्षा संस्थानों में किए जा रहे शोधकार्यों द्वारा समृद्ध हो रहे हैं। ज्ञान का यह भंडार केवल प्रचंड गति से बढ़ ही नहीं रहा है, वरन् नया ज्ञान कुछ पुराने ज्ञान का स्थान भी ले रहा है। अपने चारों ओर देखिए। आप पाएँगे कि आपके द्वारा उपयोग में लाई जा रही अनेक वस्तुओं की प्रौद्योगिकी पिछले पाँच-दस वर्षों में पूरी तरह से बदल चुकी है। उदाहरण के लिए, ऑडियो-टेप अब लगभग लुप्त हो गए हैं; इनका स्थान कॉम्पैक्ट डिस्क (C.D) ने ले लिया है, जो स्वयं भी तेज़ी से अब अन्य संचार साधनों द्वारा प्रतिस्थापित होती जा रही है। इस संदर्भ में विज्ञान एक अत्यंत गतिशील ज्ञान है।

1.2.3 विज्ञान शिक्षा प्राप्ति का एक अंतरविषयक क्षेत्र है

भारतीय, चीनी, यूनानी, ग्रीक और मिस्र जैसी अन्य प्राचीन संस्कृतियों में विज्ञान फलता-फूलता रहा है। परंतु जिस ज्ञान को आज हम विज्ञान कहते हैं, यह कुछ शताब्दियों से अधिक पुराना नहीं है। वास्तव में, विज्ञान (ज्ञान के संदर्भ में) और वैज्ञानिक जैसे शब्द अपेक्षाकृत नए हैं। पहले विज्ञान को प्राकृतिक दर्शनशास्त्र कहते थे। यह इस तथ्य की ओर संकेत करता है कि विज्ञान सभी प्राकृतिक परिघटनाओं की खोजबीन करता है, चाहे वह धरा पर हों, आकाश में हों, चाहे वे समुद्र में जल के नीचे हों अथवा वे मानव के शरीर से संबंधित हों। परंतु, जब ज्ञान का भंडार विशाल हो गया, तो वैज्ञानिकों ने अपने अध्ययन क्षेत्र को सीमित कर उसमें ही विशिष्टता अर्जित करना प्रारंभ कर दिया। तब सुविधा की दृष्टि से ज्ञान को भौतिकी, रसायन, जीवविज्ञान, भूविज्ञान, खगोल विज्ञान, जैसे विषय क्षेत्रों में व्यवस्थित किया जाने लगा, यद्यपि कोई प्राकृतिक परिघटना किसी

© NCERT not to be republished

एक विषय क्षेत्र में सीमित नहीं की जा सकती। अत: किसी एक विषय का अन्य विषय क्षेत्रों से स्पष्ट विभाजन संभव नहीं है। कई वैज्ञानिक प्रकरण एक से अधिक विषय के अंतर्गत आते हैं। वास्तव में, वर्तमान में एक से अधिक विषय क्षेत्रों अथवा अंतरक्षेत्रीय विषयों का अध्ययन करने का चलन हो गया है। उदाहरण के लिए, जैवप्रौद्योगिकी, आण्विक जीवविज्ञान और जैवरसायन जैसे नवीन और सशक्त विषय क्षेत्रों पर विचार करें, जो वर्तमान समय में उभर कर आए हैं। इन विषय क्षेत्रों के अध्ययन में भौतिकी, गणित और रसायन के साथ-साथ जीवविज्ञान का अध्ययन भी आवश्यक है। क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि रोग-निदान की वर्तमान युक्तियों का विकास भौतिकी, रसायन, जीवविज्ञान, गणित, कंप्यूटर विज्ञान और अन्य विषय क्षेत्रों के विशेषज्ञों के अनुभवों को सम्मिलित किए बिना और एक-दूसरे का सहयोग किए बिना संभव हो सकता था? आइए, ऊष्मागतिकी के एक उदाहरण पर विचार करें जो हमारी विज्ञान की अंतरविषयक प्रकृति को स्पष्ट करने में सहायता करेगा।

- ऊष्मागतिकी विज्ञान की एक शाखा है जो ऊर्जा के विभिन्न रूपों और उनके अंतरा-रूपांतरण से संबद्ध नियमों पर विचार करती है। ऊष्मागतिकी का शून्यकोटि नियम ऊष्मागतिक साम्य का कथन है, अर्थात्, जब भिन्न ताप वाले दो निकाय साथ रखे जाते हैं तो दोनों में ऊष्मा का परस्पर विनिमय तब तक होता रहता है जब तक कि दोनों का ताप बराबर नहीं हो जाता। वास्तव में इस नियम के आधार पर किसी निकाय को पूर्ण मानकर उसके ताप को परिभाषित किया जाता है। ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के अनुसार किसी विलगित निकाय की कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है, तथापि इसका एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरण हो सकता है। दूसरा नियम स्पष्ट करता है कि किसी न्यूनताप वाले पिंड से उच्च ताप वाले पिंड में ऊर्जा का स्थानांतरण तब तक नहीं हो सकता जब तक बाह्य स्रोत से अतिरिक्त ऊर्जा उपलब्ध न की जाए। इन नियमों के दूरगामी परिणामों के कारण, हमें प्रकृति के सभी प्रक्रमों को समझने के लिए ऊष्मागतिकी का गहन ज्ञान होना चाहिए, चाहे वे प्रक्रम भौतिक हों, रासायनिक हों अथवा जैविक हों, जो कि विज्ञान की विभिन्न शाखाओं से जुड़े हुए हैं।
- आइए, भौतिक प्रक्रमों पर विचार करें। मान लीजिए हम ज्ञात आयतन के जल को गरम करते हैं। इसका ताप बढ़ता है। यदि हम ऊष्मा देना जारी रखें तो जल उबलने लगता है और यदि फिर भी हम ऊष्मा देना जारी रखें तो उसका ताप बढ़ना बंद हो जाता है। आप इस विचित्र व्यवहार को कैसे समझते हैं? इसे समझने के लिए आपको ऊष्मागतिकी की आवश्यकता होगी। जल की दो प्रावस्थाएँ, द्रव और गैस, एक साथ साम्य में किस प्रकार रहती हैं? इसका उत्तर पाने के लिए भी हमें ऊष्मागतिकी की आवश्यकता होगी। भौतिक प्रक्रम के एक अन्य उदाहरण के रूप में मान लीजिए कि हम किसी कमरे को ठंडा करना चाहते हैं। इसका अर्थ यह है कि हमें कमरे की अपेक्षाकृत ठंडी वायु में से ऊष्मा को बाहर की गरम वायु में स्थानांतरित करना होगा। ऊष्मागतिकी हमें यह बताती है कि ऐसा करने के लिए हमें अतिरिक्त ऊर्जा खर्च करने की आवश्यकता होगी। यह अतिरिक्त ऊर्जा विद्युत द्वारा दी जाती है जो एयर कंडीशनर

को कमरा ठंडा करने की क्षमता प्रदान करती है। अंत में, एक और उदाहरण पर विचार करें। क्या किसी ऊष्मा इंजन, जैसे कार के इंजन की दक्षता की कोई सीमा होती है? ऊष्मागतिकी हमें बताती है कि किसी भी इंजन की दक्षता 100 प्रतिशत नहीं हो सकती; अधिकतम दक्षता कार्नोट (Carnot) ऊष्मा इंजन की होती है, यह केवल एक आदर्श है।

- ऊष्मागतिकी का समावेश सभी रासायनिक प्रक्रमों में भी होता है। हम पहले ही बता चुके हैं कि ऊष्मागतिकी पदार्थ की विभिन्न प्रावस्थाओं के साम्य को नियंत्रित करती है। किसी रासायनिक अभिक्रिया में कितनी ऊष्मा उत्सर्जित अथवा अवशोषित होती है, ऊष्मागतिकी द्वारा परिकलित की जा सकती है। लोहे की किसी वस्तु पर जंग लगना अथवा प्रकाश संश्लेषण का प्रक्रम ऐसी रासायनिक अभिक्रियाओं के ही उदाहरण हैं। ऊष्मागतिकी पर विचार किए बिना हम गैसों के मिश्रण, जैसे कि पृथ्वी के वायुमंडल के व्यवहार को नहीं समझ सकते। इसका एक महत्वपूर्ण आशय यह है कि पर्यावरण अध्ययन में ऊष्मागतिकी अवश्य सम्मिलित होनी चाहिए। ऊष्मागतिकी का समावेश सभी जैविक प्रक्रमों में भी होता है। पाचन या श्वसन, या कोशिका विभाजन जैसे जैव प्रक्रमों पर विचार करें। इन सभी में ऊष्मा ऊर्जा और इसलिए ऊष्मागतिकी का समावेश होता है। सभी जीवधारियों में उपापचय वास्तव में रासायनिक प्रक्रम के अलावा कुछ नहीं है। इसलिए इन तंत्रों का अध्ययन ऊष्मागतिकी के नियमों को समझे बिना नहीं किया जा सकता। वास्तव में, जैवऊष्मागतिकी जैसे विशिष्ट विषय विकसित हो चुके हैं, जो जैवरासायनिक अभिक्रियाओं की ऊष्मागतिकी का अध्ययन करते हैं।
- जैव अणु रासायनिक यौगिक हैं जो जीवधारियों में पाए जाते हैं। कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, विटामिन, न्यूक्लीक अम्ल, लिपिड, इत्यादि इनके उदाहरण हैं। जैव अणुओं का अध्ययन जैवरसायन, आण्विक जीवविज्ञान, जैव अभियांत्रिकी और इसी प्रकार के अन्य अध्ययन क्षेत्रों से निकटता से जुड़ा हुआ है। जैवआण्विक संरचना का अध्ययन एक्स-किरण क्रिस्टलोग्राफ़ी अथवा नाभिकीय चुंबकीय अनुनादी स्पेक्ट्रोमिति (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy — N.M.R) का उपयोग करके किया जा सकता है, जिसके लिए भौतिकी का ज्ञान आवश्यक है।
- पृष्ठ रसायन ऐसी परिघटनाओं से संबंध रखता है जो पृष्ठों के अंतरापृष्ठ पर घटित होती हैं। अंतरापृष्ठ पर प्रेक्षित परिघटनाओं में से कुछ हैं — अधिशोषण, संक्षारण, विषमांगी उत्प्रेरण, क्रिस्टलन और कोलॉइड बनना। आइए, अधिशोषण पर विचार करें। अधिशोषण किसी पदार्थ के पृष्ठ के कणों तथा उसके अंदर स्थित कणों के परिवेश में अंतर होने के कारण उत्पन्न होता है। पदार्थ के अंदर स्थित कणों पर लग रहे बल संतुलित होते हैं, परंतु पृष्ठीय कणों पर असंतुलित अथवा अवशिष्ट आकर्षक बल कार्य करते हैं। अधिशोषण के समय अवशिष्ट आकर्षक बलों में कमी आती है, क्योंकि अधिशोषित पदार्थ (जो अधिशोषित होता है) के कण अधिशोषक (पृष्ठ जिस पर अधिशोषण हो रहा है) से जुड़ जाते हैं। परिणामस्वरूप पृष्ठ ऊर्जा में कुछ कमी आ जाती है जो ऊष्मा के रूप में विमोचित हो जाती है। अत: रसायन में

© NCERT not to be republished

अधिशोषण को समझने के लिए बल और ऊर्जा की संकल्पना आवश्यक है जो भौतिकी से प्राप्त होती है। इस प्रकार पृष्ठ रासायनिकी का पृष्ठ भौतिकी और पृष्ठ अभियांत्रिकी से गहरा संबंध है। पृष्ठ भौतिकी का लक्ष्य स्पिनट्रोनिक्स, नैनोस्ट्रक्चर्स तथा पृष्ठ विसरण जैसे विषयों का अध्ययन करना है, जबकि पृष्ठ अभियांत्रिकी का लक्ष्य उपयुक्त पदार्थों का उपयोग करके पृष्ठों की रासायनिक रचना में सुधार करना है।

क्रियाकलाप 1.3

निम्नलिखित विषयों पर प्रत्येक की केंद्रीय थीम पर एक पैराग्राफ़ लिखने के लिए अपने पुस्तकालय में या इंटरनेट पर स्रोतों की खोज कीजिए– जनसंख्या गतिकी, द्रव्य विज्ञान, जीवाश्म विज्ञान। इनकी अंतरविषयक प्रकृति की विवेचना कीजिए।

1.2.4 विज्ञान वास्तव में एक अंतर्राष्ट्रीय उद्यम है

आधुनिक विज्ञान का एक अन्य पहलू भी है जिस पर विचार किया जाना चाहिए। वास्तव में यह एक अंतर्राष्ट्रीय उद्यम है। सभी देशों के पुरुष और महिलाएँ विज्ञान की उन्नति और उसके अनुप्रयोगों में भागीदार बनते हैं। विज्ञान में अधिकांश बड़ी परियोजनाएँ बहुत से राष्ट्रों के वैज्ञानिकों के दलों द्वारा चलाई जाती हैं। इसका कारण यह है कि अधिकांश बड़ी परियोजनाओं के लिए मानव और वित्तीय संसाधन उपलब्ध कराना किसी भी एक राष्ट्र की पहुँच के बाहर होता है। मानव जीनोम के मानचित्रण में बहुत से राष्ट्रों के वैज्ञानिकों का सहयोग लिया गया। यूरोपियन ऑर्गनाइज़ेशन फ़ॉर न्यूक्लियर रिसर्च (C.E.R.N) में स्थित *लार्ज हैड्रॉन कोलॉइडर* को भारत सहित अनेक राष्ट्रों के वैज्ञानिकों ने मिलकर बनाया है। इस मशीन पर भारतीय वैज्ञानिकों सहित कई अन्य राष्ट्रों के वैज्ञानिकों द्वारा प्रयोग किए जा रहे हैं। अंतरिक्ष उपग्रहों के पेलोड के विकास में भी अंतर्राष्ट्रीय छाप होती है। अधिकांश परियोजनाओं में अंतर्राष्ट्रीय सहयोग आज सामान्य बात है। इस दृष्टि से विज्ञान किसी एक देश या देशों के समूह का नहीं है और विश्व के किसी भी देश को वैज्ञानिक विकास के लाभों से वंचित रखना आचरण और नैतिक दृष्टि से गलत है।

क्रियाकलाप 1.4

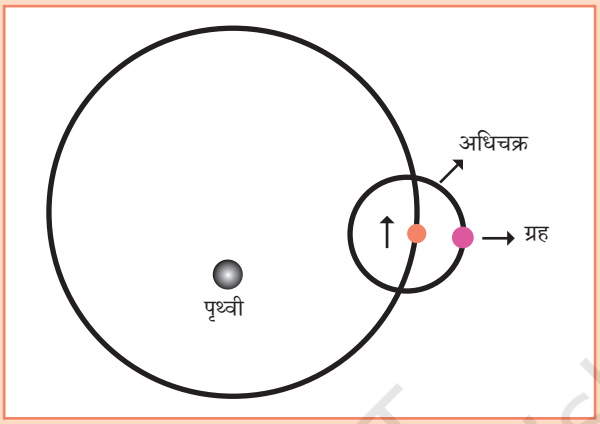
विज्ञान में अंतर्राष्ट्रीय सहयोग के दो और उदाहरणों की खोज कीजिए। अपनी खोज के परिणामों से अपने सहपाठियों को अवगत कराइए।

1.2.5 विज्ञान सदैव अनंतिम होता है

जब कभी भी नए प्रायोगिक प्रेक्षणों के रूप में अथवा नए सैद्धांतिक विकासों के रूप में नए साक्ष्य सामने आते हैं, तो सभी सिद्धांत यहाँ तक कि दिखने में सुदृढ़ आधार वाले सिद्धांत भी, संशोधित या सुधारे जा सकते हैं या पूर्ण रूप से त्यागे जा सकते हैं।

© NCERT not to be republished

- प्राचीन काल में विश्व के सिद्धांतों में पृथ्वी को विश्व का केंद्र माना गया। इस प्रकार का विश्व भूकेंद्रीय विश्व कहा गया। इस सिद्धांत में लोगों का इतना प्रबल विश्वास था कि यह धार्मिक आस्था का हिस्सा बन गया। जो लोग ऐसा सोचते थे कि विश्व के केंद्र पर सूर्य है, उन पर ध्यान नहीं दिया गया।



चित्र 1.1— भूकेंद्रीय सिद्धांत-ग्रह एक अधिचक्र पर घूमता है जिसका केंद्र पृथ्वी के चारों ओर एक वृत्त में घूमता है।

- अधिचक्रों (कुछ मामलों में कई अधिचक्रों) को सम्मिलित करके कई ऐसे मॉडल (चित्र1.1) बनाए गए ताकि ग्रहों संबंधी प्रेक्षणों को भूकेंद्रीय सिद्धांत के अनुसार समायोजित किया जा सके। परंतु जब कॉपरनिकस, केपलर और गैलीलिओ के अध्ययनों से यह पता लग गया कि विश्व के केंद्र पर सूर्य होना चाहिए (सूर्य केंद्रीय विश्व), तो भी वैज्ञानिक भूकेंद्रीय सिद्धांत को त्यागने के लिए तैयार नहीं थे। यहाँ तक कि धार्मिक प्रभुत्व वाले लोग इस सीमा तक चले गए कि उन्होंने गैलीलिओ के इस तर्क को प्रस्तुत करने के लिए कि पृथ्वी सौर मंडल का केंद्र नहीं है, उन्हें दंड देने का निर्णय ले लिया। आखिरकार भूकेंद्रीय विश्व के विरुद्ध तर्क इतने सशक्त हो गए कि उसे त्यागना ही पड़ा और उसके स्थान पर सूर्यकेंद्रीय विश्व को मान्यता देनी पड़ी।
- न्यूटन का यांत्रिकी का सिद्धांत लगभग दो सौ वर्षों तक छाया रहा। इस सिद्धांत में विश्वास इतना प्रबल था कि यह लोकप्रिय संस्कृति का हिस्सा बन गया। इसकी मुख्य संकल्पना निश्चयवाद (निश्चयवाद का मानना है कि यदि हमें किसी कण की स्थिति अभी ज्ञात है, तो हम इसकी स्थिति को भविष्य अथवा भूतकाल में किसी भी समय ज्ञात कर सकते हैं) पर आधारित थी जिससे दर्शनशास्त्र में नई विचारधारा का जन्म हुआ। फिर भी जब अवपरमाण्विक कणों और बहुत स्थूल निकायों (जैसे ग्रह और तारे) से संबंधित प्रेक्षण न्यूटन के सिद्धांत में समायोजित नहीं हो पाए, तो एक नया सिद्धांत अस्तित्व में आ गया। इस अपवाद का एक उदाहरण था सूर्य के चारों ओर बुध की कक्षा के सूर्यनीच (perihelion) का पुरस्सरण। नया सिद्धांत, न्यूटन के सिद्धांत का सुधरा हुआ रूप था जो बहुत छोटे और बहुत स्थूल निकायों से संबंधित प्रेक्षणों को समझने में सक्षम था। यह सिद्धांत आइंस्टाइन का

© NCERT not to be republished

आपेक्षिकता का सिद्धांत था। सामान्य निकायों के लिए इसके परिणाम भी न्यूटन के सिद्धांत के अनुरूप पाए गए।

- जैवविविधता की विपुलता ने न केवल सामान्य व्यक्तियों को, बल्कि वैज्ञानिकों को भी आकर्षित किया है। प्रत्येक ने अपनी व्यक्तिगत पृष्ठभूमि के अनुरूप इस विविधता को भिन्न-भिन्न प्रकार से सराहा है। एक विश्वास यह था कि पृथ्वी पर हर प्रकार के जीवन की उत्पत्ति ईश्वर द्वारा की गई है। परंतु 1850 के दशक में डार्विन और वैलेस ने यह विचार प्रस्तुत किया कि विभिन्न प्रकार के जीवों की उत्पत्ति पृथ्वी पर ही हुई है। अन्य शब्दों में, जैवविविधता का प्रतिरूप करोड़ों वर्षों के परिवर्तनों के फलस्वरूप हुआ है और विभिन्न प्रकार के जीव केवल पहले से उपस्थित जीवों से ही उत्पन्न हो सकते हैं। परंतु इससे इस प्रश्न का उत्तर नहीं मिलता कि पृथ्वी पर जीवन कैसे प्रारंभ हुआ। पृथ्वी पर जीवन के प्रथम रूपों की उत्पत्ति के बारे में वैज्ञानिकों ने विभिन्न परिकल्पनाएँ प्रस्तुत कीं। वे सत्य को जानने के लिए इन परिकल्पनाओं का परीक्षण आज भी कर रहे हैं। अभी तक इस प्रश्न के संतोषजनक उत्तर से हम बहुत दूर हैं। परंतु वैज्ञानिकों का विश्वास है कि जीवन पहले से उपस्थित जीवन से ही उत्पन्न हो सकता है। इस प्रेक्षण को कि बहुत से जीव अपने समलक्षणों में समानता दर्शाते हैं, डार्विन से पहले इस तर्क के द्वारा समझाया जाता था कि ये एक ही समूह (टैक्सोन) से संबंधित हैं। याद कीजिए कि समलक्षण का अर्थ किसी जीव के भौतिकीय और शारीरिक लक्षणों के कुल योग से है, जैसे आकृति, साइज़, रंग और व्यवहार जो कि जीवों के जीनों का उनके पर्यावरण के साथ पारस्परिक क्रिया के परिणामस्वरूप होता है। परंतु समानताओं वाले बहुत से जीवों के प्रेक्षण से डार्विन इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि वे एकसमान इसलिए हैं, क्योंकि वे एक ही प्रकार के जनकों से उत्पन्न हुए हैं। ध्यान दें कि वैज्ञानिक सिद्धांत समय के साथ कैसे बदलते हैं।

चूँकि सिद्धांत समय के साथ बदल सकते हैं, विज्ञान के सभी सिद्धांतों की स्थिति वही होती है जैसा कि हम इस क्षण जानते हैं, कल क्या होगा हम नहीं कह सकते। इसे विज्ञान की कमज़ोरी नहीं समझना चाहिए। वास्तव में यही इसकी महान ताकत है। यह अनंतिमता है, जिसका अर्थ है कि किसी प्रकरण पर अभी अंतिम निर्णय नहीं लिया गया है और यही बात नए सिद्धांतों पर कार्य करने अथवा वर्तमान सिद्धांतों में सुधार करने अथवा ज्ञात परिघटनाओं के लिए नए स्पष्टीकरण ढूँढ़ने के लिए वैज्ञानिकों को सदैव संघर्षशील बनाए रखती है। वैज्ञानिक सदैव अधिक परिष्कृत सिद्धांतों की खोज में लगे रहते हैं। इस प्रकार विज्ञान समृद्ध होता जाता है। यदि सब कुछ निर्णायक स्थिति में पहुँच जाता तो खोज करने के लिए कुछ भी नहीं होता और विज्ञान कभी भी उन्नति नहीं कर पाता।

यदि वैज्ञानिक सिद्धांत सदैव अनंतिम होते हैं और किसी भी समय परिवर्तित हो सकते हैं, तो क्या इसका अर्थ यह है कि हम वर्तमान सिद्धांतों को सीखने का कोई प्रयास न करें? नहीं, ऐसा नहीं है। हमें वर्तमान सिद्धांतों को सीखने का हर संभव प्रयास करना चाहिए। इसके अनेक कारण हैं, अपने आस-पास की दुनिया को समझने के लिए हमें सामयिक वैज्ञानिक ज्ञान की आवश्यकता

© NCERT not to be republished

होती है और फिर, आवश्यकता पड़ने पर इस ज्ञान में सुधार किया जा सकता है और तब वर्तमान सिद्धांतों की अधिकांश विषय-वस्तुओं का इस ज्ञान के साथ सामंजस्य बैठाया जा सकता है।

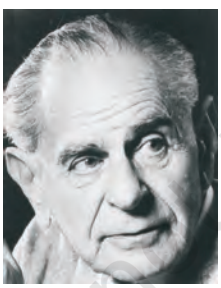
क्रियाकलाप 1.5

कम से कम एक उदाहरण (यहाँ दिए गए उदाहरणों के अलावा) देकर स्पष्ट करें कि किस प्रकार वैज्ञानिक सिद्धांत अनंतिम होते हैं। विज्ञान के अध्ययन के संदर्भ में इसका क्या तात्पर्य है?

1.2.5(a) वैज्ञानिक सिद्धांतों की अनंतिम प्रकृति

हमने जान लिया है कि किसी वैज्ञानिक सिद्धांत के तर्कसंगत रूप में विकसित होने में कई दशक, या कभी-कभी सदियाँ भी लग सकती हैं। कभी-कभी ऐसा भी होता है कि किसी विशिष्ट परिघटना से संबंधित प्रेक्षणों के किसी समूह को स्पष्ट करने के लिए दो भिन्न सिद्धांत उचित प्रतीत होते हैं। **वैज्ञानिक उस सिद्धांत को वरीयता देते हैं जो कम मान्यताओं के आधार पर अधिक प्रेक्षणों को स्पष्ट करने में सक्षम होता है।** इसे वैज्ञानिकों का सौंदर्य बोध कहा जा सकता है। ऐसा सिद्धांत ठीक नहीं समझा जाता जो एक नई परिघटना अथवा नए प्रेक्षण के स्पष्टीकरण के लिए सदैव एक नई मान्यता की सहायता ले।

एक समय था जब *भूकेंद्रीय* और *सूर्यकेंद्रीय* दोनों सिद्धांत अपने समकालीन प्रेक्षणों को समझा पाने में सक्षम थे। परंतु, जब कभी भी कोई नया ग्रहीय प्रेक्षण सामने आता *भूकेंद्रीय* सिद्धांत को एक नई मान्यता (या एक नया अधिचक्र) जोड़ना पड़ता। इसके विपरीत, *सूर्यकेंद्रीय* सिद्धांत की खूबसूरती यह थी कि केवल एक मान्यता के आधार पर कि सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर चक्कर लगा रहे हैं, सभी उपलब्ध प्रेक्षण समझाए जा सकते थे। आखिरकार इसी सिद्धांत को मान्यता मिली।



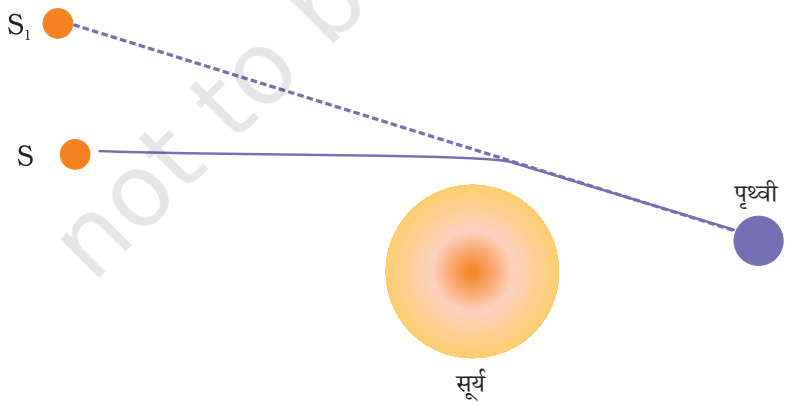
कार्ल पॉपर
(1902-1994)

आस्ट्रेलिया में जन्मे, सर कार्ल रेमंड पॉपर 20वीं शताब्दी के विज्ञान के सबसे महान दर्शनशास्त्रियों में से एक माने जाते हैं। उन्हें 1928 में विएना विश्वविद्यालय से पी.एच.डी.की डिग्री प्राप्त हुई और 1929 में उन्होंने गणित तथा भौतिकी पढ़ाने के लिए योग्यता प्राप्त की। उन्होंने प्रोफ़ेसर के रूप में लंदन स्कूल ऑफ़ इकोनॉमिक्स में अपनी सेवाएँ दीं। उन्होंने विज्ञान के दर्शनशास्त्र एवं विज्ञान के इतिहास पर व्यापक रूप से लिखा। उनकी 1972 में प्रकाशित पुस्तक *ऑब्जेक्टिव नॉलेज–एन एवोल्यूशनरी एप्रोच* (विषयपरक ज्ञान–एक विकासवादी उपागम), ने विज्ञान को विज्ञान से भिन्न विषयों से विभेदित करने के लिए 'मिथ्याकरणीयता' (फालसीफ़िएबिलिटी) की संकल्पना को लोकप्रिय बनाया। उन्हें 1965 में एलिजाबेथ II ने नाइट की उपाधि से अलंकृत किया। 1976 में वे फ़ैलो ऑफ़ रॉयल सोसाइटी के सदस्य चुने गए।

इस संदर्भ में न्यूटन का गुरुत्वीय सिद्धांत एक श्रेष्ठ सिद्धांत है। यह कुछ ही मान्यताओं पर आधारित है फिर भी सभी ज्ञात गुरुत्वीय अन्योन्य क्रियाओं को समझाने में सक्षम है।

एक और मापदंड है जिसे किसी अच्छे वैज्ञानिक सिद्धांत को अवश्य पूरा करना होता है। इसे उस परिघटना के बारे में भविष्यकथन प्रस्तुत करने में सक्षम होना चाहिए, जो कम से कम सैद्धांतिक रूप से इस सिद्धांत को गलत या झूठा साबित कर सके। इसका अर्थ है कि प्रेक्षणों की कोई भी संख्या जो सिद्धांत के अनुकूल है, सिद्धांत को 'सिद्ध' नहीं करती, परंतु केवल एक प्रेक्षण, जो सिंद्धांत के भविष्यकथनों के विरुद्ध जाता है, सिद्धांत को गलत करार दे सकता है। यह विचार *कार्ल पॉपर* (Karl Popper) नामक दार्शनिक ने दिया, जो बीसवीं सदी के विज्ञान के सबसे अधिक प्रभावशाली दर्शनशास्त्रियों में से एक माने जाते हैं। यह विचार वैज्ञानिकों द्वारा व्यापक रूप से स्वीकार कर लिया गया है।

यह समझने के लिए कि पॉपर क्या कहते हैं, मान लीजिए कि हम एक हंस को देखते हैं। माना यह हंस श्वेत है। माना हम एक अन्य हंस को भी देखते हैं। यह भी श्वेत है। माना इन प्रेक्षणों के आधार पर हम एक परिकल्पना का निर्माण करते हैं कि सभी हंस श्वेत होते हैं। किसी भी संख्या में देखे गए श्वेत हंस इस परिकल्पना को सिद्ध नहीं करते, क्योंकि हम यह दावा नहीं कर सकते कि हमने विश्व के सारे हंस देख लिए हैं। परंतु एक काले हंस का दिखाई पड़ना परिकल्पना को गलत साबित कर देता है। इसी संदर्भ में पॉपर ने पाया कि *आइंस्टाइन का आपेक्षिकता का सिद्धांत* एक विश्वस्त वैज्ञानिक सिद्धांत है। इस सिद्धांत से यह परिणाम निकालना संभव था कि प्रकाश स्थूल पिंडों की ओर आकर्षित होता है। यह परिणाम उस समय के न्यूटन के प्रमुख सिद्धांत के अनुसार अत्यधिक असंभावित था। अत: आपेक्षिकता के सिद्धांत के असत्य होने के बीज उसमें निहित थे। तारे का प्रकाश भी सूर्य के निकट से गुज़रने पर सूर्य के आकर्षण के कारण मुड़ जाता है (चित्र 1.2)। स्थूल पिंडों द्वारा प्रकाश के आकर्षण की पुष्टि वर्ष 1919 में *एडिंगटन* ने की जब



चित्र 1.2— *जैसे ही तारे S का प्रकाश सूर्य के निकट से गुज़रता है, वह सूर्य के आकर्षण के कारण मुड़ जाता है। इसके परिणामस्वरूप तारा S, S1 पर दिखता प्रतीत होता है।*

© NCERT not to be republished

उन्होंने पूर्ण सूर्य ग्रहण के समय सूर्य के निकट से गुज़रते प्रकाश के विक्षेप को मापा। यदि यह प्रेक्षण नहीं लिया जाता तो *आपेक्षिकता के सिद्धांत* का परित्याग कर दिया जाता।

बीसवीं सदी के एक अन्य प्रभावशाली दर्शनशास्त्री थॉमस कून (Thomas Kuhn) का मानना है कि एक अकेला अपवाद अथवा प्रेक्षण किसी वैज्ञानिक सिद्धांत को गलत नहीं ठहरा सकता। परंतु जब बहुत से बेमेल प्रेक्षण इकट्ठे हो जाते हैं, तो तत्कालीन सिद्धांत संकट की स्थिति में आ जाता है। ऐसी स्थिति में नए आधार को ढूँढ़ा जाता है, जिसके लिए सभी प्रेक्षणों को नए दृष्टिकोण से जाँचने की आवश्यकता होती है। इस प्रयास में एक नया सिद्धांत जन्म लेता है जो तत्कालीन सिद्धांत के परिणामों के साथ-साथ बेमेल परिणामों को भी समावेशित कर लेता है। विज्ञान में इस प्रकार के आमूलचूल परिवर्तन (paradigm shift) या क्रांतियाँ समय-समय पर होती रहती हैं।

थॉमस कून
(1922–1996)

थॉमस सैमुअल कून एक अमरीकी दर्शनशास्त्री तथा विज्ञान के इतिहासकार थे। वे भी बीसवीं शताब्दी के विज्ञान के सर्वाधिक प्रभावशाली दर्शनशास्त्रियों में से एक थे। उन्हें 1949 में हार्वर्ड विश्वविद्यालय से भौतिकी में पी.एच.डी. की उपाधि प्राप्त हुई। उनके बहुत से प्रकाशनों में से उनका सबसे ख्याति प्राप्त कार्य द *स्ट्रक्चर ऑफ़ सांइटिफ़िक रिवोल्युशन* वैज्ञानिक क्रांति की संरचना (1962) है, जो उन्होंने तब लिखी थी जब वे हार्वर्ड में स्नातक विद्यार्थी थे। उनका दावा था कि वैज्ञानिक क्षेत्रों में रैखिक प्रगति के बजाय समय-समय पर *आमूलचूल परिवर्तन* (paradigm shifts) होते रहते हैं। उन्हें विभिन्न संस्थानों से अनेक पुरस्कार तथा सम्मानजनक उपाधियाँ प्राप्त हुईं।

उदाहरण के लिए कृष्णिका विकिरण के प्लांक के सिद्धांत पर विचार करते हैं। कुछ ऐसे प्रेक्षण प्रकट हुए जो तत्कालीन रैले जीन्स के नियम और वीन के विस्थापन नियम के आधार पर नहीं समझे जा सकते थे। इन्हें समझने के लिए प्लांक ने परंपरागत तर्कों से नाता तोड़ते हुए अपना क्रांतिकारी विचार प्रस्तुत किया जिसे उन्होंने विकिरण के क्वांटम का नाम दिया। उन्होने यह कहा कि किसी दोलित्र की ऊर्जा संतत नहीं होती, वरन् उसे ऊर्जा की किसी मूलभूत इकाई के एक पूर्ण सांख्यिक गुणांक $E = h\nu$ के रूप में प्रदर्शित कर सकते हैं। अर्थात् इसमें $h\nu$ को विकिरण का क्वांटम कहते हैं। इस विचार के आधार पर प्लांक ने किसी ऊष्ण पिंड द्वारा उत्सर्जित विकिरण के संपूर्ण स्पेक्ट्रम की सफलतापूर्वक व्याख्या की। प्लांक द्वारा दिए गए संपूर्ण स्पेक्ट्रम की दीर्घ तरंगदैर्ध्य द्वारा रैले जीन्स नियम तथा लघु तरंगदैर्ध्य छोर द्वारा वीन के विस्थापन नियम की व्याख्या हो सकी। यह किसी आमूलचूल परिवर्तन से कम नहीं था।

बोर का परमाणु सिद्धांत एक अन्य उदाहरण है जिसने तत्कालीन परंपरागत विचारधारा से नाता तोड़ा। इसमें इलेक्ट्रॉन के लिए स्थायी ऊर्जा अवस्थाएँ अभिगृहीत की गईं। इन अवस्थाओं में,

© NCERT not to be republished

चिरसम्मत धारणाओं के विपरीत, नाभिक के चारों ओर चक्कर काटता इलेक्ट्रॉन विकिरण उत्सर्जित नहीं करता। इसने भी विज्ञान में एक क्रांति ला दी।

वैज्ञानिक सिद्धांतों के प्रति हम कोई भी दृष्टिकोण रखें, तथ्य यह है कि वैज्ञानिक सिद्धांत अनंतिम होते हैं और उनमें कभी भी परिवर्तन हो सकते हैं।

क्रियाकलाप 1.6

विज्ञान के इतिहास में ऐसे अन्य उदाहरण ढूँढ़िए जहाँ आमूलचूल परिवर्तन हुआ हो। ऐसे एक परिवर्तन को अपने शब्दों में समझाइए।

1.2.6 विज्ञान संशयवाद को प्रोत्साहन देता है – वैज्ञानिक अत्यधिक संशयी लोग होते हैं

वैज्ञानिक प्रत्येक विचार को संदेह की दृष्टि से देखते हैं। प्रत्येक नए प्रेक्षण अथवा नए सिद्धांत को संदेह का सामना करना पड़ता है। इससे वैज्ञानिकों में बहुत वाद-विवाद होते हैं। किसी नये प्रेक्षण को तभी स्वीकार किया जाता है जब विभिन्न स्थानों पर विभिन्न व्यक्तियों/समूहों द्वारा प्रेक्षणों की स्वतंत्र प्रायोगिक जाँच कर समान परिणाम प्राप्त कर लिए जाते हैं। इसी प्रकार एक नया सिद्धांत तभी स्वीकार किया जाता है जब अन्य वैज्ञानिक स्वतंत्र रूप से उस सैद्धांतिक गणना को दोहराकर समान परिणाम प्राप्त कर लेते हैं। इस वाद-विवाद में कुछ नया प्रस्तावित करने वाले वैज्ञानिक की प्रतिष्ठा महत्वपूर्ण नहीं होती; **विज्ञान सही अर्थों में समतावादी संस्कृति को बढ़ावा देता है।**

सन् 2011 में वैज्ञानिक क्षेत्र की प्रमुख खबर बनने वाली कहानियों में से एक थी – नोबेल पुरस्कार विजेता ने दो शोध पत्र वापस लिए। कहानी कहती है कि वर्ष 2004 में शरीर क्रिया विज्ञान में सम्मिलित रूप से नोबेल पुरस्कार प्राप्त करना वाले वैज्ञानिक ने दो शोध पत्र वापस ले लिए, जब उन्होंने और उनके साथियों ने पाया कि वे इन शोध पत्रों में दी गई जानकारी को पुन: प्राप्त करने में सफल नहीं हो रहे। स्पष्ट है कि इससे कोई फ़र्क नहीं पड़ता कि आप कौन हैं (नोबेल पुरस्कार से सम्मानित लोगों को भी क्षमा नहीं किया जाता है); यदि आपके द्वारा रिपोर्ट किए गए परिणामों को दोहराया नहीं जा सकता, तो उन्हें स्वीकार नहीं किया जा सकता।

ऐसी जाँच पड़ताल और पुन: जाँच-पड़ताल छल-कपट को पकड़ने में भी सहायक होती है। किसी भी प्रक्रम में यह पहले से अपेक्षा की जाती है कि वैज्ञानिक आँकड़ों की प्राप्ति, विश्लेषण और रिपोर्ट ईमानदारी से करेंगे। फिर भी, कभी-कभी सत्ता का लालच और उपलब्धियों के लिए होड़, समझदार व्यक्ति को भी पथभ्रष्ट कर देती है, और कुछ वैज्ञानिक आँकड़ों की नकल करने, झूठे आँकड़े गढ़ने अथवा आँकड़ों और उनसे प्राप्त परिणामों की गलत प्रस्तुति में लिप्त हो जाते हैं। परंतु यह खेल लंबे समय तक छिपा नहीं रहता और झूठ उजागर हो ही जाता है।

अभी हाल का सबसे अधिक जाना-पहचाना वैज्ञानिक छल-कपट का प्रकरण स्टेम कोशिकाओं पर किए गए शोधकार्य से संबंधित है। किसी एक वर्ष के दौरान एक वैज्ञानिक ने इस विषय पर कई

© NCERT not to be republished

शोध पत्र अत्यधिक प्रतिष्ठित वैज्ञानिक शोध पत्रिकाओं में प्रकाशित करवाए। उस वैज्ञानिक और उसके सहयोगियों ने जो दावे किए, उनमें से कुछ हैं –

- कायिक कोशिका स्थानांतरण विधि द्वारा एक भ्रूणीय स्टेम कोशिका की उत्पत्ति।
- 185 अंडों का उपयोग कर 11 मानव भ्रूणीय स्टेम कोशिकाओं की उत्पत्ति।
- कुत्ते का क्लोन तैयार करना।

इस कार्य ने उस वैज्ञानिक को विश्व विख्यात बना दिया। परंतु शीघ्र ही परेशानी शुरू हो गई जब उसके अपने साथियों ने ही उसके शोध कार्य के प्रति असहमति प्रदर्शित कर दी। जाँच-पड़ताल द्वारा पता चला कि सभी 11 स्टेम कोशिका क्रम जालसाज़ी से बनाए गए थे। प्रतिष्ठित शोध पत्रिका साइंस में प्रकाशित उनके दो शोध पत्रों को पत्रिका के संपादक ने वापस ले लिया। इसके तुरंत बाद उस वैज्ञानिक ने अपने गलत आचरण के लिए क्षमा माँगी। उसे विश्वविद्यालय से निकाल दिया गया और उस पर गबन के आरोप में मुकदमा चलाया गया।

धोखेबाज़ी की एक अन्य घटना एक प्रतिभाशाली भौतिक-विज्ञानी से संबंधित है। वह वर्ष 2001–2002 के दौरान अविश्वसनीय दर पर शोध पत्र प्रकाशित करवा रहा था। वर्ष 2001 में अति प्रतिष्ठित शोध पत्रिका नेचर में प्रकाशित अपने एक शोध पत्र में उसने दावा किया कि उसने आण्विक स्तर का एक ट्रांज़िस्टर बना लिया है। प्रौद्योगिकी में इसके अत्यधिक महत्व के कारण वैज्ञानिक समाज में इसके प्रति बहुत उत्तेजना उत्पन्न हो गई। अन्य वैज्ञानिक भी इस कार्य में लग गए और उन्होंने उसके प्रयोगों को दोहराया परंतु सफलता प्राप्त नहीं हुई। इससे उनमें संदेह होने लगा। भौतिक-विज्ञानी के इस खेल का भंड़ाफोड़ तब हुआ जब विभिन्न प्रकरणों से संबंधित उनके प्रकाशित दो शोध पत्रों में एक जैसे ग्राफ़ पाए गए। इसके अतिरिक्त अन्य विसंगतियाँ भी पाई गईं। इस वैज्ञानिक को यह स्वीकार करना पड़ा कि उसने कई शोध पत्रों में गलत आँकड़े प्रस्तुत किए हैं और यहाँ तक कि कुछ पत्रों में मनगढ़ंत आँकड़े भी हैं।

यहाँ ध्यान देने वाली महत्वपूर्ण बात यह परंपरा है कि वैज्ञानिक कार्य दोहराए जाने योग्य होने चाहिए। इससे ऐसे अनेक गलत कार्यों की रोकथाम का प्रावधान हो जाता है। धोखेबाज़ों की जाँच-पड़ताल वैज्ञानिक समुदाय का एक प्रकार का स्व-नियमन है। वर्ष 1989 में एक अन्य ऐसी घटना घटित हुई जो यद्यपि धोखाधड़ी नहीं थी, लेकिन यह प्रदर्शित करती है कि वैज्ञानिक समुदाय द्वारा स्वीकार करने हेतु यह आवश्यक है कि वह कार्य बार-बार दोहराया जा सके।

हम जानते हैं कि संलयन वह प्रक्रम है जिसमें दो हल्के नाभिक संयोजन कर एक भारी नाभिक बनाते हैं। इस प्रक्रम में भारी मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित होती है। यही वह प्रक्रम है जो तारों के भीतर घटित होता है और उनमें ऊर्जा उत्पन्न करता है। कई दशकों से बहुत से वैज्ञानिक इस प्रक्रम को पृथ्वी पर दोहराने का प्रयास कर रहे हैं। यदि ये प्रयोग सफल हो जाते हैं तो हमें ऊर्जा का एक प्रचुर स्रोत प्राप्त हो जाएगा। परंतु वैज्ञानिकों को अभी तक कोई विशेष सफलता नहीं मिल पाई है। प्रयोगशाला में संलयन का प्रक्रम अत्यधिक उच्च ताप (~107K) पर होता है। अत: यह एक बहुत उत्तेजक खबर

© NCERT not to be republished

थी जब दो वैज्ञानिकों ने घोषणा की कि उन्होंने कमरे के ताप पर संलयन को होते हुए देख लिया है और इसीलिए उन्होंने इसे ठंडे संलयन का नाम दे डाला। बहुत से देशों की कई प्रयोगशालाओं में ठंडे संलयन को संपन्न करने की होड़ लग गई। परंतु अभी तक किसी को सफलता नहीं मिली है, यद्यपि कुछ लोग अभी भी प्रयासरत हैं। अब यह विश्वास किया जाता है कि उन वैज्ञानिकों द्वारा मापन में कुछ त्रुटि हो गई होगी और ठंडे संलयन के होने का कोई प्रमाण नहीं है।

क्रियाकलाप 1.7

इंटरनेट पर विज्ञान में हुए दुराचार खोजें। आपको बहुत से रोचक मामले मिलेंगे। इन मामलों में से किसी एक का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।

1.2.7 विज्ञान अपने कार्यकर्ताओं से दृढ़ निश्चय की माँग करता है

विज्ञान का एक और पक्ष है जो सामान्यत: सामने नहीं आता, परंतु यह वास्तव में विज्ञान के विकास और उन्नति के लिए महत्वपूर्ण है। विज्ञान वैज्ञानिकों से लगन और दृढ़ निश्चय की अपेक्षा करता है। किसी वैज्ञानिक को यदि संयोग से कोई प्रेक्षण या अन्य प्रेरणादायक विचार प्राप्त होता है तो उसे इस विचार को तर्कसंगत निष्कर्ष तक पहुँचाने के लिए डट जाना पड़ता है। कभी-कभी, वैज्ञानिक किसी खोज या आविष्कार तक अकेला ही काम करता चला जाता है, जब कि कई बार वैज्ञानिक केवल एक शुरुआत कर सकता है और फिर अन्य वैज्ञानिक उसके विचार को आगे विकसित करने के लिए जुड़ जाते हैं।

किसी अज्ञात चश्मा बनाने वाले ने संयोग से एक प्रेक्षण किया कि दो लेंसों को एक विशेष व्यवस्था में रखने पर उससे दूर की वस्तुएँ पास दिखती हैं। हॉलैंड के *हैंस लिपरशे* (1570–1619) ने इस युक्ति के बारे में सुना। उसने इस व्यवस्था को परिष्कृत कर एक प्रायोगिक दूरबीन बनाई और इसके डिज़ाइन का प्रचार किया। *गैलीलिओ* ने इस आविष्कार के बारे में सुना और अपने लिए एक दूरबीन बनाने का काम शुरू कर दिया। इस दूरबीन से उसने शुक्र ग्रह की कलाओं और बृहस्पति के निकटवर्ती चंद्रमाओं के प्रेक्षण किए। यह सब जानते हैं कि किस प्रकार उसके प्रेक्षणों ने विज्ञान में एक क्रांति ला दी। वह वैज्ञानिकों से यह बात मनावाने में सफल हुआ कि सौर तंत्र का केंद्र सूर्य हो सकता है। *केप्लर*, *हाइगेन्स*, *न्यूटन* और अन्य कई वैज्ञानिकों ने दूरबीन के सुधार में योगदान दिया।

यह उनके कार्यों का ही फल है कि उनके बाद आने वाले वैज्ञानिकों की पीढ़ियों के लिए यह संभव हो पाया कि पृथ्वी पर और अंतरिक्ष में विशाल और सक्षम दूरबीनें लगा सकें। केवल यही नहीं, आज हमारे पास विद्युत -चुंबकीय स्पेक्ट्रम के अन्य क्षेत्रों, जैसे — एक्स-रे, अवरक्त और रेडियो तरंगों में कार्य करने वाली दूरबीनें भी हैं।

एक अन्य उदाहरण लीजिए। जर्मनी के भौतिक-विज्ञानी *विलहेम रूंटगेन* 8 नवंबर,1895 को विसर्जन नलिका के साथ प्रयोग कर रहे थे, जब उन्होंने संयोगवश देखा कि जब कभी नली के

© NCERT not to be republished

इलेक्ट्रोडों पर वोल्टेज लगाया गया तो विसर्जन नली से कुछ दूर रखा प्रतिदीप्तिशील पर्दा चमकने लगता। उस समय यह ज्ञात था कि जब इलेक्ट्रोडों के बीच विभवांतर होता है तो विसर्जन नलिका में कैथोड किरणें उत्पन्न होती हैं। कैथोड किरणों को नली से बाहर निकलने से रोकने के लिए रूंटगेन ने उस पर गत्ता लपेट दिया। अत: जब उन्होंने प्रतिदीप्तिशील पर्दे को चमकते हुए देखा तो सोचा कि उन्होंने नली से आने वाली कुछ अदृश्य किरणों की खोज कर ली है जिनके कारण पर्दा चमकने लगता है। कोई कम परिश्रमी व्यक्ति इस प्रेक्षण को मात्र संयोग मानकर इसकी उपेक्षा कर सकता था, परंतु *रूंटगेन* ने ऐसा नहीं किया। उसी दिन से वर्ष के अंत तक वे लगभग अपने उपकरणों के साथ अपनी प्रयोगशाला में ही रहे और प्रेक्षित विकिरणों के गुणों का अध्ययन करते रहे। उन्होंने स्वयं को विश्वास दिलाया कि जो कुछ उन्होंने देखा है, वह वास्तविकता है। इस कार्य के अंतिम चरण में उन्होंने अपनी पत्नी को प्रयोगशाला में बुलाया और इन किरणों से उनके हाथ का चित्र लिया। चित्र में केवल कंकाल दिखाई दिया। तब उन्होंने अज्ञात किरणों की खोज की घोषणा की। इन किरणों को एक्स-किरणें कहा। अपनी इस खोज के लिए वर्ष 1901 में *रूंटगेन* को नोबेल पुरस्कार मिला। हम सभी जानते हैं कि निदान विधियों के लिए आज एक्स-किरणें कितनी महत्वपूर्ण हैं।

रूंटगेन द्वारा एक्स-किरणों की खोज विज्ञान के साथ अनुकूल होने के महत्व का उदाहरण है जिसे विज्ञान में प्रशिक्षण द्वारा सुनिश्चित किया जाना चाहिए। ऐसे अनुकूलन के अभाव में रूंटगेन के लिए उनके संयोगवश प्रेक्षण के महत्व को समझना संभव नहीं हो पाता।

इस प्रकार का एक अन्य उदाहरण *ऐलेग्जेंडर फ़्लेमिंग* द्वारा पेनिसिलिन की खोज है। *फ्लेमिंग* का प्रशिक्षण तो एक चिकित्सक के रूप में हुआ था, लेकिन उन्हें एक प्रतिभाशाली शोधकर्त्ता के रूप में ख्याति प्राप्त थी। वह सदैव अनेक विषयों में खोज में व्यस्त रहते थे। अत: उनकी प्रयोगशाला हमेशा अस्त-व्यस्त रहती थी। वर्ष 1928 में, छुट्टियों से लौटने के बाद, वे संवर्धन से भरी हुई पेट्रीडिशों को साफ़ कर रहे थे। तभी जब उन्होंने एक डिश में फफूँदी लगी देखी। उन्हें यह देख कर आश्चर्य हुआ कि फफूँदी के चारों तरफ निकटवर्ती भाग में संवर्धन नहीं था। उन्होंने अनुमान लगाया कि फफूँदी ने कोई रसायन उत्पन्न किया होगा जिसने संवर्धन उत्पन्न करने वाले जीवाणुओं को नष्ट कर दिया होगा। उन्होंने इस रसायन का प्रयोग अन्य कई प्रकार के जीवाणुओं पर किया। एक बार उस रसायन की प्रतिजैविक प्रकृति को स्थापित कर लेने के बाद, उन्होंने वर्ष 1929 में पेनिसिलिन की खोज की घोषणा कर दी। हम सभी जानते हैं कि जीवाणु-जनित रोगों के उपचार के लिए पेनिसिलिन कितना महत्व रखती है। अपने प्रयासों के लिए 1945 में *एलेग्जेंडर फ़्लेमिंग* को नोबेल पुरस्कार मिला।

क्रियाकलाप 1.8

कुछ और खोजों के उदाहरण इकट्ठा करें जिनमें संयोगवश प्राप्त प्रेक्षणों के अवसर के बाद कठिन परिश्रम से कार्य किया गया। अपने द्वारा किए गए कार्य का अपने मित्रों के साथ आदान-प्रदान कर उस पर चर्चा करें।

© NCERT not to be republished

1.2.8 विज्ञान अन्वेषण के लिए एक उपागम है और ज्ञान-निर्माण करने की एक प्रक्रिया है

अधिकांश वैज्ञानिक अनुसंधानों में किसी न किसी प्रकार की वैज्ञानिक विधि का समावेश होता है। यह समस्या का समाधान ढूँढ़ने में मानव की सर्जनात्मक अभिवृत्ति एवं रचनात्मकता का प्रदर्शन करता है। खगोल विज्ञान और पारिस्थितिकी के अध्ययन में वैज्ञानिक, प्रेक्षण और भविष्य कथन का उपयोग करते हैं। सूक्ष्मजीव-विज्ञान के अंतर्गत वे प्रयोगशाला में उन प्रयोगों पर अपना ध्यान केंद्रित करते हैं जो 'कारण और प्रभाव' के संबंधों पर निर्भर होते हैं। इससे विज्ञान के कार्य करने की प्रक्रिया की एक झलक आपको अवश्य मिली होगी। इस प्रक्रिया के आवश्यक तत्वों को सम्मिलित रूप से वैज्ञानिक विधि के नाम से जाना जाता है। ये तत्व हैं–

(i) **प्रेक्षण** – वैज्ञानिकों को सामान्यत: 'कारण और प्रभाव' संबंध ढूँढ़ना पड़ता है। माना कि किसी वैज्ञानिक को किसी परिघटना को समझाना है अथवा उसके सामने एक समस्या रख दी गई है, जिसका समाधान उन्हें ढूँढ़ना है। इसके लिए वह उस परिघटना का प्रेक्षण करते हैं जिसे उन्हें समझाना है। इन प्रेक्षणों को कई बार दोहराया जाता है, कई बार यह कार्य एक से अधिक व्यक्तियों द्वारा और एक से अधिक स्थानों पर किया जाता है, जिससे प्रेक्षणों के सही होने पर किसी प्रकार का संदेह न रहे। प्रेक्षणों को उचित ढंग से रिकॉर्ड किया जाता है और यह जानने के लिए उनका विश्लेषण किया जाता है कि क्या उनमें कोई पैटर्न छिपे हुए हैं।

हम बाह्य जगत को जानने के लिए अपनी ज्ञानेन्द्रियों का उपयोग करते हैं। जो कुछ भी हम अपनी ज्ञानेन्द्रियों के माध्यम से प्रेक्षित (देखना, सुनना, सूँघना, चखना, स्पर्श करना) करते हैं, वस्तुत: सूचना होती है। इन ज्ञानेन्द्रियों के अतिरिक्त हमारे पास मस्तिष्क है जो इस सूचना को मन में रखकर इसका वर्गीकरण, व्यापकीकरण इत्यादि करके विश्लेषण करता है और उसे ज्ञान में परिवर्तित कर देता है। हमारा मस्तिष्क सूचनाओं को भिन्नताओं के आधार पर पृथक करता है और समानताओं के आधार पर उन्हें विभिन्न वर्गों में रखता है, जिन्हें भविष्य में विविध परिस्थितियों में उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार यह हमारे ज्ञान का हिस्सा बन जाता है।

यहाँ आप पाएँगे कि ज्ञान, किसी भी व्यक्ति द्वारा उसकी अपनी मानसिक योग्यताओं का प्रयोग करके, स्वयं निर्मित किया जाता है। यह व्यक्ति के प्रेक्षण करने की दक्षता और सूचनाओं के विश्लेषण करने की क्षमता पर निर्भर करता है। समान पर्यावरण में भिन्न-भिन्न व्यक्तियों के ज्ञान का स्तर भिन्न हो सकता है। ज्ञान की मूलभूत इकाई तथ्य है। बार-बार दोहराकर सत्यापित किया गया प्रेक्षण विज्ञान में तथ्य बन जाता है। इस संदर्भ में, विज्ञान में 'तथ्य' का अर्थ सामान्य भाषा में दिन-प्रतिदिन उपयोग में आने वाले 'तथ्य' शब्द के अर्थ से भिन्न होता है। आइए, विज्ञान के संदर्भ में कुछ 'तथ्यों' पर विचार करें।

- 'इंद्रधनुष सदैव सूर्य से विपरीत दिशा में दिखाई देता है' – यह एक तथ्य है, क्योंकि कभी भी, किसी भी समय जब कोई व्यक्ति इंद्रधनुष देखता है, तो वह सूर्य के विपरीत दिशा में ही दृष्टिगोचर होता है।

- 'किसी सतह पर लुढ़कती हुई गेंद कुछ समय बाद रुक जाती है' – यह एक तथ्य है, क्योंकि इसे बार-बार सत्यापित किया गया है।
- 'कॉपर सल्फ़ेट और ज़िंक की अभिक्रिया से ज़िंक सल्फ़ेट और कॉपर का बनना' एक तथ्य है, क्योंकि प्रयोगशाला में यह अभिक्रिया अनेक बार दोहराई जा चुकी है।
- 'प्रकाश संश्लेषण का होना, जिसके द्वारा पौधे सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग करते हुए कार्बन डाइऑक्साइड को कार्बनिक यौगिकों में परिवर्तित करते हैं' भी एक तथ्य है।

क्रियाकलाप 1.9

वैज्ञानिक तथ्यों के कुछ और उदाहरण दीजिए।

अब किसी वस्तु के लिए भिन्न-भिन्न समय पर प्रेक्षित कुछ प्रेक्षणों पर विचार कीजिए–

- यह ठोस का एक टुकड़ा है।
- दिखने में यह ठोस चमकीला है (चमक)।
- इस ठोस को पीट कर चद्दरों में बदला जा सकता है (आघातवर्ध्य)।
- इस ठोस को खींच कर इसके तार बनाए जा सकते हैं (तन्य)।
- यह ठोस ऊष्मा और विद्युत का सुचालक है।
- इस ठोस पर किसी अन्य ठोस से चोट करने पर घंटी जैसी आवाज़ उत्पन्न होती है।

आपने उपरोक्त ठोस के समान गुणों वाले या मिलते-जुलते गुणों वाले बहुत से ठोस देखे होंगे; उनके रंग और चमक अथवा किसी अन्य गुण में भिन्नता हो सकती है।

ऊपर सूचीबद्ध किए गए प्रेक्षण अलग-अलग समय पर लिए गए हैं। उपरोक्त प्रेक्षणों को एक वाक्य द्वारा निम्न प्रकार से लिख सकते हैं–

विशिष्ट चमक वाला यह ठोस आघातवर्ध्य और तन्य है, ऊष्मा और विद्युत का सुचालक है तथा अन्य ठोस से इस पर चोट किए जाने पर यह घंटी जैसी ध्वनि उत्पन्न करता है।

यहाँ आपने दिए गए ठोस के सभी गुणों का विवरण एक साथ दे दिया है। आप इस ठोस को एक शब्द अथवा नाम से याद रखना चाहेंगे। यह नाम इस ठोस को इन सभी गुणों के साथ प्रस्तुत करेगा। इस ठोस का नाम 'धातु' है। 'धातु' किसी संकल्पना का उदाहरण है।

धातु, अम्ल, ठोस, जल, काँच, कागज़, पेन, कुर्सी, अणु, मिश्रण, लवण, विलयन, दहन, वाष्पन, ऑक्सीकरण, तरंगें, व्यतिकरण, एक्स-किरण, अर्धचालक आदि संकल्पनाओं के कुछ अन्य उदाहरण हैं। अत: संकल्पना किसी वस्तु, प्रक्रम अथवा परिघटना के लिए एक शब्द, एक विचार अथवा मानसिक चित्र होता है।

किसी शिक्षार्थी ने किसी संकल्पना को सीख लिया है या उसका बोध कर लिया है, यह तभी माना जाएगा जब वह उस संकल्पना के उदाहरण दे सके और जो उस संकल्पना के उदाहरण नहीं हैं, उनको उदाहरणों से अलग कर सके। उदाहरण के लिए, बर्फ़ द्रव का उदाहरण नहीं है और

© NCERT not to be republished

नमक अम्ल का उदाहरण नहीं है। दूसरे शब्दों में, शिक्षार्थी संकल्पना के लक्षणों की सूची बना सकता है और लक्षणों के आधार पर संकल्पना को परिभाषित कर सकता है।

अनेक संकल्पनाएँ बनाने के लिए सीधे अनुभव और प्रेक्षण आवश्यक हैं। प्रत्येक व्यक्ति को अपने स्वयं के अनुभव के आधार पर प्राकृतिक परिघटना की व्याख्या करनी होती है। सीखने वाले का परिवेश और उसकी पूर्वधारणाएँ संकल्पना निर्माण को प्रभावित कर सकती हैं। कभी-कभी मूल अनुभव, संकल्पना के विकास और उसके अनुप्रयोगों के बीच लंबा समय अंतराल हो सकता है।

बहुत-सी संकल्पनाओं को मिलाकर एक अर्थ दिया जा सकता है जिसका सार्वत्रिक स्तर पर परीक्षण किया जा सकता है और इसकी पुष्टि की जा सकती है, तब यह नियम बन जाता है। उदाहरण के लिए–

- गरम करने पर धातुओं में प्रसार होता है।
- गरम करने पर द्रव वाष्पित होते हैं।
- किसी पिंड पर बल लगाने पर उसे एक स्थान से दूसरे स्थान तक विस्थापित किया जा सकता है।
- आर्कमिडीज़ का नियम
- बर्नूली का नियम आदि।

कोई नियम एक व्यापक सामान्यीकरण होता है जो किसी प्राकृतिक परिघटना के लक्षण का वर्णन करता है। यह नियम उन संकल्पनाओं पर आधारित होता है जो मूर्त उदाहरणों के माध्यम से बनता है। अपने आस-पास की देखी परिघटनाओं तथा अपने चारों ओर की वास्तविकताओं को समझने के लिए और प्रयोगशालाओं में अपनी परिकल्पनाओं के परीक्षण करने के लिए हम इन नियमों का अनुप्रयोग करते हैं।

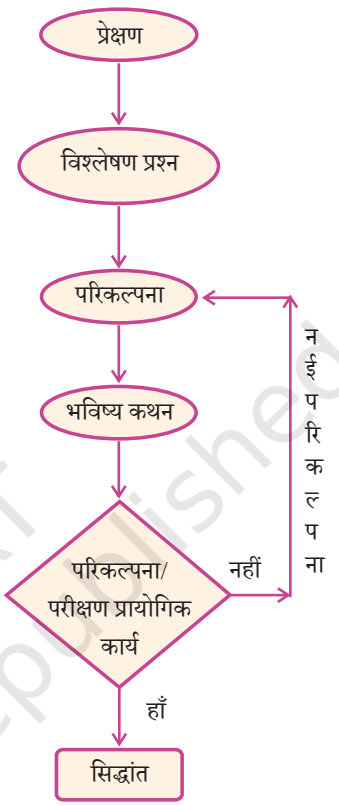
क्रियाकलाप 1.10

बर्नूली नियम में कौन-सी संकल्पनाएँ सम्मिलित हैं? विवेचना कीजिए।

(ii) परिकल्पना– किसी परिघटना या तथ्य के प्रेक्षण करने पर कुछ प्रश्न उठते हैं, जैसे — 'यह किस कारण हुआ?' अथवा 'यह इस प्रकार क्यों हुआ, किसी दूसरे प्रकार से क्यों नहीं हुआ?' इत्यादि। इन प्रश्नों के उत्तरों के आधार पर वैज्ञानिक एक अस्थायी स्पष्टीकरण सोचते हैं अथवा एक परिकल्पना की रचना करते हैं। उदाहरण के लिए, यह समझाने के लिए कि हम वस्तुओं को कैसे देखते हैं, प्राचीन काल में एक परिकल्पना बनाई गई कि मानव आँखों से कुछ किरणें निकल कर वस्तुओं पर पड़ती हैं जिससे वे दृष्टिगोचर होती हैं। आइए, प्रतिदिन के जीवन का एक उदाहरण लें। माना कि स्विच

© NCERT not to be republished

'ऑन' करने पर आपका टेलीविज़न नहीं चलता। आपका पहला अनुमान, जो एक परिकल्पना होगी, यह होगी कि विद्युत की सप्लाई बंद है। यदि विद्युत की सप्लाई चालू है, तो आप एक और अनुमान, दूसरी परिकल्पना लगाते हैं। यह हो सकता है कि स्विच खराब है। विज्ञान में सभी परिकल्पनाएँ परीक्षण के योग्य होती हैं। विज्ञान की सबसे महत्वपूर्ण एक विशेषता यह है कि यह परिकल्पना को इस रूप में ढालता है कि न केवल इसे प्रमाणित किया जा सकता है, बल्कि सार्थक रूप से गलत भी साबित किया जा सकता है।



चित्र 1.3 — वैज्ञानिक विधि का प्रवाह-चार्ट

(iii) परिकल्पना से भविष्य कथन करना और प्रयोगों द्वारा उसका परीक्षण करना – विज्ञान में भविष्य कथन का अर्थ यह नहीं है कि भविष्य के लिए कुछ बताना जो पहले नहीं हुआ हो। इसका अर्थ प्रयोग के परिणामों को पहले से बताना होता है जो वैज्ञानिक परिघटना पर प्रकाश डालने के लिए प्राप्त किए जा सकते हैं और ध्यान में आए हैं अथवा आने से रह गए हैं। परिकल्पना का विश्लेषण उन भविष्य कथनों को करने के लिए किया जाता है जो प्रयोगों द्वारा स्थापित किए जा सकते हैं। ऊपर दी गई परिकल्पना के संदर्भ में, कि हम अपने चारों ओर की वस्तुओं को कैसे देखते हैं, के कई भविष्य कथन हो सकते हैं। उनमें से एक भविष्य कथन जिसका प्रयोग द्वारा परीक्षण किया जा सकता है, यह हो सकता है कि वस्तुएँ तब भी दिखाई देंगी जब किसी बाहरी स्रोत से उन पर प्रकाश नहीं पड़ रहा है। परिकल्पना को प्रमाणित करने अथवा उसे त्यागने के लिए इस भविष्य कथन के परीक्षण की आवश्यकता है।

यदि प्रयोग बताते हैं कि प्रस्तावित परिकल्पना सही नहीं है, तो एक नई परिकल्पना बनाई जाती है और उसे प्रयोगों द्वारा सत्यापित किया जाता है।

यह संभव है कि कोई परिकल्पना एक से अधिक भविष्य कथन प्रदान करे। इस तरह की परिकल्पना तभी स्वीकार की जाती है जब सभी भविष्य कथनों की प्रायोगिक कार्य द्वारा पुष्टि हो जाए।

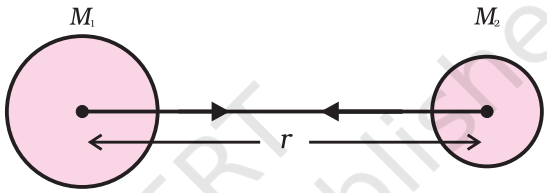
(iv) वैज्ञानिक सिद्धांत – परिकल्पनाओं को बनाने और प्रमाणित करने का प्रक्रम तब तक जारी रहता है, जब तक कि किसी परिकल्पना (अथवा संबंधित परिकल्पनाएँ) के सभी

© NCERT not to be republished

भविष्य कथनों की प्रयोगों द्वारा पुष्टि न हो जाए (चित्र 1.3)। इसके पश्चात् परिकल्पना का संभव व्यापकीकरण ढूँढ़ा जाता है। परिणामों को वैज्ञानिक शोध पत्रिकाओं में प्रकाशित करवाकर वैज्ञानिक समुदाय तक पहुँचाया जाता है। ये परिणाम तब विश्व भर में वैज्ञानिकों द्वारा प्रायोगिक जाँच के लिए उपलब्ध हो जाते हैं। यदि परिणाम दोहराने के परीक्षण में सफल हो जाते हैं, तो परिकल्पना अपने व्यापकीकरण के साथ सिद्धांत के रूप में स्थापित हो जाती है। वैज्ञानिक विचारों के कड़े परीक्षणों पर ध्यान दें; इस प्रकार की कड़ाई वैज्ञानिक विधि की आधारशिला है।

न्यूटन का गुरुत्व सिद्धांत किसी ऐसे सिद्धांत का एक मुख्य उदाहरण है जो सर्वव्यापक अनुप्रयोग के सामान्यीकरण सहित सभी परीक्षण में खरा उतरा है। यह सिद्धांत एक समीकरण के रूप में प्रस्तुत किया जाता है–

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$



चित्र 1.4

यह समीकरण एक दूसरे से r दूरी पर स्थित दो द्रव्यमानों M_1 और M_2 के बीच लगने वाले बल का परिमाण देता है (चित्र 1.4)। G सार्वत्रिक नियतांक है।

सिद्धांत प्राय: कुछ संकल्पनाओं और समीकरणों के रूप में प्रस्तुत किए जाते हैं – न्यूटन का सिद्धांत अथवा न्यूटोनियन यांत्रिकी जड़त्व, संवेग और बल जैसी संकल्पनाओं के पदों में लिखे जाते हैं और जाने-पहचाने समीकरणों द्वारा व्यक्त किए जाते हैं।

उदाहरण के लिए – न्यूटन के दूसरे नियम के लिए समीकरण है—

$$\vec{F} \propto \frac{d\vec{p}}{dt}$$

जहाँ $\vec{F}$ बल है और $\vec{p}$ संवेग है। ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम, जो ऊर्जा संरक्षण का एक रूप है, निम्नलिखित समीकरण से दर्शाया जाता है—

$$dU = dQ - dW$$

जहाँ dU निकाय की आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है, dQ निकाय को दी जाने वाली ऊष्मा और dW निकाय द्वारा किया गया कार्य है।

वे समीकरण जिनके द्वारा सिद्धांतों को व्यक्त किया जाता है प्रकृति के नियम कहलाते हैं। इसका अर्थ होता है कि ये सार्वत्रिक स्तर पर लागू हैं। ये नियम केवल प्रकृति को समझने में ही नहीं, उसकी खोज में भी हमारी मदद करते हैं। समाकलित एवं समग्र रूप में ये नियम किसी

© NCERT not to be republished

विशेष परिप्रेक्ष्य में प्रकृति को समझने तथा एक सिद्धांत के गठन को ढाँचा प्रदान करते हैं। नियम संक्षिप्त मौखिक कथन अथवा गणितीय व्यंजक होते हैं।

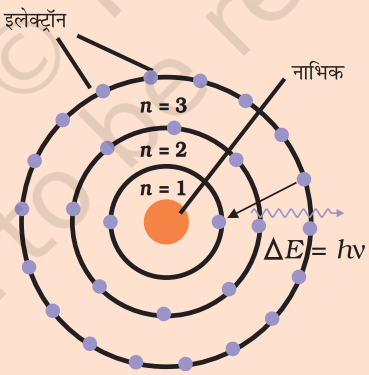
सिद्धांत और नियम में अंतर होता है। नियम एक क्रिया अथवा परिघटना का वर्णन कर सकता है, जबकि सिद्धांत परिघटनाओं के किसी समूह को समझाता है। सिद्धांत अंतर्संबंधित संकल्पनाओं, अभिधारणाओं और नियमों का समूह होता है जो प्राकृतिक परिघटनाओं को समझाने में सक्षम होता है। इससे महत्वपूर्ण बात यह है कि सिद्धांत नई परिघटनाओं का भविष्य कथन करे जिनको प्रयोगों द्वारा प्रमाणित किया जा सके।

क्रियाकलाप 1.11

कक्षा 11 और 12 की भौतिकी/रसायन की पाठ्यपुस्तकों में दिए गए नियमों पर विचार करें। विवेचना कीजिए कि क्या वे ऊपर दिए गए लक्षणों के अनुसार हैं?

कुछ सिद्धांतों को समझने के लिए हमें अत्यधिक कल्पनाशक्ति की आवश्यकता होती है। अत: उन्हें मॉडलों के रूप में प्रस्तुत करना अधिक उपयोगी होता है। मॉडल उन परिघटनाओं या अमूर्त विचारों को प्रदर्शित करते हैं जिन्हें हम देख नहीं सकते। अत: मॉडल हमें विचारों के संकल्पनीकरण में मदद करते हैं।

मॉडल के बहुत-से जाने-पहचाने उदाहरणों में से एक परमाणु का बोर मॉडल है (चित्र 1.5)। इस मॉडल में, परमाणु में धनावेशित नाभिक होता है जिसमें परमाणु का लगभग सारा द्रव्यमान विद्यमान रहता है और इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर उसी प्रकार परिक्रमा करते हैं, जैसे सूर्य के चारों ओर ग्रह परिक्रमा करते हैं।



चित्र 1.5 — परमाणु का बोर मॉडल

बोर मॉडल की उपयोगिता यह है कि यह हमें इलेक्ट्रॉनों के ऊर्जा स्तरों और किसी इलेक्ट्रॉन के एक ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में जाने पर विकिरित या अवशोषित होने वाली ऊर्जा के परिमाण की गणना करने में सहायता करता है। परंतु यह स्पष्ट रूप से समझ लेना चाहिए कि किसी भी मॉडल की वैधता सीमित होती है और वास्तविकता बहुत अलग हो सकती है।

© NCERT not to be republished

जैसा कि हम लोगों ने चर्चा की है, इस बात पर बल देना आवश्यक है कि कोई भी सिद्धांत अपरिवर्तनीय नहीं होता। यह सदैव अनंतिम होता है, नए प्रेक्षणों के मिलने पर संशोधित हो सकता है अथवा अस्वीकार भी हो सकता है। न्यूटन का यांत्रिकी का सिद्धांत लगभग दो शताब्दी तक अत्यधिक सफल रहा, परंतु सूर्य के चारों ओर बुध ग्रह की कक्षा में प्रेक्षित परिवर्तनों को समझाने में असफल रहा। इसी कारण इस सिद्धांत का स्थान सामान्य आपेक्षिकता सिद्धांत ने ले लिया। परंतु स्मरण रहे कि अधिकांश दिन-प्रतिदिन की परिस्थितियों में न्यूटन का सिद्धांत अभी भी पर्याप्त है, केवल विशेष परिस्थितियों में ही हमें आपेक्षिकता के सिद्धांत का सहारा लेना पड़ता है।

प्रायोगिक कार्यों के संदर्भ में यहाँ पर कुछ टिप्पणी करना आवश्यक है। किसी प्रयोग का परिणाम कई चरों पर निर्भर करता है। यदि वैज्ञानिक सभी चरों को एक साथ परिवर्तित होने दें तो परिणाम समझ में आने वाला नहीं होगा। अत: प्रयोगकर्ता एक समय में, अन्य सभी चरों को स्थिर रखकर, एक चर के प्रभाव का अध्ययन किसी अन्य चर के फलन के रूप में करते हैं। दूसरे शब्दों में, वह एक नियंत्रित प्रयोग करता है। उदाहरण के लिए, किसी गैस का आयतन और दाब दोनों उसके ताप से प्रभावित होते हैं। यदि हम दोनों चरों, आयतन और दाब को ताप के साथ परिवर्तित होने दें, तो प्रयोग के परिणाम को समझना कठिन होगा। अत: एक नियंत्रित प्रयोग में हम दाब को स्थिर रखते हैं और आयतन पर ताप के प्रभाव का अध्ययन करते हैं। एक दूसरे नियंत्रित प्रयोग में, हम आयतन स्थिर रखते हैं और ताप के साथ दाब में परिवर्तन का अध्ययन करते हैं।

1.3 वैज्ञानिक विधि– एक विवेचनात्मक दृष्टिकोण

वैज्ञानिक विधि के बारे में कुछ बातों पर बल देने की आवश्यकता है।

- वैज्ञानिक विधि विज्ञान में खोज करने के लिए कोई निर्धारित पथ नहीं बताती है। विज्ञान में खोज के लिए इस विधि ने विरले ही एक कुंजी का कार्य किया है। किसी विधि के निर्धारित पदों पर चलने के बजाय पूछताछ, अन्वेषण और प्रयोग करने की अभिवृत्ति विज्ञान में खोजों और प्रगति की ओर ले जाती है।
- कभी-कभी कोई सिद्धांत नए प्रयोग की ओर सुझाव दे सकता है; दूसरी ओर कभी-कभी प्रयोग एक नए सैद्धांतिक मॉडल का सुझाव दे सकता है। वैज्ञानिक इस विधि के सभी पदों के अनुसार और उसी निर्धारित क्रम में सदैव चलना आवश्यक नहीं समझते। वैज्ञानिक अन्वेषण में प्राय: वैज्ञानिक विधि के किसी एक या सभी पदों को किसी भी क्रम में बार-बार दोहराने की आवश्यकता हो सकती है। विज्ञान की अनेक महत्वपूर्ण और चकित करने वाली खोजें, परीक्षण-प्रणाली, प्रायोगिक कार्य और आकस्मिक प्रेक्षणों द्वारा हुई हैं। ऊपर दिए गए उदाहरणों में, रूंटगेन और फ्लेमिंग दोनों ने ही क्रमश: एक्स-किरणों और पेनिसिलिन को खोजने की योजना नहीं बनाई थी। उन्होंने वैज्ञानिक विधि का अनुपालन भी नहीं किया, जिसकी चर्चा ऊपर की गई है। उनके पास प्रगाढ़ अंतर्ज्ञान और दृढ़ता के गुण थे जो उन्हें अपने लक्ष्य तक ले गए। अंतर्ज्ञान के अलावा, सोचा-समझा अनुमान,

© NCERT not to be republished

सृजनात्मकता, असामान्य घटना के लिए सतर्कता जैसे गुण नए सिद्धांतों के विकास और उस विकास से विज्ञान में प्रगति के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

- किसी परिकल्पना की प्रामाणिकता केवल प्रायोगिक परीक्षणों पर निर्भर करती है, न कि परिकल्पना प्रस्तावित करने वाले व्यक्ति की प्रतिष्ठा, पद, धर्म, राष्ट्रीयता या उसके व्यक्तित्व के अन्य गुणों पर। विज्ञान में कोई ऐसा अधिकृत व्यक्ति नहीं होता जो यह तय करे कि किसकी और क्या आलोचना करनी है अथवा किसकी और क्या आलोचना नहीं करनी है। इस दृष्टि से विज्ञान एक अत्यधिक तटस्थ विषय क्षेत्र है।
- निश्चित क्रम में व्यवस्थित वैज्ञानिक विधि के पदों से हमें ऐसा प्रतीत होता है जैसे वैज्ञानिक चिंतन इनकी सीमाओं में ही बंधी हुई है। परंतु व्यावहारिकता में विज्ञान के लिए 'लीक से हटकर' चिंतन की आवश्यकता होती है। विज्ञान में सर्जन के आश्चर्यजनक अवसर रहते हैं। विज्ञान में कई बार, एक विचार अथवा जटिल समस्या (कोई समस्या जो चर्चा को प्रेरित करती है) का समाधान अथवा प्रेक्षण की व्याख्या सर्जन और कल्पना से ही उभरकर आती प्रतीत होती है। इस संदर्भ में आर्कमिडीज़, केकुले आदि की खोजों के संबंध में प्रचलित कहानियाँ हमारे ध्यान में आती हैं।
- लोग कई प्रकार के सिद्धांत प्रस्तावित करते रहते हैं। अकसर वे अपने तर्क वैज्ञानिक शब्दों में व्यक्त करते हैं। ऐसे तर्क बड़ी संख्या में लोगों को उलझन में डाल देते हैं और उनकी आँखों में धूल झोंकते हैं। परंतु हमें याद रखना चाहिए कि कोई सिद्धांत तभी मान्य होता है जब वह प्रायोगिक परीक्षणों में खरा उतरता है, अन्यथा यह मात्र आस्था हो सकती है। सृष्टिवादी मतानुसार प्रस्तुत मानव की उत्पत्ति एवं विकास का सिद्धांत वैज्ञानिक तर्क पर आधारित नहीं है और न ही वैज्ञानिक विधि के अनुकूल है; यह पूर्ण रूप से आस्था पर ही आधारित है।
- विज्ञान के व्यावहारिक परिचालन में वैज्ञानिक विधि कुछ सीमाएँ लागू करती है। यह हमें सौंदर्य विषयक अथवा मूल्यपरक निर्णय लेने में मदद नहीं करती। उदाहरण के लिए चित्रों में प्रयुक्त रंगों की आवृत्ति निर्धारित की जा सकती है, परंतु कोई वैज्ञानिक विधि किसी कलाकार द्वारा बनाए चित्र के विषय में यह निर्णय लेने में सहायक नहीं हो सकती कि यह कृति 'महान' है अथवा 'इतनी अधिक महान नहीं' है। इसी प्रकार, वैज्ञानिक विधि अनेक विषयों के पक्ष अथवा विपक्ष में निर्णय लेने में सहायता नहीं करती। यह 'ईश्वर के अस्तित्व' अथवा 'मृत्यु के बाद जीवन' को सिद्ध करने या झूठलाने में सहायता नहीं करती।
- यह आवश्यक नहीं है कि वैज्ञानिक विधि का पालन करने पर आप कोई खोज कर ही लेंगे। तथापि प्रेक्षण, विश्लेषण, परिकल्पना और किसी परिकल्पना से भविष्य कथन एवं उनका परीक्षण करने जैसे कौशल से हमें वैज्ञानिक मनोवृत्ति विकसित करने में सहायता मिलती है।

© NCERT not to be republished

- यदि हम सब अपने व्यक्तिगत जीवन में वैज्ञानिक विधि की भावना को अपना लें तो यह हमारे लिए हितकारी होगी। वैज्ञानिक विधि हमें बताती है कि हम अपने प्रेक्षणों अथवा प्रायोगिक परिणामों की रिपोर्ट ईमानदारी से करें, पूर्वाग्रह से मुक्त रहें और यदि हमारे अपने दृष्टिकोण गलत सिद्ध हो जाएँ तो अन्य किसी का उचित दृष्टिकोण स्वीकार करने के लिए तैयार रहें। इनके द्वारा जिन मूल्यों का विकास होता है उसे *वैज्ञानिक प्रकृति* या *वैज्ञानिक मनोवृत्ति* या *विवेकपूर्ण चिंतन* कहते हैं। किसी भी व्यक्ति और समाज के लिए अंधविश्वास और पूर्वाग्रह से मुक्ति पाने के लिए इन मूल्यों को अपनाना बहुत महत्वपूर्ण है। वास्तव में, हमारा विश्व रहने योग्य एक बेहतर स्थान बन जाएगा, यदि व्यक्ति और समाज आधुनिक वैज्ञानिक ज्ञान के संदर्भ में अपने विश्वासों और पूर्वाग्रहों का समय-समय पर परीक्षण करते रहें और उन विश्वासों और पूर्वाग्रहों से छुटकारा पाने का प्रयास करें जो इस ज्ञान से सामंजस्य नहीं रखते।
- समस्याओं के समाधान और अन्य वैज्ञानिकों के कार्य को दोहराने अथवा प्रतिकृतिकरण के लिए वैज्ञानिक विधि एक तर्कसंगत मार्ग है। उदाहरण के लिए, जैसी कि पहले विवेचना की गई है, ठंडे संलयन की खोज के बारे में किए गए दावे का प्रतिकृतिकरण नहीं हो सका।

विवेकपूर्ण सोच विकसित करने का तरीका काफ़ी सरल है–

- हमें संशयी होना चाहिए और किसी बात को तभी स्वीकर करना चाहिए जब हमें पक्का विश्वास हो जाए कि यह तर्कसंगत है अथवा इसने प्रायोगिक परीक्षण पास कर लिया है।
- हमें अपने कान, आँखें और मस्तिष्क खुले रखने चाहिए। हमें दूसरों के दृष्टिकोणों की सराहना करने के लिए तैयार रहना चाहिए। हमें बिना किसी विद्वेष और दुर्भावना के दूसरों से अपनी बात मनवाने का प्रयास करना चाहिए अथवा उनकी बात मान लेनी चाहिए।
- किसी विचार को तभी स्वीकार करें जब आपको विश्वास हो जाए कि वह तार्किक रूप से सही है। उदाहरण के लिए, माना कि कोई व्यक्ति आपसे कहता है कि आपके सेलफ़ोन से निकलने वाले विकिरण हानिकारक हैं। इस विचार को बिना विवेचना के स्वीकार करने से पहले आपको निम्नलिखित पर विचार करना चाहिए—सेलफ़ोन द्वारा उत्सर्जित विकिरण की मात्रा, वह आवृत्ति जिस पर ये विकिरण उत्सर्जित हो रहे हैं, इस आवृत्ति पर इस विकिरण की सुरक्षित मात्रा, इत्यादि। यदि आप स्वयं विशेषज्ञ नहीं हैं, तो आप विशेषज्ञों की सलाह ले सकते हैं अथवा इस विषय पर विश्वसनीय पठन सामग्री देख सकते हैं। इसका तात्पर्य यह है कि हमें कुछ भी बिना जाँच पड़ताल/सत्यापन के या इसके पक्ष में विश्वसनीय तर्क के, अविवेचित रूप से स्वीकार नहीं करना चाहिए। वैज्ञानिक स्वभाव के व्यक्ति विवेकपूर्ण होते हैं और अंधविश्वासों तथा पूर्वाग्रहों के शिकार नहीं होते।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 1.12

मान लीजिए कि आपका नाम सीमा है। कोई आपसे कहे कि अच्छे भाग्य के लिए आप इसे बदलकर सिमा कर लीजिए। आपकी प्रतिक्रिया क्या होगी?

क्रियाकलाप 1.13

मान लीजिए कि कोई आपसे कहे कि बेहतर स्वास्थ्य के लिए आप दक्षिण दिशा की ओर सिर रखकर सोएँ। आपकी प्रतिक्रिया क्या होगी?

1.4 एक दृष्टांत– विज्ञान कैसे कार्य करता है?

विज्ञान में प्रायोगिक कार्य और सिद्धांत निर्माण एक-दूसरे के पूरक होते हैं। कभी-कभी कोई नया प्रयोग ऐसे प्रेक्षण देते हैं जो वर्तमान सिद्धांत में संशोधन करने के लिए बाध्य कर देते हैं अथवा पूर्णतया एक नए सिद्धांत के विकास की माँग करते हैं। कभी-कभी किसी सिद्धांत में ऐसे सैद्धांतिक विकास हो सकते हैं जो नई परिघटनाओं का भविष्य कथन कर सकते हैं, जिन्हें प्रयोग द्वारा सत्यापित करने की आवश्यकता होती है। सिद्धांत और प्रयोग में यह पारस्परिक प्रभाव वैज्ञानिक विधि का एक अत्यंत रोचक पक्ष है।

विज्ञान के इतिहास में प्रायोगिक कार्य और सिद्धांत के बीच पारस्परिक क्रिया के अनेक उदाहरण उपलब्ध हैं। उदाहरणार्थ, *हम प्रकाश की प्रकृति* के विषय में समझ के विकास की संक्षिप्त समीक्षा करते हैं।

जब से मानव में चेतना का विकास हुआ, तभी से वह प्रकाश (धूप और चाँदनी के रूप में) से परिचित हो गया। संभवत: तभी से वह प्रकाश की प्रकृति के बारे में अटकल लगा रहा होगा। ऐसा प्रतीत होता है कि प्रकाश की प्रकृति पर सबसे पहले विचार संभवत: भारतीय ऋषियों और दर्शन शास्त्रियों ने प्रस्तुत किए। सामान्य युग से छठी-पाँचवीं शताब्दी पूर्व उन्होंने प्रकाश की किरणों का तेजस (अग्नि) के उच्च वेग के परमाणुओं की धारा के रूप में वर्णन किया और कहा कि परमाणुओं की व्यवस्था के आधार पर प्रकाश विभिन्न लक्षण प्रदर्शित कर सकता है।

ऊपर वर्णित विचार केवल गुणात्मक थे। प्रथम मात्रात्मक सिद्धांत सामान्य युग से तीसरी-दूसरी शताब्दी पूर्व यूनान के महान गणितज्ञ यूक्लिड ने प्रस्तावित किया था। अपनी पुस्तक *ऑप्टिका* में यूक्लिड ने लिखा कि प्रकाश सीधी रेखाओं में गमन करता है। ज्यामिति का उपयोग करके उन्होंने स्पष्ट किया कि दूर की वस्तुएँ छोटी और पास की वस्तुएँ बड़ी क्यों दिखाई देती हैं। उन्होंने परावर्तन के नियमों का भी वर्णन किया। दिलचस्प बात यह है कि उनका विश्वास था कि प्रकाश की किरणें आँखों से निकलती हैं और जब वे वस्तुओं पर पड़ती हैं तो वे वस्तुएँ हमें दिखाई देती हैं। परंतु सामान्य युग पाँचवीं शताब्दी में आर्यभट्ट ने बताया कि कोई वस्तु तभी दिखाई देती है जब वह किसी स्रोत के प्रकाश से प्रकाशित होती है।

© NCERT not to be republished

प्रकाश का परावर्तन और अपवर्तन संभवत: सबसे पुरानी परिघटनाएँ हैं, जो हमें ज्ञात है। पश्चिम में नवचेतना के दौरान अधिकांशत: परिचर्चा इन्हीं परिघटनाओं पर केंद्रित रही। सत्तरहवीं शताब्दी में हाइगेन्स ने प्रस्ताव रखा कि प्रकाश तरंगों से बना है। बाद में न्यूटन ने कहा कि प्रकाश कणों अथवा कणिकाओं का बना होता है। दोनों के ही विचार परावर्तन और अपवर्तन की परिघटनाओं को सफलतापूर्वक समझाने में सफल थे। परंतु जब उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारंभ में टॉमस यंग ने प्रकाश का व्यतिकरण प्रेक्षित किया तो प्रकाश के तरंग-सिद्धांत को बहुत बढ़ावा मिला, क्योंकि व्यतिकरण (और बाद में प्रकाश का विवर्तन और ध्रुवण) को केवल तभी समझाया जा सकता है जब प्रकाश के संचरण को तरंगों के रूप में माना जाए। तरंग-सिद्धांत स्थायी रूप से तब स्थापित हो गया, जब उन्नीसवीं सदी के दूसरे अर्धभाग में मैक्सवेल ने सैद्धांतिक रूप से यह दर्शाया कि प्रकाश विद्युत-चुंबकीय तरंग है।

यंग के प्रयोग के लगभग सौ वर्ष बाद आइंस्टाइन ने न्यूटन के प्रकाश कणिकाओं की संकल्पना को पुनर्जीवित किया और उसके आधार पर प्रकाश-विद्युत प्रभाव को समझाया। उन्होंने प्रकाश की कणिकाओं को फ़ोटॉन का नाम दिया। इन विचारों ने विज्ञान को एक नए विचार की दहलीज़ पर ला खड़ा किया। इससे स्पष्ट था कि प्रकाश की प्रकृति द्वैती होती है। कभी प्रकाश तरंगों जैसी और कभी कणों जैसे व्यवहार का प्रदर्शन करता है। *व्यतिकरण*, *विवर्तन* और *ध्रुवण* जैसी परिघटनाओं में प्रकाश तरंगों के समान व्यवहार करता है, जबकि *प्रकाश-विद्युत प्रभाव*, *युगल उत्पादन* और *कॉम्पटन प्रकीर्णन* जैसी परिघटनाओं में प्रकाश इस प्रकार व्यवहार करता है मानो वह कणों का बना हुआ हो। वर्तमान मान्यता यही है। भविष्य में कोई सिद्धांत शायद इससे अधिक संतोषजनक उत्तर दे पाए।

यह संक्षिप्त विवरण प्रदर्शित करता है कि विज्ञान कैसे उन्नति करता है। नोट करें कि विज्ञान के विकास की दिशा एक ही नहीं रहती। किसी विचार को एक समय समर्थन मिल सकता है जबकि किसी और काल में उसे चुनौती मिल सकती है। इस प्रकार के अव्यवस्थित प्रयासों से ही वैज्ञानिक सिद्धांत उभरकर आते हैं। परंतु ये सदैव अनंतिम होते हैं और बेहतर सिद्धांतों से प्रतिस्थापित हो सकते हैं। इस तथ्य पर भी ध्यान दें कि इनमें विभिन्न राष्ट्रों के वैज्ञानिक सम्मिलित होते हैं। अत: विज्ञान पर किसी एक देश या क्षेत्र का एकाधिकार नहीं हो सकता। यह संपूर्ण मानव जाति की धरोहर है।

1.5 विज्ञान शिक्षक की भूमिका

शिक्षाशास्त्र के पाठ्यक्रम में विज्ञान की प्रकृति के अध्ययन के महत्व पर संभवत: आपको आश्चर्य हुआ होगा। विज्ञान के शिक्षक को विद्यार्थियों में विज्ञान की सार भावना स्थापित करने के चुनौतीपूर्ण कार्य का सामना करना पड़ता है। शिक्षक को विद्यार्थियों को ज्ञान प्राप्त करने के वैज्ञानिक तरीके से परिचित करवाने का कार्य करना चाहिए। इस प्रकार, विज्ञान में उनके ज्ञान का सर्जन करने की क्षमता विकसित होती है। शिक्षक सीखने के अनुभवों की संरचना इस प्रकार करें कि विज्ञान की प्रकृति शिक्षण-अधिगम की सभी परिस्थितियों का अभिन्न अंग बन जाए। वैज्ञानिक संकल्पनाओं के विकास के ऐतिहासिक पक्ष को भी महत्व देना चाहिए। यह विद्यार्थियों को इस बात का महत्व

© NCERT not to be republished

समझने में मदद करेगा कि किस प्रकार मानव के प्रयासों के फलस्वरूप विज्ञान का विकास हुआ और फिर विभिन्न प्रौद्योगिकियाँ उभर कर आईं। यह आवश्यक है कि शिक्षण में तथ्यों को रटने पर बल न दिया जाए, क्योंकि सामान्यत: इससे विज्ञान के प्रति अरुचि उत्पन्न हो सकती है।

विज्ञान में प्रयोगशाला कार्य इस प्रकार प्रस्तुत करें जिसमें अन्वेषण की भावना निहित हो, जिससे विद्यार्थियों को स्वयं अपने हाथों से कार्य करने का अनुभव मिले और उनमें वैज्ञानिक मनोवृत्ति विकसित हो सके। यह विज्ञान के शिक्षण-अधिगम का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य है।

विद्यार्थियों में वैज्ञानिक प्रवृति विकसित करने में विज्ञान के शिक्षक की निर्णायक भूमिका रहती है। यह कहना आवश्यक नहीं है कि शिक्षक को अपने विषय के शिक्षण के क्षेत्र में दक्ष होना चाहिए। उन्हें विज्ञान की प्रकृति के सभी पहलुओं की जानकारी आवश्यक रूप से होनी चाहिए एवं स्वयं वैज्ञानिक स्वभाव अंतर्ग्रहण कर लेना चाहिए। ऐसे शिक्षक अपने दैनिक आचरण द्वारा वैज्ञानिक स्वभाव के दृष्टांत स्वरूप हो सकते हैं। समय-समय पर वह चर्चा आयोजित कर सकते हैं और अपने विद्यार्थियों को उसमें भाग लेने के अवसर प्रदान कर उनमें वैज्ञानिक मन:स्थिति विकसित कर सकते हैं और साथ ही,सच्चाई, ईमानदारी और निष्पक्षता जैसी वैज्ञानिक विधि में निहित मूल्यों को पोषित कर सकते हैं। वह विद्यार्थियों को अपने आस-पास के वातावरण की छान-बीन करने का अवसर देकर और प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित कर, चाहे वे प्रश्न यदा-कदा घिसे-पिटे ही हों, उनके अन्वेषण करने की समझ को बनाए रखने और उसे और भी पैना करने में मदद कर सकते हैं। ऐसे शिक्षक विज्ञान के लिए स्वयं के उत्साह द्वारा विद्यार्थियों में विज्ञान के प्रति रुझान पैदा कर सकते हैं। शिक्षण-अधिगम के समय शिक्षक प्रत्येक स्तर पर यह बता सकते हैं कि विज्ञान अनंतिम है और इसमें कुछ भी निश्चित अथवा अंतिम नहीं है, क्योंकि सिद्धांतों और स्पष्टीकरणों के पुरोगामी परिष्करण के लिए अन्वेषण निरंतर जारी रहता है। विद्यार्थी इस उद्यम में उसी समय और आगे भविष्य में भी भाग ले सकते हैं।

परियोजनाएँ, फ़ील्ड-वर्क, पत्र वाचन, इत्यादि के साथ प्रयोगशाला कार्य और चर्चा जैसी गतिविधियाँ विद्यार्थियों को विज्ञान के अध्ययन में प्रोत्साहित करती हैं। साथ ही, ये गतिविधियाँ विज्ञान के प्रक्रमों एवं अन्वेषण से जुड़े कौशलों, जैसे — प्रेक्षण, मापन, परिकल्पना निर्माण, भविष्य कथन, विश्लेषण और संप्रेषण को सीखने में सहायक होती हैं।

क्रियाकलाप 1.14

अपने विद्यार्थियों में वैज्ञानिक स्वभाव की भावना का विकास करने के लिए कुछ चरणों की रूपरेखा बनाइए।

विद्यार्थियों को परियोजनाएँ देते समय विज्ञान के शिक्षक उन्हें याद दिला सकते हैं कि उन्हें अपने प्रेक्षणों को ईमानदारी से रिपोर्ट करना है। शिक्षक स्वयं भी इस बात की प्रशंसा करने को तैयार रहें कि विद्यार्थियों ने अपनी जाँच को ईमानदारी से प्रस्तुत किया है, भले ही इससे

त्रुटिपूर्ण परिणाम प्राप्त हुए हों। अपने विद्यार्थियों को शिक्षक इस बात का अहसास करवा सकते हैं कि वे इतने कम उम्र भी नहीं हैं कि विज्ञान के विकास में कुछ योगदान न कर पाएँ। वह उन्हें हाल ही की उस रिपोर्ट के बारे में बता सकते हैं जो इंग्लैंड में विज्ञान की एक शोध-पत्रिका ने आठ वर्ष के बच्चों द्वारा किए गए वैज्ञानिक शोधकार्य के बारे में प्रकाशित की। ये बच्चे एक प्राथमिक विद्यालय के थे और वे अपनी परियोजना के एक भाग के रूप में इस बात की जाँच कर रहे थे कि भौंरे किस प्रकार रंगों और पैटर्नों को देखते हैं। 300 वर्षों से अधिक पुराने एक वैज्ञानिक संस्थान, जिसमें विश्व के सबसे अधिक विख्यात कुछ वैज्ञानिक सम्मिलित थे, ने बताया कि कीटों की दृष्टि के रंग और पैटर्न क्षेत्र में बच्चों द्वारा प्रस्तुत जाँच के परिणाम प्रमाणिक रूप से विज्ञान में प्रगति वाले थे। अत: विज्ञान के शिक्षक को अपने छोटी उम्र के विद्यार्थियों के मन में यह बात बैठानी चाहिए कि दी गई परियोजनाएँ भी उन्हें अर्थपूर्ण अन्वेषण और परिणामों तक पहुँचा सकती हैं, बशर्ते कि उन्हें जाँच की सच्ची भावना से किया जाए।

हमने ऊपर देखा कि विश्वभर में लोग विज्ञान की प्रगति में योगदान दे रहे हैं। विज्ञान के शिक्षक के रूप में आप अपने विद्यार्थियों के मन में आत्मविश्वास उत्पन्न करें ताकि वे भी विज्ञान की प्रगति में योगदान दे सकें।

विज्ञान की प्रकृति को समझना विज्ञान की शिक्षा का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य है और यह मूल्यांकन की प्रक्रिया में भी प्रतिबिंबित होना चाहिए। यह पर्याप्त नहीं है कि विद्यार्थियों की परीक्षा केवल तथ्यों तथा नियमों की जानकारी के आधार पर की जाए। आवश्यक यह है कि विद्यार्थियों की अन्वेषण की भावना, वर्तमान विचारों के प्रति उनके चिंतन की संशयी मनोवृत्ति और नए विचारों को परखने की प्रवृत्ति का आकलन किया जाए।

विज्ञान शिक्षा का परिणामी पहलू यह समझना है कि विज्ञान किस प्रकार प्रौद्योगिकी और समाज से संबंधित है। इसके बारे में हम अध्याय 2 'विज्ञान तथा समाज' में पढ़ेंगे।

1.6 सारांश

इस अध्याय में हमने जाना कि विज्ञान ज्ञान की एक व्यवस्थित प्रणाली है जो मानव की प्राकृतिक उत्सुकता, तार्किक विवेचना तथा प्रयोगों से प्रेरित अन्वेषण पर आधारित है। जैसे-जैसे मानव प्रकृति के विभिन्न रूपों का अनुभव करता है, यह ज्ञान भी उसी दर से विस्तृत होता है जिसमें अंतर्राष्ट्रीय सहयोग का भी योगदान है। स्थूल रूप में विज्ञान प्रकृति को समझने का विशिष्ट ढंग है जिसे हम वैज्ञानिक प्रवृत्ति भी कह सकते हैं। विज्ञान के सबसे महत्वपूर्ण लक्षणों में से एक लक्षण यह है कि सर्वोच्च स्तर पर स्थापित सिद्धांतों को भी संशोधित अथवा पूर्णत: त्यागा जा सकता है, यदि नए प्रयोगों से प्राप्त प्रेक्षण उस सिद्धांत के अनुरूप न हों। इससे वैज्ञानिकों में संदेहवाद को बढ़ावा मिलता है। वैज्ञानिक प्रत्येक प्रेक्षण अथवा सैद्धांतिक परिकलन को विद्वेषरहित

© NCERT not to be republished

संदेह की दृष्टि से परखते हैं और उसे तब तक स्वीकार नहीं करते जब तक भिन्न-भिन्न स्थानों पर कार्यरत अनेक वैज्ञानिकों द्वारा उसकी पुष्टि नहीं हो जाती। किसी वैज्ञानिक परिणाम की स्वीकार्यता के लिए यह एक अनिवार्य शर्त है कि वैज्ञानिकों द्वारा उसे उन्हीं परिणामों के साथ दोहराया जा सके। यह माना जाता है कि वैज्ञानिक अपने कार्य में छान-बीन तथा वैज्ञानिक विधि का उपयोग करते हैं। वैज्ञानिक विधि में अनेक चरण निहित हैं, जैसे कि किसी परिघटना का प्रेक्षण, सत्यापन योग्य भविष्यकथनों के लिए परिकल्पना निर्माण, परिकल्पनाओं का सत्यापन, परिकल्पनाओं से प्रेरित सिद्धांत की उत्पत्ति तथा उसका प्रसार। सामान्यत: कोई सिद्धांत कुछ संकल्पनाओं तथा समीकरणों के द्वारा व्यक्त किया जाता है। दैनिक जीवन में वैज्ञानिक विधि तथा छान-बीन की भावना अपनाने से वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा विवेकशीलता विकसित होती है। इसी कारण इस बात पर विशेष बल दिया जाता है कि हम अपने व्यवहार में वैज्ञानिक छान-बीन की भावना को अपनाएँ। अध्याय के अंत में विज्ञान शिक्षण द्वारा विद्यार्थियों में छान-बीन और अन्वेषण की भावना को विकसित करने में विज्ञान शिक्षक की भूमिका के महत्व पर बल दिया गया है। साथ ही विज्ञान शिक्षकों से यह भी अपेक्षा की गई है कि वे विद्यार्थियों को संशयवाद तथा वैज्ञानिक मनोवृत्ति अपनाने की ओर अभिमुख करें।

अभ्यास

1.1 समझाइए कि विज्ञान की प्रकृति के विषय में किसी विज्ञान शिक्षक की अपनी समझ उसे विद्यार्थियों को अर्थपूर्ण अधिगम प्रदान करने में कैसे सहायता करती है?

1.2 क्या संपूर्ण वैज्ञानिक ज्ञान केवल अनुभवों पर आधारित होता है? चर्चा करें।

1.3 कुछ लोगों का मानना है कि वैज्ञानिक और वैज्ञानिक ज्ञान व्यक्तिपरक होते हैं। समर्थक प्रमाणों द्वारा विवेचना कीजिए।

© NCERT not to be republished

1.4 प्रेक्षण और निष्कर्ष किस प्रकार भिन्न होते हैं? क्या इस प्रकार के उदाहरण हैं जहाँ ये भिन्न नहीं होते? उदाहरण दें।

1.5 वैज्ञानिक नियम और वैज्ञानिक सिद्धांत किस दृष्टि से भिन्न प्रकार के ज्ञान हैं? किस दृष्टि से ये संबंधित हैं?

1.6 किस सीमा तक वैज्ञानिक ज्ञान सामाजिक और सांस्कृतिक परंपराओं में सन्निहित हैं? किस दृष्टि से यह समाज व संस्कृति की सीमाओं से परे है? प्रासंगिक उदाहरणों के साथ विवेचना कीजिए।

1.7 'विज्ञान में खोज के लिए वैज्ञानिक विधि आवश्यक है' यह सोच वैज्ञानिक प्रक्रिया को किस प्रकार विकृत करती है। उदाहरणों के साथ चर्चा कीजिए।

1.8 कुछ लोगों का ऐसा विश्वास है कि सूर्य ग्रहण के समय सूर्य कुछ विशेष किरणें उत्सर्जित करता है जो गर्भवती महिलाओं के लिए हानिकारक होती हैं। विज्ञान के विद्यार्थी होने के नाते आप लोगों को कैसे विश्वास दिलाएँगे कि ग्रहण के समय सूर्य के बारे में ऐसा कुछ भी विशेष नहीं है?

1.9 भौतिक विज्ञान की किन्हीं दो खोजों की सूची बनाइए। इन खोजों से संबंधित सिद्धांतों की अनंतिमता की विवेचना कीजिए।

1.10 क्या ज्योतिष (फेंगशुई, रेकी...) एक विज्ञान है? विवेचना कीजिए।

1.11 कक्षा सात का एक विद्यार्थी सुमित विज्ञान के अध्ययन में बहुत रुचि रखता है। एक दिन उसने अपने शिक्षक से पूछा, "मैं विज्ञान में कुछ आविष्कार/खोज करना चाहता हूँ, पर मुझे लगता है कि सभी खोज/आविष्कार पहले से ही हो चुके हैं। मैं किस चीज़ की खोज अथवा आविष्कार करूँ?" आपके विचार में शिक्षक सुमित को क्या सलाह दें जिससे उसकी जिज्ञासा और पूछताछ की मनोवृत्ति को प्रोत्साहन मिले।

© NCERT not to be republished

अध्याय 2 विज्ञान और समाज

2.1 परिचय

2.2 भौतिक विज्ञान और समाज

- 2.2.1 पर्यावरण के लिए भौतिक विज्ञान
- 2.2.2 स्वास्थ्य के लिए भौतिक विज्ञान
- 2.2.3 शांति के लिए भौतिक विज्ञान
- 2.2.4 समदृष्टि के लिए भौतिक विज्ञान

2.3 शिक्षक की भूमिका

2.4 कुछ प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों का योगदान
आईज़क न्यूटन, जॉन डाल्टन, जे.सी.बोस, अल्बर्ट आइंस्टाइन, नील्स बोर, सर सी.वी.रमन, लुइ विक्टर दी ब्रोग्ली, बिमला बूटी, वेंकटरामन रामाकृष्णन।

2.5 सारांश

© NCERT not to be republished

2.1 परिचय

शिक्षा का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य विद्यार्थियों को हमारे देश का उत्तरदायी लोकतांत्रिक नागरिक बनने में सहायता करना है। विज्ञान शिक्षक का दायित्व केवल विज्ञान के तथ्यों, सिद्धांतों और प्रक्रमों को पढ़ाना ही नहीं होता, अपितु अपने सामाजिक उत्तरदायित्व पूरा कर सकने के साथ-साथ लोकतंत्र के संरक्षण के लिए मदद करना भी होता है। वे इस बात की महत्ता को समझें कि विज्ञान और प्रौद्योगिकी का विकास किस प्रकार हुआ है और उन पर विविध प्रकार के व्यक्तियों, संस्कृतियों और समाजों का क्या प्रभाव पड़ा है। समाज के हित के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उत्तरदायी उपयोग को समझने और उसमें भागीदार बनने, अपने देश के भविष्य की स्पष्ट कल्पना करने और संवेदनशील तथा उत्तरदायी नागरिक बनने के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करने की आवश्यकता होती है। स्वस्थ और संपोषित समाज बनाए रखने के लिए विद्यार्थियों में विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज की अंत: संबद्धता के विषय में विवेचनात्मक

सोच विकसित करना महत्वपूर्ण है। सूचना को अर्जित तथा संसाधित करने तथा वैज्ञानिक और प्रौद्योगिकी के विकास और दैनिक जीवन से उसकी संबद्धता और समाज पर उसके दीर्घकालीन प्रभाव एवं विभिन्न मुद्दों के संबंध में वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करने के लिए बच्चों को प्रोत्साहित करना चाहिए। इसलिए विज्ञान शिक्षकों को एक विस्तृत संदर्भ के अंतर्गत अपने दायित्वों पर ध्यान देना चाहिए।

विज्ञान शिक्षा का लक्ष्य विद्यार्थियों में वैज्ञानिक मनोवृत्ति विकसित करना है जिससे आगे के जीवन में विभिन्न संभावनाओं और चुनौतियों का सामना करने पर वे तर्कसंगत विकल्प अपनाने में समाज की मदद कर सकें। उदाहरण के लिए, मान लीजिए कि कोई समाज अपने ऊर्जा संसाधनों में वृद्धि करना चाहता है। ऊर्जा उत्पादन के बहुत से संभावित तरीके हैं। समाज वह तरीका अपनाना चाहता है जो पारिस्थितिकी की दृष्टि से सबसे कम हानिकारक हो। यदि समाज में विज्ञान साक्षरता का स्तर उच्च है तो उसके नागरिक सही विकल्प अपनाने की दृष्टि से बेहतर स्थिति में होंगे।

मानव की जिज्ञासा और विज्ञान के ज्ञान की उपयोगिता दो ऐसे मुख्य कारक हैं जो जीवन को अधिक सुविधाजनक बनाने की दृष्टि से प्रकृति के व्यवहार और विज्ञान के ज्ञान की उपयोगिता को समझने के लिए मानव जाति को निरंतर संघर्षशील बनाए रखते हैं। यह सब करने के लिए मानव ने अपने क्रियाकलापों को विभिन्न क्षेत्रों में वर्गीकृत करके ज्ञान को व्यवस्थित किया, प्रकृति के व्यवहार को समझने के लिए संकल्पनाएँ बनाईं और इनकी सहायता से प्रकृति के समुपयोजन के लिए बहुत से तरीके ढूँढ निकाले। मानव जाति के ये सभी प्रयास एक नए विषय क्षेत्र के रूप मे परिणत हुए जिसे विज्ञान कहते हैं। विज्ञान ने मानव को इतना प्रभावित किया और लाभ पहुँचाया है कि यह हम सबके लिए अपरिहार्य हो चुका है। साथ ही समाज ने भी विज्ञान के विकास में सहायता की है।

विज्ञान मानव जाति के जीवन की गुणवत्ता को बढ़ाता है और यह जीवन के सभी पहलुओं में लक्षित होता है। चूँकि विज्ञान मनुष्यों द्वारा विकसित किया गया है, जो किसी समूह, समाज अथवा देश का हिस्सा होते हैं, अत: यह अपेक्षा की जाती है कि उनकी सामाजिक, मनोवैज्ञानिक, राजनीतिक, आर्थिक सूझबूझ, विज्ञान के विकास के मार्ग को परिवर्तित कर सकती है।

समय के साथ समाज में परिवर्तन हुआ है और परिणामस्वरूप विज्ञान में भी विकास हुआ है। समाज की आवश्यकताओं ने विज्ञान के विकास में सदैव बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। "दीर्घ जीवन के अल-अक्सीर अथवा अमृत" की तलाश के प्रयास के फलस्वरूप ही जिससे लोग सदा जीवित रहें , ऐल्कीमी (अरबी शब्द अल-कुमिस से व्युत्पन्न) अथवा कीमिया नामक विज्ञान का जन्म हुआ। इस प्रकार के अमृत को विकसित करने की तलाश के कारण कीमिया का प्रचलन प्राचीन मिश्र, मेसोपोटैमिया (आज का ईराक), पर्सिया (आज का ईरान), जापान और भारत जैसे देशों में बड़े पैमाने पर हो गया। कीमियागर पदार्थों के चमत्कारिक रूपांतर में

© NCERT not to be republished

विश्वास करते थे। वे समझते थे कि अशुद्धियाँ हटाकर मूल धातुओं को सोने में बदला जा सकता है। कीमिया ही बाद में रसायन विज्ञान बना। अत: हम देखते हैं कि कई बार विज्ञान में अनुसंधान के क्षेत्र में समाज की आवश्यकता के अनुसार नाटकीय परिवर्तन होते हैं।

दर्शन और विज्ञान का उद्‌भव सामान्य युग से पूर्व 450 के आस-पास हुआ। प्लेटो का कार्य मानव की सर्वोच्च मानसिक शक्ति अर्थात् तर्क पर आधारित था। उन्हें हाथ से काम करने में विश्वास नहीं था, जिससे प्रायोगिक विज्ञान के विकास में बाधा हुई। परंतु उनके शिष्य अरस्तू ने वैज्ञानिक प्रलेखों के लिए मानक व्यावसायिक दृष्टिकोण निर्धारित किया। उन्होंने दो प्रकार की युक्तियों का उपयोग किया—द्वंद्वात्मक, जो तार्किक निगमन पर आधारित था और आनुभविक, जो व्यावहारिक सोच-विचार पर आधारित था। उन्होंने व्यवस्थित वैज्ञानिक अन्वेषण की एक विचारधारा ऐसे पैमाने पर विकसित की जो पूर्व में हुए प्रयासों से कहीं बड़ी थी। उन्होंने अकेले ही विज्ञान को एक सामूहिक व्यवस्थित उद्यम के रूप में विकसित किया। उनके इस कार्य को इतना उल्लंघनीय माना गया कि उस समय के व्यक्ति, समुदाय, राजनीतिक और धार्मिक संगठन सहित सभी ने उसे स्वीकार कर लिया।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में हुई उन्नति ने आज के वैश्वीकृत संसार में बहुत से जटिल मुद्दे खड़े कर दिए हैं। विज्ञान और प्रौद्योगिकी से संबद्ध कई ऐसे मुद्दे और समस्याएँ हैं, जिनका समाधान वैज्ञानिक समुदाय विभिन्न संगठनों, समुदायों, संस्थाओं और सरकार के सहयोग से कर सकते हैं। इस प्रकार की समस्याओं के उदाहरण हैं– सामुदायिक स्वास्थ्य, जनसंख्या वृद्धि, प्राकृतिक तथा मानवजनित विपदाओं और संक्रामक रोगों से सुरक्षा, अवक्षय हो रहे प्राकृतिक संसाधन, संकटापन्न वन्य जीवन के मुद्दे, इत्यादि। समाज के प्रत्येक सदस्य को इन समस्याओं पर अपने तरीके से विचार करना चाहिए। विद्यार्थियों को केवल अपने दैनिक जीवन में वैज्ञानिक खोजों और विकास की प्रासंगिकता के प्रति जागरूक ही नहीं होना चाहिए, परंतु इन्हें समाज के हित में उचित उपयोग भी करना चाहिए। विद्यार्थियों को यह महसूस करा देना चाहिए कि सामाजिक विकास विज्ञान की उन्नति को तथा साथ ही विज्ञान की उन्नति भी सामाजिक विकास को प्रभावित करती है। विद्यार्थियों को चाहिए कि वे आधुनिक समाज के कल्याण के लिए समाज पर ऊर्जा संकट, आनुवंशिक अभियांत्रिकी, नाभिकीय परीक्षण, आनुवंशिक रूप से रूपांतरित (जी.एम.) फ़सल और वैश्विक ऊष्मीकरण जैसे मुद्दों के प्रभाव को समझकर अपने शैक्षिक अनुभवों को समृद्ध बनाएँ।

यह चर्चा पूर्व में की जा चुकी है कि किस प्रकार विज्ञान और समाज एक-दूसरे को प्रभावित करते हैं। शैक्षिक लक्ष्यों का निर्धारण सामाजिक, आर्थिक एवं सांस्कृतिक आवश्यकताओं के अनुसार होता है। विज्ञान शिक्षण-अधिगम के कुछ लक्ष्य हैं –

- वैज्ञानिक प्रकृति, अभिवृत्ति और निष्ठा को विकसित करना।
- निष्पक्ष सोच, राष्ट्रीय एकात्मकता, पर्यावरण और लोकतांत्रिक मूल्यों के लिए सरोकार को विकसित करना।

© NCERT not to be republished

- दूसरों के विचार और उनकी राय का आदर करना, स्त्री-पुरूषों की समता विकसित करना।
- डॉक्टरों, इंजीनियरों, वैज्ञानिकों, शिक्षकों जैसे व्यवसायी तैयार करना।
- विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में अनुसंधान कार्य को बढ़ावा देना।

अत: गुणवत्तापूर्ण उच्च शिक्षा देने के साथ-साथ हमें अपने विद्यार्थियों के मानस में बहुत से अन्य मूल्यों को भी विकसित करना है। इससे उन्हें अपने व्यवसाय में सफल होने और समाज को अपनी सर्वोत्तम सेवा देने में मदद मिलती है। इस प्रकार का सफल व्यक्ति समाज में अच्छी तरह व्यवस्थित हो जाता है और अच्छा नागरिक बन जाता है।

यद्यपि कोई व्यक्ति अपनी पसंद के किसी भी पाठ्यक्रम का अध्ययन कर सकता है, परंतु समाज/सरकार किन्हीं विशेष महत्व के क्षेत्रों को ही शोधकार्य के लिए चुनती है। उदाहरण के लिए स्वतंत्रता प्राप्ति के तुरंत बाद, देश ने कृषि और स्वास्थ्य के क्षेत्र में अनुसंधान को प्राथमिकता दी। अत: इससे हरित क्रांति और श्वेत क्रांति आई। फ़सलों के उत्पादन को परिष्कृत उर्वरकों, बीजों और पीड़कनाशियों से सहायता मिली। इसके बाद औद्योगिक क्षेत्रों को कुछ बढ़ावा मिला। कभी-कभी राष्ट्रीय संकट के समय रक्षा के क्षेत्र में शोध को प्राथमिकता मिल सकती है। अब सूचना प्रौद्योगिकी और जैव प्रौद्योगिकी में पर्याप्त अनुसंधान हो रहे हैं। संचार प्रौद्योगिकी तथा अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, इत्यादि में भी काफ़ी उन्नति हुई है। भारत ज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में आगे बढ़ रहा है। इस प्रकार ज्ञान के प्रसार एवं समाज की प्रगति में शिक्षा की भूमिका महत्वपूर्ण होती है।

अत: विज्ञान समाज की आवश्यकताओं और हितों के अनुसार कार्य करता है, जहाँ इसका उपयोग किया जाता है और इसे विकसित किया जाता है। विज्ञान पर कार्य वे लोग करते हैं, जो सामान्यत: अपने आस-पास के परिवेश की आवश्यकताओं और हितों के प्रति संवेदनशील होते हैं। उदाहरणार्थ, समाज की वर्तमान आवश्यकताओं के प्रति संवेदनशील वैज्ञानिकों ने टीके (वैक्सीन) विकसित किए। इससे पहले कि उन क्षेत्रों की चर्चा करें जिनमें विज्ञान ने स्थानीय और विश्व स्तर पर समाज की सेवा की है, आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप 2.1

विज्ञान के शिक्षक को विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज की अंत: संबद्धता की जानकारी क्यों होनी चाहिए? वह अपने इस ज्ञान का उपयोग विद्यार्थियों को सामाजिक दृष्टि से उत्तरदायी नागरिक बनाने में किस प्रकार कर सकते हैं? अपने मित्रों से समूह में चर्चा करें और अपने विचारों को कक्षा में प्रस्तुत करें।

क्रियाकलाप 2.2

समाचार पत्र की एक रिपोर्ट की बारीकी से जाँच करके उसमें प्रकाशित किसी नई खोज के अंतर्निहित सिद्धांत का पता लगाएँ। इसके समाज पर पड़ने वाले प्रभाव के विषय में चर्चा करें।

© NCERT not to be republished

2.2 भौतिक विज्ञान और समाज

भौतिक विज्ञान में भौतिकी और रसायन का अध्ययन सम्मिलित है। भौतिकी एक प्रमुख मूलभूत विज्ञान है। इसके अंतर्गत पदार्थ और ऊर्जा का अध्ययन किया जाता है। भौतिकी के अध्ययन से हमें अन्य विज्ञानों, जैसे – रसायन, जीव विज्ञान, भूविज्ञान, खगोलिकी, चिकित्सा-विज्ञान, पर्यावरण विज्ञान और अन्य अनेक विज्ञानों के समूहों को समझने में मदद मिलती है। साथ ही अन्य विज्ञानों का विकास भी स्वयं भौतिकी के विकास में योगदान करता है। भौतिकी, प्रौद्योगिकी और समाज के आपसी संबंध को बहुत से उदाहरणों से समझा जा सकता है। लीवर के सिद्धांत का उपयोग हज़ारों वर्षों से सभ्यता के विकास के साथ किया जा रहा है। प्राचीन मिस्त्र के लोग 100 टन से अधिक भार वाले सूची स्तंभों (ऊँचे, नोकदर शुंडाकार, चार दीवारों वाले पत्थर के स्तंभ जो स्मारक या स्तंभ-चिह्न के रूप में स्थापित किए जाते थे) को उठाने के लिए लीवर का उपयोग करते थे। ऊष्मागतिकी का विषय ऊष्मा इंजनों की कार्यप्रणाली को समझने और सुधारने की आवश्यकता से विकसित हुआ। भाप के इंजन के आविष्कार ने अठारहवीं सदी में इंग्लैंड में औद्योगिक क्रांति का सूत्रपात किया, जिसने मानव सभ्यता की प्रगति पर बहुत अधिक प्रभाव डाला।

चित्र 2.1— एक ओबेलिस्क (सूच्याकार स्तंभ)

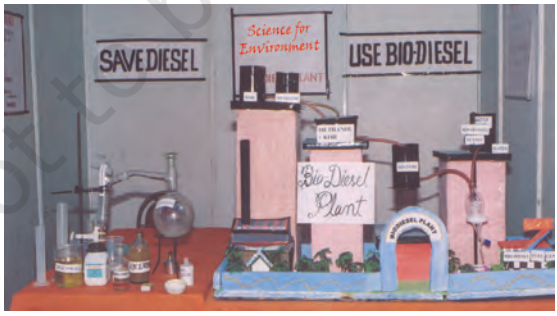
कभी-कभी प्रौद्योगिकी से नई भौतिकी का उद्भव होता है, दूसरी ओर भौतिकी से नई प्रौद्योगिकी का उद्भव होता है। इसका एक उदाहरण बेतार की संचार प्रौद्योगिकी है जो उन्नीसवीं सदी में विद्युत और चुंबक के आधारभूत नियमों की खोज के परिणामस्वरूप हुई। एक अत्यंत उल्लेखनीय क्षेत्र जिसमें भौतिकी योगदान कर सकती है, वैकल्पिक ऊर्जा संसाधनों का विकास है। यदि नाभिकीय संलयन प्रयोग को विद्युत उत्पादन के लिए नियंत्रित कर लिया जाए तो यह हमारे समाज में समृद्धि ला सकता है।

रसायन विज्ञान पदार्थ के गुणधर्मों और उपयोगों का अध्ययन है। यह भी एक मूलभूत विज्ञान है और जैवरसायन, आण्विक आनुवंशिकी, भौतिकी, भूविज्ञान, शरीर क्रिया-विज्ञान, इत्यादि को समझने में आधार का कार्य करता है। रसायनज्ञों द्वारा विकसित अनेक नए रसायन समाज के लिए महत्वपूर्ण हैं। उदाहरण के लिए, वह पुस्तक जिसे आप पढ़ रहे हैं, कपड़े जो आप पहने हुए हैं, आपके पेन की स्याही, कंप्यूटर और मोबाइल के लिए सामग्री, जीवन रक्षक औषधियाँ–सभी रसायनज्ञों द्वारा विकसित हैं।

नाइलॉन का विकास सन् 1931 में, पौधों या जंतुओं से व्युत्पन्न किसी प्राकृतिक कच्ची सामग्री का उपयोग किए बिना संश्लिष्ट पदार्थ के रूप में किया गया। यह कोयले, जल और वायु से बनाया गया था। यह रेशा मज़बूत, लचीला और हल्का होता है। चूँकि यह चमकीला और आसानी से घुल जाने वाला था, अत: यह वस्त्र-निर्माण के लिए बहुत लोकप्रिय हो गया। इसके कारण बहुत-सी वैज्ञानिक और प्रौद्योगिकीय उन्नति हुई। कृषि रसायन, जैसे शाकनाशी, कवकनाशी, ह्यूमिक अम्ल (पौधों के पोषकों की उपलब्धता बढ़ाने के लिए), इंडोल ऐसीटिक अम्ल (जो फलों को पकने से पहले गिरने से रोकने वाला पादप हार्मोन है) एवं कैल्शियम सल्फ़ेट (मृदा की अम्लता कम करने वाला), फ़सलों को उगाने के तरीकों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। विशिष्ट इंधन योज्यों (इंधनों में मिलाए जाने वाले पदार्थों) और उपयुक्त वाहन सामग्री की जानकारी ने परिवहन को कार्यदक्ष और सुविधाजनक बना दिया है। इसी प्रकार, विशिष्ट गुणों वाले विविध प्रकार के रसायनों के कारण कंप्यूटर प्रौद्योगिकी और इलेक्ट्रॉनिकी में भी उन्नति हुई है। परंतु, इन वैज्ञानिक विकासों के लाभ हानिरहित नहीं हैं। बहुत से नए विकासों का हमारे पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। इन प्रभावों के अध्ययन और इससे होने वाली क्षति को कम करने की आवश्यकता ने विज्ञान की एक नई शाखा, पर्यावरण विज्ञान को जन्म दिया है। अत: हम देखते हैं कि विज्ञान और समाज में पारस्परिक क्रिया एक ही दिशा में नहीं होती।

2.2.1 पर्यावरण के लिए भौतिक विज्ञान

विश्व में जो कुछ भी उपस्थित है उसे पर्यावरण के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। विश्व (ब्रह्मांड) में वायु, जल, मृदा, सूर्य, चंद्रमा और बहुत-सी वस्तुएँ हैं। इसमें पौधे, जंतु, नदियाँ, पर्वत, मरुस्थल और समुद्र भी हैं। मोटे तौर पर, पर्यावरण के चार भाग हैं– वायुमंडल, जैवमंडल, स्थलमंडल और जलमंडल।



चित्र 2.2 — पर्यावरणीय मुद्दों पर प्रदर्श बनाना

विज्ञान में हम उन तथ्यों, संकल्पनाओं, सिद्धांतों एवं घटनाओं का अध्ययन करते हैं, जो प्रकृति में होते हैं। लंबे समय तक मनुष्य प्राकृतिक तंत्र का हिस्सा बना रहा और इसके साथ कोई छेड़छाड़ नहीं कर पाया। तब मनुष्यों ने औज़ार बनाने शुरू किए, आग का आविष्कार किया,

© NCERT not to be republished

कृषि की फ़सलें उगाईं और जानवरों को पालतू बनाया। इस चरण में मनुष्य कृषि पर इतने अधिक निर्भर थे कि उन्हें **कृषिजीवी** कहा जा सकता था। बाद में उन्होंने प्रकृति और उसके संसाधनों का उपयोग अपनी ज़रूरतों के अनुसार करना शुरू किया। विकास के इन कार्यों ने मनुष्यों को **उद्योगजीवी** बना दिया। वर्तमान में ज्ञान का भंडार इतने आश्चर्यजनक गति से बढ़ रहा है कि यह मानना अतिशयोक्ति नहीं होगी कि हमने स्वयं को **ज्ञानजीवी** बना लिया है। मनुष्य ने अपनी गतिविधियों से पर्यावरण को परिवर्तित कर दिया, जिसके परिणामस्वरूप पर्यावरण प्रदूषित हो गया है। पिछले कुछ समय से प्रदूषण खतरनाक गति से बढ़ने लगा है। इससे सर्वसाधारण के साथ-साथ वैज्ञानिकों का भी ध्यान इस ओर आकर्षित हुआ है।

पर्यावरण पर संदूषकों (भौतिक, रासायनिक, जैविक) के प्रभावों का अध्ययन अब हाल के वर्षों में विज्ञान का एक अंग बन चुका है। वैज्ञानिकों ने जल, वायु, मृदा, एवं शोर प्रदूषणों और रेडियोऐक्टिवता के कारण होने वाले प्रदूषण की रोकथाम के लिए कार्य करना शुरू कर दिया है। उदाहरण के लिए, पेट्रोल और डीज़ल के स्थान पर सी.एन.जी. (संपीडित प्राकृतिक गैस) का उपयोग, वायु में कार्बन डाईऑक्साइड के स्तर को कम करने में मदद करता है। साथ ही ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोतों, जैसे – पवन, सौर, और नाभिकीय ऊर्जा, बॉयोगैस, ज्वार, भूतापीय ऊर्जा, इत्यादि पर खोज हुई है। इनका उपयोग धीरे-धीरे बढ़ता जा रहा है। ये उपाय निश्चित रूप से प्रदूषण और वैश्विक ऊष्मीकरण को कम करेंगे। ओज़ोन अपक्षय को ऐरोसॉल (वायुविलय), जैसे क्लोरोफ़्लोरो कार्बन का उपयोग समाप्त करके नियंत्रित किया गया है ताकि ये रसायन वायुमंडल में संचित न हो सकें। शोर प्रदूषण वाले स्थानों पर उसे मापने और नियंत्रित करने हेतु उपयुक्त युक्तियाँ स्थापित की गई हैं। रेडियोऐक्टिव प्रदूषण को नियंत्रित करने के लिए विभिन्न उपाय किए गए हैं। अत: पर्यावरण के अध्ययन और सुधार के लिए विज्ञान आवश्यक है।

पर्यावरण को ह्रासी विकास से बचाने के लिए रसायन की एक नई शाखा, हरित रसायन का विकास किया गया है। हरित रसायन का संबंध पर्यावरण पर मानव गतिविधियों के हानिकारक प्रभाव को कम करने के लिए रसायन और अन्य विज्ञानों के वर्तमान ज्ञान और सिद्धांतों के उपयोग से है। विकास संबंधी गतिविधियों के कारण उत्पन्न रासायनिक खतरों को कम करने के लिए विद्यमान ज्ञान का उपयोग ही हरित रसायन की नींव है। इसमें उत्पाद के स्तर के साथ-साथ उसके बनाने की प्रक्रिया के स्तर पर अंत:क्षेप किया जाता है। यदि कोई उत्पाद हानिकारक है, तो हम उसका विकल्प ढूँढते हैं। यदि विकल्प उपलब्ध नहीं है और उस उत्पाद को बनाना ही पड़े तो उसके उत्पादन की प्रक्रिया में सुधार किया जाता है अथवा कोई वैकल्पिक प्रक्रिया ढूँढी जाती है जिससे उत्पाद पर्यावरण हितैषी हो जाए। इस प्रकार का एक उदाहरण क्लोरीन गैस है, जो पहले कागज़ को विरंजन करने के काम आती थी। आजकल हाइड्रोजन पैरॉक्साइड को किसी ऐसे उपयुक्त उत्प्रेरक के साथ, जो इसकी विरंजन क्रिया को प्रोन्नत करे, उपयोग में लाया जाता है। पहले कपड़ों की सूखी धुलाई के लिए टेट्राक्लोरोएथीन ($Cl_2C = CCl_2$) का उपयोग विलायक के रूप में होता था। यह यौगिक भू-जल को संदूषित करता है और इसे कैंसरजनक माना जाता है। आजकल हैलोजनीकृत विलायक के स्थान पर एक उपयुक्त अपमार्जक के साथ द्रवित कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग किया जाता

है जो भू-जल के लिए कम हानिकारक होता है। रासायनिक उद्योगों में बड़े पैमाने पर उपयोग में लाए जाने वाले एथेनल (CH_3CHO) का व्यापारिक स्तर पर निर्माण अब एथीन के एक-पदीय ऑक्सीकरण द्वारा जलीय माध्यम में आयनिक उत्प्रेरक की उपस्थिति में किया जाता है जिससे 90 प्रतिशत लब्धि होती है।

$$2CH_2=CH_2+O2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक [जल में PD(II)/cu(II)]}} 2CH_3CHO\ (90\%)$$

क्रियाकलाप 2.3

पर्यावरण मुद्दे (संकेत—नाभिकीय ऊर्जा, खाद्य सुरक्षा, जलवायु परिवर्तन इत्यादि) से संबंधित कोई लेख हाल ही के किसी समाचार पत्र में ढूँढें। कुछ प्रश्न तैयार करें और इन प्रश्नों के इर्द-गिर्द कक्षा में एक चर्चा आयोजित करें।

क्रियाकलाप 2.4

आप अपने आस-पास के क्षेत्र में वायु, जल और मृदा प्रदूषणों को कम करने के लिए क्या कार्रवाई करेंगे, इसकी एक सूची बनाएँ। इस सूची को बनाने के लिए आप समूह बनाकर चर्चा कर सकते हैं।

2.2.2 स्वास्थ्य के लिए भौतिक विज्ञान

समाज की प्रगति का एक संकेत यह है कि उस के सभी सदस्य स्वस्थ हों। वास्तव में, रोग, बीमारी और गरीबी का एक दुश्चक्र होता है। लोग इसी कारण गरीब हैं क्योंकि वे विभिन्न रोगों से पीड़ित हैं; लोग विभिन्न रोगों से इसलिए पीड़ित हैं, क्योंकि वे गरीब हैं। अत: गरीबी कम करने के लिए आवश्यक है कि लोग स्वस्थ हों। विज्ञान ने मानव-जाति को स्वस्थ और रोग-मुक्त रखने में योगदान किया है। विज्ञान ने बताया है कि व्यक्ति को स्वस्थ रहने के लिए विभिन्न पोषक, जैसे — प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, विटामिन, वसा, खनिज इत्यादि का उपयोग सही मात्रा में करना चाहिए। विज्ञान ने रोकथाम के उपाय भी बनाए हैं, जिससे लोग मलेरिया, क्षयरोग, यकृतशोध (हेपॅटाइटिस B) जैसे घातक रोगों के शिकार न हों। रोगों के निदान के लिए भी विभिन्न तकनीकें विकसित हुई हैं, जैसे — एम.आर.आई., ई.सी.जी., एक्स-रे, पराश्रव्यलेखन (अल्ट्रासोनोग्राफ़ी), इत्यादि। प्रतिजैविक औषधियों के उपयोग ने मानव जाति को कई खतरनाक बीमारियों, जैसे— उपदंश (सिफ़िलिस), क्षयरोग, कोढ़ से मुक्ति दिलाई है। हाल ही में कैंसर के रसोचिकित्सीय (कीमोथेरेपी) उपचार के लिए बहुत-सी दवाइयाँ विकसित की गई हैं। अर्बुद (ट्यूमर) को हटाने के लिए विकिरण चिकित्सा एक प्रभावी चिकित्सा सिद्ध हुई है। विभिन्न देशों के वैज्ञानिकों ने इस क्षेत्र में योगदान किया है। स्वास्थ्य विज्ञान में भारत का योगदान भी बहुत महत्वपूर्ण है।

© NCERT not to be republished

प्राचीन काल में भारतीय समाज लोगों के शारीरिक और मानसिक स्वास्थ्य के प्रति बहुत सतर्क था। भारतीय चिकित्सा पद्धति का आरंभ वैदिक काल में हुआ है। संभवत: सबसे प्राचीन चिकित्सा प्रणाली के रूप में आयुर्वेद की उत्पत्ति भारत में हुई थी। यह भारत में अभी भी पनप रहा है। इस पद्धति पर आधारित बहुत से रोगों का उपचार उपलब्ध कराने वाले आयुर्वेदिक केंद्र एवं स्पा रिज़ॉर्ट काफ़ी लोकप्रिय हैं और अब विश्व के कई देशों में उपलब्ध हैं। यह पद्धति रोग का नहीं, रोगी का उपचार करने का दावा करती है। यह पद्धति रोगी के केवल भौतिक स्वास्थ्य को ही ठीक नहीं रखती, बल्कि उसके मानसिक स्वास्थ्य को भी ठीक करके उसका संपूर्ण रूप से उपचार करती है।

धनवंतरी को आयुर्वेद के विकास का प्रथम प्रणेता माना जाता है। सामान्य युग से पूर्व छठी शताब्दी में सुश्रुत ने मानव शरीर रचना का अध्ययन किया। उन्होंने मोतियाबिंद संकुचन की तकनीक का आविष्कार किया। इनकी कृतियों को *सुश्रुत संहिता* में संकलित किया गया है। इसमें लगभग 1120 रोगों, 700 औषधीय पादपों, खनिज और जांतव स्रोतों से तैयार की जाने वाली 100 से अधिक औषधीय विरचन-विधियों का वर्णन है। सुश्रुत संहिता में लगभग 125 शल्य उपस्करों का भी वर्णन है। सुश्रुत ने लिखा है कि मधुमेह एक ऐसा रोग है जो अधिकतर उन्हीं लोगों को प्रभावित करता है जिनका शरीर स्थूल होता है। इस संदर्भ में सुश्रुत ने अच्छा स्वास्थ्य बनाए रखने के लिए शारीरिक क्रियाकलाप की भूमिका पर बल दिया है।

चरक, जो दूसरी या तीसरी सदी सामान्य युग से पूर्व में थे, भारत में चिकित्सकों के सम्राट माने जाते हैं। उन्हें चिकित्सा की सभी शाखाओं का ज्ञान था, जिसमें शल्य चिकित्सा और मनश्चिकित्सा भी सम्मिलित हैं। उनकी कृतियाँ जो *चरक संहिता* में संकलित हैं, आयुर्वेदिक उपचार की प्रामाणिक स्रोत हैं। इस ग्रंथ में उन्होंने 100,000 औषधीय पादपों के चिकित्सीय गुणधर्मों और उनके कार्य प्रभाव का वर्णन किया है। उन्होंने शरीर और मन पर आहार और शारीरिक क्रियाकलाप के प्रभाव के महत्व पर बल दिया है।

भौतिक विज्ञान ने शल्य-चिकित्सा में होने वाली पीड़ा को कम करने के लिए संवेदनाहरण (ऐनेस्थीसिया) और पूतिरोध (एंटीसेप्सिस) की खोज करके और साथ ही दर्द और कष्टों से छुटकारा पाने के लिए विभिन्न दवाओं, जैसे — दर्द-नाशियों, प्रतिजैविकों, शामको आदि की खोज करके मानव पीड़ा को कम करने में बहुत अधिक योगदान दिया है।

समाज के समक्ष आज का बहुचर्चित मुद्दा सभी लोगों को स्वास्थ्य रक्षा उपलब्ध कराना है। स्वास्थ्य रक्षा की वैज्ञानिक दृष्टि और आधुनिक औषधियों की जटिलताओं की समझ समाज को स्वास्थ्य के क्षेत्र में सही रास्ता अपनाने में समर्थ कर सकती है।

परियोजना 2.1

रोगों के उपचार में प्रौद्योगिकी के उपयोग के संबंध में उन प्रश्नों की एक सूची तैयार करें, जो आप एक डॉक्टर (नेत्र चिकित्सक, अस्थिरोग विशेषज्ञ, दंत चिकित्सक आदि) से पूछना पसंद करेंगे। उनके साथ साक्षात्कार करें और उनके द्वारा उपयोग किए जाने वाले उपकरणों और यंत्रों को देखें। ये प्रौद्योगिकियाँ जिन सिद्धांतों पर आधारित हैं, उनकी जानकारी प्राप्त करें और कक्षा में इस संबंध में उसका विवरण प्रस्तुत करें।

© NCERT not to be republished

2.2.3 शांति के लिए भौतिक विज्ञान

विज्ञान ने मानव के जीवन को हर प्रकार से बेहतर बनाया है। अत: यह अपेक्षा की जाती है कि विकास कार्यों के लिए यदि सैद्धांतिक और मूलभूत विज्ञानों से संबंधित ज्ञान के अर्जन एवं उस ज्ञान के अनुप्रयोग में सभी का पूर्ण सहयोग होता है तो मानव के मानस में सर्वत्र शांति का राज होना चाहिए। वैज्ञानिक ज्ञान विश्वव्यापी होता है और इसकी सीमाएँ नहीं होतीं। उपयोगितावादी पक्ष की दृष्टि से भी विज्ञान निर्विवाद रूप से समाज सेवा का साधन है। अत: यदि समाज में शांति नहीं है, तो कुछ अन्य कारक हो सकते हैं, जिन्हें नियंत्रित करना होगा। शांति का एक सूचक हिंसा का न होना है। परंतु, यदि व्यक्तियों, व्यक्ति समूहों, राज्यों और राज्यों के समूहों में हिंसा फैलती है, तो इसका अर्थ यह है कि अवश्य उनमें कोई अंतर्विरोध है। अत: शांति की भावना सभी स्तरों अर्थात् व्यक्तिगत, समाज और राज्य के स्तर पर रखना आवश्यक है। इन स्तरों में पारस्परिक क्रियाएँ होती रहती हैं और इनका आपसी संबंध जटिल होता है। व्यक्ति के स्तर पर हमें सामाजिक और मनोवैज्ञानिक अनुभूति में परिवर्तन लाने होंगे। समाज के स्तर पर हमें मनोवैज्ञानिक और ऐतिहासिक बोध में परिवर्तन करना होगा और राज्य के स्तर पर हमें राजनीतिक, भौगोलिक बोध को परिवर्तित करना होगा।

विद्यार्थियों को संवेदनशील और उत्तरदायित्वपूर्ण नागरिक बनने के लिए प्रोत्साहित करने की आवश्यकता है, जिससे वे अपने देश के भविष्य की स्पष्ट कल्पना कर सकें। स्वस्थ और स्थिर समाज बनाए रखने के लिए यह महत्वपूर्ण है कि उनमें विवेचनात्मक सोच विकसित की जाए। इस बात के लिए बच्चों को प्रोत्साहित करने की आवश्यकता है कि वे समाज के हित के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उत्तरदायित्वपूर्ण उपयोग को समझें और उसमें भागीदार बनें। उनमें विभिन्न मुद्दों के लिए वैज्ञानिक दृष्टि होनी चाहिए और अपने दैनिक जीवन से संबंधित ऐसे वैज्ञानिक और प्रौद्योगिक विकासों के बारे में जानकारी प्राप्त करने और संसाधित करने की योग्यताएँ भी होनी चाहिए जिनका समाज पर दीर्घकालीन प्रभाव पड़ता है। विद्यार्थियों को वैश्विक और आर्थिक संदर्भों में विभिन्न वैज्ञानिक मुद्दों के पारस्परिक संबंध और पारस्परिक निर्भरता के बारे में जागरूक करना चाहिए, जिससे वे न्याय, शांति और अहिंसा के व्यापक परिप्रेक्ष्य को समझें।

किसी व्यक्ति की मनोवृत्ति को विज्ञान के उपयुक्त मध्यस्थता से परिवर्तित किया जा सकता है। व्यक्ति को तर्कपूर्ण चर्चा और वैज्ञानिक विधि एवं अन्वेषण का अनुप्रयोग करते हुए वैज्ञानिक प्रकृति विकसित करनी चाहिए। उसे यह समझ लेना चाहिए कि मानव जाति के लाभ के लिए वैज्ञानिक विकास तभी होता है जब चारों ओर शांति हो। यह याद रखना चाहिए कि आइज़क न्यूटन द्वारा गुरुत्व के नियम की खोज, जेम्स वाट द्वारा भाप के इंजन का आविष्कार, माइकेल फ़ैराडे द्वारा विद्युत मोटर का आविष्कार, गुग्लीलमों मार्कोनी द्वारा रेडियो प्रेषण का आविष्कार और टॉमस एल्वा एडिसन द्वारा सैकड़ों यंत्रों के आविष्कार विश्व में शांति के समय ही संभव हो पाए। आप यह समझ लें कि जो भी आविष्कार अथवा खोज युद्ध के समय की जाती है वह

© NCERT not to be republished

निजी लाभ के लिए या किसी राज्य/किन्हीं राज्यों द्वारा दूसरों पर आधिपत्य प्रदर्शित करने के लिए होती है। तथापि, वैज्ञानिक ज्ञान और उसके विकासशील उद्यमों का उपयोग मानव जाति के कल्याण के लिए ही किया जाना चाहिए। इससे समाज में शांति स्थापित हो सकेगी।

क्रियाकलाप 2.5

कंप्यूटर, टेलीविज़न, मोबाइल, आदि विभिन्न वस्तुओं के संबंध में भूमिका निर्वाह (रोल-प्ले) का आयोजन कीजिए जिसमें उसके प्रभावी उपयोगों के बारे में बताया जाए।

क्रियाकलाप 2.6

निम्नलिखित क्षेत्रों में नाभिकीय ऊर्जा के शांतिपूर्ण उपयोगों के संबंध में पुस्तकालय, इंटरनेट से जानकारी एकत्र कर रिपोर्ट तैयार करें–शक्ति (ऊर्जा), खाद्य उत्पादन और परिरक्षण, औषधियाँ, जल का विलवणीकरण।

क्रियाकलाप 2.7

विज्ञान के विषय में नीति-विषयक पर किसी मुद्दे को उठाएँ और उस पर एक वाद-विवाद आयोजित करें।

2.2.4 समदृष्टि के लिए भौतिक विज्ञान

सामाजिक-आर्थिक दरार को कम करने के लिए विज्ञान अधिगम का उपयोग सामाजिक परिवर्तन के साधन की तरह करना चाहिए। इस अधिगम से स्त्री-पुरुष, जाति, धर्म और क्षेत्र से संबंधित पूर्वाग्रहों से मुक्ति पाने में सहायता मिलनी चाहिए। विज्ञान शिक्षा द्वारा सामाजिक असमानता को कायम रखने वाले सामाजिक विश्वासों, धारणाओं और प्रथाओं का विरोध करने के लिए भी विद्यार्थियों का सशक्तिकरण करना होगा।

साम्यिक शिक्षा तंत्र किसी व्यक्ति की क्षमता का अधिकतम विकास करते हैं। समदृष्टि के प्रति प्रतिबद्धता से यह सुनिश्चित होता है कि सभी बच्चों को गुणवत्तापूर्ण शिक्षा मिले; वे कर्मचारियों, नागरिकों, माता-पिता, नेता, और भावी पीढ़ी के लिए प्रतिमान के रूप में सामुदायिक जीवन में प्रभावी ढंग से भाग लेने के लिए आवश्यक ज्ञान और कौशलों का विकास कर सकें। सभी विद्यार्थियों की शैक्षिक श्रेष्ठता सुनिश्चित करने के लिए विद्यालय को उस विविधता के महत्व पर ध्यान देना चाहिए, जो विद्यार्थी अधिगम परिवेश में लाते हैं और विद्यालयों और कक्षाओं का आयोजन इस प्रकार सुनिश्चित करना चाहिए, जिससे सभी विद्यार्थियों का संपूर्ण विकास हो सके। ऐसा शैक्षिक परिवेश बनाने की आवश्यकता है जो प्रत्येक विद्यार्थी की विविधता और प्रतिष्ठा को सम्मान दे। समदृष्टि यह सुनिश्चित करने में मदद करती है कि सभी विद्यार्थी यथासंभव शैक्षिक उपलब्धियों, आर्थिक आत्मनिर्भरता और सामाजिक गतिशीलता में अधिक-से-अधिक बराबरी का अनुभव करें।

© NCERT not to be republished

परंतु कभी-कभी शिक्षा पर यह आरोप लगाया जाता है कि यह बच्चे को परिवार और समाज से अलग कर देती है। यह इसलिए हो सकता है कि देश में साक्षरता और विद्यालयी शिक्षा का स्तर बहुत कम है और साथ ही अधिकांश विद्यार्थी पहली पीढ़ी के शिक्षार्थी हैं। इस समस्या के समाधान के लिए ऐसी पाठ्यचर्या बनानी होगी जिससे स्थानीय परिवेश और बच्चे के अधिगम के बीच सन्निकट संबंध हो। स्थानीय प्रौद्योगिकी से संबंधित शिक्षा द्वारा भी बच्चे को समाज के साथ एकीकृत करना चाहिए। संदर्भों, उपकरणों और चित्रों के चुनाव में संवेदनशीलता अपनाने से भी असमता को कम करने में काफ़ी सहायता मिल सकती है। विद्यालयों में विविधता को महत्व दिया जाए और प्रत्येक विद्यार्थी को सम्मान मिलना चाहिए। इस विविधता को रासायनिक तत्वों के गुणधर्मों की विविधता से जोड़ा जा सकता है। सभी तत्वों की पहचान भिन्न है, फिर भी उनमें कुछ सर्वनिष्ठ अभिलक्षण होते हैं। अभिलक्षण के इस आधार पर सभी तत्वों को आवर्त सारणी में भिन्न समूहों में रखा गया है।

अनुसंधानों से ज्ञात हुआ है कि विज्ञान सीखने में लड़के और लड़कियाँ दोनों समान रूप से अच्छे सिद्ध हुए हैं। अत: कक्षा में तथा वैज्ञानिक कार्य सौंपने में छात्र-छात्राओं में कोई भेदभाव नहीं रखना चाहिए। माता-पिता को इस बात के लिए प्रेरित करने के सभी प्रयास किए जाने चाहिए कि वे लड़कियों को विज्ञान अपनाने के लिए प्रोत्साहित करें। जेंडर मुद्दों पर अध्यापकों, अध्यापक-शिक्षकों, पाठ्यपुस्तकों के लेखकों और शैक्षिक प्रशासकों को संवेदनशील और उत्तरदायित्वपूर्ण बनाया जाना चाहिए। स्त्रियों के जीवन और अनुभवों की वास्तविकता से संबंधित समस्याओं और अभ्यासों तथा पाठ्य सामग्री को शिक्षण-अधिगम के अनुभवों का अनिवार्य हिस्सा बना दिया जाना चाहिए। ऐसे प्रयोगशाला कार्य जो वैज्ञानिक आयामों पर तथा घरेलू कार्य पर भी बल देते हैं, जैसे, रसोईघर में रसायन विज्ञान के प्रयोग को भी पाठ्यसामग्री में सम्मिलित कर लेना चाहिए।

विद्यार्थियों के कुछ ऐसे अन्य वर्ग/समूह हैं जिनकी आवश्यकताएँ विशिष्ट होती हैं। यह एक विशिष्ट क्षेत्र है और इसके लिए शिक्षण तकनीक को संबंधित विशेषज्ञों की सलाह से विकसित करने की आवश्यकता है। शिक्षातंत्र को चाहिए की इस विषय में दृढ़ विश्वास के साथ अमल करें और ऐसे सहायता तंत्रों की स्थापना के लिए आवश्यक संसाधन जुटाएँ जो सार्थक ढंग से विज्ञान सीखने में इन बच्चों को अपनी अपर्याप्तताओं से उबर पाने में मदद करें। उदाहरण के लिए, ब्रेल में लिखी पुस्तकें सभी दृष्टि बाधित विद्यार्थियों को उपलब्ध कराई जानी चाहिए।

विज्ञान शिक्षकों को चाहिए कि विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले विद्यार्थियों सहित सभी विद्यार्थियों में उपलब्ध विकल्पों का विश्लेषण करने की योग्यता और सुविज्ञ निर्णय लेने की संभावना का विकास करें।

हमें भली-भाँति समझना चाहिए कि विज्ञान प्रकृति का अध्ययन है, अत: इसमें इस तरह के पूर्वाग्रह की कोई गुंजाइश नहीं है। समदृष्टि को पोषित करने के लिए विज्ञान का उपयोग एक साधन के रूप में करने के लिए अग्रलिखित कार्रवाई तथा विकल्प अपनाए जाने चाहिए –

© NCERT not to be republished

- सामाजिक-आर्थिक विषमता को कम करने और जेंडर (स्त्री-पुरुष), जाति, धर्म और क्षेत्र से संबंधित पूर्वाग्रहों के विरुद्ध लड़ने में मदद करने के लिए विज्ञान पाठ्यचर्या को सामाजिक परिवर्तन के एक साधन की तरह उपयोग करें। अध्यापक को चाहिए कि वह विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के दौरान विभिन्न राष्ट्रीयताओं, जातियों, प्रजातियों, वर्णों, जेंडर आदि के वैज्ञानिकों द्वारा किए गए योगदान का विशेष रूप से उल्लेख करें।
- पाठ्यचर्या की सामग्री विविध जीवन-शैलियों का सम्मान करने के लिए प्रोत्साहन दे। भारतीय संदर्भ में, भारत में मौसम, तापमान, संस्कृति, आर्थिक और सामाजिक परिस्थितियों में परिवर्तनों के कारण व्याप्त विविधताओं को शिक्षक विशेष बल देकर बताए।
- जेंडर निष्पक्ष विज्ञान शिक्षा को आगे बढ़ाने में प्रोत्साहित करने के लिए शिक्षकों के सेवापूर्व और सेवाकालीन प्रशिक्षण के दौरान जेंडर संवेदनशीलता विकसित करने पर बल दिया जाए।
- शिक्षा के स्तर पर विद्यमान सामाजिक विषमता को कम करने के साथ-साथ सभी को समान अवसर को उपलब्ध कराने के लिए सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आई.सी.टी.) का उपयोग एक सशक्त साधन के रूप में होना चाहिए। अपने विद्यार्थी की किसी शैक्षिक कमी को पूरा करने के लिए अध्यापक को विभिन्न सूचना और संचार प्रौद्योगिकी और वेब उपकरणों को उपयोग में लाना चाहिए।
- विज्ञान क्लबों की गतिविधियों के अंतर्गत प्रदर्शनियों, संग्रहालयों अथवा विज्ञान उद्यानों का भ्रमण के लिए सभी विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करें।
- प्रायोगिक कार्य के समय, जेंडर, धर्म, जाति, वर्ण इत्यादि का भेदभाव किए बिना सभी विद्यार्थियों को उचित महत्व दिया जाना चाहिए।
- कक्षा में निर्देश मिली-जुली भाषा में दिए जाएँ जो सरल हों और इसमें ग्रामीण और शहरी दोनों क्षेत्रों के शब्दों का उपयोग हो।

क्रियाकलाप 2.8

चित्रों और उदाहरणों में लड़कियों को कितनी बार स्थान दिया गया है, इस दृष्टि से विज्ञान की एक पाठ्यपुस्तक की समीक्षा कीजिए।

2.3 शिक्षक की भूमिका

- एक अधिक स्वस्थ समाज के विकास में मदद करने के उद्देश्य से विद्यालय की विभिन्न कक्षाओं, विभिन्न विद्यालयों, अन्य शैक्षिक संस्थानों और व्यापक रूप से समुदायों के साथ सहयोग और दृढ़ संबंधों को बढ़ावा देना चाहिए।

© NCERT not to be republished

- विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में विविध शैक्षणिक पद्धतियों का उपयोग करें। अधिगम में कठिनाई का अनुभव करने वाले विद्यार्थियों तथा अलग पहचान, जेंडर, जाति, धर्म इत्यादि के आधार पर उनके प्रति भेदभाव विसंगतियों को दूर करने पर ध्यान देना चाहिए।
- शैक्षिक अनुभवों के संवर्धन के साथ-साथ सामाजिक मूल्यों को विकसित करने के लिए विज्ञान प्रदर्शनी, विज्ञान क्लब, विज्ञान नाटक, विभिन्न स्थलों पर अध्ययन भ्रमण और विद्यालय से बाहर के क्रियाकलापों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।
- विज्ञान का ज्ञान अहंकार और श्रेष्ठता की संस्कृति को जन्म न दे। विद्यार्थियों में सहयोग की भावना, दूसरों के विचार के लिए सम्मान और सहयोगपूर्ण कार्य की संस्कृति विकसित होनी चाहिए।
- शिक्षार्थियों के सीखने की प्रक्रिया पर विद्यालय और कक्षा के सामाजिक वातावरण का गहरा प्रभाव पड़ता है। विश्वासपूर्ण वातावरण से कक्षा एक ऐसा सुरक्षित स्थान बन जाता है, जहाँ विद्यार्थी अपने अनुभव आपस में बाँट सकते हैं, जहाँ परस्पर विरोधी विचारों को स्वीकार किया जा सकता है और उन पर रचनात्मक दृष्टि से चर्चा की जा सकती है और उनका समाधान चाहे वे अस्थायी हों, परस्पर मिलकर किया जा सकता है। प्रतिस्पर्धा की बजाय सभी रूपों में सहयोग को बढ़ावा देना चाहिए।
- हमारा देश लोकतांत्रिक है, जहाँ विभिन्न जातियों, पंथों और जेंडर के लोग एक साथ रहते हैं। शिक्षक विज्ञान शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया में सभी विद्यार्थियों के अनुभवों को महत्व दें और उनसे अपना-अपना अनुभव बताने के लिए कहें और उन सबको चर्चा में स्थान देने का पूरा प्रयास करें। विद्यार्थियों को यह बताया जाए कि उनके अनुभव और उनका ज्ञान उनकी विज्ञान की समझ को बढ़ाने के लिए महत्वपूर्ण है।
- विज्ञान के शिक्षक को सभी के प्रति निष्पक्ष और नियमनिष्ठ होना चाहिए और अपने निहित स्वार्थ के अनुरूप व्यवहार नहीं करना चाहिए। उसे अंतर्राष्ट्रीय परिप्रेक्ष्य में हमारे देश की सामासिक संस्कृति और राष्ट्रीय अभिन्नता की पूरी समझ होनी चाहिए।
- शिक्षक को विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज पर इनके प्रभाव के क्षेत्रों में नवीनतम विकास के बारे में जानकारी प्राप्त करते रहना चाहिए।
- विद्यार्थियों में वैज्ञानिक अभिवृत्ति का विकास करना विज्ञान शिक्षक का एक महत्वपूर्ण दायित्व है।
- शिक्षक को विद्यार्थियों और सह-शिक्षकों के साथ प्रेमपूर्ण और सहयोगपूर्ण संबंध विकसित करना चाहिए और अन्य शिक्षकों, विशेषकर विज्ञान के शिक्षकों के साथ विज्ञान के शिक्षण-अधिगम की रूपरेखा बनाने तथा इसके अनुभवों को आपस में बाँटने में सहयोग करना चाहिए।

© NCERT not to be republished

2.4 कुछ प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों का योगदान

विद्यार्थियों को इस बात को भली-भाँति समझना चाहिए कि विज्ञान और प्रौद्योगिकी का विकास किस प्रकार हुआ है और किस प्रकार इसे अनेक व्यक्तियों, संस्कृतियों और समाजों ने प्रभावित किया। विज्ञान के क्षेत्र में सभी विकास महान वैज्ञानिकों के योगदान के फलस्वरूप ही हुए हैं। इनके योगदान से समग्र समाज को बहुत अधिक लाभ पहुँचा है। अब हम कुछ प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों के योगदान के विषय में जानकारी प्राप्त करते हैं।

आइज़क न्यूटन (1642-1727) का जन्म सन् 1642 में इंग्लैंड के वुल्सथॉर्पे शहर में हुआ। इसी वर्ष गैलीलियो का देहांत हुआ था। विद्यालयी जीवन में उनकी विलक्षण गणितीय प्रतिभा और यांत्रिक अभिरुचि अन्य लोगों से छिपी रही। सन् 1662 में वे स्नातकपूर्व स्तर के अध्ययन के लिए कैम्ब्रिज गए। सन् 1665 में प्लेग महामारी फैलने के कारण विश्वविद्यालय को बंद करना पड़ा और न्यूटन अपनी मातृभूमि वापस लौट आए। इन दो वर्षों के एकाकी जीवन में उनकी प्रसुप्त सृजनात्मक शक्ति विस्फुटित हुई। गणित और भौतिकी के मूल आविष्कारों, जैसे– *ऋणात्मक और भिन्नात्मक घाताकों के लिए द्विपदी प्रमेय, अवकलन गणित का आरंभ, गुरुत्व का व्युत्क्रम वर्ग नियम, श्वेत प्रकाश का स्पेक्ट्रम* आदि की बाढ़-सी आ गई। वापस कैम्ब्रिज लौटने पर उन्होंने प्रकाशिकी पर अपने अनुसंधान जारी रखे और परावर्ती दूरदर्शक की रचना की।

सन् 1684 में अपने मित्र एडमण्ड हैली के उत्साहित करने पर न्यूटन ने अपने वैज्ञानिक आविष्कारों को लिखना आरंभ किया और *दि प्रिंसीपिया मैथेमेटिका* नामक महान ग्रंथ की रचना की जो किसी भी काल में रचे गए महानतम ग्रंथों में से एक माना जाता है। इसी ग्रंथ में उन्होंने गति के तीनों नियमों और गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम का प्रतिपादन किया है जो केपलर के ग्रह गति के तीनों नियमों की विधिवत व्याख्या करते हैं। इस ग्रंथ में नई-नई पथ-प्रदर्शक उपलब्धियाँ कुछ इस प्रकार हैं– *तरल यांत्रिकी के मूल सिद्धांत, तरंग गति का गणित; पृथ्वी, सूर्य और अन्य ग्रहों के द्रव्यमानों की गणना, विषुवों के पुरस्सरण की व्याख्या, ज्वार-भाटों का सिद्धांत,* इत्यादि। सन् 1704 में न्यूटन की एक अन्य उत्कृष्ट कृति ऑप्टिक्स प्रकाशित हुई, जिसमें प्रकाश और वर्ण पर किए गए उनके अनुसंधान का संक्षिप्त विवरण दिया गया था।

जिस वैज्ञानिक क्रांति को कॉपरनिकस ने प्रारंभ किया, और केपलर तथा गैलीलिओ ने तेज़ी से आगे बढ़ाया, उसे न्यूटन ने भव्यता के साथ संपूर्ण किया। न्यूटनी यांत्रिकी ने पार्थिव और खगोलीय परिघटनाओं को एकीकृत किया। एक ही समीकरण पृथ्वी पर सेब के गिरने और पृथ्वी के चारों ओर चन्द्रमा की परिक्रमा करने को नियंत्रित कर सकता था। विवेक के युग का उदय हो चुका था।

© NCERT not to be republished

जॉन डाल्टन (1766-1844) का जन्म सन् 1766 में इंग्लैंड के एक गरीब परिवार में हुआ।

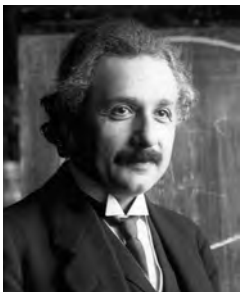
उन्होंने बारह वर्ष की आयु में एक शिक्षक के रूप में अपनी जीविका आरंभ की। इसके सात वर्ष बाद वे एक विद्यालय के प्राचार्य बन गए। सन् 1793 में डॉल्टन एक महाविद्यालय में गणित, भौतिकी और रसायन पढ़ाने के लिए मैनचेस्टर चले गए। उन्होंने वहाँ अपना अधिकांश जीवन शिक्षण और अनुसंधान में व्यतीत किया। सन् 1808 में उन्होंने अपना परमाणु सिद्धांत प्रस्तुत किया, जो पदार्थ के अध्ययन के विषय में एक क्रांतिकारी मोड़ था। डॉल्टन ने अपने सिद्धांतों को अपनी पुस्तक *न्यू सिस्टम ऑफ़ केमिकल फ़िलॉसफ़ी* में समेकित किया।

उन्होंने सन् 1787 से अपनी मृत्यु 1844 तक मौसम का दैनिक रिकॉर्ड रखा और इस विषय में उनकी पहली प्रकाशित पुस्तक *मीटिरिओलॉजिकल ऑबज़रवेशन्स* (1793) थी। मौसम विज्ञान में उनकी रुचि ने उन्हें जलवाष्प और मिश्रित गैसों पर अपने सिद्धांत विकसित करने को प्रेरित किया। उन्होंने मौसम परिघटनाओं की विविधताओं और उनके मापन में उपयोग में आने वाले यंत्रों के बारे में अध्ययन किया। वे वर्णांधता पर किए गए अपने काम के लिए भी जाने जाते हैं।

जे.सी. बोस (1858-1937) ने परालघु विद्युतचुंबकीय तरंगों को उत्पन्न करने के लिए एक उपकरण बनाया और उनके अर्ध-प्रकाशिक गुणों का अध्ययन किया। ऐसा कहा जाता है कि वे *गैलेना* जैसे अर्धचालक को विद्युत चुंबकीय तरंगों के स्वत: पुनर्प्राप्त संसूचक के रूप में उपयोग करने वाले पहले व्यक्ति थे। 1895 में बोस ने ब्रिटेन की पत्रिका *द इलैक्ट्रिशियन* में तीन शोधपत्र प्रकाशित किए। 13 दिसंबर 1901 को मार्कोनी द्वारा प्रथम बेतार संप्रेषण किए जाने के दो वर्ष पूर्व ही 27 अप्रैल 1899 को बोस के आविष्कार का प्रकाशन *प्रोसीडिंग्स ऑफ़ द रॉयल सोसाइटी* में हो चुका था। बोस ने बाहरी उद्दीपकों से जीवों में उत्पन्न होने वाले अतिसूक्ष्म प्रतिक्रियाओं के संसूचन के लिए अत्यधिक सुग्राही उपकरणों का आविष्कार किया इनके द्वारा उन्होंने जंतुओं तथा पादपों के ऊतकों में समांतरता स्थापित की।

अल्बर्ट आइंस्टाइन (1879-1955) सन् 1879 में जर्मनी में उल्म नामक स्थान पर जन्मे अल्बर्ट आइंस्टाइन विश्व के आज तक के भौतिकविदों में सर्वाधिक महान भौतिकविदों के रूप में जाने जाते हैं। उनका विस्मयकारी वैज्ञानिक जीवन सन् 1905 में प्रकाशित उनके तीन क्रांतिकारी शोधपत्रों से आरंभ हुआ। उन्होंने अपने पहले शोधपत्र में *प्रकाश क्वांटा* (अब *फ़ोटॉन* कहा जाता है) की धारणा प्रस्तावित की और इसका उपयोग प्रकाश-विद्युत प्रभाव के विशिष्टता की व्याख्या करने में किया। दूसरे पत्र में उन्होंने *ब्राउनी गति* का सिद्धांत विकसित किया जिसके कुछ वर्षों

© NCERT not to be republished



बाद प्रयोगात्मक पुष्टि की और द्रव्य के चित्रण का विश्वासोत्पादक साक्ष्य उपलब्ध कराया।

तीसरे शोध पत्र ने *आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धांत* को जन्म दिया। सन् 1916 में उन्होंने आपेक्षिकता के व्यापक सिद्धांत को प्रकाशित किया। आइंस्टाइन के कुछ अन्य उल्लेखनीय योगदान हैं– *उद्दीपित उत्सर्जन की धारणा; जो प्लांक कृष्णिका विकिरण नियम के वैकल्पिक व्युत्पन्न में प्रस्तुत की गई है, विश्व का स्थैतिक मॉडल*, जिसने आधुनिक ब्रह्मांडिकी का आरंभ किया; *किसी गैस की स्थूल बोसोनों की क्वांटम सांख्यिकी* और क्वांटम यांत्रिकी की संस्थापना का आलोचनात्मक विश्लेषण। सन् 1921 में उन्हें भौतिकी में सैद्धांतिक भौतिकी और *प्रकाश विद्युत प्रभाव* के विषय में योगदान के लिए नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ।

नील्स बोर, (1885-1962) डेनमार्क के भौतिक विज्ञानी नील्स बोर ने सन् 1911 में कॉपेनहागेन विश्वविद्यालय से पीएच.डी. की उपाधि प्राप्त की। फिर उन्होंने इंग्लैंड में जे.जे.टॉमसन और अर्नेस्ट रदरफोर्ड के साथ एक वर्ष बिताया। सन् 1913 में वे कॉपेनहागेन लौट आए जहाँ उन्होंने अपना शेष जीवन बिताया। उन्होंने *परमाणु संरचना* और *क्वांटम यांत्रिकी* में अपना योगदान दिया। सन् 1920 में उन्हें सैद्धांतिक भौतिकी संस्थान का निदेशक बनाया गया। प्रथम विश्व युद्ध के बाद बोर ने परमाणु ऊर्जा के शांतिपूर्ण उपयोगों पर उत्साहपूर्वक कार्य किया। बोर को उनके *परमाणु संरचना* पर किए कार्य के सम्मान में सन् 1922 में भौतिकी के क्षेत्र में नोबल पुरस्कार दिया गया। सन् 1957 में उन्हें प्रथम *शांति के लिए परमाणु* पुरस्कार प्राप्त हुआ।

उन्होंने अपनी कृतियाँ 115 प्रकाशनों में प्रस्तुत कीं। इनमें से तीन अंग्रेज़ी में प्रकाशित पुस्तकें थीं– द *थ्योरी ऑफ़ स्पेक्ट्रा एण्ड ऐटॉमिक कांस्टिट्यूशन*, यूनिवर्सिटी प्रेस, कैम्ब्रिज, 1922 *ऐटोमिक थ्योरी एण्ड डिस्क्रिप्शन ऑफ़ नेचर,* यूनिवर्सिटी प्रेस, कैम्ब्रिज, 1934; द *यूनिटी ऑफ़ नॉलेज*, डबल डे एण्ड कंपनी, न्यूयॉर्क, 1955.

सर चंद्रशेखर वेंकट रमन (1888-1970) का जन्म त्रिचिनापल्ली, मद्रास प्रेसीडेंसी के निकट *तिरुवनइकवल* में हुआ। उनके पिता श्री आर. चन्द्रशेखर अय्यर और माता श्रीमती पार्वती अम्मल थीं। उन्होंने प्रकाश प्रकीर्णन से संबंधित अपने प्रयोगों के माध्यम से 28 फ़रवरी, 1928 को एक खोज की जिसका नाम *रमन प्रभाव* पड़ा। यह तुरंत स्पष्ट हो गया था कि उनकी खोज बहुत महत्वपूर्ण है। इससे प्रकाश की क्वांटम प्रकृति के विषय में एक अन्य प्रमाण प्राप्त हुआ। रमन स्पेक्ट्रमिकी इसी परिघटना पर आधारित है।

© NCERT not to be republished

उन्हें सन् 1930 का भौतिकी नोबेल पुरस्कार मिला जो प्रकाश के प्रकीर्णन और उनके नाम पर ही रखे गए प्रभाव की खोज के लिए उन्हें दिया गया था। सन् 1934 में उन्हें बैंगलोर के भारतीय विज्ञान संस्थान का निदेशक बना दिया गया, जहाँ वे उसके दो वर्ष बाद भौतिकी के प्रोफ़ेसर के पद पर कार्य करते रहे। रमन द्वारा किए गए अन्य अन्वेषणों में सम्मिलित हैं–*पराश्रव्य और अतिध्वनिक आवृत्तियों की ध्वनिक तरंगों द्वारा प्रकाश के विवर्तन का प्रायोगिक और सैद्धांतिक अध्ययन* (1934-1942 में प्रकाशित) और *सामान्य प्रकाश में उद्भासित क्रिस्टलों में अवरक्त कंपनों पर एक्स किरणों द्वारा* उत्पन्न प्रभाव। रमन ने भारतीय विज्ञान संस्थान से 1948 में सेवानिवृत्त होने के एक वर्ष बाद बैंगलोर, कर्नाटक में *रमन रिसर्च इंस्टीट्यूट* स्थापित किया। वे वहाँ निदेशक के रूप में कार्य करते रहे और 82 वर्ष की आयु में अपनी मृत्यु तक सक्रिय रहे।

लुई विक्टर दी ब्रॉगली, (1892-1987) ये फ्रांस के भौतिक विज्ञानी थे जिन्होंने सन् 1924 में *तरंग-कण द्वैतता* का क्रांतिकारी विचार प्रस्तुत किया। इनके सिद्धांतों की सन् 1927 में डेविसन और जर्मर ने क्रिस्टलों द्वारा इलेक्ट्रॉन *विवर्तन* की खोज द्वारा पुष्टि की। *तरंग-कण द्वैतता* के विचार को आगे इरविन श्रोडिंगर ने *क्वांटम यांत्रिकी* के संपूर्ण सिद्धांत के रूप में विकसित किया, जिसे सामान्यत: तरंग यांत्रिकी के नाम से जाना जाता है। उन्हें *इलेक्ट्रॉनों की तरंग-प्रकृति* की खोज के लिए नोबेल पुरस्कार दिया गया। जन सामान्य को आधुनिक भौतिकी के पहलुओं को समझाने के उनके प्रयासों के लिए उन्हें सन् 1952 में यूनेस्को द्वारा प्रथम कलिंग पुरस्कार दिया गया। उनके अन्य कार्य *डिरैक का इलेक्ट्रॉन सिद्धांत, प्रचक्रण कणों का सामान्य सिद्धांत, नाभिकीय भौतिकी में तरंग यांत्रिकी के अनुप्रयोग हैं।*

बिमला बूटी, प्रोफ़ेसर बिमला बूटी एक प्लाज़्मा भौतिक-विज्ञानी हैं और इन्होंने भारत में प्लाज़्मा विज्ञान सोसाइटी की स्थापना की है। वर्ष 1985 से 2003 तक अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक भौतिकी केंद्र (इंटरनेशनल सेंटर फ़ॉर थिअरेटिकल फ़िजिक्स (ICTP) ट्रिस्टे, इटली में प्लाज़्मा भौतिकी के निदेशक के रूप में काम करते हुए, वे टी.डब्ल्यू.ए.एस. (थर्ड वर्ल्ड ऐकेडमी ऑफ़ सांइसेज़) की प्रथम महिला फ़ेलो और इंडियन नेशनल साइंस ऐकेडमी (INSA) की प्रथम भारतीय महिला भौतिक विज्ञानी फ़ेलो रहीं। उन्हें ग्रहों के विज्ञानों के लिए वर्ष 1977 में विक्रम साराभाई पुरस्कार, सन् 1993 में जवाहरलाल नेहरू जन्म शताब्दी लेक्चरशिप पुरस्कार, सन् 1994 में खगोल भौतिकी में वैनू बप्पू अंतर्राष्ट्रीय पुरस्कार और सन् 1996 में शिकागो विश्वविद्यालय

का जीवन-काल उपलब्धि पुरस्कार प्राप्त हुआ। भौतिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (पी.आर.एल.) अहमदाबाद से खगोल भौतिकी के प्रोफ़ेसर पद से सेवानिवृत्त होने के बाद उन्होंने चार वर्ष कैलिफ़ोर्निया इंस्टीट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी की जेट प्रोपल्शन लेबोरेट्री (नासा) में बिताया।

वे अब दिल्ली में रहती हैं और सन् 2003 में स्थापित अपने बूटी फाउंडेशन के माध्यम से समाज सेवा कर रही हैं। उनका शोधकार्य भी साथ में जारी है।

प्रोफ़ेसर बिमला बूटी का जन्म 19 सितंबर 1933 को अविभाजित भारत के मुल्तान में हुआ। वे विभाजन के समय दिल्ली आ गई थीं। उन्होंने सन् 1962 में शिकागो विश्वविद्यालय से पीएच.डी. की उपाधि प्राप्त की और उन्हें नोबेल पुरस्कार प्राप्त प्रोफ़ेसर एस. चन्द्रशेखर के साथ काम करने का मौका प्राप्त हुआ।

वेंकटरामन रामाकृष्णन कैम्ब्रिज, इंग्लैंड में आण्विक जैविकी की (MRC) प्रयोगशाला में संरचना जीवविज्ञानी हैं। उनका जन्म तमिलनाडु राज्य में चिंदाम्बरम् शहर में 1952 में हुआ। उन्होंने राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् से राष्ट्रीय विज्ञान प्रतिभा छात्रवृत्ति प्राप्त कर बड़ौदा के महाराजा सायाजी राव विश्वविद्यालय से बी.एस.सी. भौतिकी (1971) परीक्षा पास की। फिर वे अमेरिका चले गए और सन् 1976 में ओहायो विश्वविद्यालय से पीएच.डी. की उपाधि प्राप्त की। इसके बाद उन्होंने कैलिफ़ोर्निया विश्वविद्यालय में जीवविज्ञान का अध्ययन करते हुए स्नातक विद्यार्थी के रूप में कार्य किया, जहाँ उन्होंने सैद्धांतिक भौतिकी को छोड़कर जीवविज्ञान का अध्ययन किया। येल विश्वविद्यालय में डॉक्टरेट की उपाधि के बाद उन्होंने *ई कोलाई के लघु राइबोसोमी की उप-इकाई के न्यूट्रॉन प्रकीर्णन मानचित्र* के विषय में शोध कार्य किया। वह *हिस्टोन* और *क्रोमेटिन* संरचनाओं पर अपने अध्ययन के लिए भी जाने जाते हैं। उन्होंने सन् 2009 में दो अन्य अमेरिकी वैज्ञानिकों के साथ सम्मिलित रूप से रसायन विज्ञान में *राहबोसोम की संरचना तथा प्रकार्यों* के अध्ययन के लिए नोबेल पुरस्कार प्राप्त किया। रामाकृष्णन को बहुत से अन्य प्रतिष्ठापूर्ण पुरस्कार प्राप्त हुए हैं– सन् 2007 में चिकित्सा के क्षेत्र में लुइ ज्यांते पुरस्कार, ब्रिटिश बायोकेमिकल सोसाइटी का वर्ष 2008 का हीट्ले मेडल और वर्ष 2009 में कफ़ैर्ट विश्वविद्यालय में रॉल्फ़-सेमेट प्रोफ़ेसर का पद। सन् 2010 में उन्हें भारत का द्वितीय सर्वोच्च नागरिक सम्मान, पद्म विभूषण प्रदान किया गया। वे रॉयल सोसाइटी के अधिसदस्य, यूरोपियन माल्युकुलर बॉयोलोजी ऑर्गनाइज़ेशन (EMBO) और अमेरिकी राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी के सदस्य तथा ट्रिनिटी कॉलेज, कैम्ब्रिज के भी अधिसदस्य हैं।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 2.9

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में महान महिलाओं के नाम पता करें। विज्ञान में उनके योगदान के विषय में पुस्तकालय और इंटरनेट से जानकारी इकट्ठा करें। इस पर कक्षा में एक पावर प्वाइंट प्रस्तुतीकरण करें।

क्रियाकलाप 2.10

समान अवसर मिलने पर महिलाएँ पुरुषों जितनी ही सक्षम हैं–कुछ उदाहरणों द्वारा इस कथन का समर्थन करते हुए चर्चा कीजिए।

क्रियाकलाप 2.11

चार-पाँच विद्यार्थी-शिक्षकों का एक समूह बनाएँ। विज्ञान में पिछले दस वर्षों में हुई खोजों और आविष्कारों की एक सूची तैयार करें और चर्चा करें कि सामाजिक परिवर्तन लाने में इनकी क्या विशेष भूमिका रही है। अपनी जानकारी दूसरों को भी बताएँ।

2.5 सारांश

संक्षेप में, विज्ञान एक सामाजिक प्रयास है। यह कहा जा सकता है कि व्यक्ति, समाज और देश का विज्ञान पर बहुत प्रभाव पड़ता है और विलोमत: इन पर विज्ञान का भी बहुत प्रभाव पड़ता है। विज्ञान समाज के आर्थिक, सामाजिक, मनोवैज्ञानिक, सांस्कृतिक विकास पर भी महत्वपूर्ण प्रभाव डालता है। विज्ञान ज्ञान है और ज्ञान शक्ति है। शक्ति से प्रज्ञान और स्वतंत्रता मिलती है। अथवा, जैसा कभी-कभी होता है, शक्ति अहंकार और तानाशाही को जन्म दे सकती है। विज्ञान लाभदायक भी हो सकता है अथवा हानिकारक भी। यह उद्धारक भी हो सकता है या दमनकारी भी। इतिहास, विशेष रूप से बीसवीं सदी का इतिहास इसकी ऐसी दोहरी भूमिकाओं के उदाहरणों से भरा पड़ा है।

हम यह कैसे सुनिश्चित करें कि विज्ञान विश्व में उद्धारक की भूमिका निभाए। इसका उत्तर मानव के अस्तित्व को आज संकट में डालने वाले मुद्दों के प्रति सहमति-जन्य दृष्टिकोण में है। यह केवल सूचना, पारदर्शिता और बहु-विध दृष्टिकोणों के प्रति सहनशीलता द्वारा संभव है। किसी लोकतांत्रिक राजनीतिक ढाँचे में विज्ञान के संभावित विपथन और दुरुपयोग को स्वयं लोगों द्वारा ही रोकना संभव है। विज्ञान के साथ विवेक का योग ही मानव समाज कल्याण का एकमात्र सबसे विश्वसनीय रास्ता है। यह दृढ़ विश्वास विज्ञान शिक्षा को आधारभूत तर्काधार उपलब्ध कराता है।

© NCERT not to be republished

अभ्यास

2.1 आज के बहुसांस्कृतिक समाज में विद्यार्थियों के मन में प्रबल सामाजिक मूल्य स्थापित करने की अत्यधिक आवश्यकता है। इस विषय पर अपने विचार प्रकट करें।

2.2 क्या आप सोचते हैं कि प्रत्येक व्यक्ति अपने विज्ञान के ज्ञान से समाज के कल्याण और विकास में योगदान दे सकता है? उदाहरण की सहायता से समझाएँ कि यह कैसे किया जा सकता है।

2.3 विज्ञान ने सदैव समाज की आवश्यकताओं के अनुसार अपना दायित्व निभाया है। टिप्पणी करें।

2.4 अपने आस-पास के परिवेश के लिए भौतिक विज्ञान के महत्व पर चर्चा करें।

2.5 विज्ञान सभी राष्ट्रों को जोड़ने में सहायक है। इस कथन का औचित्य बताइए।

2.6 देश के सामाजिक रूप से ज़िम्मेदार नागरिक तैयार करने में विज्ञान के शिक्षक की क्या भूमिका हो सकती है? चर्चा करें।

2.7 छोटे समूहों में चर्चा करें कि निम्नलिखित प्रत्येक क्षेत्र में हुई खोज ने हमारे दिन-प्रतिदिन के जीवन और समाज को किस प्रकार प्रभावित किया है–

खाद्यान्न, कृषि, औषधियाँ, इलेक्ट्रॉनिक्स, संचार, परिवहन, ऊर्जा स्रोत।

अपनी जानकारी को कक्षा में प्रस्तुत करके अन्य समूहों के साथ विचार-विमर्श करें।

2.8 क्या आप सोचते हैं कि विज्ञान के शिक्षक का काम बिना किसी सामाजिक दायित्व के मात्र विज्ञान के उत्पाद और प्रक्रम को पढ़ाना है? इस मुद्दे पर एक पैनल चर्चा आयोजित कीजिए।

2.9 यूनेस्को की वेबसाइट देखें और समाज में शांति और समदृष्टि लाने में इस संगठन के योगदान की समीक्षा करें।

2.10 भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के लिए डॉ. होमी जहाँगीर भाभा के योगदान का वर्णन करें।

2.11 विज्ञान के उन महत्वपूर्ण क्षेत्रों पर प्रकाश डालें, जिनमें हमारे प्राचीन भारतीय वैज्ञानिकों ने योगदान किया है।

2.12 अपने महाविद्यालय में विज्ञान विषय के किसी प्रतिष्ठित विद्वान के व्याख्यान का आयोजन करें। व्याख्यान पर एक रिपोर्ट तैयार करें।

© NCERT not to be republished

2.13 नीचे की सारणी में कुछ महिला वैज्ञानिकों के नाम दिए गए हैं। इस सूची को अद्यतन करने के लिए कुछ और ऐसे नाम जोड़ें।

क्र.स.	आविष्कारक	क्या आविष्कार किया	वर्ष
1.	मैडम क्यूरी	पोलोनियम, रेडियम	1898
2.	जोसेफ़ीन गैरिस कौह्यारन	बरतन धोने की स्वचालित मशीन	1989
3.	मेरी ऐंडरसन	कार का विन्डशील्ड वाइपर	1903
4.	.....	.....	.....
5.	.....	.....	.....
6.	.....	.....	.....
7.	.....	.....	.....
8.	.....	.....	.....
9.	.....	.....	.....
10.	बेसी नेस्मिथ	द्रव कागज़	1951

© NCERT not to be republished

अध्याय 3

भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्य

3.1 परिचय

3.2 विज्ञान अधिगम के लक्ष्य

3.3 विज्ञान के माध्यम से ज्ञान एवं समझ

3.4 विज्ञान की प्रक्रिया कौशलों का पोषण

3.5 वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा वैज्ञानिक मनोदशा का विकास

- 3.5.1 प्रमाण के प्रति सम्मान भाव
- 3.5.2 उदारमतता
- 3.5.3 प्रेक्षणों की रिपोर्ट प्रस्तुत करते समय यथातथ्यता
- 3.5.4 विवेचनात्मक चिंतन
- 3.5.5 तर्कपूर्ण चिंतन
- 3.5.6 संशयवाद
- 3.5.7 वस्तुनिष्ठता
- 3.5.8 अध्यवसाय

3.6 स्वाभाविक जिज्ञासा, सर्जनात्मकता तथा सौंदर्यपरक अनुभूति का पोषण

- 3.6.1 उत्सुकता का पोषण
- 3.6.2 सर्जनात्मकता का पोषण
- 3.6.3 सौंदर्यपरक समझ का पोषण

3.7 भौतिक विज्ञान शिक्षा को प्राकृतिक तथा सामाजिक परिवेश, प्रौद्योगिकी तथा समाज से संबद्ध करना

- 3.7.1 परिवेश
- 3.7.2 प्रौद्योगिकी
- 3.7.3 समाज

3.8 विज्ञान शिक्षण द्वारा नैतिक मूल्यों को आत्मसात् करना

3.9 समस्या समाधान कौशलों का विकास

3.10 विज्ञान शिक्षक की भूमिका

3.11 सारांश

© NCERT not to be republished

3.1 परिचय

अध्यापक या अभिभावक के रूप में हम प्राय: बच्चों को कहते हुए सुनते हैं, 'ओह! मैं विज्ञान का अध्ययन क्यों करूँ?' फिर हम स्वयं से पूछते हैं 'विज्ञान क्यों पढ़ाएँ?' बार-बार पूछे जाने वाले इस प्रश्न का प्रतीकात्मक उत्तर दिया जाता है 'क्योंकि विज्ञान हमारे चारों ओर है, इसलिए, हमें इसके बारे में जानना चाहिए। अथवा प्रतिदिन के जीवन के लिए विज्ञान की समझ रखना आवश्यक है।' तथापि, बच्चे अपने दैनिक जीवन में मुश्किल से इसकी प्रासंगिकता को देख पाते हैं। अनेक छात्र इसे शिक्षा के प्रारंभिक स्तरों से ही अधिगम के लिए अत्यंत कठिन तथा उबाऊ विषय समझते हैं। उच्च स्तर पर विज्ञान विषय चुनने वाले विद्यार्थियों की संख्या में लगातार होती कमी का एक कारण यह भी हो सकता है।

यह एक चिंता का विषय है और इसकी ओर शिक्षा के योजनाकारों, कार्यान्वयन करने वाले लोगों तथा अन्य कार्यकर्ताओं द्वारा गंभीर ध्यान दिए जाने की आवश्यकता है। इस मुद्दे के निराकरण के लिए, पहले हमें विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों तथा उद्देश्यों को समझने की आवश्यकता है। ये उन्हें शैक्षिक नीतियों को बनाने तथा उनके क्रियान्वयन के लिए मार्ग दिखाते हैं जिससे कि इन लक्ष्यों को प्राप्त किया जा सके। क्योंकि अध्यापक पाठ्यचर्या को कार्यान्वित करने वाले मुख्य अभिकर्ता हैं, इसलिए उन्हें भौतिक विज्ञान अधिगम के मूलाधार, आवश्यकताओं, लक्ष्यों तथा उद्देश्यों की स्पष्ट दृष्टि होना आवश्यक है, जिससे कि वे प्रभावी आदान-प्रदान करने के लिए अधिगम स्तर एवं संदर्भ आधारित विशिष्ट शिक्षण-अधिगम कार्यनीतियों की योजना बना सकें। लक्ष्यों का उद्भव, अनिवार्य रूप से, विज्ञान की प्रकृति एवं संरचना तथा समाज से इसके परस्पर संबंध का अनुगमन करता है।

आइए, विज्ञान शिक्षा के सही दृष्टिकोण पर विचार करें। इसमें तीन घटक शामिल हैं– शिक्षार्थी (बच्चा), उसके चारों ओर का परिवेश (भौतिक, प्राकृतिक तथा सामाजिक) तथा सीखने की वस्तु (अर्थात् विज्ञान)। हम अच्छी विज्ञान शिक्षा उसे मान सकते हैं जो बच्चे के लिए उचित हो, जीवन के लिए सही हो और विज्ञान के लिए सही हो। राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 (NCF – 2005) के संदर्भ में 'बच्चे के लिए सही' का अर्थ है विज्ञान का शिक्षण-अधिगम बच्चे की समझ के दायरे में हो और यह बच्चे को अर्थपूर्ण तथा आनन्दमय अधिगम में व्यस्त रख सके। 'जीवन के लिए सही' का अर्थ है कि विज्ञान शिक्षण-अधिगम बच्चे के परिवेश से जुड़ा हो, उसे कार्य की दुनिया के लिए तैयार करे और जीवन के सरोकारों तथा पर्यावरण संरक्षण को बढ़ावा दे। 'विज्ञान के लिए सही' का अर्थ है कि विज्ञान शिक्षण-अधिगम उचित स्तर पर विज्ञान की विषय-वस्तु को सार्थक रूप से पहुँचाए और बच्चे को वैज्ञानिक ज्ञान प्राप्त करने और उसे मान्य ठहराने की प्रक्रिया में व्यस्त रखे। 'विज्ञान शिक्षण पर आधार पत्र – 2006' विज्ञान शिक्षा के नीचे दिए गए लक्ष्यों को स्वीकार करता है।

© NCERT not to be republished

3.2 विज्ञान अधिगम के लक्ष्य

विज्ञान शिक्षा का लक्ष्य होता है कि शिक्षार्थी –

- अपने संज्ञानात्मक विकास की अवस्था के संगत विज्ञान के तथ्यों तथा सिद्धांतों एवं उनके उपयोगों को जानें।
- कौशल अर्जित करें तथा वैज्ञानिक ज्ञान के सृजन और प्रमाणीकरण का मार्ग प्रशस्त करने वाली प्रक्रिया की विधियों को सीखें।
- विज्ञान का एक ऐतिहासिक तथा विकासात्मक परिप्रेक्ष्य विकसित करें एवं विज्ञान को एक सतत सामाजिक उद्यम की भाँति देखने के योग्य बनें।
- विज्ञान शिक्षा को स्थानीय एवं भूमंडलीय पर्यावरण (प्राकृतिक पर्यावरण, वस्तुओं तथा व्यक्तियों) के साथ संबंधित करें तथा विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं समाज के बीच के मुद्दों के महत्व को समझें।
- कार्य की दुनिया में प्रवेश करने के लिए आवश्यक सैद्धांतिक ज्ञान तथा प्रायोगिक तकनीकी कौशल प्राप्त करें।
- विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के प्रति स्वाभाविक जिज्ञासा, सौंदर्यपरक अनुभूति तथा सर्जनात्मकता विकसित करें।
- ईमानदारी, सत्यनिष्ठा, सहयोग, जीवन के प्रति सरोकार तथा पर्यावरण संरक्षण के मूल्यों को आत्मसात् करें; तथा
- वैज्ञानिक स्वभाव–वस्तुनिष्ठता, संशयवाद, विवेचनात्मक चिंतन, पूर्वाग्रहों तथा भय से मुक्ति का संवर्धन करें।

इन लक्ष्यों के बारे में निम्नलिखित चर्चा आपको बाल-केंद्रित तरीके से अपने शिक्षण-अधिगम को समझने और उसकी योजना बनाने में सहायता करेगी।

3.3 विज्ञान के माध्यम से ज्ञान एवं समझ

मानवों की महत्वपूर्ण विशेषता है – विस्मय करना, प्रेक्षण करना और अपने परिवेश से अन्योन्य क्रिया करना तथा इस विश्व को समझने के लिए नए उपकरण बनाकर तथा उनका उपयोग करके अर्थपूर्ण आकृतियों तथा संबंधों को देखना और संकल्पनात्मक मॉडल बनाना। मानवों के इस प्रयास ने आधुनिक विज्ञान को जन्म दिया जिसे निश्चित रूप से प्राप्त करने में हज़ारों वर्ष लग गए। अत: हम कह सकते हैं कि विज्ञान प्रेक्षित तथ्यों को अर्थवान बना कर विचारों की उत्पत्ति का रास्ता दिखाता है, जो विचार प्रेक्षणों में खरे उतरते हैं, वो मान्य हो जाते हैं, लेकिन परीक्षण द्वारा प्रमाणित होने तक उन्हें अस्वीकृत किया जा सकता है। ये विचार व्यापक दृष्टिकोण प्रदर्शित

© NCERT not to be republished

करते हैं। ऐसे विचारों का वैज्ञानिक सिद्धांतों के रूप में सामान्यकरण करते हैं। ये सर्वत्र सही होते हैं। अलबर्ट आइंस्टाइन के अनुसार, "विज्ञान नित्य चिंतन का परिमार्जन है, एक ऐसा विश्वास जो उस समय प्रत्यक्ष हो जाता है जब व्यक्ति प्रकृति कैसे कार्य करती है इसे समझाने वाली धारणाओं के निर्माण के प्रयास में रत वैज्ञानिकों के कार्य का अध्ययन करता है।" विज्ञान के विभिन्न पक्षों को वैज्ञानिकों, दार्शनिकों तथा इतिहासकारों द्वारा भिन्न-भिन्न प्रकार से देखा जाता है। जब हम विज्ञान के बारे में बात करते हैं तो हम किसी विशेष पक्ष का उल्लेख नहीं करते, क्योंकि यह एक विस्तृत आधार वाला विषय है और इसके अनेक रूप हैं।

बच्चों के लिए विज्ञान की विषय-वस्तु अर्थात् संकल्पनाओं और उनसे संबंधित सिद्धांतों का ज्ञान अर्जित करना महत्वपूर्ण है, क्योंकि इस ज्ञान से अज्ञात का अन्वेषण करने और नए ज्ञान का विस्तार करने के लिए दृढ़ आधार प्रदान होता है। परंतु इन्हें बच्चों को सीधे नहीं दिया जा सकता। फिर बात यह भी है कि इनकी समझ, रटकर पढ़ने से विकसित नहीं हो सकती। यह बच्चों को उपयुक्त और आयु के अनुरूप ऐसे समुचित अधिगम अवसर प्रदान करके किया जा सकता है, जिससे वह अन्वेषण और अपने परिवेश के साथ अन्योन्य क्रिया द्वारा अनुभवजन्य अधिगम प्राप्त कर सकें और अपने ज्ञान का निर्माण कर सकें।

उदाहरण के लिए इस संकल्पना पर विचार करें—*प्रकाश सभी पदार्थों से होकर नहीं गुज़र सकता और जब यह नहीं गुज़र पाता है तो छाया बनती है।* इस संकल्पना को समझने में मदद करने के लिए पढ़ाने की एक विधि यह है कि पारदर्शी, पारभासी तथा अपारदर्शी वस्तुओं की परिभाषाएँ बताई जाएँ। ऐसी कुछ वस्तुओं को दिखलाना और भी अच्छा है। लेकिन, बच्चों को प्रेक्षण करने देना और छाया बनाने के लिए विभिन्न वस्तुओं का परीक्षण करना और फिर जो वस्तुएँ छाया बनाती हैं उनको विभिन्न स्थितियों, जैसे — प्रकाश के स्रोत से इसकी दूरी, प्रकाश की दिशा आदि बदलकर देखना, बेहतर ढंग से संकल्पना को समझने में सहायक हो सकता है।

ज्ञान का सर्जन बच्चों के अधिगम के लिए निर्णायक होता है। उनके पहले के अनुभव इसके लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि ये अनुभव उन्हें नए विचार विकसित करने में बढ़ावा देते हैं। अध्यापकों को बच्चों के ऐसे अनुभवों को एकत्रित करना चाहिए जिससे कि वे उनके पूर्वज्ञान के आधार पर आगे ज्ञान का निर्माण कर सकें। इसके लिए वे बच्चों से प्रश्न पूछकर और उनकी बातें ध्यानपूर्वक सुनकर उन्हें अर्थपूर्ण परिचर्चा में लगाए रख सकते हैं। बच्चों द्वारा बनाए गए चित्र एवं संकल्पना मानचित्र भी ऐसी सूचनाओं को प्राप्त करने के लिए अच्छे साधनों की भाँति कार्य कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 3.1

'पदार्थ की अवस्थाएँ अंत: रूपांतरित की जा सकती हैं तथा ये ताप एवं दाब परिवर्तन द्वारा एक से दूसरे में परिवर्तित की जा सकती हैं', इस संकल्पना के शिक्षण-अधिगम द्वारा कक्षा 9 के छात्रों द्वारा क्या लक्ष्य प्राप्त किए जा सकते हैं? चर्चा कीजिए।

© NCERT not to be republished

3.4 विज्ञान की प्रक्रिया के कौशलों का पोषण

विज्ञान प्रश्न पूछने तथा वैज्ञानिक विधि एवं अन्वेषण द्वारा उनके उत्तर ढूँढने का विषय है। इसमें वैज्ञानिक जिन प्रक्रियाओं का उपयोग करते हैं, उन्हें विज्ञान के प्रक्रिया कौशल कहते हैं। विज्ञान सभी व्यक्तियों के लिए है और यह केवल इससे संबद्ध ज्ञान अर्जित करने के लिए ही नहीं है बल्कि इसके प्रकिया एवं अन्वेषण कौशलों को आत्मसात् करने के लिए भी है। जैसा कि विज्ञान की प्रकृति शीर्षक अध्याय में विस्तार से वर्णन किया गया है, यह एक प्रक्रिया है जिसके द्वारा हम वैज्ञानिक संसार को एक विश्वसनीय, संगत तथा वस्तुनिष्ठ निरूपण को निर्मित और संकलित करने का सामूहिक एवं समयोपरि प्रयास करते हैं। ये कौशल उन्हें ऐसे वयस्कों में विकसित होने के योग्य बनाते हैं जो विभिन्न विचारों, मतों, धारणाओं तथा मान्यताओं पर विचार करते तथा उनमें भाग लेते समय सुविज्ञ तथा उत्तरदायित्वपूर्ण कार्रवाई कर सकते हैं। ये लंबे समय तक बने रहने वाले होते हैं, इसलिए हमेशा हमारे जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में लाभदायक बने रहते हैं। इन कौशलों में सभी ज्ञानेंद्रियों का उपयोग सम्मिलित है और आनंदायक तथा प्रभावी अधिगम के लिए ये क्रियात्मक अनुभव प्रदान करते हैं। प्रतिदिन के अनुभवों में, अनेक समस्याओं का सामना करते समय हम इन कौशलों का भी उपयोग करते हैं।

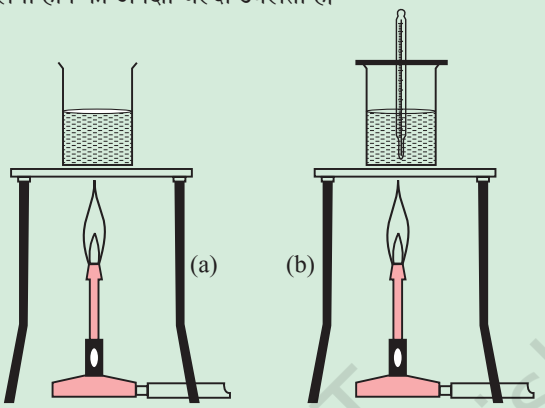
तथापि, वास्तविकता में अनुसंधान बच्चों को परीक्षा में अंक प्राप्त कराने के लिए, सामान्य क्रियाकलापों की तरह ही कराए जाते हैं। यदि उचित रूप से कराए जाएँ, तो ये क्रियाकलाप केवल उन्हें अभिप्रेरित ही नहीं करते, बल्कि उनमें सीखने तथा चीज़ों को अलग-अलग ढंग से समझने और करके सीखने की रुचि तथा उत्सुकता भी जगाते हैं। 'क्या होगा यदि' का उत्तर देने के प्रयास में बच्चे विभिन्न प्रक्रियाओं, जैसे— प्रेक्षण, विचार-विमर्श, सूचना एकत्र करना, हस्तकौशल, तुलना करना, वर्गीकरण करना, तात्कालिक संयोजन, प्रयोग करना, विवेचनात्मक चिंतन, तर्क संगत विवेचन आदि में सक्रिय रूप से सम्मिलित हो जाते हैं। इस प्रकार उन्हें केवल क्रियात्मक ही नहीं, वरन् मानसिक प्रक्रमों से भी गुज़रने का अवसर प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए, बच्चों को प्राकृतिक परिघटनाओं, जैसे— संघनन, वाष्पन, जंग लगना, बीज का अंकुरण, परावर्तन, अपवर्तन, प्रकाश का व्यतिकरण, विद्युत-चुंबकीय प्रेरण आदि प्रेक्षित करने के मौके सुगम बनाए जा सकते हैं। प्रेक्षणों तथा बच्चों के मस्तिष्क में उठे प्रश्नों तथा शिक्षक द्वारा पूछे गए प्रश्नों के आधार पर समस्याओं की पहचान की जा सकती है, उन्हें परिभाषित किया जा सकता है तथा परिकल्पना बनाई जा सकती है। अपनी परिकल्पना (परिकल्पनाओं) की जाँच करने के लिए और उसे मान्य ठहराने या छोड़ देने के लिए प्रयोग करने की आवश्यकता होती है।

विज्ञान के प्रक्रिया कौशल में बिना क्रम का ध्यान रखे निम्नलिखित छह क्रियाओं की बात होती है। आवश्यक नहीं है कि यह किसी विशेष क्रम में हों। ये हैं— प्रेक्षण, संप्रेषण, वर्गीकरण, मापन, निष्कर्ष तथा भविष्यकथन। इन कौशलों का उपयोग करके व्यक्ति वस्तुनिष्ठ अनुसंधान कर सकता है और परिणामों पर आधारित निष्कर्षों पर पहुँच सकता है। वैज्ञानिक योजना बनाते

© NCERT not to be republished

हुए और प्रयोग करते हुए वे इन प्रक्रियाओं को एकीकृत कर लेते हैं। ये सभी छह मूल कौशल, अकेले तथा एकीकृत रूप में भी महत्वपूर्ण हैं। इन्हें पुन: भिन्न-भिन्न वर्गों में बाँटा जा सकता है जैसा कि निम्न उदाहरण में किसी विद्यार्थी द्वारा किए गए प्रयोग द्वारा दर्शाया गया है।

समस्या की अनुभूति तथा अभिज्ञान/(उसे पहचानना)– किसी बर्तन में ढक्कन लगा होने पर जल, ढक्कन न लगा होने की अपेक्षा जल्दी उबलता है।



चित्र 3.1—(a) जल को ढक्कन के बिना एवं (b) ढक्कन लगाकर उबालना

समस्या को परिभाषित करना – क्या ढक्कन लगा होने पर जल का ताप ढक्कन न लगा होने की स्थिति की अपेक्षा अधिक होता है?

परिकल्पना– मेरे विचार से ढक्कन लगा होने पर जल उच्च ताप पर उबलेगा क्योंकि ढक्कन ऊष्मा ह्रास को रोकता है।

परिकल्पना की जाँच करना – दो बीकर, त्रिपादिका, तापमापी, वायर गॉज़ (जाली), बुनसन बर्नर तथा बीकर का ढक्कन बनाने के लिए गत्ते के टुकड़े (चौकोर या गोलाकार) की आवश्यकता होती है। परिकल्पना की जाँच करने के लिए मैंने एक ही पदार्थ से बने तथा समान आमाप के दो बीकर लिए। प्रत्येक में समान मात्रा में जल लिया। एक बीकर पर ढक्कन रखकर जल को उबाला और ताप नोट किया। दूसरे बीकर के जल को बिना ढक्कन का उपयोग किए उसी बर्नर से गर्म किया और जल के उबलना आरंभ होने पर उसका ताप नोट किया।

आँकड़े एकत्रित करना – मैंने ऊपर वर्णन किए अनुसार अनुसंधान किया। मैंने ताप मापने के लिए एक तापमापी ढक्कन के गत्ते में बने एक छिद्र में लगाया तथा जल को उबलने दिया। ताप मापन से पूर्व जल को लगभग एक मिनट तक उबलने दिया तथा तापमापी की सहायता से ताप नोट किया।

आँकड़ों को अंकित करना –

ढक्कन के साथ	99.5°C
बिना ढक्कन के	99°C

आँकड़ों की व्याख्या करना – दोनों माप लगभग एक जैसे हैं।

© NCERT not to be republished

निष्कर्ष निकालना – मेरे विचार में जल को बीकर में ढककर अथवा बिना ढके उबालने से उसके क्वथनांक पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

सामान्यीकरण – मेरे विचार से द्रव के तीव्रता से उबलने का अर्थ यह नहीं है कि द्रव का ताप अधिक है। यही कारण है कि उसका क्वथनांक परिवर्तित नहीं होता।

अतिरिक्त प्रश्न – हम खुले बर्तनों की बजाय बंद बर्तनों में खाना क्यों पकाते हैं? मैंने घरेलू गैस (LPG) की पर्ची पर पढ़ा है कि ढक्कन लगाकर पकाने से ईंधन की बचत होती है। इससे ईंधन की बचत कैसे होती है? प्रेशर कुकर में खाना तेज़ी से क्यों पक जाता है?

समस्या या तो अध्यापक द्वारा और या तो विद्यार्थी द्वारा प्रस्तुत की जा सकती है अथवा चर्चा के समय यह एक विचार की भाँति उभर कर सामने आ सकती है। शिक्षक को अन्वेषण करने के लिए पूरी योजना बताने की आवश्यकता नहीं है, लेकिन योजना विकसित करने के लिए चर्चा में बच्चों को सम्मिलित अवश्य ही करना चाहिए। वह समूहों में अन्वेषण करने के लिए बच्चों की सहायता कर सकते हैं। कुछ बच्चे जल को विभिन्न साइज़/पदार्थ के बीकरों में गर्म करने का प्रयत्न कर सकते हैं। कुछ बीकरों में असमान मात्रा में जल का उपयोग कर सकते हैं। ताप मापने, तापमापी पढ़ने के तरीके में भी विभिन्नताएँ हो सकती हैं। प्रश्नों द्वारा, चर्चा द्वारा और आपस में तथा पूरी कक्षा के साथ कार्य को बाँटकर करने से बच्चे समय के साथ इस कार्य में प्रशिक्षित हो सकते हैं। इससे वैज्ञानिक विधि तथा अन्वेषणों के कौशलों को विकसित करने में उन्हें सहायता मिल सकती है।

क्रियाकलाप 3.2

विज्ञान का शिक्षण-अधिगम किस प्रकार प्रक्रिया कौशलों को समृद्ध कर सकता है? दैनिक जीवन में कुछ स्थितियों की पहचान कीजिए, जहाँ इन कौशलों को समृद्ध किया जा सकता है।

क्रियाकलाप 3.3

भौतिक विज्ञान में किसी प्रकरण को लेकर उच्च प्राथमिक, माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक, प्रत्येक स्तर पर अधिगम स्थिति की रूपरेखा बनाइए। अधिगम स्थिति के प्रत्येक चरण के साथ जुड़े प्रक्रिया कौशलों की पहचान कीजिए। इस संबंध में कक्षा में एक प्रस्तुति कीजिए।

बच्चों को इन कौशलों के पोषण में सहायक अनुभव प्रदान करने में शिक्षक की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। इस संबंध में वे निम्न बातों पर विचार कर सकते हैं –

- बच्चों को विज्ञान के प्रक्रिया कौशलों को विकसित करने के अनेक अवसर दिए जाने चाहिए। कार्य करने से सोचने के लिए भी व्यावहारिक आधार प्राप्त होता है; अर्थात् केवल यह बताने से कि प्रेक्षण, अन्वेषण, प्रयोग या व्याख्या करने से क्या अभिप्राय है, कुछ नहीं होता जब तक कि इन्हें करने के अवसर प्रदान न किए जाएँ।
- छोटे या बड़े समूहों में अथवा संपूर्ण कक्षा के साथ विचार-विमर्श के अवसर प्रदान किए जाने चाहिए। इससे बच्चों को, दूसरों की बात सुनने, व्याख्या करने, तर्क करने और अपने

© NCERT not to be republished

विचारों को व्यक्त करने तथा दूसरों से साझा करने के अवसर मिलते हैं और वह यह सोचने लगते हैं कि उन्होंने प्रमाणों से संबंधित तथा समस्या तक पहुँचने के बहुविकल्पों को सोचने के लिए क्या किया है।

- प्रक्रिया कौशलों को विकसित करने में बच्चों की सहायता करने के लिए, शिक्षक को यह जानना आवश्यक है कि बच्चे इन कौशलों का उपयोग किस प्रकार कर रहे हैं। यह जानने के लिए कि बच्चों ने प्रमाणों का एकत्रीकरण और उपयोग किस प्रकार किया है, शिक्षक उनके कार्य का अवलोकन कर सकते हैं और उनके विचार-विमर्श को सुन सकते हैं।
- बच्चों के लिए अपने कौशलों के उस क्षेत्र को पहचानना आवश्यक है जिसमें उन्हें सुधार की आवश्यकता है। इसके लिए उन्हें अपने अन्वेषणों पर विचार-विमर्श करने तथा उन पर आलोचनात्मक रूप से चिंतन करने की स्वतंत्रता देनी चाहिए। छात्रों में सुधार के लिए शिक्षक उन्हें वैकल्पिक कार्य-विधियों को परखने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं।
- कुछ कौशलों को प्राप्त करने में यथार्थता बढ़ाने के लिए नई तकनीकों तथा साधनों से परिचय कराने की आवश्यकता हो सकती है। उदाहरणार्थ, विभिन्न राशियों के मापन के लिए बच्चों को कुछ उपकरणों, जैसे — तुला, वर्नियर कैलिपर्स, स्क्रू गेज, तापमापी, ग्राफ़ इत्यादि की आवश्यकता होती है।

3.5 वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा वैज्ञानिक मनोदशा का विकास

विज्ञान अधिगम तथा वैज्ञानिक अभिवृत्ति एवं वैज्ञानिक मनोदशा का विकास एक-दूसरे के पूरक हैं। इसलिए, विज्ञान शिक्षकों तथा शिक्षाविदों के लिए उनके अर्थ, सार्थकता तथा विकास की प्रक्रिया को समझना अनिवार्य है।

वैज्ञानिक अभिवृत्ति– वैज्ञानिक अभिवृत्ति अनेक मानसिक प्रक्रमों तथा प्रवृत्तियों का सम्मिश्र स्वरूप है जिससे हम नवीन या समस्यात्मक स्थितियों में सुसंगत रूप से किसी खास तरीके से प्रतिक्रिया करते हैं। इनमें परिशुद्धता, बौद्धिक ईमानदारी, निष्पक्षता, प्रमाण के लिए सम्मान-भाव, संशयात्मकता, निलंबित निर्णय, विवेचनात्मक चिंतन, दृढ़ता, तथा सही कारण और प्रभाव संबंध को देखना शामिल है। वैज्ञानिक अपनी ज्ञान पिपासा के कारण निरंतर उत्सुक बने रहते हैं। वे लगातार जिज्ञासु बने रहते हैं तथा अन्वेषण के द्वारा अनवरत् ज्ञान अर्जित करते रहते हैं। इससे फिर वैज्ञानिक अभिवृत्ति को प्रोत्साहन मिलता है।

वैज्ञानिक मनोदशा– यह मन का एक भाव है जिससे पूर्वाग्रहों एवं पूर्वकल्पित धारणाओं से बचने के लिए किए गए तर्क संगत चिंतन, विचार-विमर्श, युक्ति तथा विश्लेषण करने का विशेष दृष्टिकोण तथा व्यवहार प्रतिमान प्रकट होता है। यह न तो तथ्यों का ज्ञान है, न ही बुद्धिवाद है, लेकिन ज्ञान तथा विवेकपूर्ण सोच को बढ़ावा देता है।

वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा वैज्ञानिक मनोदशा के अर्थों में परस्पर अनेक समानताएँ हैं। इसलिए, हम इन दोनों के बारे में साथ-साथ बात कर रहे हैं। हम कह सकते हैं कि सहज गुणों का विकास,

© NCERT not to be republished

जैसे—प्रमाणों के लिए आदर, उदारमतता, सत्यनिष्ठा, विवेचनात्मक एवं तर्क संगत चिंतन, संशयात्मकता, वस्तुनिष्ठता, धीरता, जिज्ञासा एवं सर्जनात्मकता तथा मौलिकता, सजीव तथा निर्जीवों के प्रति संवेदनशीलता और दूसरों के साथ सहयोग करते हुए चारों ओर के संसार के अन्वेषण द्वारा वैज्ञानिक अभिवृत्ति एवं वैज्ञानिक मनोदशा को मन में बैठाया जा सकता है। इन गुणों से विद्यार्थियों की क्रियाकलापों में भाग लेने की इच्छा तथा व्यक्तियों, वस्तुओं, स्थितियों एवं घटनाओं के साथ उनकी विवेकसंगत प्रतिक्रिया करना प्रभावित होता है। इन्हें किसी क्रमिक रूप में नहीं रखा जा सकता है और न ही जलरोधी कक्ष की तरह देखा जा सकता है। इनका विकास भी स्वैच्छिक नहीं होता है। समय के साथ-साथ इन गुणों को प्रक्रिया से संबद्ध अधिगम स्थितियों में पोषित किया जा सकता है। इसके लिए कक्षा का ऐसा मुक्त परिवेश चाहिए जिसमें बच्चों को वैज्ञानिक साहित्य पढ़ने, प्रश्न पूछने, कार्यकलाप और प्रयोग करने और अपने पास-पड़ोस से स्वतंत्र रूप से अन्योन्य क्रिया करने के लिए अभिप्रेरित किया जा सके।

निम्नलिखित चर्चाओं से आपको ज्ञात होगा कि ऊपर लिखे गए प्रत्येक पक्ष का क्या अर्थ है और बच्चों के अंदर वैज्ञानिक अभिवृत्ति और वैज्ञानिक मनोदशा उभारने के लिए शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के दौरान इसका विकास तथा पोषण किस प्रकार किया जा सकता है।

3.5.1 प्रमाण के प्रति सम्मान भाव

विज्ञान में कोई भी निर्णय लेने तथा मूल्यांकन करने में किसी भी प्रकार की जल्दबाज़ी नहीं करनी चाहिए। यह उचित प्रमाणों पर आधारित होना चाहिए। विचारों को सत्यापित करने और उनकी जाँच करने के लिए प्रमाण एकत्रित करने के कौशलों को विकसित करते समय विद्यार्थियों को प्रमाण सहित अपने विचार प्रस्तुत करने के लिए प्रशिक्षित करना चाहिए। यदि विचारों तथा प्रमाणों के बीच विरोध हो तो विद्यार्थियों को दोबारा जाँच करने के लिए प्रेरित करना चाहिए तथा निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए और अधिक प्रमाण एकत्रित करने चाहिए। जब विचारों के विपरीत उचित प्रमाण हों तो उन्हें अपने विचार बदलने के लिए तैयार रहना चाहिए और अपने दृष्टिकोण में आवश्यकतानुसार लचीलापन रखना चाहिए।

> जॉन डॉल्टन के परमाण्विक सिद्धांत की प्रायोगिक प्रमाणों द्वारा पुष्टि की गई। यह रासायनिक संयोजन के नियमों पर आधारित था। वह यह कहने वाले पहले व्यक्ति नहीं थे कि परमाणु पदार्थ का सबसे छोटा कण है, लेकिन वह इस सिद्धांत की पुष्टि करने के लिए प्रायोगिक प्रमाणों को उपयोग करने वाले पहले व्यक्ति थे।

3.5.2 उदारमतता

विज्ञान में सही अधिगम के लिए, यह आवश्यक है कि मस्तिष्क पूर्वाग्रहों से युक्त न हो। एक खुले विचारों वाला व्यक्ति वह है जो आवश्यकता के अनुसार अपनी योजनाओं को परिवर्तित कर सके और परिकल्पनाओं को छोड़ सके और किसी नई व्याख्या, मॉडल या प्रतिमान को इसलिए स्वीकार कर सके कि यह प्रमाण की अच्छी प्रकार व्याख्या कर सकता है, सरल है,

© NCERT not to be republished

अथवा इसमें केवल कुछ असंगतियाँ हैं या यह अधिक आँकड़ों को समाहित करता है। एक खुले विचारों वाला व्यक्ति सभी यथोचित निष्कर्षों का मूल्यांकन करता है, वैकल्पिक व्याख्याओं को स्वीकार करने के लिए तैयार रहता है, साक्ष्यों के पुन:मूल्यांकन के प्रत्युत्तर में या वर्तमान विचारों के पुन: निर्धारण के लिए नई प्राथमिकताओं को स्वीकार करता है और अलोकप्रिय विचारों को तत्काल अस्वीकार नहीं करता। जैसे-जैसे अधिगम में उन्नति करता है, वह अपने विचारों की संरचना तथा पुन: संरचना करता है। संक्षेप में, यह सीखना आवश्यक है कि *'मेरी विधि ही एक मात्र विधि नहीं है।'*

शिक्षक, क्रियाकलापों एवं प्रयोगों तथा बारंबार किए जाने वाले सहयोगात्मक कार्यों एवं परिचर्चाओं द्वारा प्रत्येक बच्चे को अपने विचार व्यक्त करने का अवसर देकर इस कौशल को सीखने में विद्यार्थियों की सहायता कर सकते हैं। समूह में कार्य करते हुए कोई भी शिक्षार्थी, सामाजिक रूप से स्वीकार्य ढंग से अपने विचार रख सकते हैं।

क्रियाकलाप 3.4

भौतिक विज्ञान में महान वैज्ञानिकों के कुछ उदाहरण खोजिए जो प्रमाण के प्रति सम्मान तथा उदारमतता को प्रतिबिंबित करते हों।

3.5.3 प्रेक्षणों की रिपोर्ट प्रस्तुत करते समय यथातथ्यता

हम सब जानते हैं कि प्रयोगों में निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए, प्रेक्षणों को प्रमाणिकता से प्रस्तुत करना कितना आवश्यक है। वैज्ञानिक विधि में, किसी प्रयोग में निष्कर्ष पर पहुँचने से पहले प्रेक्षणों को दोहराया और सत्यापित किया जाता है। शिक्षक को छात्रों द्वारा प्रयोगों के परिणाम को रिपोर्ट करते समय ईमानदारी बरतने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। उसे भयमुक्त वातावरण उत्पन्न करना चाहिए, जिससे यदि परिणाम बहुत अधिक असामान्य हो तो भी छात्र भयभीत न हों। यदि आवश्यकता हो, तो उसे विसंगतियों का कारण ज्ञात करने के लिए छात्रों की सहायता करने और उनका मार्गदर्शन करने के लिए, उनके साथ मिलकर कार्य करना चाहिए जिससे कि वह परिणामों के साथ छल योजना न करें।

उदाहरण के लिए, परावर्तन के नियमों पर प्रयोग करते समय, यदि कोई विद्यार्थी आपतन कोण तथा परावर्तन कोण के बीच ठीक समानता स्थापित नहीं कर पाता तो शिक्षक को प्रयोग में सावधानी बरतने के लिए विद्यार्थी का ध्यान अधिक केंद्रित करने में मदद करनी चाहिए। लेकिन, यदि विचरण बहुत अधिक हो तो विद्यार्थी को प्रयोग को दोहराने के लिए कहना चाहिए, जिससे कि वे त्रुटि के स्रोतों को ज्ञात कर सकें और शिक्षक को उन्हें परिणाम पर पहुँचने में सहायता करनी चाहिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 3.5

क्या आपको अपने विद्यार्थी काल का कोई ऐसा अनुभव याद है जहाँ आपके द्वारा किए गए किसी प्रयोग में आपको प्राप्त प्रेक्षणों से अपेक्षित परिणाम प्राप्त नहीं हुए। आपके विचार से आप अपेक्षित परिणाम किस प्रकार प्राप्त कर सकते थे? सोचिए, मिलकर विचार-विनिमय कीजिए और कक्षा में अपने सहपाठियों के साथ चर्चा कीजिए।

3.5.4 विवेचनात्मक चिंतन

विज्ञान में विवेचनात्मक चिंतन विज्ञान अधिगम की संभावनाओं को बढ़ाता है। इसके लिए किए गए क्रियाकलापों के तरीकों के सुविचारित पुनरवलोकन की आवश्यकता होती है जिससे पता चल सके कि कौन-से विचार उभरकर आए और उनमें किस प्रकार सुधार किया जा सकता है। यह सूचना तथा अनुभवों को वस्तुनिष्ठ विधि से विश्लेषित करने की क्षमता है। चिंतन के प्रक्रमों पर विमर्श युवा छात्रों के लिए शीघ्र ही ग्रहण नहीं हो पाता, क्योंकि इसमें अमूर्त चिंतन भी अपेक्षित होता है। शिक्षक के द्वारा छात्रों को क्रियाकलाप आधारित चर्चा में शामिल करके इस कार्य को सुसाध्य बनाया जा सकता है। इस गुण को विकसित करने के लिए निम्नलिखित क्रियाओं पर बल दिया जा सकता है –

- किए गए कार्य में और अधिक सुधार के लिए समीक्षा की तत्परता;
- वैकल्पिक तरीकों पर विचार करना;
- उन पहलुओं की पहचान करना जो अपनाए गए तरीकों के पक्ष और विपक्ष में हैं;
- पहले किए गए कार्यों पर चिंतन करना जिससे कि उन त्रुटियों की पहचान की जा सके और आगे उनकी पुनरावृत्ति से बचा जा सके;
- संबद्ध वैज्ञानिक तथ्यों पर ध्यान केंद्रित करना;
- मुक्तांत प्रश्न पूछना जैसे कि, इन वाक्यांशों वाले प्रश्न– *आपके विचार में ..., इस संबंध में आप क्या सोचते हैं* (मान लीजिए कोई परिघटना)....*मान लीजिए कि.... पुष्टि कीजिए/औचित्य दीजिए/व्याख्या कीजिए* इत्यादि।

3.5.5 तर्कपूर्ण चिंतन

पिछले अनुभवों को नियत नियमों के प्रतिरूप पर आधारित कार्य-कारण संबंध से जोड़ने की प्रक्रिया अर्थात् तर्क सहित सोचने को तर्कपूर्ण चिंतन कहते हैं। निष्कर्ष पर पहुँचने से पहले सही ढंग से तर्क करने के लिए बच्चों की सहायता की जानी चाहिए। परिष्कृत तर्कपूर्ण चिंतन ही वैज्ञानिक मनोदशा है। तर्कपूर्ण चिंतन में परिष्करण, प्रेक्षण लेकर और अपने प्रेक्षणों की दृढ़ता बढ़ाने के लिए उनका परिमाणन करके एवं प्रेक्षणों से एकत्रित की गई सूचनाओं को सुव्यवस्थित करके

© NCERT not to be republished

किया जा सकता है। यहाँ सुव्यवस्थित करने का अर्थ है—महत्वपूर्ण सूचना को अंकित करना, वर्गीकृत करना और उनमें पैटर्न ढूँढना। पैटर्न मिलने या न मिलने के आधार पर परिकल्पना बनाई जाती है (क्यों और कैसे) और फिर यह जानने के लिए कि इसके द्वारा की जाने वाली व्याख्या अन्य स्थितियों में भी सही है या नहीं, इसे सत्यापित किया जाता है।

ग्रेगर मेंडल आनुवंशिकता के नियमों की खोज कर पाए, जबकि अन्य कई असफल रहे। इसका एक कारण उनकी तर्कसम्मत प्रयोग करने तथा सावधानीपूर्वक एवं सही रिकॉर्ड रखने की आदत थी।

क्रियाकलाप 3.6

भौतिक विज्ञान के अधिगम से तर्कसंगत चिंतन के विकास में किस प्रकार सहायता मिलती है? एक उदाहरण सहित चर्चा कीजिए।

3.5.6 संशयवाद

समाज द्वारा स्वीकार किए गए विश्वास, विचारों या तथ्यों के बारे में वैज्ञानिक अनुसंधानों के आधार पर प्रश्न उठाना संशयवाद कहलाता है। उदाहरण के लिए, लोगों में अंधविश्वास उनकी अज्ञानता और उन रीति-रिवाजों के कारण होता है जिनका अनुसरण वे घटनाओं की मिथकीय व्याख्याओं एवं डर के कारण करते हैं। विज्ञान का शिक्षण-अधिगम विद्यार्थियों को ऐसे विश्वासों के प्रति संदेह व्यक्त करने में सहायता कर सकता है। उदाहरण के लिए, प्राचीन काल में कई लोग विश्वास करते थे कि पृथ्वी सांड के एक सींग पर टिकी है तथा जब सांड इसे दूसरे सींग पर ले जाता है तो भूकंप आता है। यह विश्वास केवल विज्ञान द्वारा भूकंप आने के कारण को प्रमाणित करने के बाद ही गलत सिद्ध हुआ, जिसके अनुसार पृथ्वी के भीतर गहराई में हुए विक्षोभों के कारण भूस्पंद आते हैं। समाज में अनेक अंधविश्वास अब भी प्रचलित हैं और कुछ शिक्षित व्यक्ति भी कभी-कभी अज्ञात भय के कारण उन्हें मानते हैं। सूर्य या चंद्र ग्रहण के पश्चात् खाने-पीने की सभी वस्तुओं को फेंक देने की प्रथा को आप वस्तुपरक दृष्टि से (प्रमाणों के आधार पर) देख सकते हैं। अंधविश्वास के अनेक ऐसे उदाहरण हैं जिनका कोई वैज्ञानिक आधार नहीं है, जैसे कि, अपने घर से बाहर निकलते समय किसी का छींक देना या बिल्ली द्वारा आपका रास्ता काट दिया जाना आदि अपशकुन माने जाते हैं। बच्चों को यह बताने की आवश्यकता है कि इस प्रकार की बातों पर विश्वास करने से पहले और इस तरह की अनैतिक प्रथाओं का शिकार होने से पहले, उन्हें इन विश्वासों के पक्ष अथवा विपक्ष में मौजूद वैज्ञानिक प्रमाणों को उचित रूप से जाँच लेना चाहिए। 'ग्रीष्म ऋतु का कारण पृथ्वी का सूर्य के निकट होना है', 'एक ही स्थान पर तड़ित कभी भी दोबारा नहीं गिरती', 'बच्चे के जेंडर के लिए माँ उत्तरदायी है', कुछ ऐसी कल्पित बातें हैं, जिनका विज्ञान पढ़ाते समय खंडन किया जाना चाहिए। प्रमाणों के आधार पर मूल्यांकन करने के पश्चात् निर्णय लेकर अंधविश्वासों तथा मिथकों को नकार देना चाहिए। वैज्ञानिकों को मतांध होने की प्रवृत्ति से अपने आपको लगातार बचाना चाहिए और बिना प्रश्न किए चीज़ों

© NCERT not to be republished

को आँख बंद करके स्वीकार नहीं करना चाहिए। इस प्रकार के मुद्दों पर शिक्षिक को योजनाबद्ध वाद-विवाद आयोजित करने और बच्चों को इन चर्चाओं में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित करने की आवश्यकता है। इस प्रकार उन्हें धीरे-धीरे विवेकपूर्ण और विवेचनात्मक चिंतन के लिए प्रोत्साहित करके इस प्रकार की कल्पित बातों के विरुद्ध संवेदनशील बनाया जा सकता है।

क्रियाकलाप 3.7

समाज में व्याप्त कुछ अंधविश्वास आधारित प्रथाओं का पता लगाइए और सुझाव दीजिए कि इन मुद्दों को आप कक्षा में अपने विद्यार्थियों के साथ मिलकर किस प्रकार निपटाएँगे?

3.5.7 वस्तुनिष्ठता

वस्तुनिष्ठता का अर्थ वस्तुओं को बिना किसी पूर्वकल्पित मत, पूर्वाग्रह, पक्षपात या भेदभाव के देखना है। इसे प्रमाण के महत्व तथा उपयोग को समझ कर विकसित किया जा सकता है। यह प्रमाण के लिए सम्मान भाव विकसित करने में भी सहायक होता है। शिक्षार्थियों को दूसरों के विचारों को भी सुनना चाहिए और उन्हें दूसरे व्यक्तियों के मत का आदर करना चाहिए। लेकिन उन्हें विचारों को जाँच करने तथा सत्यापन के बाद और पर्याप्त प्रमाणों के साथ ही स्वीकार करना चाहिए। यह हमारे परंपरागत अधिकारवादी मनोवृत्ति में भी परिवर्तन की अपेक्षा करता है। प्रमाण एकत्रित करने, विचारों के सत्यापन एवं जाँच के कौशल विकसित करते समय निम्नलिखित बातों पर ज़ोर देना चाहिए –

- ठोस तर्क पर आधारित दूसरों के विचारों या दृष्टिकोण का आदर करना चाहिए।
- अपने विचारों का प्रमाणों के साथ मिलान कीजिए। यदि विचार प्रमाण के प्रतिकूल हैं, तो निष्कर्ष पर पहुँचने से पहले और अधिक प्रमाण एकत्र कीजिए।
- सभी विचारों तथा कथनों को अस्थायी मान कर चलिए।
- अपने दृष्टिकोण को लचीला रखिए तथा आपके वे विचार जो प्रमाणों से मेल नहीं खाते उनको बदलने के लिए तैयार रहिए। यदि ऐसी प्रवृत्ति नहीं होगी, तो नए अनुभव तथा वर्तमान विचारों में टकराव होगा ही होगा।

महान वैज्ञानिकों तथा अन्य व्यक्तियों के विचार कैसे बदलें, इनके उदाहरण देकर बच्चों को इस ओर प्रवृत्त किया जा सकता है।

3.5.8 अध्यवसाय

यह अपेक्षित है कि वैज्ञानिक रूप से मान्य निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए विद्यार्थियों को बार-बार कार्य करने के अवसर दिए जाने चाहिए। शिक्षक मेरी क्यूरी, हॉवर्ड जी. रोजर्स तथा थॉमस एल्वा एडिसन जैसे वैज्ञानिकों के प्रयासों का वर्णन करके इस बात को विस्तार से समझा सकते हैं। उदाहरण के लिए, एडिसन के कार्य से बहुत पहले संभवत: विद्युत बल्ब का आविष्कार किया

© NCERT not to be republished

जा चुका था। एडिसन ने तंतु (फ़िलामेंट) के लिए हज़ारों पदार्थों की जाँच की, तब कहीं जाकर उन्हें सही पदार्थ प्राप्त हुआ जिससे कि बल्ब व्यावहारिक तथा अधिक समय तक चलने वाला बन पाया। ऐसे अध्यवसायी थे थॉमस एल्वा एडिसन। उन्होंने एक बार कहा कि 1999 बार जब बल्ब नहीं बन पाया तो वह असफल नहीं हुए, बल्कि उन्होंने सीखा कि इन 1999 तरीकों से बल्ब कैसे नहीं बनाया जा सकता। रसायन शास्त्री हॉवर्ड जी. रोज़र्स ने एक नए रासायनिक अणु की खोज करने से पहले 5000 से भी अधिक विभिन्न रासायनिक यौगिकों पर प्रयोग करने में 15 वर्ष लगाए। इस नए अणु ने फोटोग्राफ़ डिवेलपिंग के क्षेत्र में एक बड़ा चमत्कारी आविष्कार किया और पोलेरायड रंगीन फ़िल्म को जन्म दिया। इतिहास लगातार असफलताओं से उत्पन्न होने वाली ऐसी सफलताओं से भरा पड़ा है। शिक्षक विज्ञान तथा वैज्ञानिकों संबंधी मिथकों के संबंध में बात करते समय ध्यान रखें कि छात्र किसी प्रकार का पूर्वाग्रह न बनाएँ। विज्ञान के बारे में गलत बातों जैसे "विज्ञान का पर्यावरण पर विध्वसंक तथा हानि पहुँचाने वाला प्रभाव होता है", 'वैज्ञानिक अन्यमनस्क व्यक्ति होते हैं और केवल अपने काम से ही मतलब रखते हैं', 'वैज्ञानिक ज्ञान की खोज केवल प्रशिक्षित वैज्ञानिकों द्वारा ही की जा सकती है' से बचने की आवश्यकता है। वैज्ञानिकों के गुणों, जैसे — विवेचनात्मक तथा तर्कपूर्ण चिंतन, खुली मानसिकता, कठिन परिश्रम, अध्यवसाय, ज्ञान की खोज के प्रति लगन को विशेष रूप से बताना चाहिए। विज्ञान को भली-भाँति समझने और वैज्ञानिक अभिवृत्ति तथा मनोदशा विकसित करने के लिए विज्ञान शिक्षक को बच्चों को अनेक वैज्ञानिक क्रियाकलापों के आधार पर अनुभव प्रदान करने की आवश्यकता है।

परियोजना 3.1

कुछ महान वैज्ञानिकों के समाज के प्रति किए गए ऐसे योगदानों को एकत्रित कीजिए जिन्हें आप अपने छात्रों में वस्तुनिष्ठता तथा अध्यवसाय विकसित करने के लिए सर्वोत्तम समझते हैं।

3.6 स्वाभाविक जिज्ञासा, सर्जनात्मकता तथा सौंदर्यपरक अनुभूति का पोषण

3.6.1 उत्सुकता का पोषण

एक बार रीना अपनी सखी मेरी के साथ बाज़ार गई। वहाँ पर उसने बच्चों को बर्फ़ की रंगीन चुस्की का आनंद लेते हुए देखा। उसने भी एक नारंगी चुस्की माँगी और विक्रेता को इसे तैयार करते हुए ध्यानपूर्वक देखा। विक्रेता ने बर्फ़ का गोला बनाने के लिए बर्फ़ के चूरे को दबाया और इसे स्वादिष्ट बनाने के लिए इस पर रंगीन शरबत डाला। वह यह जानने के लिए उत्सुक थी कि बर्फ़ के चूरे को दबाने पर इसकी आकृति गेंद जैसी हो गई। इसके बारे में उसने अपनी सखी से पूछा।

मेरी ने कहा, मेरे विचार से यह दाब बढ़ाने पर बर्फ़ का गलनांक कम होने के कारण हुआ। जब बर्फ़ के चूरे को दबाते हैं तो दाब बढ़ता है और बर्फ़ के टुकड़ों के संपर्क की सतह पिघलती है। दाब

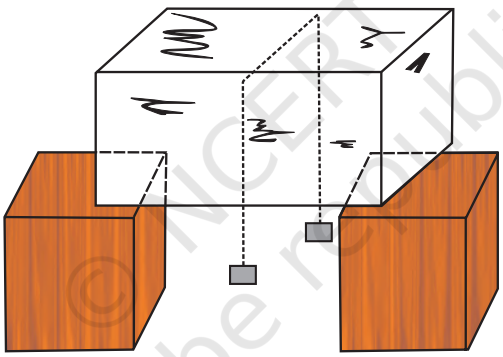
© NCERT not to be republished

हटा लेने पर, गलनांक बढ़कर फिर से सामान्य हो जाता है और बर्फ़ के चूरे के बीच में पानी की सतह फिर से जम जाती है। क्या आपको याद है कि हमने इसे पदार्थ के ऊष्मीय गुण के अध्याय में पढ़ा था?

रीना ने कहा, "हाँ, अब मुझे याद आया। हमने एक बर्फ़ की सिल्ली के ऊपर धातु का एक तार रखकर और तार के दोनों सिरों पर दो भारी बाट लटकाकर एक क्रियाकलाप किया था। हमने आश्चर्य से देखा कि तार बर्फ़ की सिल्ली से होकर गुज़र गया, लेकिन बर्फ़ की सिल्ली दो भागों में नहीं बंटी।"

मेरी ने कहा, "हमारी शिक्षक ने इसकी बड़ी अच्छी प्रकार से व्याख्या की थी। उन्होंने बताया था कि तार के ठीक नीचे दाब बढ़ने के कारण बर्फ़ निम्न ताप पर पिघल जाती है, इसलिए ऐसा होता है। गतिशील तार के ऊपर का पानी फिर से जम जाता है क्योंकि वहाँ पर दाब हट जाता है। हम इसे पुनर्हिमायन कहते हैं (चित्र 3.2)। मुझे लगता है, यहाँ भी ऐसा ही हो रहा है।"

रीना ने पुन: कहा, "कल हम अपनी व्याख्या के बारे में अपनी अध्यापिका से विचार-विमर्श करेंगे। वह सदैव प्रश्न पूछने के लिए हमें प्रोत्साहित करती हैं और संदेहों तथा संकल्पनाओं को स्पष्ट करती हैं।"



चित्र 3.2 — बर्फ़ का पुनर्हिमायन

अत: उत्सुकता से उसके मस्तिष्क में क्यों, क्या और कैसे जैसे प्रश्न उठे। जब विद्यार्थी इस प्रकार के प्रश्न पूछें तो शिक्षक को उन्हें हतोत्साहित नहीं करना चाहिए। उन्हें विद्यार्थियों को वैज्ञानिक सिद्धांतों का उपयोग करके उत्तर ढूँढने के लिए बढ़ावा देना चाहिए।

अरस्तु ने एक बार कहा था, सभी व्यक्ति स्वभावत: जानने की इच्छा रखते हैं। बच्चे अपनी स्वाभाविक उत्सुकता के कारण अधिक सीखते हैं। प्रेक्षणों द्वारा, प्रश्नों को पूछकर तथा प्रयोग करके विज्ञान में रुचि उत्पन्न करके उन्हें जिज्ञासु बनाया जाना चाहिए। हमारे चारों ओर जो घटित होता है, उसके लिए स्वाभाविक जिज्ञासा का पोषण करना ही विज्ञान है। विद्यार्थियों के सामने उत्सुकतावश अनेक प्रश्न आते हैं। जिज्ञासा छात्रों के मन में शिक्षा की छवि को सीखने के लिए सीखना के रूप में बिठाती है। शिक्षार्थियों में जिज्ञासा उन्हें विज्ञान केंद्रों पर ले जाकर, विज्ञान परियोजनाओं पर कार्य करने, वैज्ञानिक अभिवृत्ति रखने वाले व्यक्तियों से मिलने, वैज्ञानिक साहित्य पढ़ने, विज्ञान

© NCERT not to be republished

प्रदर्शनियों तथा विज्ञान प्रश्नोत्तरी में भाग लेने, आदि के अवसर प्रदान करके उत्पन्न की जा सकती है। विज्ञान क्रियाकलापों में जिज्ञासा उत्पन्न करने वाले अनेक कारकों को सम्मिलित करके अभिकल्पित किया जा सकता है। जिज्ञासा की उत्पत्ति संशय, उलझन, अंतर्विरोध, ज्ञानात्मक विरोध, संदिग्धता, अस्पष्टता, आदि के परिणामस्वरूप होती है। इसके लिए अध्यापक को उचित अधिगम स्थितियाँ उत्पन्न करने की आवश्यकता होती है। विज्ञान शिक्षक को वैज्ञानिक विधियों तथा प्रक्रियाओं द्वारा आदान-प्रदान की जा रही संकल्पना में निहित विचारों के अन्वेषण में व्यस्त करा कर बच्चों की स्वाभाविक जिज्ञासा का अधिगम के लिए लाभ उठाना चाहिए। उत्सुकता के पोषण के लिए अध्यापक को कक्षा में ऐसे परिवेश उत्पन्न करने चाहिए जो अधिगम के लिए अनुकूल हों, जहाँ शिक्षार्थी, अध्यापक तथा समकक्ष साथियों से स्वतंत्रतापूर्वक अनुभवों का आदान-प्रदान कर सकें। प्राय: यह देखा गया है कि कक्षा में वार्तालाप में कुछ मुखरित विद्यार्थी ही छाए रहते हैं। कुछ शर्मीले छात्र कोई भी प्रश्न नहीं पूछते। अध्यापक को प्रयास करना चाहिए कि पूरी कक्षा के विद्यार्थियों को प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करके और उन सभी को क्रियाकलापों, प्रयोगों एवं परियोजनाओं में सम्मिलित करके शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में लगाए रखें।

क्रियाकलाप 3.8

भौतिक विज्ञान की किसी संकल्पना का चयन कीजिए और इसके प्रति अपने विद्यार्थियों की उत्सुकता जगाने के लिए उपयुक्त प्रश्नों के साथ किसी अधिगम स्थिति की रूपरेखा बनाइए।

3.6.2 सर्जनात्मकता का पोषण

सर्जनात्मक चिंतन किसी चीज़ को देखने या करने का एक अभिनव/नवाचारी तरीका है। इसके चार घटक हैं— धारा प्रवाहिता (तेज़ी से और बिना प्रयास के अपने आप को व्यक्त करने की योग्यता), लचीलापन (कायल हो जाने के पश्चात् आसानी से परिप्रेक्ष्य बदलना), मौलिकता (कुछ नई कल्पना करना) तथा सविस्तार प्रतिपादन (अन्य विचारों के आधार पर संकल्पना निर्माण)। इसे लीक से हट कर किया जाने वाला चिंतन भी कहा जाता है। सर्जनात्मक चिंतन शिक्षार्थी को उपलब्ध विकल्पों तथा कोई कार्य करने या न करने के परिणामों को छान-बीन करने के योग्य बनाता है तथा निर्णय लेने और समस्या सुलझाने में सहायक होता है।

© NCERT not to be republished

सर्जनात्मकता को विभिन्न प्रकार से परिभाषित किया गया है। यह प्रासंगिक तथा अभिनव उत्पादों और प्रक्रमों की प्रस्तुति है। इसके साथ-साथ सर्जनात्मकता के अंतर्गत किसी समस्या को हल करने या किसी विचार को समझने-समझाने या किसी निष्कर्ष की पुष्टि के लिए समस्या के विभिन्न घटकों के वर्गीकरण एवं मूल्यांकन तथा अभिनव ढंग से विचारों का वर्णन, उपयोग एवं संयोजन भी आते हैं।

विज्ञान शिक्षक को बच्चों की स्वाभाविक जिज्ञासा का लाभ उठाना चाहिए।

सर्जनात्मकता के पोषण के लिए अध्यापक विभिन्न प्रकार के क्रियाकलापों का अनुसरण कर सकते हैं, जैसे — प्रश्न करना, संबद्ध सूचना एकत्रित करना और समस्या हल करने के लिए इसका विश्लेषण और संसाधन करना, समस्या के हल के विभिन्न रास्ते खोजना, मुक्त चिंतन, नाटक/अभिनय प्रस्तुति, कविता लेखन, मॉडल बनाना, बहु निष्कर्षी प्रयोग करना आदि। ये क्रियाकलाप शिक्षार्थी की छिपी हुई प्रतिभा को प्रकट कर सकते हैं। बच्चों को यह कहकर कि '*आपका* प्रश्न *अप्रासंगिक है या पाठ्यक्रम से बाहर का है*', प्रश्न करने से नहीं रोकना चाहिए।

कक्षा 11 में प्राकृतिक उपग्रहों के बारे में चर्चा चल रही थी कि एक विद्यार्थी ने पूछा "यदि आकाश में चंद्रमा न होता तो क्या होता?" शिक्षक रोहित ने यह विचारोत्तेजक प्रश्न पूरी कक्षा के सम्मुख रख दिया। विद्यार्थियों ने अनेक प्रकार के उत्तर दिए, कुछ संगत और कुछ असंगत। रोहित ने सबको सुना। एक छात्र को बुलाकर बिना सही या गलत का लेबल लगाए, सभी उत्तरों को ब्लैकबोर्ड पर लिखने को कहा। कुछ उत्तर इस प्रकार थे "*हमारी पृथ्वी तेज़ी से घूर्णन करेगी;*" "*दिन और रात छोटे हो जाएँगे;*" "*हमें विद्यालय में, टीवी देखने के लिए और सोने के लिए कम समय मिलेगा;*" "*रात्रि में पूर्णतया अंधेरा होगा;*" "*कवि सुंदरता की तुलना किससे करेंगे;*" "*हवा तीव्र गति से बहेगी;*" "*पृथ्वी पर जीवन नहीं होगा।;*" "*पृथ्वी का द्रव्यमान केंद्र अलग होगा;*" "और *पृथ्वी का घूर्णन अक्ष अलग होगा।*" बाद में रोहित ने छात्रों से संभावित उत्तरों की चर्चा की और छात्रों से कक्षा में समूह परियोजना कार्य द्वारा इससे संबंधित अधिक सूचना एकत्रित करने को कहा।

सर्जनात्मकता चीज़ों को भिन्न प्रकार से करना या देखना है। इसे पढ़ाया नहीं जा सकता, लेकिन बच्चों में योजनाबद्ध नीतियों तथा तकनीकों द्वारा विकसित किया जा सकता है। शिक्षार्थियों को ऐसे उपयुक्त मूर्त अनुभव उपलब्ध कराने पर ज़ोर देना चाहिए जो उनमें सर्जनात्मक विशेषताओं, जैसे कि, जिज्ञासा, स्वप्नचित्र बनाने की योग्यता, विनोदशीलता और साथ ही साथ विज्ञान के शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के लिए सहयोगशील और सहायक अभिवृत्ति का पोषण कर सकें। बहुलता, विचारों की विविधता तथा मौलिकता को बढ़ाने के योजनाबद्ध प्रयास करने चाहिए।

© NCERT not to be republished

शिक्षार्थियों में सर्जनात्मकता का पोषण करने के लिए अध्यापक एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। भौतिक विज्ञान के शिक्षाशास्त्रीय परिप्रेक्ष्य में, अन्वेषण तथा क्रियाकलाप उन्मुखी, प्रक्रिया-आधारित शिक्षण-अधिगम सर्जनात्मकता के पोषण में सहायक हो सकता है। इसलिए, शिक्षक की भूमिका होनी चाहिए –

- शिक्षार्थियों को खोज एवं पूछताछ के मॉडल विकसित करने में सहायता करना।
- शिक्षार्थियों का बहुविषयक उपागम के उपयोग के लिए पथ-प्रदर्शन करना।
- शिक्षार्थियों के सर्जनात्मक विचारों तथा रचनाओं/प्रदर्शनों की प्रशंसा तथा सम्मान करना।
- शिक्षार्थियों को अधिगम सामग्री की भरपूर विविधता प्रदान करना।
- शिक्षार्थियों को प्रश्न गढ़ने तथा विविध पठन सामग्रियों को पढ़ने के लिए प्रोत्साहित करना।
- शिक्षार्थियों को दर्शाना कि उनके विचार मूल्यवान हैं।

असामान्य प्रश्नों तथा कल्पनाशील असामान्य विचारों का सम्मान करें। शिक्षार्थियों को यदा-कदा बगैर किसी मूल्यांकन के डर के कार्य करने का अवसर प्रदान करें। शिक्षार्थियों को बिना सही या गलत बताए, अपने कार्य का मूल्यांकन स्वयं करने दें। किसी प्रयोग के परिणाम को पहले से ही न बताएँ। उन्हें वांछित निष्कर्ष/परिणाम पर पहुँचने के लिए सहायता करें।

सर्जनशील बच्चा भिन्न प्रकार से सोचता है, अनंत जिज्ञासा व्यक्त करता है और विविधतापूर्ण चिंतन की क्षमता रखता है। उसे आश्चर्य होता है कि वस्तुएँ कैसे कार्य करती हैं। वह सदैव सूक्ष्म प्रेक्षक होता है जो किसी परिघटना के होने पर इसके निष्कर्ष पर चिंतन करता है और जानकारी प्राप्त करना चाहता है। उसकी सोच मौलिक, विविधतापूर्ण, स्वतंत्र, भयमुक्त तथा सहजानुभूत होती है और नए विचारों का स्वागत करता है। वह तथ्य बताने वाले या स्मरण शक्ति पर आधारित प्रश्नों की बजाय विवेक उत्पन्न करने वाले प्रश्न पूछता है। शिक्षकों को इस प्रकार की विशेषताओं की पहचान करनी चाहिए और सर्जनात्मकता के पोषण के लिए विज्ञान के अन्वेषण एवं पूछताछ पर आधारित विविध प्रकार के अधिगम अनुभव प्रदान करने चाहिए।

सर्जनात्मकता किसी विशेष विषय क्षेत्र से संबंधित नहीं होती। विज्ञान शिक्षा किसी व्यक्ति को समाज तथा देश के लिए कुछ नया सृजन करने का अवसर प्रदान करती है। इसमें सर्जनात्मकता को विकसित तथा प्रोत्साहित करने की अपार संभावनाएँ हैं।

3.6.3 सौंदर्यपरक समझ का पोषण

सौंदर्यपरकता, सर्जन तथा सौंदर्य के रसास्वादन से संबंधित है जिससे हमें प्रसन्नता प्राप्त होती है। समन्वय, व्यवस्था तथा पैटर्न सुंदरता को परिभाषित करने वाले कुछ मानदंड हैं। विज्ञान के शिक्षार्थी का भी इनसे सरोकार होता है। वह पदार्थों के गुणों तथा अपने परिवेश की अन्य वस्तुओं में कुछ पैटर्न देखकर प्रेरित होता/ती है। वह अपने सर्जन को सराहता/ती है और जब वह देखता/ती है कि कोई विशेष खिलौना या साधित्र उसी वैज्ञानिक सिद्धांत पर कार्य करता है, जिसे वह पहले ही सीख चुका है तो उसे प्रसन्नता होती है।

कलाकार की तरह एक वैज्ञानिक भी समन्वय की खोज में रहता/ती है। प्रकृति का सौंदर्य और इसके प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष अनुभव विभिन्न रूपों में उजागर किए जा सकते हैं। विज्ञान में प्रकृति की सुसंगति का दर्शन नियमों तथा सिद्धांतों की घोषित सार्वत्रिकता में होता है। गुरुत्वाकर्षण का सिद्धांत सार्वत्रिकता का एक प्रमुख उदाहरण है। क्योंकि विज्ञान, वैज्ञानिक विधि तथा प्रक्रमों के उपयोग से प्राप्त किए गए ज्ञान का एक समूह है, इस ज्ञान में अनेक स्तरों पर पैटर्न, व्यवस्था तथा समन्वय और सार्वत्रिक स्वीकार्यता होती है। इसलिए विज्ञान का अध्ययन बच्चों में सौंदर्यपरक अनुभूति का पोषण करता है। सौंदर्यपरक अनुभूति प्रदान करने के लिए शिक्षार्थी को पदार्थों के गुण, विभिन्न प्राकृतिक परिघटनाओं तथा विज्ञान के सिद्धांतों में सामंजस्य, पैटर्न तथा व्यवस्था की खोजबीन करने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। उदाहरण के लिए, वैनेडियम तत्व की विभिन्न ऑक्सीकरण अवस्थाओं के गुणों को सीखते समय हम एक ऑक्सीकरण अवस्था से दूसरे में रंगों के परिवर्तन में निश्चित पैटर्न तथा सुंदरता देख पाते हैं।

ठोस अवस्था अध्याय में हमें जालक (lattice) बिंदुओं की व्यवस्था एवं विन्यास के बारे में बात करने का अद्भूत अवसर मिलता है, इस प्रकार इस कौशल को छात्रों के मन में बिठाने में सहायता मिलती है। अध्यापक छात्रों को यह देखने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं कि प्रकृति में इस सुंदरता से प्रेरित होकर हम भवन तथा इमारतों के डिज़ाइन बना सकते हैं। इससे कक्षा में केवल एकरसता ही समाप्त नहीं होती है, बल्कि कक्षा के शिक्षण-अधिगम को जीवन के अनुभवों से जोड़ने में भी सहायता मिलती है।

विज्ञान शिक्षण-अधिगम द्वारा सौंदयपरक समझ का पोषण करने के लिए शिक्षक विद्यार्थियों को निम्नलिखित चरणों को ध्यान रखने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं –

- कोई भी कार्य करते समय ध्यानपूर्वक प्रेक्षण कीजिए। उदाहरण के लिए, किसी बाग में भ्रमण करते हुए फूलों को देखते हुए उनके रंग की प्रशंसा की जा सकती है और यह विस्मय कर सकते हैं कि फूल इसी विशेष रंग का क्यों है। प्रेक्षण कीजिए, विश्लेषण कीजिए और जो विचार वैज्ञानिक नहीं है, उसे अस्वीकार कर दीजिए।
- हमें अपने आंतरिक अस्तित्व के प्रति सचेतन रहना चाहिए।
- उदार बनना सीखिए। हमें त्याग तथा स्व-सदाचारिता की भावना को विकसित करना चाहिए।
- शब्दों का ध्यानपूर्वक चयन कीजिए। हमें व्यंगात्मक टिप्पणियों, कटाक्षपूर्ण टिप्पणियों तथा गपशप से बचना चाहिए।

नोबल पुरूस्कार विजेता (1928) भौतिक शास्त्री डिराक ने भी भौतिकी में सुंदरता के महत्व को समझने पर बल दिया और अपने प्रसिद्ध डिराक समीकरण, जिसके लिए उन्हें नोबल पुरस्कार मिला, पर पहुँचने का श्रेय सुंदरता की अनुभूति को दिया, जिससे उन्हें अद्भूत अंतर्दृष्टि प्राप्त हुई। उन्होंने दावा किया कि 'सुंदरता की गहरी अनुभूति' ने उन्हें इलेक्ट्रॉन के तरंग फ़ंक्शन की खोज करने के योग्य बनाया।

© NCERT not to be republished

"मेरे विचार से इस कहानी से एक शिक्षा मिलती है, अर्थात् किसी समीकरण में सुंदरता का होना उनके प्रयोग में ठीक बैठने की अपेक्षा अधिक महत्वपूर्ण होता है... ऐसा लगता है कि यदि कोई अपने समीकरण में सुंदरता लाने के विचार से कार्य कर रहा है, और यदि उसकी पर्याप्त अंतर्दृष्टि है, तो वह अवश्य ही प्रगति के पथ पर है। यदि किसी के कार्य के परिणाम और प्रयोग के बीच पूरी तरह तालमेल नहीं है, तो उसे बहुत अधिक निराश होने की आवश्यकता नहीं है, क्योंकि यह अंतर सूक्ष्म विशिष्टताओं के कारण हो सकता है जिन्हें संज्ञान में नहीं लिया गया और वे सिद्धांत के और आगे विकास के साथ स्पष्ट हो जाएँगी ...।"

पॉल ए.एम. डिराक, (1902-1984) एक अंग्रेज़ सैद्धांतिक भौतिक शास्त्री थे। उन्होंने डिराक समीकरण की संकल्पना प्रस्तुत की जिसमें फ़र्मीऑन के व्यवहार का विवरण दिया गया तथा पदार्थ के नए स्वरूप *ऐंटिद्रव्य* (Antimatter) के अस्तित्व का पता चला। डिराक को उनके कार्य परमाण्विक सिद्धांत के नए उत्पादित स्वरूप की खोज के लिए 1933 में नोबल पुरस्कार मिला जो उन्हें इरविन श्रुडिंगर के साथ संयुक्त रूप से दिया गया। उन्होंने कैंब्रिज विश्वविद्यालय में गणित के लुकेसियन पद को सुशोभित किया। चौदह वर्षों तक वह फ़्लोरिडा विश्वविद्यालय में प्रोफ़ेसर के रूप में सेवारत रहे।

3.7 भौतिक विज्ञान शिक्षा को प्राकृतिक तथा सामाजिक परिवेश, प्रौद्योगिकी तथा समाज से संबद्ध करना

3.7.1 परिवेश

शिक्षाविशारदों की प्रमुख चिंता विज्ञान शिक्षा को बच्चे के परिवेश से जोड़ना रही है। बच्चे के परिवेश के अंतर्गत प्राकृतिक तथा सामाजिक परिवेश, वस्तुएँ तथा व्यक्ति आते हैं।

विज्ञान में हम पर्यावरण को प्रभावित करने वाली परिघटनाओं के बारे में सीखते हैं, जिनमें पर्यावरण को प्रभावित करने वाले प्राकृतिक तथा मानव निर्मित दोनों प्रकार के हस्तक्षेप शामिल हैं। हम कह सकते हैं कि विज्ञान शिक्षा मुख्य रूप से पर्यावरण के संबंध में और पर्यावरण के लिए है। इसलिए विज्ञान को पर्यावरण के अधिगम के साथ जोड़ने का हर संभव प्रयास करना चाहिए। विज्ञान पाठ्यचर्या में सभी स्तरों पर विज्ञान के शिक्षण-अधिगम द्वारा पर्यावरण से संबंधित मुद्दों तथा चिंताओं को संबोधित किया जाना चाहिए, जैसे — जलवायु परिवर्तन, अम्लीय वर्षा, जल सुपोषण तथा विभिन्न प्रकार के प्रदूषण आदि।

विद्यार्थी विज्ञान की ओर तभी आकर्षित होंगे जब समाज के लिए विज्ञान की सार्थकता तथा अपने जीवन से इसकी संबद्धता को अनुभव करेंगे। विज्ञान शिक्षक युवाओं को विज्ञान के आश्चर्यों के बारे में जानकारी देने का लक्ष्य निर्धारित करके चलें। विद्यार्थियों को उनके

© NCERT not to be republished

प्रतिदिन के अनुभवों के माध्यम से भौतिक विज्ञान के अनुसंधानों, आविष्कारों तथा सिद्धांतों की सार्थकता का अनुभव कराया जाना चाहिए। उन्हें अंतरविषयक उपागम द्वारा इसके सामाजिक तथा प्राकृतिक पर्यावरण से संबंध तथा प्रभाव के महत्व को समझकर भौतिक विज्ञान के ज्ञान के निर्माण में लगाए रखना चाहिए। वे अपने दैनिक जीवन से संबंधित क्रियाकलापों को करके विज्ञान/भौतिकी/रसायन के महत्व को पहचान सकते हैं।

विज्ञान में सामयिक मुद्दों तथा नवीन प्रौद्योगिकीय नवाचारों, वैज्ञानिक खोजों, औद्योगिक दुर्घटनाओं जैसी घटनाओं को सामाजिक, आर्थिक तथा नैतिक संदर्भ में देखा जा सकता है जिससे कि विद्यार्थियों की इन मुद्दों को एक-दूसरे से जोड़ने तथा अपनी रुचि के क्षेत्र की खोज-बीन करने में सहायता की जा सके।

समाज के लिए रसायन विज्ञान के महत्व को उन विभिन्न उत्पादों में उपयोग किए जाने वाले रासायनिक घटकों के बारे में चर्चा करके विशेष बल दिया जा सकता है जिनसे कृषि, भोजन, स्वास्थ्य, चिकित्सा, इलेक्ट्रॉनिकी, यातायात, प्रौद्योगिकी तथा प्राकृतिक पर्यावरण परिवर्तित हो गया है। हम रासायनिक उर्वरक, जैसे — यूरिया का कृषि में उपयोग करते हैं। हम कवकनाशियों, पीड़कनाशियों तथा शाकनाशियों का उपयोग भी अच्छी पैदावार तथा फ़सल के बचाव के लिए करते हैं। चिकित्साशास्त्र में प्रतिस्कंदक, टीके, हार्मोन, प्रतिजैविक, संवेदनहारियों, पीड़कनाशकों को विभिन्न रासायनिक यौगिकों का उपयोग करके तैयार किया जाता है। वाहनों में हम ईंधन तथा ईंधन-योज्य, मिश्र धातुएँ, पेंट, प्लास्टिक तथा प्रशीतकों का उपयोग करते हैं। रासायनिक उत्पादकों को इस प्रकार हम इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों तथा भोजनों में भी खोज सकते हैं। जब हम अपने घर में प्रवेश करते हैं तो हमें अनेक उत्पाद दिखलाई देते हैं, जैसे—प्लास्टिक, आसंजक, दीवार का पेंट, कांतिवर्धक (कॉसमेटिक्स), रंग, विसंक्रामक, जो रसायन विज्ञान की अमूल्य भेंट हैं।

इसी प्रकार विभिन्न क्षेत्रों, जैसे—कृषि, यातायात, भोजन, चिकित्सा, घरबार के उत्पादों, इलेक्ट्रॉनिक्स, रक्षा, संचार, इंजीनियरिंग, निर्माण तथा पर्यावरण एवं सामाजिक विज्ञान में भौतिकी के महत्व पर बल देना चाहिए। घर की अर्थव्यवस्था में इसके महत्व को समझने के लिए हम सोच सकते हैं कि बिजली के बिल पर क्या प्रभाव पड़ेगा यदि सौर कुकर, सौर हीटर, सौर लैंटर्न तथा सी.एफ.एल. (कॉमपैक्ट फ्लूरेसेंट लैंप) का उपयोग किया जाए। प्रेशर कुकर का उपयोग तथा वाहन के गतिशील भागों में ग्रीज़ लगाने जैसे कार्यकलापों से ऊर्जा ह्रास कम हो जाता है।

परियोजना 3.2

इस परियोजना को समूह कार्य के रूप में पूरा किया जा सकता है। प्रयोगों, क्रियाकलापों, विचार-विमर्श, वाद-विवाद, ड्रामा तथा परियोजना कार्य के द्वारा रसायन विज्ञान तथा भौतिकी अथवा साकल्य रूप से विज्ञान का दैनिक जीवन के विभिन्न पक्षों पर पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन/अनुसंधान कीजिए। विभिन्न समूह अपनी सूचनाओं को दूसरे समूहों के साथ विचार-विमर्श, प्रस्तुतीकरण, पोस्टर प्रस्तुति, इंटरनेट या अन्य किसी विधि से साझा कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 3.9

निम्नलिखित समाचार को पढ़िए और अपनी कक्षा में समाज के विकास के लिए नाभिकीय ऊर्जा के उपयोग पर चर्चा करने के लिए एक वाद-विवाद प्रतियोगिता आयोजित कीजिए।

अप्रैल 26, 2011

नाभिकीय ऊर्जा पर जनता बँटी

उत्तरपूर्व जापान में आए विशाल भूकंप तथा सुनामी के केवल एक मास पश्चात् फ़ूकूशीमा का एक नाभिकीय पावर प्लांट खराब हो गया था। नाभिकीय ऊर्जा के हानि और लाभ के बारे में मीडिया के द्वारा कभी राष्ट्रव्यापी डिबेट नहीं हुआ है। नाभिकीय पॉवर प्लांटों को चालू रखा जाए और इनका प्रसार किया जाए या इन्हें बंद कर दिया जाए, इस मुद्दे पर जनता बँट गई है। 18 अप्रैल के प्रात:कालीन अखबार के अनुसार मेनीची जनमत संग्रह में 40 प्रतिशत उत्तर देने वालों ने कहा कि नाभिकीय पॉवर प्लांट पर राष्ट्र की निर्भरता अनिवार्य है, जबकि 41 प्रतिशत ने कहा कि नाभिकीय पॉवर प्लांटों को कम कर देना चाहिए तथा 13 प्रतिशत ने कहा कि इनको बिलकुल ही समाप्त कर देना चाहिए। जापान दो वैचारिक हिस्सों में बँट गया है, एक जापान वह जिसकी जनता नाभिकीय निर्भरता पर देश की वित्तीय वृद्धि तथा समृद्धि को खड़ा देखना चाहती है और दूसरा जापान वह जिसकी जनता को विश्वास है कि इस मॉडल को सदैव के लिए समाप्त कर देना चाहिए।

इस दरार को भरना और भिन्न-भिन्न विचारों को समंवित करना सरकार का कार्य है, लेकिन राष्ट्रीय नीति के मूल प्रश्न को समाप्त करने हेतु बहस के लिए ज्ञान और समझ की कमी दिखाई देती है। स्वाभाविक है कि इस समय सरकार फ़ूकूशीमा प्लांट को नियंत्रण में लाने तथा देश के भूकंप तथा उत्तरपूर्व के सुनामी प्रभावित क्षेत्र के पुनर्निर्माण के अत्यधिक अनिवार्य कार्य में लगी है। लेकिन इसका यह अर्थ नहीं है कि हम इस संभावना से इनकार कर सकते हैं कि जापान में फिर टोकियो के शहरी क्षेत्र या टोकाई क्षेत्र में एक विशाल भूकंप आ सकता है। इसके अतिरिक्त, ये क्या गारंटी है कि ऐसा भूकंप 7 परिमाण या इसके आस-पास का होगा जैसा कि केंद्रीय आपदा निवारण काउंसिल ने भविष्यवाणी की है?

आजकल जापान में 54 नाभिकीय रिएक्टर हैं जो देश की कुल ऊर्जा आपूर्ति की 30 प्रतिशत आपूर्ति करते हैं। क्या 2030 तक 14 और रिएक्टर जोड़कर देश की नाभिकीय ऊर्जा पर निर्भरता को 50 प्रतिशत करने की सरकार की योजना सही है? हमें एक सुस्पष्ट डिबेट की आवश्यकता है। (टकायो यामदा, विशेषज्ञ वरिष्ठ लेखक)

(दी मेनीची डेली न्यूज़) अप्रैल 26, 2011

3.7.2 प्रौद्योगिकी

विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी एक-दूसरे से जुड़े हुए हैं। विज्ञान की खोजों ने नई प्रौद्योगिकी के विकास के लिए मार्ग प्रशस्त किया है। इसी के साथ-साथ विज्ञान के विकास में प्रौद्योगिकी सहायक रही है।

एक डच व्यापारी ए वी ल्युवेनहोक द्वारा सूक्ष्मदर्शी के विकास के कारण उन क्रियाकलापों में तेज़ी आई जिनके कारण खगोलीय तथा जीव विज्ञानीय समझ को प्रकाशिक सिद्धांतों के साथ

© NCERT not to be republished

गूँथा गया और इससे दूरदर्शी तथा सूक्ष्मदर्शी में और अधिक प्रौद्योगिकीय विकास हुआ। दूरदर्शी के सैद्धांतिक ज्ञान की बढ़ोतरी से इसके डिज़ाइन तथा प्रकाशिक गुणों को समझने में महत्वपूर्ण लाभ हुए। इनके कारण बहुत बड़े दूरदर्शी यंत्रों के विकास में योगदान मिला जिससे विश्व की हमारी समझ का कायाकल्प हो गया है।

इस प्रकार, विज्ञान ज्ञान तथा विधि-तंत्र प्रदान करके प्रौद्योगिकी को प्रभावित करता है, लेकिन दूसरी ओर प्रौद्योगिकी भी उपकरण प्रदान करके विज्ञान को प्रभावित करती है। यह विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी की परस्पर निर्भरता को दर्शाता है।

विज्ञान में हम अन्वेषण करते हैं कि कोई प्राकृतिक परिघटना कैसे घटती है, जबकि प्रौद्योगिकी में हम पता लगाते हैं कि वैज्ञानिक प्रक्रमों का मानव कल्याण के लिए कैसे उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार, जब हम विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी को एक साथ लाते हैं तो हम ज्ञान तथा क्रियातंत्र को साथ-साथ लाते हैं। एक विषय के रूप में प्रौद्योगिकी की अपनी स्वायत्तता है और इसे केवल विज्ञान के विस्तार की तरह नहीं समझा जाना चाहिए। विश्वभर में विद्यमान देशज प्रौद्योगिकीय ज्ञान, आधुनिक प्रौद्योगिकी के व्यापक प्रभुत्व के कारण विलोपन के कगार पर है।

विज्ञान पाठ्यचर्या के प्रौद्योगिकी घटक में सरल मॉडलों के डिज़ाइन तथा निर्माण, सामान्य यांत्रिक तथा वैद्युत यंत्रों का प्रायोगिक ज्ञान तथा स्थानीय विशिष्ठ प्रौद्योगिकी सम्मिलित की जा सकती हैं। समय के साथ विज्ञान के सिद्धांत तो अपरिवर्तित रह सकते हैं तथापि, ये नई प्रौद्योगिकियों को जन्म दे सकते हैं।

क्रियाकलाप 3.10

कुछ महत्वपूर्ण अन्वेषणों एवं खोजों की सूची तैयार कीजिए तथा इन्हें संभव बनाने वाले वैज्ञानिक सिद्धांत भी लिखें।

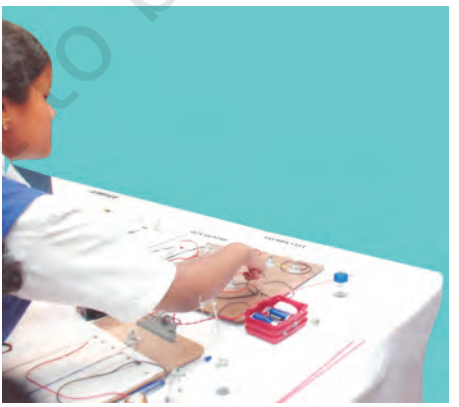
3.7.3 समाज

हमने अध्याय 2 में चर्चा की थी कि विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के व्यापक उपयोग से मानव जीवन की गुणवत्ता में किस प्रकार असाधारण सुधार हुआ। एक ओर इसने मानव जाति को आराम तथा फ़ुरसत दी और दूसरी ओर समस्या हल करने तथा निर्णय करने के लिए आवश्यक कौशलों से युक्त किया। इसने विभिन्न विश्वासों, कल्पित बातों, वर्जित कर्मों तथा अंधविश्वासों के बारे में व्यक्ति, समूह या समाज का दृष्टिकोण परिवर्तित कर दिया। व्यक्तियों ने तर्कसंगत चिंतन, वस्तुनिष्ठता तथा निष्पक्षता से कार्य करना प्रारंभ कर दिया। आधुनिक समाज सामाजिक तथा राजनैतिक सोच में विविधता का सम्मान करता है तथा सह-अस्तित्व में विश्वास करता है। इसने हमारी भविष्य की पीढ़ी के कल्याण तथा संपोषित विकास के बारे में सोचना प्रारंभ कर दिया है। समाज शांति के लिए वैज्ञानिक ज्ञान के उपयोग के प्रति भी अपनी चिंताएँ दर्शाता है।

© NCERT not to be republished

3.8 विज्ञान शिक्षण द्वारा नैतिक मूल्यों को आत्मसात् करना

यूनेस्को (UNESCO) के डेलर कमीशन (1996) अपनी रिपोर्ट जिसका शीर्षक था 'लर्निंग द ट्रेज़र विदिन', में शिक्षार्थी के अंदर नैतिक मूल्यों, जैसे—मानव अधिकारों, सामाजिक उत्तरदायित्व की अनुभूति, सामाजिक समानता, लोकतांत्रिक सहभागिता, सहनशीलता, सहयोगशील प्रवृत्ति, सृजनात्मकता, पर्यावरण के प्रति संवेदनशीलता, शांति, प्रेम, सत्य, अहिंसा जैसे आधारभूत सार्विक मूल्यों को पोषित करने की आवश्यकता का समर्थन करता है। मानव मूल्यों के लिए शिक्षा एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है जिसे शिक्षा के प्रत्येक स्तर पर प्रोत्साहन देने की आवश्यकता है। मूल्य अमूर्त और बहुआयामी होते हैं और समाज के सदस्यों को अपने व्यक्तित्व को निखारने के लिए आदर्श प्रस्तुत करते हैं। विज्ञान का शिक्षण-अधिगम मूल्यों को मन में बैठाने के लिए अनेक अवसर प्रदान करता है। इन्हें थोपा नहीं जा सकता, बल्कि ये शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के अभिन्न अंग होने चाहिए। मूल्य शिक्षा के लिए पृथक कालांश (पीरियड) रखने की आवश्यकता नहीं है। शिक्षक विभिन्न विषयों, जैसे—विज्ञान, भाषा, सामाजिक अध्ययन, गणित, कला, क्राफ़्ट आदि के शिक्षण-अधिगम के समय मूल्यों को समाहित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, पदार्थ की अवस्थाएँ जैसी संकल्पनाओं के शिक्षण-अधिगम के दौरान आप अणुओं की तीन अवस्थाओं के बीच बंध तथा आकर्षण बल किस प्रकार बदलते हैं पर आधारित समन्वय, एकता और एक साथ रहने के मूल्यों की चर्चा कर सकते हैं। इसी प्रकार, घर्षण कम करने से ऊर्जा ह्रास को रोककर मशीन की क्षमता कैसे बढ़ाई जाती है, इस विषय पर चर्चा करते समय यह बताया जा सकता है कि वैसे ही लड़ाई से ऊर्जा और समय की बर्बादी होती है और शांति इन सब को कम करती है। इस प्रकार विज्ञान विद्यार्थियों के लिए मूल्यों को अंतर्मन में बैठाने के अनेक अवसर प्रदान करता है। विज्ञान सीखते समय अग्रलिखित मूल्यों को विकसित किया जा सकता है।



क्रियाकलाप तथा प्रयोग हमें प्रेक्षण करने सत्यापन तथा अन्वेषण करने के अवसर देते हैं।

© NCERT not to be republished

- **धैर्य** – प्रयोगों के परिणामों की प्रतीक्षा करने में।
- **धीरता** – प्रयोगों को तब तक बार-बार करने से जब तक कि परिणाम प्राप्त न हो जाएँ।
- **सहयोग** – स्वेच्छा से दूसरों के साथ कार्य करना और उपकरणों तथा सामग्री को आपस में बाँटना।
- **ईमानदारी** – आँकड़ों के संग्रहण एवं इनके रिकार्डिंग करने में।
- **सत्यनिष्ठा** – जिसके कार्य पर विश्वास किया जा सके।
- **जीवन के प्रति सरोकार** – स्वास्थ्य, स्वच्छता और दूसरों की चिंता।
- **पर्यावरण का संरक्षण** – आस-पड़ोस को स्वच्छ रखना, पौधों तथा जंतुओं की देखभाल करना, जब उपयोग न हो रहा हो तो प्रकाश के स्विच को 'ऑफ़' करना।

विज्ञान के द्वारा मूल्यों को निम्न युक्तियों द्वारा आत्मसात् किया जा सकता है –

क्रियाकलाप तथा प्रयोग – वैज्ञानिक क्रियाकलाप हमें प्रेक्षण करने, सत्यापन तथा अन्वेषण (जाँच-पड़ताल) करने के अवसर देता है। अध्यापक को प्रत्येक विद्यार्थी से व्यक्तिगत रूप से अनुभवों का आदान-प्रदान करना चाहिए और *क्यों, कैसे, कब, क्या,* इत्यादि के समुचित उपयोग द्वारा प्रश्न पूछकर उनके चिंतन प्रक्रिया को विवेचनात्मक प्रेक्षण, तर्कपूर्ण कारण एवं प्रभाव संबंध की ओर उन्मुख करते हुए वर्तमान अनुभवों को उनके पहले के अनुभवों से संबंधित करना चाहिए। सभी कार्य ईमानदारी और सत्यनिष्ठा से करने की आवश्यकता है। समूह कार्य में सभी विद्यार्थियों से सहयोग सुनिश्चित करना चाहिए। क्रियाकलापों द्वारा अपने पर्यावरण की देखभाल की चिंता का भी प्रशिक्षण मिलना चाहिए। विज्ञान शिक्षा में सभी क्रियाकलापों को इसके विभिन्न प्रक्रमों द्वारा मानवता की भलाई के लिए आवश्यक मूल्यों के साथ गूँथा जाना चाहिए।

संकल्पनाओं में सादृश्यता (एनॉलोजी) का उपयोग – हम रासायनिक बंध के कुछ उदाहरण ले सकते हैं जिनमें इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से सहसंयोजी आबंध बनता है। यह दर्शाया जा सकता है कि एक-दूसरे के सहयोग से मज़बूत संबंध विकसित हो सकते हैं। यह चर्चा की जा सकती है कि एक-दूसरे के सहयोग से मज़बूत संबंध विकसित किए जा सकते हैं।

महान वैज्ञानिकों की जीवनी सुनाना – महान वैज्ञानिकों की जीवनियाँ सुनाने से विद्यार्थियों में वैज्ञानिक मूल्यों को ग्रहण करने की प्रेरणा जाग्रत होती है।

विज्ञान की विषय-वस्तु का शिक्षण-प्रशिक्षण – विज्ञान की विषय-वस्तु, क्रम तथा पैटर्न पर आधारित है। विज्ञान में अनेक संकल्पनाएँ हैं, जैसे— संसंजन, आकर्षण, गुरुत्वाकर्षण आदि जो हमें मूल्यों को ग्रहण करने का अवसर प्रदान करते हैं। मानव मूल्य विज्ञान की संकल्पनाओं में छिपे हैं, जिन्हें विद्यार्थियों को पहचानना और व्यवहार में लाना चाहिए।

अनुकरणीय व्यक्ति (रोल मॉडल) की भाँति व्यवहार – यह आवश्यक है कि शिक्षक अपने विद्यार्थियों के लिए रोल मॉडल की भूमिका निभाएँ। विद्यालय का परिवेश वैज्ञानिक, लोकतांत्रिक, सामाजिक और नैतिक मूल्यों से प्रभावित रहना चाहिए।

© NCERT not to be republished

3.9 समस्या समाधान कौशलों का विकास

समस्या समाधान का अर्थ है कि विद्यार्थी ने समस्या के हल के लिए, आवश्यक संबद्ध सूचना उपार्जित कर ली है और कौशलों को सीख लिया है। ये समस्याएँ केवल पाठ्यचर्या से ही नहीं बल्कि दैनिक जीवन से भी जुड़ी हो सकती हैं।

समस्या समाधान के लिए आवश्यक विभिन्न कौशलों में विद्यार्थियों को प्रश्न पूछने, खुले मस्तिष्क से सोचने, वैकल्पिक व्याख्याओं तथा विधियों की तलाश करने, चरों को अलग करने तथा नियंत्रित करने, रिकॉर्ड रखने, तर्क तथा तुल्यरूपता (एनॉलोजी) का उपयोग करने, मॉडल बनाने तथा विज्ञान के शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया कौशलों का उपयोग करने, आदि के अवसर प्रदान करके की जा सकती है। शिक्षार्थी समस्या पर कार्य करते समय ऐसी संभावनाओं का पता लगा सकते हैं। वे सफलता प्राप्त करने पर उपलब्धि की अनुभूति महसूस करते हैं और इससे उनमें आत्मविश्वास बढ़ता है।

समस्या समाधान के अवसर प्रदान करने के लिए शिक्षार्थियों में निम्नलिखित योग्यताएँ विकसित करने की आवश्यकता है –

- नम्य तथा विविधतापरक चिंतन;
- निर्णय लेना तथा आत्मविश्वास उत्पन्न करना;
- परिकल्पना को स्वीकार/अस्वीकार करना;
- विभिन्न राशियों/परिघटनाओं के बीच परस्पर संबंध स्थापित करना;
- परिणामों की वैधता की जाँच करना;
- कार्य को लक्ष्य के पदों में व्यक्त करना;
- नवाचार व्यवहारों को खोजना;
- जीवन के लिए नई चुनौतियाँ उत्पन्न करना; और
- सकारात्मक तथा सहयोगशील अभिवृत्ति विकसित करना।

विज्ञान में समस्याएँ हल करने के लिए विद्यार्थियों को वह पढ़ाना चाहिए जिसे संज्ञानात्मक मनोवैज्ञानिक घोषणात्मक ज्ञान कहते हैं। इसमें ज्ञान तथा तथ्यों का वह भाग होता है जिसकी विज्ञान के कार्य में आवश्यकता होती है। केवल विज्ञान का ज्ञान प्राप्त कर लेना पर्याप्त नहीं है। इस ज्ञान को इस प्रकार संगठित करना चाहिए कि इसे समस्याओं को हल करने के लिए आसानी से स्मरण किया जा सके। इसी के साथ-साथ, घोषणात्मक ज्ञान ग्रहण करने और संगठित करने के अलावा प्रक्रियात्मक ज्ञान (प्रक्रमों का ज्ञान) ग्रहण करना भी आवश्यक है जो कि वे प्रक्रियाएँ तथा स्वत: शोध हैं, जिन्हें समस्याएँ हल करने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यह जानकारी कि एमीटर विद्युत धारा मापने की एक युक्ति है, घोषणात्मक ज्ञान है। इसे किसी विद्युत परिपथ में धारा मापने के लिए किस प्रकार उपयोग किया जा सकता है और विद्युत

© NCERT not to be republished

परिपथ में इसे श्रेणी में ही क्यों रखते हैं, यह प्रक्रियात्मक ज्ञान है। घोषणात्मक तथा प्रक्रियात्मक ज्ञान स्वत: ही एक-दूसरे के स्थान पर नहीं आ सकते हैं। इस समस्या के निराकरण के लिए शिक्षक को अन्वेषण तथा प्रक्रिया कौशलों द्वारा विज्ञान सीखने पर बल देना चाहिए।

विद्यार्थी प्रतिदिन विभिन्न पदार्थों के बने प्याले/ गिलास/बर्तन में दूध या चाय पीते हैं। एक समस्या इस प्रकार उठाई जा सकती है – छह बच्चों को चाय की समान मात्रा, समान धारिता लेकिन विभिन्न पदार्थों के बने छह बर्तनों में दी जाती है। आप किस पदार्थ का बना प्याला छाँटेंगे जिससे कि आपकी उँगलियाँ न जलें? क्या समान समय अंतराल के पश्चात् सभी प्यालों में चाय का ताप समान होगा? चाय की शीतलन दर किन कारणों पर निर्भर करती है? क्या यह बर्तन की मोटाई पर निर्भर करती है? क्या यह बर्तन के पदार्थ के घनत्व पर भी निर्भर करती है? अनेक विद्यार्थियों ने इस समस्या पर विचार नहीं किया होगा। तथापि, जब स्थिति उत्पन्न की जाती है और प्रश्न पूछे जाते हैं तो विद्यार्थी विद्यमान समस्या पर सोचना प्रारंभ कर देते हैं।

क्रियाकलाप 3.11

भौतिक और रासायनिक परिवर्तन/ विद्युतधारा एवं इसके प्रभाव (अथवा अपनी रुचि के किसी अन्य विषय) को उच्च प्राथमिक स्तर पर पढ़िए। इस विषय पर विभिन्न संकल्पनाओं के आदान-प्रदान के लिए आप समस्या समाधान स्थितियों का विकास कैसे करेंगे। मिलकर सोचें और मित्रों के साथ विचार विनिमय करें।

3.10 विज्ञान शिक्षक की भूमिका

विज्ञान शिक्षक विद्यार्थियों को समस्या समाधान क्रियाकलापों में व्यस्त रखने के लिए निम्न बातों पर विचार कर सकते हैं –

- उचित स्थितियाँ प्रस्तुत करके तथा अन्वेषी प्रश्न पूछकर विद्यार्थियों को समस्या पहचानने में सहायता करें।
- विद्यार्थियों को प्रश्नों के रूप में समस्या प्रस्तुत करने के लिए प्रोत्साहित करें।
- विद्यार्थियों को अपनी सोचने की योजना बनाने का अवसर दें और उन्हें प्रारंभ में ही समस्याओं के हल बताने से बचें।
- विद्यार्थियों को सुझावात्मक (आदेशात्मक नहीं) संकेत प्रदान करने चाहिए जिससे कि उनके प्रदर्शन के स्तर को ऊँचा उठाया जा सके।
- शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के दौरान विद्यार्थियों के साथ मित्रतापूर्ण व्यवहार द्वारा परस्पर क्रिया करनी चाहिए जिससे कि उनके सोचने के प्रक्रिया का पता चल सके और आवश्यकता पड़ने पर उन्हें सहायता दी जा सके।
- सहपाठियों के साथ अन्योन्य क्रिया को प्रोत्साहित करें।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थियों को प्रक्रियात्मक ज्ञान ग्रहण करने का अवसर प्रदान करें। उदाहरण के लिए, किसी पद/सूत्र पर ज़ोर देने की बजाय, विद्यार्थियों को सूत्र प्रयोग करने के तर्क को भी समझना चाहिए।
- विद्यार्थियों को विभिन्न संसाधनों, जैसे— पाठ्यपुस्तक, संदर्भ पुस्तकें, कक्षा के नोट्स, पत्रिकाएँ, इंटरनेट आदि का उपयोग करने की आदत डालने में सहायता करें।
- अधिगम कार्य को चुनौतीपूर्ण तरीके से प्रस्तुत करें।
- विविध प्रकार के अधिगम क्रियाकलापों, जैसे— प्रयोगों तथा क्रियाकलापों, कार्य-क्षेत्र के अनुभवों, विषय-विशेषज्ञों से अन्योन्य क्रिया, विभिन्न माध्यमों से विषय-वस्तु को देखने और पढ़ने के दौरान समस्या उठाएँ तथा विद्यार्थियों का ध्यान समस्याओं की ओर आकृष्ट कीजिए।
- नवाचारी वैचारिक, सांख्यिक, ग्राफ़ीय तथा आरेखी प्रकार की नवाचारी समस्याओं की अभिकल्पना करें।
- संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करने के लिए समस्याएँ डिज़ाइन करें।
- प्रत्येक शिक्षार्थी को शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में सम्मिलित करें।
- समस्या से संबधित आँकड़े इकट्ठे करने तथा अपनी परिकल्पनाओं को संशोधित करने या रूपांतरित करने के लिए विद्यार्थियों को पर्याप्त समय दें।
- विद्यार्थियों की उत्तर पुस्तिकाएँ जाँचते समय अपने प्रेक्षणों पर विचार-विमर्श करें तथा रचनात्मक पुनर्निवेशन प्रदान करें।
- विज्ञान की कक्षाओं में विचार-विमर्श तथा तर्क-वितर्क को प्रोत्साहित करना चाहिए।
- खुले दिमाग से काम लीजिए।

3.11 सारांश

भौतिक विज्ञान के शिक्षक के लिए विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों के विभिन्न पक्षों को कक्षागत प्रक्रियाओं के साथ-साथ देखना तथा यह अनुभव करना महत्वपूर्ण है कि ये उद्देश्य दीर्घकालीन लक्ष्य हैं और इन्हें प्राप्त करने के लिए दीर्घकालिक तथा सतत प्रयासों की आवश्यकता है। ये उद्देश्य विलगाव में प्राप्त नहीं किए जा सकते, बल्कि इन्हें भौतिक विज्ञान की संकल्पनाओं के आदान-प्रदान द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। अत: भौतिक विज्ञान के शिक्षक को विषय की अच्छी समझ होनी चाहिए। भौतिक विज्ञान के उद्देश्यों की प्राप्ति की यह सर्वप्रथम आवश्यकता है।

उपर्युक्त चर्चा के संदर्भ में अब आपको परिच्छेद 3.2 में दिए गए विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों के संदर्भ में विज्ञान शिक्षक की भूमिका का पुनरवलोकन करने का सुझाव दिया जाता है। इन्हें अपने ध्यान में रखिए जिनकी आवश्यकता आपको पाठ योजना बनाते समय पड़ेगी। पाठ

© NCERT not to be republished

योजना के विषय में हम अध्याय 12 भौतिक विज्ञान शिक्षण-अधिगम में पढ़ेंगे। संक्षेप में, शिक्षा के संबंध में गाँधीजी के विचार उद्धृत कर सकते हैं, "वास्तविक शिक्षा वह है, जिसमें बच्चे की आध्यात्मिक, बौद्धिक एवं भौतिक क्षमता को विकसित कर उसे अभिप्रेरित किया जा सके।" भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्य में यह विचार निहित है (जिसे हम सब मानते हैं) कि शिक्षा में व्यक्ति एवं समाज को बदलने की क्षमता है।

अभ्यास

3.1 भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्य अन्य विषयों के अधिगम लक्ष्यों से किस प्रकार भिन्न हैं? एक उदाहरण द्वारा व्याख्या कीजिए।

3.2 किसी विज्ञान शिक्षक को विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में लक्ष्यों का ज्ञान किस प्रकार सहायता करता है?

3.3 शिक्षार्थी में वैज्ञानिक अभिवृत्ति को विकसित करने के लिए किन गुणों का पोषण किया जाना चाहिए?

3.4 आपके विचार में सृजनात्मकता, उत्सुकता तथा सौंदर्यपरक समझ को शिक्षार्थियों में किस प्रकार विकसित किया जा सकता है? उदाहरणों द्वारा स्पष्ट कीजिए।

3.5 भौतिक विज्ञान की शिक्षा प्राकृतिक विज्ञान एवं सामाजिक पर्यावरण एवं प्रौद्योगिकी से किस प्रकार संबंधित है? उदाहरण सहित चर्चा कीजिए?

3.6 एक भौतिक विज्ञान के अध्यापक को अधिगम के विभिन्न लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए कौन-कौन से सतत प्रयास करने चाहिए? चर्चा कीजिए।

3.7 'मूल्यों को पढ़ाया नहीं बल्कि पकड़ा जाता है।' क्या आप इस कथन से सहमत हैं? विज्ञान शिक्षण-अधिगम के द्वारा मूल्यों को विद्यार्थियों के मन में बैठाने के लिए आप किन कार्यनीतियों को अपनाएँगे? विभिन्न उदाहरणों का उपयोग करके व्याख्या कीजिए।

3.8 क्या आपके विचार में आजकल विज्ञान शिक्षण-अधिगम ऊपर चर्चित लक्ष्यों को पूरा कर रहे हैं? व्याख्या कीजिए।

3.9 भौतिक विज्ञान के लक्ष्यों की एक सूची बनाइए जो आपके विचार में शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में आपका मार्गदर्शन कर सकते हैं। अपने सहपाठियों के साथ इन पर चर्चा करें तथा सूची को संशोधित करें। इस सूची को अपने अभ्यास शिक्षण के समय मार्गदर्शन हेतु सँभाल कर रखें।

© NCERT not to be republished

अध्याय 4

भौतिक विज्ञान के अधिगम उद्देश्य

4.1 परिचय

4.2 अधिगम उद्देश्यों का अभिप्राय

4.3 अधिगम उद्देश्य विकसित करना

4.3.1 सुविकसित अधिगम उद्देश्यों के लक्षण

4.4 शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण — एंडरसन और कर्थवाल का वर्गीकरण

4.5 अधिगम उद्देश्यों का लेखन

4.5.1 स्मरण करना

4.5.2 बोधगम्यता

4.5.3 अनुप्रयोग करना

4.5.4 विश्लेषण करना

4.5.5 मूल्यांकन करना

4.5.6 सर्जन करना

4.6 उच्च प्राथमिक, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर अधिगम उद्देश्यों के दृष्टांत

4.7 निर्मितिवाद के परिप्रेक्ष्य में अधिगम उद्देश्य

4.8 सारांश

© NCERT not to be republished

4.1 परिचय

पिछले अध्याय में हम विज्ञान शिक्षा के विभिन्न लक्ष्यों की चर्चा कर चुके हैं। वे शैक्षिक प्रक्रियाओं के साथ संरेखण स्थापन हेतु विश्वस्त निर्देशन प्रदान करते हैं। ये लक्ष्य विद्यार्थी में होने वाले वे अधिगम परिवर्तन हैं, जिनकी आप अपने शिक्षण-अधिगम प्रयास के परिणामस्वरूप अपेक्षा करते हैं। अधिगम उद्देश्य आपको आवश्यक कार्रवाई करने के लिए मार्गदर्शन देते हैं तथा अधिगम को अर्थपूर्ण बनाने में मदद करते हैं। अपेक्षित अधिगम क्रियाकलाप की ओर विद्यार्थी का ध्यान आकृष्ट करने के लिए आप किस प्रकार उनकी सहायता करेंगे? उनके सीखने की प्रक्रिया को

सहज बनाने के लिए आप कौन-से अधिगम अनुभवों एवं कार्यनीतियों का नियोजन करेंगे? विद्यार्थियों के ज्ञान के निर्माण एवं उसके पुन:निर्माण में आप उनकी किस प्रकार सहायता करेंगे? पाठ के अंत में आप अधिगम के कौन-से साक्ष्य अवलोकित और एकत्रित करेंगे तथा उनका प्रलेखन करेंगे? स्व-आकलन में आप अपनी तथा विद्यार्थी की सहायता किस प्रकार कर सकते हैं? भौतिक विज्ञान के अधिगम उद्देश्य आपको इस प्रकार के प्रश्नों के उत्तर ढूँढने एवं अपने कार्य को सुनियोजित ढंग से करने में सहायक होते हैं।

इस अध्याय में हम अधिगम उद्देश्य के अर्थ को जानेंगे तथा यह भी सीखेंगे कि उन्हें किस प्रकार विकसित किया जाए। हम एंडरसन एवं कर्थवाल के वर्गीकरण की भी चर्चा करेंगे जो ब्लूम वर्गीकी का ही परिष्कृत स्वरूप है। इसे अनेक उदाहरणों की सहायता से स्पष्ट किया गया है। इस अध्याय में निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य में अधिगम उद्देश्य पर भी चर्चा की गई है।

4.2 अधिगम उद्देश्यों का अभिप्राय

अध्यापकों को यह उत्तरदायित्व सौंपा गया है कि वे प्रत्येक शिक्षार्थी को अधिगम के अनुभव एवं इसके विभिन्न अवसर प्रदान करें जिससे वह अपनी क्षमता के अनुसार सीख सके और अपनी अधिगम क्षमता का पूर्ण विकास कर सके। कक्षा में किसी विशेष विषय-वस्तु/इकाई के आदान-प्रदान से पहले ही के स्मरण करने, बोध, अनुप्रयोग एवं विश्लेषण, इत्यादि के लिए अवश्यंभावी प्रेक्ष्य परिवर्तनों की पहचान करने से अध्यापक को अपने इन उत्तरदायित्वों को निभाने में सहायता मिलती है। किसी विशेष विषय-वस्तु/इकाई के लिए स्मरण करने, बोध, अनुप्रयोग एवं विश्लेषण के वांछनीय तत्व के अपेक्षित अधिगम के रूप को सामान्यत: अधिगम उद्देश्य कहते हैं। इस वांछनीयता को शिक्षकों के परिप्रक्ष्य में न देखकर शिक्षार्थियों में विद्यमान ज्ञान के स्तर एवं उसके परिवेश के परिप्रेक्ष्य में देखना चाहिए।

दूसरे शब्दों में, अधिगम उद्देश्य विशिष्ट एवं प्रेक्षणीय कथन हैं, जो बताते हैं कि शिक्षार्थी को शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में लगाए रखने के परिणामस्वरूप उनसे क्या उपलब्धि की अपेक्षा की जा सकती है? उदाहरण के लिए, *शिक्षार्थी सदिश गुणनफल के तीन लक्षण गणितीय रूप में लिख सकेंगे।*

पिछले अध्याय में हम भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा कर चुके हैं, जैसे— विज्ञान का ज्ञान एवं इसकी समझ, प्रक्रिया कौशलों का पोषण, वैज्ञानिक-अभिवृत्ति एवं वैज्ञानिक मनोदशा का विकास, स्वाभाविक जिज्ञासा, सर्जनशीलता एवं सौंदर्यबोध का पोषण, मूल्यों का अंतर्ग्रहण, समस्या हल करने के कौशल तथा भौतिक विज्ञान शिक्षा का प्राकृतिक एवं सामाजिक पर्यावरण, तकनीक एवं समाज के साथ संबंध स्थापित करना। उपरोक्त में से अनेक लक्ष्य सभी शैक्षिक प्रक्रमों में एक समान हैं। इस बात पर भी ज़ोर दिया गया है कि

© NCERT not to be republished

भौतिक विज्ञान के लक्ष्यों की प्राप्ति के लिए शिक्षकों को सतत प्रयास करते रहना चाहिए। आप यह जानने को उत्सुक होंगे कि भौतिक विज्ञान अधिगम के कौन-कौन से सुस्पष्ट उद्देश्य निर्धारित समय सीमा में प्राप्त किए जा सकते हैं तथा प्रेक्षित भी किए जा सकते हैं? क्या उद्देश्य लक्ष्यों से भिन्न हैं? आइए सर्वप्रथम हम इसे सारणी 4.1 में देखें

सारणी 4.1 — भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों एवं उद्देश्यों में तुलना

लक्ष्य	उद्देश्य
• लक्ष्य किसी प्रयोजन के दीर्घकालीन कथन हैं, जिन्हें दीर्घ अवधि जैसे कि एक अथवा अधिक वर्षों में प्राप्त किया जा सकता है। उदाहरण– शिक्षार्थियों में अन्वेषण करने की समझ को विकसित करना एक लक्ष्य है, जिसे प्राप्त करने में अनेक वर्ष लग सकते हैं।	• उद्देश्य अल्प एवं विशिष्ट समय के लिए होते हैं, जैसे कि एक शिक्षण-अधिगम कालांश में अथवा एक अध्याय के शिक्षण-अधिगम की अवधि में। उदाहरण– ऐसे क्रियाकलाप का आयोजन जिससे मन में प्रश्न उठे, रबर के दो गुब्बारों को रगड़ने से उत्पन्न विद्युत आवेश स्थिर क्यों होते हैं, इस लक्ष्य को प्राप्त करने की दिशा में एक कदम हो सकता है। उद्देश्य को आप अल्प समय में प्राप्त कर सकते हैं तथा यह इस बात की भी विस्तृत जानकारी देता है कि इसके लिए आप कौन-सा चरण अपनाएँगे।
• लक्ष्य एक पूर्वभासित अंत है।	• उद्देश्य लक्ष्यों द्वारा प्रभावित होते हैं।
• लक्ष्य विस्तृत होते हैं।	• किसी लक्ष्य की प्राप्ति के लिए आपको अनेक उद्देश्यों की आवश्यकता पड़ सकती है। इस दृष्टि से उद्देश्य सीमित होते हैं।
• इनका प्रेक्षण एवं मापन सरलता से किया जा सकता है और नहीं भी। उदाहरणत: शिक्षार्थियों में विज्ञान के प्रति रुचि/जिज्ञासा का विकास होना।	• अधिगम उद्देश्यों का प्रेक्षण एवं मापन सरल होता है। उदाहरण के लिए किसी चालक के प्रतिरोध की गणना के लिए ओम के नियम का अनुप्रयोग करना।
• संभव है कि सभी लक्ष्यों के मूल्यांकन की प्रकृति वस्तुपरक न हो।	• आप वस्तुपरक ढंग से मूल्यांकन प्रक्रिया द्वारा जान सकते हैं कि उद्देश्य प्राप्त हुए अथवा नहीं।

© NCERT not to be republished

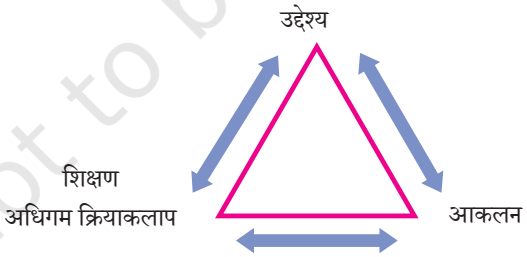
क्रियाकलाप 4.1

कुछ और उदाहरणों की सहायता से लक्ष्यों और उद्देश्यों के बीच अंतर पर चर्चा कीजिए। आपके विचार में क्या उनके बीच कुछ और अंतर हैं? यदि हाँ, तो उनका विस्तृत विवरण दें।

4.3 अधिगम उद्देश्य विकसित करना

भौतिक विज्ञान के अधिगम उद्देश्य भौतिक विज्ञान के लक्ष्यों एवं शिक्षार्थियों की संज्ञानात्मक क्षमताओं के संगत होना चाहिए। निश्चय ही, सभी वैज्ञानिक तथ्य, नियम एवं विज्ञान के सिद्धांत सभी शिक्षार्थियों के लिए अधिगम्य नहीं हो सकते तथा किसी विशिष्ट शिक्षार्थी के लिए सीखने के विभिन्न पहलुओं में गुणात्मक पदानुक्रम हो सकता है। उदाहरणतः हो सकता है कि कोई शिक्षार्थी प्रायोगिक कुशलता में तो बहुत अच्छा हो, परंतु संख्यात्मक प्रश्नों को हल करने में उतना कुशल न हो। आपको सामान्य रूप से विज्ञान की प्रकृति का तथा विशेष रूप से प्रकरण; शिक्षार्थियों को आदान-प्रदान की जाने वाली विषय-वस्तु का विस्तार, संदर्भ जिसमें अधिगम हो रहा है और शिक्षार्थी की आवश्यकताएँ, योग्यताओं और अधिगम कठिनाइयों को ध्यान में रखना होगा।

अधिगम के लिए उद्देश्य विकसित करने की समझ आपको शिक्षण-अधिगम एवं मूल्यांकन प्रक्रमों एवं इष्टतम अधिगम संरचित करने में सहायक होगी। इसी के साथ, उद्देश्यों के वर्गीकरण से आपको शिक्षार्थियों के ज्ञान एवं संज्ञानात्मक प्रक्रम के आयामों सहित अधिगम के विभिन्न पहलुओं पर अपना ध्यान केंद्रित करने में सहायता मिलेगी। इसके विषय में हम अगले परिच्छेद में चर्चा करेंगे। अधिगम उद्देश्य शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के तीन प्रमुख घटक — उद्देश्य, आकलन एवं शिक्षण-अधिगम क्रियाकलाप के साथ संरेखित होने चाहिए। शिक्षार्थियों के आकलन द्वारा ही पता चल सकता है कि उद्देश्य प्राप्त हुए हैं अथवा नहीं। इसके आधार पर शिक्षण-अधिगम



चित्र 4.1 *— शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के तीनों घटक परस्पर सुसंगत होते हैं।*

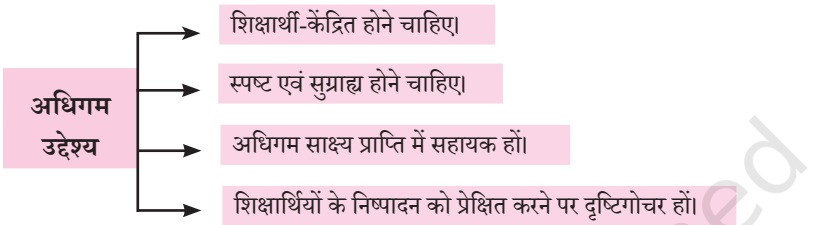
क्रियाकलापों में अपेक्षित परिवर्तन कर उद्देश्य को प्राप्त किया जा सकता है। अत: तीनों घटक परस्पर सुसंगत होते हैं (चित्र 4.1)। यदि तीनों में आपसी समांजस्य होता है तो शिक्षण-अधिगम सार्थक होता है।

© NCERT not to be republished

4.3.1 सुविकसित अधिगम उद्देश्यों के लक्षण

भली-भाँति लिखा गया अधिगम उद्देश्य, शिक्षार्थियों एवं शिक्षकों को सरलता से समझ में आ जाता है। इनसे शिक्षार्थियों को यह पूर्वाभास हो सकता है कि शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के परिणामस्वरूप उनसे क्या अपेक्षित है और इस संबंध में वह अध्यापक से वार्तालाप कर सकते हैं। अन्य अध्यापक भी आपसे चर्चा कर सकते हैं तथा अपना सुझाव दे सकते हैं।

अधिगम उद्देश्य लिखते समय आपको कुछ मुख्य बातों पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए जैसा कि चित्र 4.2 में दर्शाया गया है।



***चित्र 4.2** — अधिगम उद्देश्य लिखना*

अधिगम उद्देश्यों से यह स्पष्ट होना चाहिए कि शिक्षार्थी क्या करेंगे, न कि अध्यापक क्या करेंगे। हम अगले परिच्छेद में क्रियाओं के उपयुक्त उपयोग के विषय में पढ़ेंगे, जिससे अधिगम प्रक्रम स्पष्टत: उल्लेखित हो सकें ताकि अधिगम उद्देश्य की समझ एवं स्पष्टता बढ़ जाए। अब सारणी 4.2 में दिए गए दो कॉलम में शिक्षक-केंद्रित एवं शिक्षार्थी-केंद्रित अधिगम उद्देश्यों का परीक्षण कीजिए।

सारणी 4.2 — शिक्षक-केंद्रित तथा शिक्षार्थी-केंद्रित अधिगम उद्देश्य

1. उत्तल लेंस द्वारा प्रतिबिंब के बनने को स्पष्ट करना	• प्रदर्शित करना कि उत्तल लेंस को किस प्रकार आवर्धक लेंस की तरह प्रयोग कर सकते हैं। • दूर की वस्तु का वास्तविक प्रतिबिंब देखने के लिए उत्तल लेंस का उपयोग करना। • ऐसे क्रियाकलाप का संयोजन करना जिससे यह दिखाया जा सके कि बिंब की विभिन्न स्थितियों के अनुसार प्रतिबिंब की प्रकृति एवं साइज़ बदलता रहता है।
2. किरखोफ़ के नियम को समझना	• दिए गए वैद्युत नेटवर्क के प्रत्येक खंड में धारा की गणना के लिए किरखोफ़ के नियम का उपयोग करना। • दिए गए नेटवर्क का तुल्य प्रतिरोध ज्ञात करना।

© NCERT not to be republished

आप किस कॉलम के अधिगम उद्देश्य शिक्षार्थी-केंद्रित पाते हैं? निश्चय ही, जो दूसरे कॉलम में दिए गए हैं, प्रेक्षणीय हैं, अधिगम साक्ष्य दे सकते हैं तथा मान्य हो सकते हैं।

अधिगम उद्देश्य को स्पष्ट एवं बोधगम्य बनाने के लिए जिन परिस्थितियों में अधिगम होना है तथा उन्हें प्राप्त करने की कसौटी का भी उल्लेख करना चाहिए। आइए, निम्न उदाहरणों को देखें –

- मानव नेत्र के दिए गए चित्र में, उसकी संरचना को नामांकित करना।
- रासायनिक तत्त्वों के प्रतीकों की सहायता से तत्त्व का नाम बताना।
- तीन भिन्न-भिन्न व्यास के गोलकों तथा तीन भिन्न लंबाई वाले धागों का उपयोग करके उन कारकों की पहचान करना जो लोलकों के आवर्तकाल को प्रभावित करते हैं।
- पवनचक्की का मॉडल बनाकर इसकी कार्यविधि का विवरण दो पैराग्राफ़ में देना।
- एक स्लिंकी की सहायता से अनुदैर्ध्य तरंग के संपीडन एवं विरलन को प्रदर्शित करना।

किसी उद्देश्य का कथन जितना स्पष्ट होगा, अधिगम साक्ष्य भी उतने ही अधिक सुस्पष्ट होंगे। तब उन्हें सीमित समयावधि में प्राप्त करने की उतनी ही अधिक संभावना होगी। अधिगम उद्देश्य में विभिन्न परिस्थितियों एवं मानदंडों का उल्लेख करने से अधिगम अनुभवों को डिज़ाइन करने के लिए सुस्पष्ट कल्पना का अवसर प्राप्त होता है। अधिगम उद्देश्य के निर्धारण में शिक्षार्थियों को भी सक्रिय भागीदार बनाया जा सकता है तथा उनके निष्पादन के विस्तार एवं सीमा पर उनसे चर्चा की जा सकती है। शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं के आधार पर अधिगम उद्देश्यों को बदला अथवा रूपांतरित भी किया जा सकता है।

इस बात को समझना महत्वपूर्ण है कि अधिगम उद्देश्य अनिवार्यत: उसी रूप में नहीं लिखे जाएँ जैसा कि ऊपर दर्शाया गया है। शिक्षार्थियों को सोचने का अधिक अवसर देने के लिए कई बार मानदंडों तथा शर्तों दोनों को ही छोड़ दिया जाता है। उदाहरण के लिए, सरल लोलक के आवर्तकाल को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करना कुछ शिक्षार्थियों के लिए किसी विशेष अधिगम परिस्थिति में पर्याप्त होगा।

किसी इकाई के लिए लिखे गए अधिगम उद्देश्य पर्याप्त व्यापक होने चाहिए, जिसमें ज्ञान, बोध, अनुप्रयोग तथा वैज्ञानिक प्रक्रिया के कौशल की प्राप्ति एवं साथ ही साथ भौतिक विज्ञान के संदर्भ में समस्या समाधान, विवेचनात्मक एवं सर्जनात्मक चिंतन, संप्रेषण तथा अनुसंधान भी समाहित हों। यह भौतिक विज्ञान में संकल्पनाओं के निर्माण के लिए क्रियाकलापों, प्रयोगों और परियोजनाओं द्वारा अधिगम अनुभवों के लिए प्रत्यक्ष सामग्री के साथ ज्ञान का अन्वेषण तथा अनुसमर्थन के लिए अवसर प्रदान करे। अत: अधिगम उद्देश्यों को लिखने के लिए भौतिक विज्ञान की विषय-वस्तुओं की गहरी समझ होना एक महत्वपूर्ण आवश्यकता है

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 4.2

अपनी रुचि के किसी प्रकरण पर तीन-तीन अधिगम उद्देश्य विकसित कीजिए – (i) जिनमें उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए मानदंड एवं शर्त को सुस्पष्ट रूप से लिखा गया हो। (ii) शर्त का उल्लेख न हो, केवल मानदंड दिए गए हों। (iii) मानदंड न लिखे हों, केवल शर्त का उल्लेख हो। (iv) मानदंड एवं शर्त दोनों न हों।

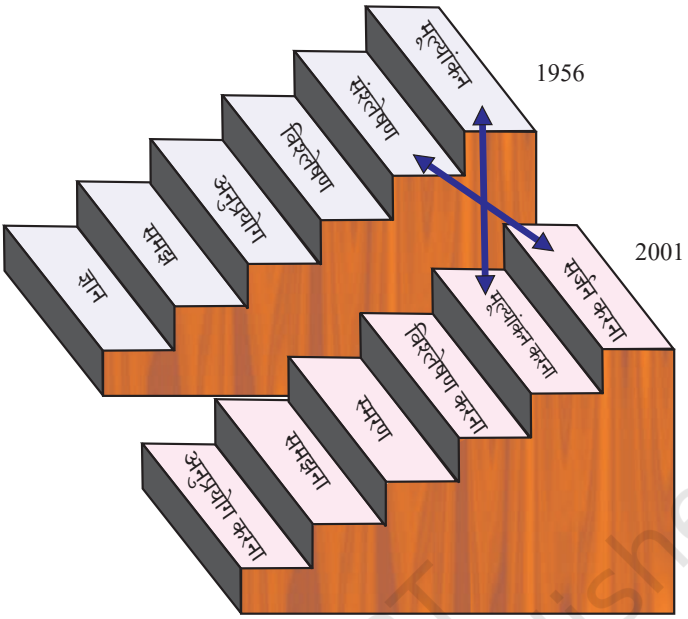
4.4 शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण – एंडरसन और कर्थवाल का वर्गीकरण

बेंजामिन एस. ब्लूम ने 1956 में मानव अधिगम प्रक्षेत्र (डोमेन)को तीन वर्गों में बाँटा– संज्ञानात्मक (जानना, मस्तिष्क से संबंधित), भावात्मक (भावना/अनुभूति; हृदय से संबंधित) एवं मनश्चालक (करना, हाथ से संबंधित), जो शैक्षिक उद्देश्य हैं। ब्लूम की वर्गिकी, सोच (चिंतन) के वर्गीकरण का बहुस्तरीय मॉडल है जिसमें, जटिलता उत्तरोत्तर बढ़ती जाती है। इस वर्गीकरण के परिणामस्वरूप प्रत्येक प्रक्षेत्र में वर्गीकरणों की शृंखलाएँ प्राप्त हुईं, जिनसे शिक्षार्थियों के चिंतन के विभिन्न स्तरों को गुणात्मक रूप से व्यक्त करने का साधन प्राप्त हुआ।

परंतु समय के साथ-साथ शिक्षण-अधिगम प्रक्रम पर और गहन अंतर्दृष्टि एवं नए विचार उभर कर आए। परिवर्तित अंतर्दृष्टि एवं अनुसंधान की लब्धि को प्रतिबिंबित करने एवं इक्कीसवीं शताब्दी के शिक्षार्थियों की शिक्षण-अधिगम आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए ब्लूम के एक पुराने शिष्य *लॉरिन डब्ल्यू. एंडरसन* और *डेविड आर. कर्थवाल, ब्लूम* की पुस्तक के सह-लेखकों में से एक, ने ब्लूम वर्गिकी में संशोधन प्रस्तावित करने वाले विशेषज्ञों के दल का नेतृत्व किया। इसके परिणाम 2001 में एक पुस्तक *ए टैक्सोनोमी फ़ॉर लर्निंग, टीचिंग एंड असेसिंग– ए रिवीज़न ऑफ़ ब्लूम्स टैक्सोनोमी ऑफ़ एजुकेशनल ऑब्जेक्टिव्स (न्यूयार्क– एंलिन एंड बेकन)* में प्रकाशित हुई। यद्यपि परिशोधित वर्गीकरण पहले जैसा ही लगता है, तथापि उसमें सार्थक परिवर्तन किए गए हैं। आइए, इसकी चर्चा करें।

ब्लूम वर्गीकरण के छह अधिगम स्तर हैं जो पदानुक्रमिक रूप में व्यवस्थित हैं। उदाहरणार्थ, यदि कोई शिक्षार्थी अपने ज्ञान को अनुप्रयुक्त करता है तो वह पहले दो चरणों को पहले ही पार कर चुका है (चित्र 4.3 देखें)। परिशोधित वर्गीकरण में भी अधिगम के छह स्तर हैं जो अधिक स्पष्ट हैं, लेकिन इस वर्गीकरण में स्तरों में कुछ परिवर्तन किया गया है। दूसरा महत्वपूर्ण परिवर्तन यह है कि ब्लूम का वर्गीकरण एक-आयामी है, जबकि परिशोधित ब्लूम वर्गीकरण द्वि-आयामी है जिसकी पहचान **ज्ञानात्मक आयाम** (ज्ञान का प्रकार जिसे सीखना है) एवं **संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम** के रूप में की गई है।

© NCERT not to be republished



चित्र 4.3 *— एंडरसन और कर्थवाल द्वारा ब्लूम की वर्गिकी का परिशोधन*

परिशोधित वर्गीकरण तीन रूपों में भिन्न है।

(i) **शब्दावली** – चित्र 4.3 से स्पष्ट है कि यह परिवर्तन गौण होते हुए भी महत्वपूर्ण हैं।

- यह संज्ञा से क्रिया शब्दों में बदलाव है।
- *ज्ञान* शब्द को चिंतन के वर्ग के रूप में अनुपयुक्त समझा गया तथा इसे *स्मरण करने* से बदला गया। **चिंतन एक सक्रिय प्रक्रम है तथा ज्ञान चिंतन का उत्पाद है।** ज्ञान को चिंतन के प्रकार के रूप में नहीं देखा गया।
- *समझ* को *समझना* से बदला गया।
- *संश्लेषण* शब्द को *मूल्यांकन* से तथा *मूल्यांकन* को *सर्जन* शब्द से बदल दिया गया। अधिगम क्रियाओं के संदर्भ में *संश्लेषण* शब्द बहुत संप्रेषणीय नहीं था, इसे *सर्जन* से विस्थापित किया गया अर्थात् अधिगम्य ज्ञान को एक साथ अनूठे रूप में प्रस्तुत करने को कहा गया।
- छह वर्गों के उपवर्ग भी क्रिया के रूप में हैं।

(ii) **संरचना** – क्योंकि प्रत्येक विषय क्षेत्र की प्रकृति तथा विषय सामग्री भिन्न है, अत: ब्लूम वर्गिकी में विभिन्न विषय क्षेत्रों के लिए कुछ न कुछ समन्वय करना पड़ता है। उदाहरणत:, विज्ञान एवं भाषा का तथ्यात्मक ज्ञान भिन्न होता है। इसी प्रकार दोनों का कार्यविधिक ज्ञान भी अलग है। भाषा में यह धारा प्रवाह बोलना हो सकता है; भौतिक विज्ञान में प्रयोग और

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप करना एवं उपकरणों का उपयोग और उनसे कार्य करने का ढंग हो सकता है। संज्ञानात्मक मनोविज्ञान के सिद्धांत के आधार पर एंडरसन और कर्थवाल ने ज्ञान के चार आयामों का प्रतिपादन किया और इस प्रकार वर्गीकरण सारणी को द्वि-आयामी बना दिया। ज्ञानात्मक आयाम एवं संज्ञानात्मक प्रक्रम आयामों के परस्पर प्रतिच्छेदन से 24 कोष्ठक प्राप्त हुए, जिन्हें सारणी 4.3 में दर्शाया गया है। कॉलम और पंक्ति के रेखन दर्शाते हैं कि ज्ञान एवं संज्ञानात्मक प्रक्रम दोनों ही समान रूप से महत्वपूर्ण हैं। आइए, भौतिक विज्ञान के संदर्भ में ज्ञान के विभिन्न आयामों का अर्थ समझें।

सारणी 4.3 — एंडरसन और कर्थवाल द्वारा प्रस्तुत द्वि-आयामी वर्गिकी

ज्ञान के आयाम	**संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम**					
	स्मरण करना	*बोध करना*	*अनुप्रयुक्त करना*	*विश्लेषण करना*	*मूल्यांकन करना*	*सर्जन करना*
तथ्यात्मक ज्ञान						
संकल्पनात्मक ज्ञान						
कार्यविधिक ज्ञान						
अधिसंज्ञानात्मक ज्ञान						

तथ्यात्मक ज्ञान – यह भौतिक विज्ञान में तथ्यों, नियमों, परिभाषा, पारिभाषिक शब्दावली, इत्यादि का ज्ञान है। यह भौतिक विज्ञान के लिए विशिष्ट है तथा भौतिक विज्ञान के बोध के विकास के लिए आवश्यक है।

संकल्पनात्मक ज्ञान – यह भौतिक विज्ञान में सिद्धांत, सामान्यीकरण तथा विभिन्न संकल्पनाओं में अंतर संबंध का ज्ञान है।

कार्यविधिक ज्ञान – यह वैज्ञानिक कार्यविधि एवं अन्वेषण का ज्ञान है। इससे हमें ज्ञात होता है कि विभिन्न क्रियाकलापों एवं प्रयोगों को किस प्रकार किया जाए और शिक्षण-अधिगम कार्य के लिए उपकरणों एवं सामग्रियों का उपयोग किस प्रकार किया जाए।

अधिसंज्ञानात्मक ज्ञान – इसका अर्थ ज्ञान के विषय में जानना है। यह शिक्षार्थी के अपनी अधिगम प्रक्रम तथा अधिगम शैली के प्रति जागरूकता है। किस प्रकार वह सर्वोत्तम रूप से सीख सकता है, इस बारे में उसकी क्या समझ है– श्रवण द्वारा, एक साथ काम करके, पढ़कर, लिखकर, क्रियाकलाप एवं प्रयोग करके। यह जानना कि इंद्रधनुष के बनने की घटना का विवरण किस प्रकार किया जाए कि शिक्षक उसे स्वीकार कर ले, अधिसंज्ञानात्मक अधिगम का एक पहलू हो सकता है।

© NCERT not to be republished

सारणी 4.3 का उपयोग करके हम उद्देश्यों को ज्ञान आयाम एवं संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम से मिलान कर सकते हैं। अब हम लोग निम्नलिखित उदाहरण (सारणी 4.4) की सहायता से देखते हैं कि कार्यविधिक ज्ञान का मिलान संज्ञानात्मक प्रक्रम से कैसे कर सकते हैं।

सारणी 4.4 — कार्यविधिक ज्ञान का मिलान संज्ञानात्मक प्रक्रम से करना

ज्ञान के आयाम	अधिगम उद्देश्य	संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम
कार्यविधिक ज्ञान	• आवश्यक विद्युत परिपथ चित्र का पुन: स्मरण करके सरल टॉर्च बनाना।	स्मरण करना
	• विद्युत परिपथ में धारा के प्रवाह की दिशा इंगित कर व्याख्या करना कि बल्ब किस प्रकार प्रदीप्त होता है।	बोध होना
	• टॉर्च के प्रदीप्त होने का बंद विद्युत परिपथ के साथ संबंध स्थापित करना।	अनुप्रयुक्त करना
	• यदि बल्ब प्रदीप्त न हो रहा हो तो विद्युत परिपथ/ घटकों की जाँच कर समस्या की पहचान करना।	विश्लेषण करना
	• दिए गए संग्रह से टॉर्च बनाने के लिए उचित विद्युत सेल तथा बल्ब का उनके विशेष विवरण की जाँच करके चयन करना।	मूल्यांकन करना
	• एक सरल टॉर्च के विद्युत परिपथ की संरचना में संशोधन करना/सरल विद्युत परिपथ का उपयोग कर एक युक्ति बनाना।	सर्जन करना

अत: परिशोधित वर्गीकरण की संरचना निम्न प्रकार से भिन्न है –

- एक-आयामी वर्गिकी को द्वि-आयामी रूप में परिवर्तित किया गया है, जैसी पहले चर्चा की जा चुकी है।
- *संश्लेषण* एवं *मूल्यांकन* के क्रम का परस्पर विनिमय किया गया है, क्योंकि यह माना जाता है कि वर्गीकरण में चिंतन स्तरों में उत्तरोत्तर बढ़ती हुई जटिलता प्रतिबिंबित होनी चाहिए। सर्जनात्मक चिंतन (*संश्लेषण*) विवेचनात्मक चिंतन (*मूल्यांकन*) की अपेक्षा अधिक जटिल है। किसी व्यक्ति में विवेचनात्मक चिंतन (निर्णय करना एवं विचारों अथवा वस्तुओं का औचित्य सिद्ध करना) सर्जनशील हुए बिना भी हो सकता है (नवीन वस्तुओं अथवा विचारों के सर्जन हेतु विचारों को स्वीकार या अस्वीकार करना।
- ब्लूम की वर्गिकी में *मूल्यांकन* को चिंतन के सर्वोच्च स्तर पर रखा गया था। संशोधित वर्गिकी में *सर्जन* पदानुक्रम व्यवस्था के शिखर पर है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 4.3

माध्यमिक स्तर पर *कार्बन एवं इसके यौगिक/विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव* के प्रकरण पर ज्ञान आयाम के *तथ्यात्मक ज्ञान, संकल्पनात्मक ज्ञान, कार्यविधिक ज्ञान तथा अधिसंज्ञानात्मक ज्ञान* का संज्ञानात्मक *प्रक्रम* के आयामों से मिलान करके अधिगम उद्देश्य विकसित करें। अवलोकित करें कि आपके मित्रों ने यह उद्देश्य किस प्रकार विकसित किए हैं। आपके विचार में क्या एक ही प्रकरण और एक ही ज्ञान आयाम पर उद्देश्य अलग-अलग ढंग से विकसित हो सकते हैं? टिप्पणी कीजिए।

(iii) **प्रबलन** –

- परिशोधित वर्गिकी पाठ्यक्रम योजना, शिक्षण-अधिगम एवं मूल्यांकन प्रक्रमों के लिए सामग्री विकसित करने के लिए अधिक प्रामाणिक उपकरण हैं।
- ब्लूम के वर्गीकरण को विद्यालय के प्रारंभिक वर्षों में सर्वोत्तम उपकरणों के रूप में देखा गया। एंडरसन और कर्थवाल के वर्गीकरण का उच्चतर स्तरों के लिए भी सरलतापूर्वक उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार यह उपयोग के लिए अधिक व्यापक है।
- अधिगमन के उपवर्गों के विवरण पर अधिक बल दिया गया है। उदाहरणत:

  पहचानना – स्मृति में ज्ञान को ढूँढना जो प्रस्तुत सामग्री के संगत है।

  पुन: स्मरण करना – दीर्घकालीन स्मृति से संगत ज्ञान को निकालना।

निम्न सारणी (सारणी 4.5) ब्लूम वर्गिकी के परिशोधित स्वरूप का व्यापक परिदृश्य दर्शाता है। संज्ञानात्मक प्रक्रम के उपवर्ग शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के परिणामस्वरूप होने वाले अधिगम कार्यों के रूप और संभाव्य अधिगम उत्पादों को दर्शाते हैं।

सारणी 4.5 — एंडरसन और कर्थवाल वर्गिकी का व्यापक परिदृश्य

वर्ग	संज्ञानात्मक प्रक्रम के उपवर्ग	अधिगम कार्य	अधिगम साक्ष्य प्रदान करने वाले अधिगम उत्पाद
स्मरण करना स्मृति से प्रासंगिक ज्ञान की पुन: प्राप्ति।	पहचानना, पुन:स्मरण करना, ढूँढना।	पहचानना, स्मरण करना, ढूँढना, सूचीबद्ध करना, नामोल्लेख करना, चयन करना, बताना, परिभाषित करना, विवरण देना, पहचान करना, नामांकित करना, पुन: स्मरण करना, स्थिति जानना।	परिभाषा, तथ्य, कार्यपत्र, सूची, लेबल, पुन:स्मरण।

© NCERT not to be republished

बोध शिक्षण-अधिगम सामग्री एवं प्रक्रम से अर्थ निर्माण करना; कक्षा में मौखिक, लिखित एवं ग्राफ़िक संचार में सम्मिलित होना।	अर्थ निरूपण करना, दृष्टांत देना, वर्गीकरण करना, सारांश करना, निष्कर्ष निकालना, तुलना करना, स्पष्ट करना।	स्पष्ट करना, अर्थ निरूपण, सारांश करना, दृष्टांत देना, तुलना करना, उदाहरण देकर पूर्वानुमान लगाना, अंदाज़ा लगाना, वर्गीकरण करना, भावानुवाद करना, निष्कर्ष निकालना।	विवरण, स्पष्टीकरण, रिपोर्ट, चित्र, ग्राफ़, प्रश्नोत्तरी (क्विज़), संचयन, प्रदर्शन।
अनुप्रयोग करना नई परिस्थितियों में नीतियों, संकल्पनाओं, नियमों, सिद्धांतों एवं कार्यविधियों का उपयोग करना।	निष्पादन करना, कार्यांवित करना।	कार्यांवित करना, निष्पादन करना, समाधान करना, संबंध स्थापित करना, प्रदर्शन करना, तैयार करना, संशोधन करना, दर्शाना, उपयोग करना, कार्यसाधित करना, अभिकलन करना, भाग लेना।	निदर्शन, दृष्टांत, प्रस्तुतीकरण, साक्षात्कार, प्रयोग, अभिलेख, जर्नल, संख्यात्मक प्रश्नों का हल।
विश्लेषण करना ज्ञान को इसके घटकों में विभाजित करना तथा घटकों के परस्पर संबंधों का निर्धारण करना।	विभेदीकरण करना, व्यवस्थित करना, गुणारोपण करना।	विश्लेषण करना, तुलना करना, विभाजन करना, विभेदीकरण करना, संरचना करना, समाकलित करना, पृथक करना, व्यवस्थित करना, भेद करना, दृष्टांत देना, गुणारोपण करना, रूपरेखा बनाना, चित्र बनाना, निष्कर्ष निकालना।	आरेख, ग्राफ़, मॉडल, चार्ट, सर्वेक्षण, आधार सामग्री, प्रतिवेदन, जाँच सूची, तात्कालिक उपकरण, प्रश्नावली, विस्तारित पत्र (स्प्रेड-शीट)।
मूल्यांकन करना मानकों और मानदंडों को विकसित और प्रयुक्त कर विचारों, सामग्री तथा विधियों	जाँच करना, समालोचना करना।	अनुमान लगाना, जाँच करना, समालोचना करना, मूल्यांकन करना, परिकल्पना करना, प्रयोग करना, परीक्षण करना, मॉनीटर करना, मूल्य	मूल्यांकन, चर्चा, तर्क, प्रमाण-आधारित निष्कर्ष, प्रतिवेदन, अन्वेषण, वाद-विवाद।

© NCERT not to be republished

की उपयोगिता का अनुमान लगाना।		निरूपण करना, उचित ठहराना, प्रतिवाद करना, समर्थन करना, वर्णन करना, व्यख्या करना, संबंधित करना, अर्थ निरूपण करना, निर्णय लेना।	
सर्जन करना किसी मौलिक विचार को विकसित करने के लिए विचारों अथवा तत्त्वों को एक साथ रखना; तथ्यों को मिला कर सुसंगत अथवा पूर्ण कार्यपरक विचारों एवं रचनाओं का निर्माण करना; सर्जनात्मक चिंतन में लगे रहना।	विचार तथा रचनाएँ उत्पन्न करना, योजना बनाना, रचना करना।	डिज़ाइन करना, निर्माण करना, पुर्ननिर्माण करना, अन्वेषण करना, युक्ति लगाना/बनाना, योजना बनाना, उत्पादन करना, विचारों एवं रचनाओं का निर्माण करना, पुर्नसंगठित करना, सुव्यवस्थित करना, संशोधन करना।	मॉडल, प्रदर्श, परियोजना, पोस्टर, चार्ट, विज्ञान नाटक एवं अभिनय, भूमिका, प्रस्तुतीकरण, खेल, प्रश्नोत्तरी, गीत, कविता, संचार उत्पाद।

अत: हम देखते हैं कि ब्लूम की परिशोधित वर्गिकी में संज्ञानात्मक प्रक्रम के कई उपवर्ग हैं। यह अधिक स्पष्ट हैं तथा शिक्षण-अधिगम नीतियों एवं प्रक्रमों की संरचना के लिए हमें एक सशक्त साधन प्रदान करते हैं।

क्रियाकलाप 4.4

'विभिन्न वर्गों तथा उपवर्गों के अधिगम उद्देश्यों की पहचान करने एवं उन्हें विकसित करने से शिक्षक को अपने स्वयं के निष्पादन का मूल्यांकन करने में सहायता मिलती है कि क्या वह शिक्षार्थियों के ज्ञान निर्माण के लिए पर्याप्त ध्यान केंद्रित कर रहे हैं।' इस मुद्दे पर कक्षा में समूह चर्चा आयोजित कीजिए।

क्रियाकलाप 4.5

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर कार्यरत शिक्षक के भौतिक विज्ञान के एक कालांश का अवलोकन कीजिए तथा नोट कीजिए– (i) संबद्ध संकल्पना के कितने ज्ञान आयामों का आदान-प्रदान हुआ? (ii) ज्ञान के उन आयामों के आदान-प्रदान के दौरान शिक्षार्थी कौन-से संज्ञानात्मक अधिगम प्रक्रम में शामिल थे?

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 4.6

ऊष्मागतिकी प्रकरण पर उच्चतर माध्यमिक स्तर के लिए कुछ अधिगम उद्देश्य नीचे दिए गए हैं। संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम में अधिगम प्रक्रम के वर्गों एवं उपवर्गों की पहचान कीजिए। इन उद्देश्यों को आप ज्ञान के किन आयामों में रखेंगे। सारणी 4.6 में उल्लेख करें।

सारणी 4.6 — संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम का ज्ञान आयाम से मिलान करते हुए ऊष्मागतिकी पर अधिगम उद्देश्य

अधिगम उद्देश्य	संज्ञानात्मक प्रक्रम के वर्ग	संज्ञानात्मक प्रक्रम के उपवर्ग	ज्ञान के आयाम
• क्रियाकलाप करके समझाना कि ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है तथा एक रूप से दूसरे रूप में ऊर्जा का रूपांतरण होता है।	विश्लेषण करना	व्यवस्थित करना	कार्यविधिक ज्ञान
• तापीय साम्य के अर्थ का वर्णन करना।	.....	.....	.....
• ऊष्मारोधी दीवार एवं रूद्धोष्म दीवार में विभेद करना।	.....	.....	.....
• ऊष्मागतिकी के शून्य कोटि नियम को द्विनिकाय वाले चित्र की सहायता से समझाना।	.....	.....	.....
• उदाहरणों की सहायता से ऊष्मागतिकी निकाय को परिभाषित करना।	.....	.....	.....
• कंप्यूटर अनुरूपित प्रयोग का प्रेक्षण कर आंतरिक ऊर्जा, ऊष्मा एवं कार्य के बीच संबंध का विश्लेषण करना।	.....	.....	.....
• दो उदाहरण देना जिसमें किसी निकाय की आंतरिक ऊर्जा का परिवर्तन किया जा सकता है।	.....	.....	.....

© NCERT not to be republished

• दो उदाहरण देकर ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का वर्णन करना, जिनमें नियम का प्रदर्शन किया गया हो।	.....	.....	.....
• प्रथम नियम का गणितीय निरूपण करना।	.....	.....	.....
• स्थिर आयतन पर विशिष्ट ऊष्मा धारिता तथा स्थिर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा धारिता के बीच गणितीय संबंध व्युत्पन्न करना।	.....	.....	.....
• ऊष्मागतिकीय अवस्था के चरों एवं अवस्था के समीकरण पर एक सिलिंडर एवं पिस्टन का उपयोग करके क्रियाकलाप का आयोजन करके अपने विचारों को व्यवस्थित करना।	.....	.....	.....
• निम्नलिखित ऊष्मागतिकीय प्रक्रमों में से प्रत्येक की परिभाषा एवं दृष्टांत देना – (a) रूद्धोष्म (b) सम-आयतनिक (c) समतापी (d) समदाबी।	.....	.....	.....
• उदाहरणों के आधार पर व्याख्या करना कि किसी ऊष्मा इंजन की दक्षता की एक मूल सीमा होती है जो प्रकृति के एक स्वतंत्र सिद्धांत द्वारा निर्धारित होती है, जिसे ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम कहते हैं।	.....	.....	.....
• वाष्प इंजन/आंतरिक दहन इंजन के मॉडल का प्रेक्षण यह समझाने के लिए करना कि ऊष्मीय इंजन एक ऐसी युक्ति है जो ऊष्मा को कार्य में बदलने के चक्रीय प्रक्रम से गुज़रती है।	.....	.....	.....
• निवेश ताप एवं निर्गत ताप के आधार पर ताप इंजन की दक्षता ज्ञात करना।	.....	.....	.....

© NCERT not to be republished

• उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रमों को उदाहरणों की सहायता से वर्णन करना।	.....	.....	.....
• ऊष्मा इंजनों के लिए अनुप्रयुक्त कार्नो दक्षता एवं वास्तविक दक्षता में विभेदन करना।	.....	.....	.....
• एक समतापी प्रक्रम में किए गए कार्य को मापने के लिए एक प्रयोग की रूपरेखा तैयार करना।	.....	.....	.....
• *P–V* आरेखों से अर्थ निरूपण करना तथा संगणना करना।	.....	.....	.....
• ऊष्मागतिकी की विभिन्न संकल्पनाओं पर आधारित समस्याओं का समाधान करना।	.....	.....	.....

4.5 अधिगम उद्देश्यों का लेखन

4.5.1 स्मरण करना

शिक्षार्थी तथ्यों, परिभाषाओं, नियमों, सिद्धांतों तथा ज्ञान की अन्य बातों को अपनी स्मृति से पुन: स्मरण तथा पहचान करते हैं। इससे शिक्षार्थी को विज्ञान को समझने में सहायता मिलती है।

रसायन में शिक्षार्थियों को यौगिकों के नामों का पुन: स्मरण और पहचान करने के सहायतार्थ शिक्षक कक्षा में सरल मूल, पूर्वप्रत्यय, पर-प्रत्यय शब्दों के बारे में बता सकते हैं जो उन्हें दूसरे अनेक नवीन शब्दों को सीखने में सहायक होंगे। यह विज्ञान में उनकी रुचि बढ़ा सकेगा। उदाहरण के लिए, शिक्षक मूल शब्द 'कार्ब' दे सकते हैं। इस मूल शब्द का उपयोग करते हुए शिक्षार्थी रसायनशास्त्र के अन्य शब्द, जैसे — *कार्बोहाइड्रेट, कार्बोनिक अम्ल, कार्बन डाइऑक्साइड, कार्बाइड, कार्बोक्सिलिक अम्ल* लिख सकेंगे। पूर्वप्रत्यय के उदाहरण के रूप में शिक्षक पूर्वप्रत्यय 'विद्युत' दे सकते हैं तथा शिक्षार्थी *विद्युत अपघट्य, विद्युत, विद्युत इलेक्ट्रोड, विद्युत वाहक* बल विद्युत क्षेत्र जैसे शब्दों के उदाहरण दे सकते हैं।

इस प्रकार के क्रियाकलाप शिक्षार्थी की वैज्ञानिक शब्दावली विकसित करने में सहायक हो सकते हैं। विज्ञान में विभिन्न क्रियाकलाप तथा प्रयोग करने से तथा शिक्षार्थियों के साथ इन शब्दों का बार-बार प्रयोग कर पारस्परिक क्रिया करने पर भी उन्हें वैज्ञानिक शब्दों को सीखने में आसानी होती है।

© NCERT not to be republished

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- उत्तल एवं अवतल लेंस को छूकर तथा उनसे बने प्रतिबिंबों के आरेख का प्रेक्षण करके उनकी पहचान करना।
- वास्तविक एवं आभासी प्रतिबिंब की परिभाषा का पुन: स्मरण करना।
- एक ऐसी परिस्थिति का वर्णन करना जिसमें आभासी प्रतिबिंब बनता है।
- उत्तल एवं अवतल लेंस में प्रत्येक के लिए दो उपयोग सूचीबद्ध करना।

उच्च प्राथमिक स्तर पर *विलयन* की संकल्पना के शिक्षण-अधिगम के लिए अध्यापक स्मरण करने के संज्ञानात्मक प्रक्रम आयाम में अधिगम उद्देश्यों की योजना निम्न प्रकार से तैयार कर सकते हैं।

- विलयन के प्रकार की पहचान करना।
- विभिन्न प्रकार के विलयनों की सूची बनाना।
- नीचे दी गई सूची से विलयन का चयन करना– दूध, जल, नमक का घोल, एथनॉल।

4.5.2 बोधगम्यता

शिक्षार्थी विभिन्न शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों में अपने ज्ञान का निर्माण करते हैं। वह समझते हैं कि क्या वह विभिन्न संकल्पनाओं एवं ज्ञान के अंशों को एक दूसरे से जोड़ सकते हैं तथा उनमें सहसंबंध स्थापित कर सकते हैं। बोध तार्किक एवं अमूर्त चिंतन में सहायक होता है।

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- आसवन प्रक्रम का वर्णन करना।
- आसवन के विभिन्न चरणों का संक्षिप्त वर्णन करना।
- सामान्य आसवन एवं प्रभाजी आसवन में विभेद करना।
- प्रभाजी आसवन का सचित्र उदाहरण देना।

यह ज्ञात करने के लिए कि किन परिस्थितियों में लोहे पर जंग लगता है, एक क्रियाकलाप का आयोजन करना जिसमें लोहे की तीन कीलों को तीन अलग-अलग परखनलियों, जिनमें क्रमश: नल का जल, उबला जल एवं निर्जल कैल्सियम क्लोराइड था, में डालकर कार्क लगा दिया।

- क्रियाकलाप करने के बाद जंग लगने का वैज्ञानिक कारण बताना।
- उन परिस्थितियों को स्पष्ट करना जिनमें लोहे की कीलों पर जंग लगता है।
- निष्कर्ष निकालना कि यदि लोहे की वस्तुएँ लंबी अवधि तक आर्द्र-वायु के संपर्क में रहती हैं तो उनमें जंग लग जाता है।

© NCERT not to be republished

4.5.3 अनुप्रयोग करना

शिक्षार्थी नवीन परिस्थितियों में तथ्यों, संकल्पनाओं, नियमों, सिद्धांतों, इत्यादि का उपयोग करके समस्या का समाधान कर सकते हैं।

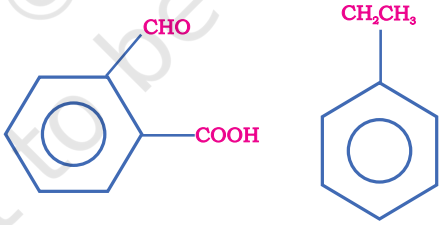
- कुछ लोग वनस्पतियों से रुधिर निकलने का प्रदर्शन कर यह विश्वास पैदा करते हैं कि ऐसा किसी दैवी शक्ति के कारण होता है। यदि शिक्षार्थी को पता है कि *फ़ेरिक आयन थायोसायनेट आयनों* के साथ लाल रंग का जटिल यौगिक बनाते हैं, तो वे परिघटना का वैज्ञानिक स्पष्टीकरण दे सकते हैं।
- बर्नूली के नियम की जानकारी का उपयोग करते हुए आँधी अथवा चक्रवात आने पर हम घर की खिड़की एवं दरवाज़े खोल देते हैं ताकि कोई नुकसान न हो।
- कक्षा 10 के छात्र अपने शिक्षक से प्रश्न पूछते हैं, 'केवल तारे ही टिमटिमाते हैं ग्रह क्यों नहीं?' शिक्षक तारों के टिमटिमाने का कारण समझाने हेतु अपवर्तन के नियमों के उपयोग द्वारा मदद कर सकते हैं।

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- क्षार-धातुओं के कम-से-कम एक रासायनिक परीक्षण का प्रदर्शन करना।
- दिए गए नमूने में क्षार-धातु की उपस्थिति का पूर्वानुमान लगाना।
- बेंजोइक अम्ल की जल में विलेयता को समझाने के लिए H– बंधन की संकल्पना का उपयोग करना।
- निम्नलिखित समीकरण को संतुलित करना –

$$Zn(s) + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$$

- निम्नलिखित यौगिकों के IUPAC नाम देना।



- एक धारावाही कुंडली एवं एक चुंबकीय दिक्सूचक (कंपास) का उपयोग करके एक क्रियाकलाप का आयोजन करना जिससे विद्युत धारा के प्रभाव से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र प्रदर्शित किया जा सके।
- एक सीधे चालक तार के आस-पास चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्री रेखाओं का आरेख बनाना।
- दक्षिण हस्त अंगुष्ट नियम का अनुप्रयोग करते हुए धारा वाहक चालकों के साथ संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करना।

© NCERT not to be republished

- दक्षिण हस्त नियम का अनुप्रयोग करके एक लूप के अंदर और बाहर के चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करना।
- एक विद्युत धारावाही परिनालिका के परिक्षेत्र एवं उससे गुज़रने वाले चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्री रेखाओं का एक दंड चुंबक की क्षेत्री रेखाओं के साथ संबंध दिखाना।

4.5.4 विश्लेषण करना

शिक्षार्थी प्रतिरूपों (पैर्टर्नों) को देखकर, अंतर्निहित अर्थ एवं घटकों की पहचान कर सकते हैं। संज्ञानात्मक प्रक्रम के विश्लेषण करने के स्तर पर पहुँच कर शिक्षार्थी *तुलना करने, गुण की पहचान* करने, *आयोजन* करने, एवं *ज्ञान को इसके घटक अंशो में विभाजित करने* की स्थिति में आ जाते हैं। शिक्षार्थी किसी दी हुई परिस्थिति का विश्लेषण करते हैं तथा दी गई समस्या को संगठनात्मक भागों में विभेद करते हैं तथा उनके बीच संबंध स्थापित करते हैं। वैज्ञानिक समझ का पोषण करने के लिए शिक्षक किसी संकल्पना की अनुरूपताओं को प्रस्तुत कर उनकी समझ को और बढ़ा सकते हैं। इसमें भागों की पहचान, भागों के मध्य संबंध का विश्लेषण तथा उनके संगठनात्मक सिद्धांतों की पहचान करना सम्मिलित है।

- आँख की संरचना तथा उसके कार्य की तुलना एक कैमरे से की जा सकती है। अत: भौतिकी की संकल्पनाओं, जैसे कि लेंस के शिक्षण के दौरान, आँख के लेंस की तुलना कैमरे के उत्तल लेंस से की जा सकती है। आँख के लेंस द्वारा प्रतिबिंब के बनने की तुलना कैमरे के उत्तल लेंस द्वारा प्रतिबिंब के बनने से की जा सकती है।
- लोह एवं गंधक का मिश्रण आपको दिया गया है। आप उन्हें एक दूसरे से पृथक कैसे कर सकते हैं?

शिक्षार्थी को इस बात का पूर्व ज्ञान है कि गंधक कार्बन डाइसल्फ़ाइड में विलेय है परंतु लोहा नहीं। वे पूर्ण रूप से समझते हैं कि कार्बन डाइसल्फ़ाइड का उपयोग करके वे इस समस्या को हल कर सकते हैं। वे यह भी पूर्णरूप से समझते हैं कि चुंबक का उपयोग करके वह गंधक से लोहे को अलग कर सकते हैं।

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- निम्नलिखित उदाहरणों में इंगित करना कि ऑक्सीजन समृद्ध यौगिक ऑक्सीकारक हैं तथा अन्य अपचायक हैं –

  $LiAlH_4$, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, $NaBH_4$, K_2CrO_4, CrO_3, Pt/Ni की उपस्थिति में H_2
- निम्नलिखित ऑक्सीकरण तथा अपचयन अभिक्रिया में स्थानांतरित इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताना।

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$$

© NCERT not to be republished

- एक परिनालिका, लोहे की एक छड़, एक बैटरी तथा एक कुंजी को संयोजित करके विद्युत चुंबक बनने को प्रदर्शित करना।
- भौतिकी एवं रसायन में विभिन्न संकल्पनाओं से संबंधित संख्यात्मक समस्याओं/प्रश्नों को हल करना।
- दिए गए प्रतिबल-विकृति वक्र के सेट से वस्तुओं के प्रत्यास्थ व्यवहार का अर्थ निरूपण करना।

4.5.5 मूल्यांकन करना

शिक्षार्थी मूल्यांकन कर सकते हैं, विचारों एवं रचनाओं की उत्पत्ति कर सकते हैं, आलोचना, जाँच और वैज्ञानिक संकल्पनाओं की परिकल्पना प्रतिपादित कर सकते हैं तथा प्रयोग के लिए योजना बना सकते हैं। वह किसी निर्णय अथवा कार्य की दिशा के औचित्य को सिद्ध कर सकते हैं।

आलोचनात्मक चिंतन एक ऐसा प्रक्रम है जिसमें किसी सूचना का विश्लेषण एवं मूल्यांकन किसी दी गई परिस्थिति में उसकी मान्यता निर्धारण के लिए किया जाता है। आलोचनात्मक चिंतन विकसित करने के लिए क्रियाकलापों और प्रयोगों के आयोजन के समय परिचर्चा की जा सकती है और शिक्षार्थियों को परीक्षण के लिए कुछ समस्याएँ दी जा सकती हैं। उन्हें प्रश्न पूछने, पूर्वानुमानों की पहचान करने, मापदंड तय करने एवं आँकड़ों और सूचनाओं की यथार्थता जाँचने के लिए उत्साहित करना चाहिए। इस प्रकार वह निष्कर्ष निकालने के लिए पर्याप्त प्रमाण एकत्र कर सकते हैं।

शिक्षार्थियों को समस्याओं को हल करने तथा इस प्रक्रम में संबधित आँकड़े इकट्ठे करने, परिकल्पनाओं को प्रतिपादित करने, वैकल्पिक समाधान खोजने और प्रदत्त परिस्थिति में सर्वश्रेष्ठ हल चुनने जैसे चरणों को अपनाने के अवसर प्रदान करने चाहिए। शिक्षण-अधिगम की ये नीतियाँ शिक्षक को मूल्यांकन वर्ग के उद्देश्यों की प्राप्ति में मदद करती हैं।

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- आवर्त सारणी में वर्ग में नीचे की ओर तथा आवर्त में बाएँ से दाएँ जाने पर विद्युत ऋणात्मकता की प्रवृत्ति पर विचार प्रस्तुत करना।
- परमाणु संख्या में परिवर्तन का आवर्त सारणी के आवर्त एवं वर्ग में विद्युत ऋणात्मकता की प्रवृति के साथ संबंध स्थापित करना।रेडॉक्स अभिक्रिया ऑक्सीकरण एवं अपचयन का संयोजन है, इस कथन की समालोचना करना।
- निष्कर्ष निकालना कि द्रवों के मिश्रण से उनके अवयवों को अलग करने के लिए आसवन प्रक्रम एक मूल आवश्यकता है।

- इस कथन को औचित्यपूर्ण ठहराना कि द्रवों के किसी ऐसे मिश्रण में जिसमें उसके घटकों के क्वथनांक में थोड़ा अंतर होता है, उनके घटकों को प्रभाजी आसवन द्वारा अलग किया जा सकता है।
- तरल में गमन करने वाली वस्तुओं की धारारेखीय आकृति का औचित्य सिद्ध करना।
- सूक्ष्मदर्शी एवं दूरदर्शी में लेंसों के चयन के मानदंडों का मूल्यांकन करना।
- उन कारकों की खोज करना जिन पर विद्युत चुंबक की शक्ति निर्भर करती है।
- ऊर्जा की बढ़ती हुई माँग के पर्यावरणीय परिणामों का मूल्यांकन करना।
- प्रतिबल-विकृति ग्राफ़ से किसी पदार्थ की मज़बूती का मूल्यांकन करना।
- प्रतिबल-विकृति संबंध के आधार पर भारी वस्तुओं को क्रेन द्वारा उठाने के लिए धातु की मोटी रस्सियों के प्रयोग का औचित्य सिद्ध करना।

4.5.6 सर्जन करना

सर्जन के अंर्तगत अपनी कल्पना द्वारा डिज़ाइन बनाना, योजना बनाना, लेखन, निर्माण करना, तथा प्रस्तुत करना आते हैं। विज्ञान में ऐसे कुछ प्रकरण हैं जिनमें शिक्षार्थी को आँकड़े एकत्र करने, विभिन्न स्रोतों से सूचना एकत्र करने के कुछ क्रियाकलाप करने को दिए जा सकते हैं जिनसे उनमें संकल्पना की विस्तृत वैज्ञानिक समझ उत्पन्न हो। शिक्षार्थी एक शोधकर्ता की तरह कार्य कर सकते हैं। इससे उनमें दृढ़ता, दूसरों के विचारों का आदर करने और पर्याप्त प्रमाण एकत्र करने के उपरांत निष्कर्ष निकालने जैसे गुण विकसित होते हैं। उन्हें ऐसे अवसर प्रदान करने चाहिए जिससे वे कुछ क्रियाकलाप करके वैज्ञानिक संकल्पनाओं तक पहुँचें। उदाहरण के लिए, जल प्रदूषण के स्रोतों का उस क्षेत्र के निवासियों के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभाव का अध्ययन करने के लिए शिक्षार्थी किसी क्षेत्र से आँकड़े एकत्र कर सकते हैं।

- जब कोई शिक्षार्थी किसी ज्ञान की संकल्पना करता/ती है, उसे अपनी समझ को दूसरे लोगों को बताना होता है। यह संचार, लेखन द्वारा अथवा वाद-विवाद, परिचर्चा जैसे मौखिक संवाद द्वारा हो सकता है। यह पोस्टर के प्रदर्शन, कक्षा में सेमिनार जैसे क्रियाकलापों के आयोजन द्वारा भी किया जा सकता है। शिक्षार्थियों को अपने विचार वेन आरेख अथवा एक प्रवाह चार्ट के माध्यम से प्रस्तुत करने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता हैं। इस क्रियाकलाप को रेशे, धातुओं एवं अधातुओं के लक्षण जैसे प्रकरणों के आदान-प्रदान के समय किया जा सकता है।
- शिक्षक शिक्षार्थी को *जलवायु परिवर्तन– कारण, प्रभाव और समाधान* विषय पर एक परियोजना देते हैं। शिक्षार्थी विभिन्न स्रोतों, जैसे — वेबसाइट, संदर्भ ग्रंथ इत्यादि से आँकड़े एकत्र करते हैं। सूचना संग्रह करने के बाद शिक्षार्थी इस विषय पर अपनी समझ को कक्षा में प्रस्तुत करते हैं तथा इस पर विस्तार से परिचर्चा भी करते हैं। इस प्रकार शिक्षार्थी में अपने विचारों को तर्कसंगत रूप से अभिव्यक्त करने की योग्यता विकसित हो सकती है।

© NCERT not to be republished

अधिगम उद्देश्य – उदाहरण

- अर्धसेलों की दी हुई सूची से एक विद्युत रासायनिक सेल का निर्माण करना।
- एक मॉडल बनाकर अपने सहपाठियों को विद्युत रासायनिक सेल की कार्यविधि को समझाना।
- रेडॉक्स-समीकरण बनाने के लिए निम्नलिखित दो अर्ध समीकरणों को मिलाना–

  $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

  $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$
- दैनिक जीवन से उदाहरण लेते हुए रेडॉक्स-समीकरणों के महत्व पर एक प्रस्तुति तैयार करना।
- पवनचक्की का एक मॉडल बनाना।
- वायु प्रदूषण के स्रोतों के विषय में अपने इलाके के लोगों की जागरूकता जानने के लिए एक सर्वेक्षण करना।
- पृथ्वी के चुंबकत्व विषय पर पावरप्वाइंट प्रेज़ेंटेशन प्रस्तुतीकरण तैयार करना।
- सौरमंडल की संरचना प्रदर्शित करने के लिए एक नाट्य-प्रस्तुति देना।
- चुंबक का उपयोग कर खिलौने बनाना।
- एक रबर के तार (विभिन्न पदार्थ) के प्रतिबल-विकृति वक्र का आरेख बनाने के लिए एक युक्ति लगाकर प्रायोगिक समायोजन को कार्यसाध्य करना।

ध्यान दें कि अधिगम उद्देश्य के उपरोक्त उदाहरण न तो आदेशात्मक हैं और न ही व्यापक, केवल निदर्शी हैं।

अधिगम तंतु (स्ट्रैंड) के रूप में अधिगम उद्देश्य

विज्ञान शिक्षा के नवीनतम शोध हमें अधिगम उद्देश्यों को शिक्षार्थी में प्रत्यक्ष परिवर्तन के रूप में लिखने में सुधार के लिए मार्गदर्शन प्रदान करते हैं। अधिगम उद्देश्यों को अधिगम के **छह तंतुओं** के अंतर्गत बाँटा जा सकता है। इस बात को ध्यान में रखते हुए कि अधिगम औपचारिक के साथ-साथ अनौपचारिक परिवेश में भी होता है, ये तंतु कथन के रूप में लिखे जाते हैं जो बताते हैं कि शिक्षार्थी विज्ञान अधिगम के संकल्पनात्मक, प्रायोगिक, अमूर्त और विमर्शी पहलुओं के संदर्भ में विज्ञान सीखते समय क्या करेंगे।

अधिगम के ये सभी तंतु आपस में एक-दूसरे से एक रस्सी के तंतुओं जैसे गूँथे होते हैं। इसलिए अर्थपूर्ण अधिगम के लिए शिक्षण-अधिगम अनुभवों के साथ इन तंतुओं को समाकलित कर लेना चाहिए। किसी एक तंतु के अंतर्गत अधिगम अन्य तंतुओं के अंतर्गत अधिगम को अवलंब प्रदान करता है (बेल, 2009)।

अधिगम तंतुओं के अंतर्गत व्यवस्थित उद्देश्य अग्रलिखित हैं –

© NCERT not to be republished

तंतु 1 – प्राकृतिक परिघटना के अधिगम के लिए अभिरुचि, उत्तेजना, अनुभव एवं प्रेरणा उत्पन्न करना।

तंतु 2 – तथ्यों, संकल्पनाओं, व्याख्याओं एवं तर्कों को प्रस्तुत करना, समझना एवं उन्हें उपयोग करना तथा विज्ञान से संबंधित मॉडल बनाना।

तंतु 3 – प्रेक्षण, प्रश्न, खोज, परीक्षण, कार्यसाधन, पूर्वानुमान करना, प्रकृति एवं भौतिक विश्व का बोध होना।

तंतु 4 – प्रक्रमों पर एवं विज्ञान की संकल्पनाओं तथा परिघटनाओं को जानने के लिए शिक्षार्थियों का अपने अधिगम के तरीके पर विमर्श करना कि विज्ञान जानकारी प्राप्त करने का एक तरीका है।

तंतु 5 – वैज्ञानिक भाषा एवं उपकरणों का उपयोग करते हुए अन्य लोगों के साथ वैज्ञानिक क्रियाकलापों की अधिगम पद्धतियों में सम्मिलित होना।

तंतु 6 – अपने आपको विज्ञान का शिक्षार्थी समझना तथा विज्ञान के ज्ञाता तथा विज्ञान में योगदान करने वाले व्यक्ति के रूप में स्वयं की पहचान विकसित करना।

अधिगम के ये तंतु विभिन्न क्षेत्रों में अधिगम के आपस में गूँथे हुए होने की प्रकृति को बल प्रदान करते हैं तथा अधिगम उद्देश्य लिखने के लिए ढाँचा प्रदान करते हैं।

अधिगम के विभिन्न तंतुओं के अंतर्गत अधिगम अनुभवों के समायोजन के उदाहरण निम्नलिखित हैं।

'ऊष्मा और ताप' की संकल्पना के अधिगम के दौरान विद्यार्थी

तंतु 1 – जल को गरम करते समय ताप के मापन के लिए तापमापी के उपयोग का अनुभव प्राप्त करते हैं।

तंतु 2 – जल गरम करने के प्रक्रम में 'ताप में परिवर्तन' को समझने के लिए ताप परिवर्तन मॉडल का निर्माण करते हैं।

तंतु 3 – ताप परिवर्तन के मॉडल का दूसरे द्रवों के लिए उपयोगी होने का पूर्वानुमान लगाते हैं।

तंतु 4 – जल को गरम करने के प्रक्रम के दौरान 'ताप परिवर्तन के मॉडल' पर विमर्श करते हैं।

तंतु 5 – ताप परिवर्तन के विकसित मॉडल के विवरण के लिए वैज्ञानिक भाषा का प्रयोग करते हैं। उदाहरणत: शिक्षार्थी अपने मॉडल के विवरण में वैज्ञानिक शब्दावली जैसे कि *सेल्सियस, पैमाना, फ़ॉरेनहाइट पैमाना, गुप्त ऊष्मा, संवहन* का प्रयोग करते हैं।

तंतु 6 – ताप परिवर्तन के एक मॉडल का विकास करके विज्ञान में अपने स्वयं के योगदान को पहचानते हैं। उदाहरणत: अपने बनाए मॉडल का अन्य शिक्षार्थियों द्वारा बनाए गए मॉडलों से प्रभावोत्पादकता के आधार पर मूल्यांकन करते हैं।

© NCERT not to be republished

ऊष्मा की संकल्पना के अधिगम के एक अन्य उदाहरण में शिक्षार्थी

तंतु 1 – अनुभव करते हैं कि घर में किसी के बीमार होने पर एक तापमापी की सहायता से उसका ताप मापा जाता है।

तंतु 2 – समझते हैं कि जब कभी कोई व्यक्ति रोगग्रस्त होता है अथवा ज्वर-ग्रस्त होता है, तो उसके शरीर के ताप में वृद्धि हो जाती है।

तंतु 3 – 10 से 15 व्यक्तियों के ताप का मापन करते हैं तथा नोट करते हैं। एकत्रित आँकड़ों के आधार पर किसी व्यक्ति के सामान्य ताप के संबंध में निष्कर्ष निकालते हैं।

तंतु 4 – किए गए प्रेक्षणों पर विमर्श करते हैं तथा सार्थक व्याख्या करते हैं।

तंतु 5 – प्रयोगशाला एवं घर में शारीरिक ताप मापन के लिए तापमापी का उपयोग करते हैं। इस प्रक्रम के विवरण में *सेल्सियस पैमाना*, *फ़ैरेनहाइट पैमाना* एवं *ताप का परिवर्तन* जैसे शब्दों का प्रयोग करते हैं।

तंतु 6 – संकल्पना की अपनी समझ पर चिंतन करते हैं तथा अन्य लोगों/समुदाय/सहपाठियों को स्वस्थ व्यक्ति के शारीरिक ताप के विषय में अवगत कराते हैं।

क्रियाकलाप 4.7

अधिगम-तंतुओं (स्ट्रैंड्स) के बारे में वेबसाइट से और अधिक जानकारी प्राप्त कीजिए। इनको उपयोग करने की प्रासंगिकता की चर्चा कीजिए।

क्रियाकलाप 4.8

किसी एक प्रकरण को जैसे कि माध्यमिक स्तर पर *बल एवं दाब* ध्यानपूर्वक पढ़िए। प्रत्येक संवर्ग/प्रत्येक तंतु के एक अधिगम उद्देश्य का विकास कीजिए तथा इन अधिगम उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए चुने गए विशेष अधिगम क्रियाओं की उपयोगिता के विषय में अपने विचारों को दूसरों के साथ बाँटिए।

4.6 उच्च प्राथमिक, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर अधिगम उद्देश्यों के दृष्टांत

एक ही विषय क्षेत्र अथवा प्रकरण पर अधिगम उद्देश्य उच्च प्राथमिक, माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक स्तर के लिए अलग-अलग होते हैं। उच्च प्राथमिक स्तर पर शिक्षार्थियों को भौतिक विज्ञान के सिद्धांतों का अधिगम अपने दैनिक अनुभवों से जोड़ते हुए प्रेक्षण एवं मूर्त उदाहरणों के माध्यम से सीखने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। उन्हें सरल क्रियाकलापों, मॉडलों, परियोजनाओं में लगाया जाता है। सामूहिक क्रियाकलाप, सहपाठियों

© NCERT not to be republished

से एवं अध्यापकों से चर्चा, सर्वेक्षण, आँकड़ों का व्यवस्थापन एवं विद्यालय में प्रदर्शनी के माध्यम से उनका प्रदर्शन इत्यादि शिक्षाशास्त्र के महत्वपूर्ण घटक होने चाहिए। माध्यमिक स्तर पर उच्च प्राथमिक स्तर की अपेक्षा अमूर्त एवं मात्रात्मक तर्क अधिक महत्वपूर्ण स्थान ले लेते हैं। अत: शिक्षार्थियों को योजनाबद्ध प्रयोगात्मक कार्यों में संलग्न करके भौतिक विज्ञान की अमूर्त संकल्पनाओं से परिचित कराया जा सकता है। उच्चतर माध्यमिक स्तर पर शिक्षार्थियों को उन्नत तकनीकी अनुभव प्रदान करके विज्ञान के अतिसंयमी एवं गहन अध्ययन एवं समस्या समाधान पर ज़ोर दिया जाता है।

इसलिए अधिगम उद्देश्यों को लिखते समय संकल्पनाओं की गहनता, व्यापकता एवं जटिलताएँ एवं अधिगम अनुभवों की उपयुक्तता का, अधिगम के विभिन्न स्तरों पर शिक्षार्थी के संज्ञानात्मक स्तर के अनुसार ध्यान रखना चाहिए। उदाहरण के लिए, प्रकाश के विषय पर उच्च प्राथमिक, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर अलग-अलग ढंग से विचार किया जा सकता है। उच्च प्राथमिक स्तर पर प्रकाश की संकल्पना को दिन-प्रतिदिन के प्रेक्षणों से संबद्ध करने का प्रयास करते हुए प्रकाश के परावर्तन एवं छाया की संकल्पनाओं को मूर्त उदाहरणों की सहायता से समझाया जा सकता है। इन उदाहरणों की सहायता से प्रकाश की संकल्पनाओं का संबंध दैनिक प्रेक्षणों से किया जा सकता है। माध्यमिक स्तर पर विषयात्मक दृष्टिकोण की शुरुआत हो जाती है और प्राकृतिक परिघटनाओं के स्पष्टीकरण पर अधिक ज़ोर दिया जाता है। परंतु प्रकरण को अभी भी सामान्य विज्ञान के अंर्तगत पढ़ाया जाता है। उच्चतर माध्यमिक स्तर पर यह भौतिकी के स्वतंत्र विषय का रूप ले लेता है। इस स्तर पर अधिक जटिल गणितीय अभिव्यक्ति तथा उन्नत प्रयोगों के साथ विषय के गहन अध्ययन की आवश्यकता होती है।

आइए, देखें कि एक ही प्रकरण प्रकाश से संबंधित कुछ अधिगम उद्देश्यों का लेखन उच्च प्राथमिक, माध्यमिक और उच्चतर माध्यमिक स्तर पर कैसे कर सकते हैं।

प्रसंग – प्रकाश

उच्च प्राथमिक स्तर

- दी हुई सामग्रियों का प्रेक्षण कर पारदर्शी, अपारदर्शी तथा पारभासी वस्तुओं की पहचान करना।
- पारदर्शी पदार्थों का पारभासी पदार्थों से विभेदन करना।
- छाया और प्रतिबिंब के बीच भेद करना।
- एक जलती हुई मोमबत्ती का पहले एक सीधी नली एवं फिर एक मुड़ी हुई नली से प्रेक्षण कर निष्कर्ष निकालना कि प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है।
- पिन-छिद्र कैमरे का मॉडल बनाना।
- प्रिज़्म द्वारा सूर्य के प्रकाशपुंज का प्रेक्षण करके निष्कर्ष निकालना कि श्वेत प्रकाश सात रंगों से बना है।

© NCERT not to be republished

- एक समतल दर्पण एवं पिन का उपयोग करके परिवर्तन के नियम को समझने के लिए क्रियाकलाप करना।
- प्रकाश के परावर्तन के नियम बताना।
- मनुष्य के नेत्र का एक नामांकित आरेख बनाना, इत्यादि।

माध्यमिक स्तर

- अवतल एवं उत्तल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों की तुलना करना।
- अवतल दर्पण एवं उत्तल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब को रेखाचित्र द्वारा प्रदर्शित करना।
- लेंस सूत्र लिखना।
- एक क्रियाकलाप का आयोजन करना जिससे गोलीय लेंस के समक्ष विभिन्न स्थितियों में रखे बिंब के प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति एवं सापेक्ष साइज़ का प्रेक्षण किया जा सके।
- लेंस सूत्र पर आधारित गणनात्मक प्रश्नों को हल करना।
- तीन प्रकार के दृष्टि-दोषों (निकट दृष्टि-दोष, दूर-दृष्टि दोष तथा ज़रा-दूर दृष्टिता) तथा उनके संशोधन के तरीकों का वर्णन करना।
- एक प्रिज़्म द्वारा श्वेत प्रकाश के परिक्षेपण को स्पष्ट करना।
- आकाश के नीले रंग तथा सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय सूर्य के लाल रंग का होने की घटना की व्याख्या करने के लिए अपवर्तन की परिघटना का अनुप्रयोग करना।

उच्चतर माध्यमिक

- प्रकाश के पूर्ण आंतरिक परावर्तन को समझाने के लिए परावर्तन के नियमों का अनुप्रयोग करना।
- पूर्ण आंतरिक परिवर्तन के आधार पर मृगमरीचिका के बनने की व्याख्या करना।
- पूर्ण आंतरिक परिवर्तन का प्रकाशीय-रेशे (ऑप्टिक फ़ाइबर) के रूप में प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग का विवरण प्रस्तुत करना।
- गोलीय सतह पर अपवर्तन के लिए व्यंजक की व्युत्पत्ति का अवकलन करना।
- एक दूसरे के संपर्क में संयुक्त रूप से रखे गए लेंस की फ़ोकस दूरी के लिए व्यंजक व्युत्पत्ति करना।
- प्रिज़्म के पदार्थ के अपवर्तनांक के लिए गणितीय व्यंजक व्युत्पत्ति करना।
- i-δ वक्र का आरेख बनाने के लिए प्रयोग करना।
- सूक्ष्मदर्शी/दूरदर्शी की संरचना एवं कार्यविधि का वर्णन करना।
- दिए गए किरण आरेखों में त्रुटियों की पहचान करना।
- दिए गए मान वाले फ़ोकस दूरी के लेंस से सूक्ष्मदर्शी/दूरदर्शी बनाने के लिए गोलीय लेंसों की उपयुक्तता का मूल्यांकन करना।

© NCERT not to be republished

उपरोक्त उदाहरणों से आप देख सकते हैं कि अधिगम एक अनवरत एवं सतत प्रक्रम है और यह एक उत्पाद नहीं है। अत: अधिगम उद्देश्य विकासोन्मुख होने चाहिए, जो आदान-प्रदान किए जाने वाली संकल्पनाओं के विश्लेषण पर आधारित हों तथा शिक्षार्थी के संज्ञानात्मक स्तर, संदर्भ तथा आवश्यकताओं के अनुरूप हों।

अधिगम उद्देश्यों के उपरोक्त उदाहरण दृष्टांत मात्र हैं, आदेशात्मक नहीं। शिक्षार्थी की आवश्यकताओं, अभिरुचि, क्षमताओं एवं अभिवृत्तिओं के अनुसार संज्ञानात्मक प्रक्रम के पदानुक्रम में कुछ परिवर्तन अपेक्षित हो सकता है। परंतु महत्वपूर्ण बात यह है कि अधिगम उद्देश्य शिक्षक-अधिगम के केवल एक ही वर्ग पर केंद्रित न रहे।

क्रियाकलाप 4.9

एक समूह कार्य के रूप में विभिन्न संज्ञानात्मक प्रक्रम के लिए निम्नलिखित विषयों पर अधिगम के विभिन्न स्तरों के लिए अधिगम उद्देश्य विकसित कीजिए–

(a) *यांत्रिकी* (b) *चुंबकत्व* (c) *स्थिर-वैद्युतिकी* (d) *विद्युत* (e) *अम्ल, क्षारक एवं लवण* (f) *पदार्थों की प्रकृति एवं अवस्थाएँ* (g) *धातुकर्म।*

प्रत्येक समूह कक्षा में अपनी प्रस्तुति दे सकता है तथा संशोधन के लिए चर्चा कर सकता है।

4.7 निर्मितिवाद के परिप्रेक्ष्य में अधिगम उद्देश्य

जैसे पहले चर्चा हो चुकी है, पारंपरिक दृष्टिकोण के अनुसार, अधिगम उद्देश्यों को पहचान कर पहले ही लिख लिया जाता है जिससे कि पूर्व-चिन्हित अधिगम उद्देश्यों के आधार पर समुचित योजना (पाठ योजना) बनाई जा सके। इसमें अधिगम-परिस्थितियों और शिक्षार्थी की आवश्यकताओं का ध्यान नहीं रखा जाता। यह पारंपरिक दृष्टिकोण निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य दृष्टिकोण वाले लोगों को स्वीकार नहीं है। निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य में ज्ञान, बोध, अनुप्रयोग, कौशल, इत्यादि अथवा स्मरण करना, समझना, अनुप्रयुक्त करना और विश्लेषण करना, आदि को एक दूसरे से अलग करके नहीं देखा जा सकता, क्योंकि कोई भी ज्ञान तब तक संभव नहीं है जब तक कि शिक्षार्थी को उसका बोध न हो। कौशल को भी अकसर ज्ञान एवं बोध का परिणाम माना जाता है। दूसरे शब्दों में, किसी संकल्पना को अधिगम के विभिन्न स्तरों में नहीं बाँटा जा सकता। इसे अपने-आप में संपूर्ण होना चाहिए।

पाठ योजना का प्रारंभ संभवत: सर्वाधिक कठिन समय होता है जिसमें अधिगम स्थितियों एवं शिक्षार्थी की परिस्थितियों को जाने बिना ही अलग-अलग उल्लेख करके अधिगम उद्देश्य विस्तृत रूप में पहले ही लिख लिए जाते हैं। यह वह समय होता है जबकि शिक्षक एवं शिक्षार्थियों के बीच न्यूनतम सहमति होती है कि क्या सीखना चाहिए। शुरुआत में यह भी जानना कठिन होता है कि पाठ के आदान-प्रदान के दौरान क्या बोध उभर कर आएगा।

© NCERT not to be republished

शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के समय यदि मूल अधिगम उद्देश्य एवं शिक्षण-अधिगम डिज़ाइन मेल न खाएँ तो ऐसी स्थिति में शिक्षक इस डिज़ाइन में परिवर्तन करने की अपेक्षा आवश्यकताओं के अनुसार उद्देश्यों में परिवर्तन करते हैं। यदि शिक्षक कुछ और उद्देश्यों की आवश्यकता महसूस करते हैं तो शिक्षार्थियों की अधिगम अपेक्षाओं को पूरा करने के लिए वह कुछ और उद्देश्य शामिल कर सकते हैं, वह अधिक महत्वाकांक्षी अधिगम उद्देश्य हटा भी सकते हैं। यहाँ कुछ प्रश्न उठते हैं– जब तक भौतिक विज्ञान की किसी संकल्पना पर आधारित शिक्षण-अधिगम प्रक्रम समाप्त होता है तो अधिगम डिज़ाइन उद्देश्यों को पूरा करते हैं, अथवा उद्देश्यों से आपके द्वारा बनाए गए अधिगम डिज़ाइन का प्रभावी ढंग से पूर्वेक्षण होता है? क्या यह सर्पिल है? शिक्षण-अधिगम को प्रारंभ करते समय क्या हमें उद्देश्यों की आवश्यकता होती है? अथवा, क्या अधिगम उद्देश्य डिज़ाइन एवं विकास प्रक्रम के दौरान उद्भव होते हैं? यह विज्ञान शिक्षण-अधिगम का एक गंभीर मामला है।

अधिगम एक अपसारी प्रक्रिया है जो विविध विषयों के ज्ञान से प्राप्त होता है एवं आवश्यक नहीं कि वह अध्यापक द्वारा दिए गए सामान्य, एकमात्र अनुभव से हो सके। आवश्यक रूप से ही यह एक सहभागी प्रक्रम है जिसमें शिक्षार्थी अपने ज्ञान का निर्माण अपने तरीके से करते हैं जिसमें आत्मसात्करण, अन्योन्य क्रिया, प्रेक्षण तथा विमर्श शामिल हैं। इस प्रक्रम में शिक्षार्थी पिछले ज्ञान को याद रखते हैं और आगे सीखते हैं। अत: यह प्रक्रम एकदिशीय नहीं है, वरन् यह सर्पिल एवं जटिल प्रकृति का है।

अत: अधिगम एक बहुआयामी प्रक्रिया है और यह कुछ प्रमुख संकल्पनाओं के चारों ओर केंद्रित होना चाहिए। अध्यापक को संकल्पनाओं के बोध का सतत मूल्यांकन करने की आवश्यकता होती है। शिक्षार्थियों के विचारों को जानने के लिए उनसे पूछताछ करनी चाहिए, उनको महत्व देना चाहिए। उन्हें प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। संकल्पनाओं के बारे में उनके विचारों को आधार बनाकर भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम उद्देश्य की रचना तथा पुनर्रचना सतत करते रहना चाहिए। इससे विद्यार्थी के ज्ञान के वर्तमान स्तर को जानने में मदद मिलेगी तथा उनकी भ्रांतियों को दूर करने एवं सहज संकल्पनाओं को समझने में सहायता प्राप्त होगी। पूर्वनियोजित कार्यसूची से चिपके रहने की अपेक्षा शिक्षकों को शिक्षार्थियों के संज्ञानात्मक विकास के अनुरूप अधिगम उद्देश्यों में परिवर्तन करते रहना चाहिए।

निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य में अधिगम उद्देश्य की प्रकृति प्रासंगिक होती है। शिक्षार्थी स्वयं अपने अर्थ की रचना करते हैं। हम यह प्रत्याभूति (गारंटी) नहीं दे सकते कि वे बिलकुल वही सीखेंगे जैसा हम चाहते हैं, परंतु हम उनकी सहायतार्थ ऐसे परिवेश का निर्माण कर सकते हैं जो विचार एवं आचरण के विकास में उनकी मदद करे तथा हमारे विचारों के अनुरूप हो। इससे पहले कि हम अधिगम नीतियों को डिज़ाइन करना प्रारंभ करें, यह सोचना असंगत है कि हम वह सब कुछ

© NCERT not to be republished

संयोजित कर सकते हैं जो हमें पाठ के बारे में जानना चाहिए। इसके लिए दुनिया बहुत अधिक जटिल है तथा हमारे शिक्षण-अधिगम को प्रभावित करने वाले कारक भी बहुत अधिक हैं। इसका यह अर्थ कदापि नहीं है कि शिक्षक बिना अधिगम उद्देश्य के कार्य करे। शिक्षण-अधिगम को कुछ व्यापक एवं एकीकृत प्रमुख संकल्पना के चारों ओर आयोजित करना चाहिए। उदाहरण के लिए, कक्षा 8 के लिए प्रकाश का परावर्तन प्रकरण की संकल्पनाएँ हो सकती हैं– प्रकाश से वस्तुएँ दिखाई देने लगती हैं, परावर्तन के नियमों का प्रायोगिक सत्यापन, नियमित एवं विसरित परावर्तन, परावर्तित प्रकाश पुन: परावर्तित हो सकता है, समतल दर्पण से अनेक प्रतिबिंबों का बनना एवं बहुदर्शक (क्लाइडोस्कोप)।

अधिगम उद्देश्य को शिक्षार्थियों की सहायता से नियोजित किया जा सकता है। इसके लिए उनसे चर्चा की जा सकती है, उन्हें अन्वेषण में सम्मिलित किया जा सकता है एवं क्रियाकलाप करने, प्रश्न पूछने, तर्क-वितर्क करने के अवसर प्रदान किए जा सकते हैं। इसके लिए आवश्यक है कि शिक्षक को भौतिक विज्ञान की संकल्पनाओं, अधिगम प्रक्रम तथा शिक्षार्थी के विषय में गहरी समझ हो। इन आवश्यकताओं का बोध उनकी प्राथमिकताओं में शामिल होना चाहिए।

ज्ञान की रचना एवं संकल्पनाओं की समझ के प्रक्रम में शिक्षार्थी का अनुभव एक महत्वपूर्ण स्थान रखता है। विज्ञान की खोज प्रक्रम में संभवत: अनुभव सबसे महत्वपूर्ण चरण है जिसके द्वारा प्रत्येक शिक्षार्थी को बोध और विमर्श कराया जा सकता है तथा विचारों तक पहुँचाया जा सकता है। अत: शिक्षार्थी के अनुभवजन्य आधार की समझ भी अधिगम उद्देश्य एवं शैक्षणिक चयन के लिए महत्वपूर्ण है। उन्होंने पहले से ही जो अनुभव किया है उससे अधिगम को जोड़ने से विमर्श प्रक्रम में सहायता मिलती है। अनुभवों की रचना करना तथा उनको प्राप्ति के लिए उपयुक्त तरीके ढूँढना शिक्षक के लिए सतत चुनौती है।

भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के नवीन अनुभवों को अनेक प्रकार से आयोजित किया जा सकता है। यह कुछ घटित होने को प्रेक्षण करने के प्रक्रम द्वारा, क्रियाकलाप, प्रयोग तथा परियोजनाओं का निष्पादन करके अथवा शिक्षार्थी द्वारा किए गए कुछ अनुभवों के विमर्श के मानसिक प्रक्रम द्वारा हो सकता है। अभ्यास कार्य के रूप में प्राप्त अनुभव जो विद्यार्थी को विद्यालय के बाहर के जीवन से संबंध स्थापित करने में सहायक हों अथवा विद्यालय में ही रचित अनुभव हों, शिक्षा के सभी स्तरों के लिए उपयोगी हैं। शिक्षक जिन अनुभवों की योजना विद्यार्थी के लिए बनाना चाहते हैं, अलग-अलग स्तरों पर केवल उनकी प्रकृति, प्रकार एवं जटिलता में ही परिवर्तन की आवश्यकता होती है।

सुंदरम को कक्षा 6 के विद्यार्थियों के साथ चुंबकत्व की संकल्पना का आदान-प्रदान करना था। वह दो चुंबक, एक कंपास सुई, कुछ सेफ़्टीपिन, कीलें (तथा कुछ अन्य चुंबकीय पदार्थ) कक्षा में ले गए तथा विद्यार्थियों को इनसे लगभग 10 मिनट खेलने दिया। वह घोषणा करते हैं – "आप लोग

इन पदार्थों को एक-दूसरे के पास ला सकते हैं। इन्हें अलग-अलग दूरी पर रख कर देख सकते हैं कि क्या होता है।" इन वस्तुओं से जैसे चाहे खेलकर छात्र बहुत प्रसन्न हुए वे प्रश्न करने लगे – "यह (कंपास सुई) क्या है?" "सेफ़्टीपिन और कीलें चुंबक से क्यों चिपक जाती हैं?" "जब चुंबक को कंपास सुई के पास लाते हैं तो कंपास सुई क्यों घूमने लगती है" "कंपास सुई का क्या उपयोग है?" "मैं चुंबक के बारे में और जानना चाहता हूँ।" "क्या मैं कंपास सुई से और खेल सकता हूँ?" इत्यादि। विद्यार्थियों के प्रश्नों को सुनते हुए एवं उनके प्रश्नों से शुरुआत करते हुए सुंदरम अधिगम उद्देश्यों को निर्धारित करते हैं। वह चुंबक की आकर्षण एवं दिशासूचक गुणों की संकल्पनाओं के आदान-प्रदान के लिए कक्षा में परिचर्चा करते हैं। वह विद्यार्थियों को कक्षा में उत्तर-दक्षिण दिशा जानने के लिए कंपास सुई का उपयोग करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं।

शिक्षार्थियों को अधिगम उद्देश्य निर्धारित करने के लिए सहायता की आवश्यकता पड़ सकती है। शिक्षार्थी दूसरों के साथ और अपने आस-पास की दुनिया के साथ सक्रिय रूप से परस्पर जुड़ जाते हैं और अपने ज्ञान का सतत निर्माण तथा उसका पुर्ननिर्माण करते हैं। शिक्षार्थियों को अधिगम का माहौल प्रदान करने से उन्हें उद्देश्य के विकास में भागीदारी के लिए प्रोत्साहन मिलता है, उनमें सीखने के लिए अपनत्व का एक व्यक्तिगत भाव आता है तथा उन्हें अपने अधिगम के स्वामित्व का अहसास प्राप्त होता है।

शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षक शिक्षार्थियों को अपने सहपाठियों से सह चिंतन-सह विचार विनिमय करने के लिए बार-बार कह सकते हैं। शिक्षार्थी अपने बगल के सहपाठी से चर्चा करके दो-तीन ऐसे प्रश्न लिख सकते हैं जिनके उत्तर उन्हें नहीं मालूम हैं। शिक्षण-अधिगम

अनुभव को उनके प्रश्नों से प्रारंभ कर डिज़ाइन किया जा सकता है। अध्यापक को शिक्षण प्रकरण के संकल्पों का गहन बोध होना चाहिए जिससे वह शिक्षार्थियों के प्रश्नों के बारे में पूर्वानुमान लगा सके तथा अन्योन्य क्रिया को संबंधित विषय-वस्तु के ज्ञान के निर्माण पर केंद्रित कर सके। इससे शिक्षार्थी को कक्षा में पढ़ाए जाने वाली विषय-वस्तु को अपने पूर्व अनुभवों के साथ संबंधित करने का अवसर प्राप्त हो सकेगा। विषय के भली प्रकार से अधिगम के लिए यह महत्वपूर्ण है कि शिक्षार्थी उन प्रश्नों की पहचान करें जिनके उत्तर वे प्राप्त करना चाहते हैं तथा अधिगम उद्देश्यों की पहचान के लिए वे अग्रणी भूमिका निभाएँ।

शिक्षार्थियों से पृथक, मात्र ज्ञान पिंड के रूप में विज्ञान का कोई अस्तित्व नहीं है। अध्यापक को यह समझना होगा कि शिक्षार्थी-केंद्रित अधिगम की स्थितियों में पाठ्यक्रम का 'विकास' होता है तथा यह ज्ञान के सर्जन प्रक्रम के संभावित समर्थन के लिए 'पूर्व नियोजित' डिज़ाइन नहीं है। प्रत्येक अनुवर्ती स्थिति संचयी रूप से शिक्षक को शिक्षार्थी की आवश्यकताओं को खोजने और अधिगम के लिए बेहतर अंतर्दृष्टि प्रदान करने में विविध प्रकार से सहायक होती है। इस दृष्टि से अधिगम अनुभव को विकसित करने के लिए शिक्षार्थी के प्रयास में शिक्षक एक प्रतिभागी होता है।

क्रियाकलाप 4.10

रासायनिक अभिक्रिया प्रकरण की संकल्पनाओं के आदान-प्रदान के लिए मुख्य संकल्पनाओं की एक सूची बनाइए। आप इस विषय पर अधिगम उद्देश्य विकसित करने के लिए शिक्षार्थियों के विचारों तथा अनुभवों से किस प्रकार सहायता प्राप्त कर सकते हैं? अपने विचारों पर कक्षा में सहचिंतन-सहविचार विनिमय कीजिए।

4.8 सारांश

शिक्षार्थी एवं शिक्षक दोनों के लिए ही अधिगम उद्देश्य अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। यह शिक्षक को कक्षा के लिए अधिगम अनुभवों के संयोजन की योजना बनाने एवं उनका आकलन करने के तरीकों और साधनों को तय करने हेतु निर्दिष्ट करते हैं।

अधिगम को प्रत्यक्ष नहीं देखा जा सकता। इसलिए हमें दिखाई देने वाले साक्ष्यों से कुछ अधिगम सूचक तलाश करने होते हैं। भली-भाँति बनाए गए अधिगम उद्देश्य उन सूचकों के विकास के लिए सरल मार्ग प्रदान करते हैं। क्योंकि अधिगम उद्देश्य उस रूप में लिखे जाते हैं जिसमें छात्र कार्य निष्पादित करेंगे, इसलिए शिक्षक शिक्षार्थी के अधिगम प्रदर्शन का मूल्यांकन सरलता से कर सकते हैं तथा कक्षा में प्रतिपुष्टि भी कर सकते हैं। अधिगम के सूचकों के विषय में हम विस्तार से अध्याय 11 भौतिक विज्ञान अधिगम के आकलन के लिए उपकरण एवं प्रविधियाँ में चर्चा

© NCERT not to be republished

करेंगे। अधिगम सूचक अधिगम के विभिन्न क्षेत्रों में शिक्षार्थियों की संकल्पनाओं के गठन और उनकी प्रगति को मॉनीटर करने में सहायक होते हैं।

जैसा कि हम सभी जानते हैं कि बच्चे प्रकृति से ही जिज्ञासु होते हैं। उन्हें स्वतंत्रता देने पर लंबे समय तक वे अपने आस-पास की वस्तुओं का अन्वेषण करना चाहते हैं तथा अंत:क्रिया करते हैं। यही महवपूर्ण अधिगम अनुभव हैं कि जो वैज्ञानिक अन्वेषण करने के गुणों को आत्मसात् करने के लिए आवश्यक होते हैं, परंतु, हो सकता है कि ये अनुभव हमेशा वयस्क व्यक्ति की अपेक्षाओं के अनुरूप न हों। अत: यह अत्यंत महत्वपूर्ण है कि अधिगम उद्देश्य विकसित करने की दृष्टि से उनके इस स्वभाव को जीवंत रखा जाए एवं उन्हें अधिगम के लिए पर्याप्त मौका दिया जाए। विकसित उद्देश्य लचीले होने चाहिए जो शिक्षार्थी की अधिगम आवश्यकताओं एवं शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों के अनुरूप हों। यह शिक्षण अधिगम प्रक्रम के लिए पथ-प्रदर्शक का काम करें न कि बोझ लगें। हमारा अंतिम लक्ष्य तो बच्चे की सहायता करना है, जिससे वह स्वायत्त शिक्षार्थी बन सके।

अधिगम उद्देश्य निरूपण शिक्षक को अधिक लचीला बनने में सहायता करता है, क्योंकि उनके पास शिक्षार्थियों की अधिगम आवश्यकताओं एवं रुचियों के समायोजन के लिए कई विकल्प उपलब्ध हो जाते हैं, जिनमें से वह किसी का भी चयन कर सकते हैं। शिक्षक को शिक्षार्थियों से प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। यदि अधिगम में कुछ कमी दिखाई देती है तो उन्हें अधिगम उद्देश्यों का पुनर्वीक्षण कर कुछ नए उद्देश्य शामिल कर लेने चाहिए, जिससे संकल्पना के उन महत्वपूर्ण पहलुओं को शामिल किया जा सके जो पहले छूट गए थे। पूर्व-निर्धारित उद्देश्यों की अपेक्षा शिक्षार्थी के प्रश्नों एवं अनुभवों को अधिक महत्व देना चाहिए तथा उन्हें अधिगम उद्देश्य के चयन के लिए उपयोग करना चाहिए। विज्ञान में अधिगम न तो मात्र विषय-वस्तु और न ही केवल अधिगम प्रक्रम से अभिलक्षित होता है, परंतु विषय-वस्तु, प्रक्रम तथा शिक्षार्थी के संदर्भ, समाज एवं पूरे विद्यालय के अनुभवों के विवेकसम्मत सम्मिश्रण द्वारा परिभाषित होता है।

अधिगम उद्देश्य का परंपरागत तथा साथ-ही-साथ निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य में गहन बोध, कक्षा में शिक्षण-अधिगम अनुभवों को डिज़ाइन करने तथा शिक्षार्थी की अधिगम आवश्यकताओं की पूर्ति में सहायक होता है।

© NCERT not to be republished

अभ्यास

4.1 अधिगम उद्देश्यों से आपका क्या अभिप्राय है? आपके विचार में एक सुविकसित अधिगम उद्देश्य के क्या अभिलक्षण होने चाहिए? उदाहरणों द्वारा स्पष्ट कीजिए।

4.2 'भौतिक विज्ञान के लक्ष्य तथा अधिगम उद्देश्य एक-दूसरे से निकट संयोजन में संचालित होते हैं', टिप्पणी कीजिए।

4.3 'भौतिक विज्ञान के अधिगम उद्देश्यों की जड़ें भौतिक विज्ञान के लक्ष्यों में होती हैं' किसी भी संकल्पना के उदाहरण की सहायता से इसका वर्णन कीजिए।

4.4 अधिगम उद्देश्यों को विकसित करने का क्या महत्व है? कुछ उदाहरणों की सहायता से इसकी व्याख्या कीजिए।

4.5 भौतिक विज्ञान में अपनी रुचि का कोई विषय चुनिए तथा एंडरसन और कर्थवाल द्वारा दिए गए प्रत्येक उप-वर्गों के लिए न्यूनतम दो अधिगम उद्देश्य विकसित कीजिए।

4.6 *प्रकाश/अम्ल, क्षारक एवं लवण* प्रकरण पर भौतिक विज्ञान में विभिन्न स्तरों पर किन्हीं तीन क्रियाकलापों एवं तीन प्रयोगों के लिए अधिगम उद्देश्य लिखिए।

4.7 अधिगम उद्देश्य लिखने से, शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षक को किस प्रकार सहायता मिलती है, इसे जानने के लिए एक प्रश्नोत्तरी तैयार कीजिए। भौतिक विज्ञान के कुछ कार्यरत शिक्षकों से साक्षात्कार कीजिए। एकत्र किए गए आँकड़ों का विश्लेषण कीजिए तथा कक्षा में उसकी रिपोर्ट प्रस्तुत कीजिए।

4.8 एक कार्यरत अध्यापक की विज्ञान/भौतिकी/रसायन की कक्षा का अवलोकन कीजिए। देखिए कि कौन-से अधिगम उद्देश्य कक्षा में प्राप्त किए जा रहे हैं? इसके लिए कौन-से शिक्षण-अधिगम अनुभव डिज़ाइन किए गए हैं? अपने जाँच परिणाम की रिपोर्ट अपने शिक्षक-प्रशिक्षक को प्रस्तुत करें।

4.9 निर्मितिवाद परिप्रेक्ष्य में आप अधिगम उद्देश्य किस प्रकार विकसित करेंगे, इस पर चर्चा कीजिए। अपने विचारों की उदाहरणों द्वारा पुष्टि कीजिए।

© NCERT not to be republished

अध्याय 5 शिक्षार्थी का अन्वेषण

5.1 परिचय
5.2 प्रत्येक शिक्षार्थी अपने आप में अद्वितीय होता है
5.3 शिक्षार्थियों को अपने पूर्ववती ज्ञान को कक्षा में लाने के लिए प्रेरित करना
5.3.1 सहज संकल्पनाएँ
5.4 शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करना
5.4.1 सम-समूहों के बीच संवाद को बढ़ावा देना
5.4.2 परिचर्चा प्रेरित करना
5.4.3 विज्ञान में तर्क-वितर्क
5.5. भौतिक विज्ञान के अधिगम में सहनिर्धारण और मध्यगता में शिक्षार्थियों की भूमिका
5.6 शिक्षार्थियों को प्रश्न उठाने और पूछने के लिए प्रोत्साहित करना
5.6.1 शिक्षार्थियों को प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करने की युक्तियाँ
5.6.2 शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने की आदत डालना
5.6.3 शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने के अवसर उत्पन्न करना
5.7 स्थानीय संसाधनों से सामग्री एकत्रित करने के लिए शिक्षार्थियों को प्रोत्साहित करना
5.8 सारांश

© NCERT not to be republished

5.1 परिचय

हम पिछले दो अध्यायों में भौतिक विज्ञान के लक्ष्यों और अधिगम के उद्देश्यों के बारे में चर्चा कर चुके हैं। हम यह समझ चुके हैं कि सुविकसित अधिगम उद्देश्य शिक्षण-अधिगम की परिस्थिति और शिक्षार्थी की आवश्यकता के अनुरूप लचीले होने चाहिए। आपको यह बात भली प्रकार समझ लेना है कि बौद्धिक, भावनात्मक और सामाजिक आवश्यकताओं के संदर्भों में प्रत्येक शिक्षार्थी दूसरे से भिन्न होता है। उनके भौतिक विज्ञान सीखने के अभिप्रेरण स्तर भी भिन्न होते हैं। ये स्तर उनके ज्ञान, अनुभव, अभिरुचियों और क्षमताओं के संदर्भ में समान नहीं होते हैं। समय के

साथ भी प्रत्येक व्यक्ति में ये विभिन्नताएँ देखी जा सकती हैं। ये सभी विभिन्नताएँ उनके सीखने के तरीके और ज्ञान प्राप्ति को प्रभावित करती हैं।

इसके अतिरिक्त, हम देखते हैं कि शिक्षार्थी, विज्ञान संबंधी अपने ज्ञान का निर्माण अपने तरीके से अपने परिवेश में उपलब्ध अधिगम सामग्री से अंत:क्रिया के द्वारा करते हैं। विभिन्न क्रियाकलापों और जाँच-पड़ताल के माध्यम से अधिगम के परिवेश को जानने और सर्जन करने से आपको शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में मदद मिलती है। यह शिक्षण को शिक्षार्थियों के प्रतिदिन के जीवन अनुभवों से संबद्ध करने में मदद करता है। शिक्षार्थियों के अधिगम को बढ़ाकर अधिकतम करने और विविध शिक्षण-अधिगम स्थितियों में उनकी व्यापक क्षमताओं का उपयोग करने के लिए, आपको शिक्षार्थियों का अन्वेषण करना आवश्यक है।

शब्दकोश के अनुसार अन्वेषण का अर्थ व्यवस्थित रूप से जाँच-पड़ताल करना है। शिक्षण अधिगम स्थितियों और प्रक्रियाओं के संदर्भ में शिक्षार्थी के अन्वेषण से तात्पर्य, शिक्षार्थियों और उनकी अधिगम स्थितियों को जानना है। प्रश्न यह उठता है कि आप अपने शिक्षार्थियों को क्यों जानें? आप उनके बारे में क्या जानें? आप उनके बारे में कैसे जान सकते हैं? आइए, पहले इन सब प्रश्नों के उत्तर एक व्यापक परिप्रेक्ष्य में देखें। सर्वप्रथम, आपको अपने शिक्षार्थी को इसलिए जानना चाहिए, क्योंकि प्रत्येक शिक्षार्थी अपने आप में अद्वितीय होता है। दूसरा, आपको वैज्ञानिक संकल्पनाओं संबंधी उनके पूर्ववर्ती और सहज विचारों, उनकी अधिगम आवश्यकताओं और उन विविध तरीकों को जानना चाहिए जिनके द्वारा वे भौतिक विज्ञान सीखते हैं। आपको यह पता लगाना होगा कि वे अपने ज्ञान का निर्माण कैसे कर रहे हैं और उनके विज्ञान के प्रक्रमों को सीखने का विस्तार कहाँ तक है। ये सब आपको अपने शिक्षण-अधिगम के अनुभवों और प्रक्रमों की योजना बनाने में मदद करेंगे। तीसरा, आप शिक्षार्थियों के लिए अनुकूल अधिगम परिस्थितियाँ उत्पन्न करके उन्हें जान सकते हैं। शिक्षार्थियों को अभिप्रेरित करके उन्हें भौतिक विज्ञान संकल्पनाओं संबंधी उनके पूर्ववर्ती एवं सहज विचारों को शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के साथ सक्रिय रूप से जोड़ा जाना चाहिए। ऐसा करने के लिए सम-समूह वर्ग के शिक्षार्थियों के मध्य बातचीत, चर्चा और तर्क-वितर्क तथा अधिगम में सहनिर्धारण एवं मध्यगता के महत्व को समझते हुए शिक्षण को सुसाध्य बनाया जाना चाहिए। आपको चाहिए कि आप उन्हें विभिन्न क्रियाकलापों, प्रयोगों और परियोजनाओं के लिए आवश्यक अधिगम सामग्री को स्थानीय स्रोतों से इकट्ठी करने को प्रोत्साहित करें। इन सब प्रयोजनों के लिए, आप उन्हें प्रश्न पूछने और विज्ञान के संबंध में अपने विस्मय को व्यक्त करने के अवसर दें और इसके लिए आपको शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने की आदत डालनी होगी। इस अध्याय में हम विस्तार से इनके संबंध में चर्चा करेंगे।

© NCERT not to be republished

5.2 प्रत्येक शिक्षार्थी अपने आप में अद्वितीय होता है

हमने ऊपर चर्चा की कि प्रत्येक शिक्षार्थी एक-दूसरे से भिन्न होता है। आप अपने आप से पूछ सकते हैं, "मैं शिक्षार्थियों में प्रत्येक की भिन्नताओं को क्यों जानूँ, जबकि मुझे अपनी कक्षा में सबको एक ही विषय-वस्तु पढ़ानी है?" आप अपने अनुभवों का स्मरण करके इस प्रश्न का उत्तर स्वयं जान सकते हैं। आप अपने विद्यालयों के दिनों के कुछ शिक्षण-अधिगम प्रसंगों को याद करें, जहाँ शिक्षक 'पूरी कक्षा' को 'एक ही विषय-वस्तु' को 'एक ही तरीके' से पढ़ा रहे थे। परिणाम क्या रहा? क्या सभी शिक्षार्थियों ने 'किसी एक विषय-वस्तु को एक ही स्तर' पर सीखा? क्या शिक्षक द्वारा उनकी परीक्षा लेने पर उन्हें 'समान अंक या ग्रेड मिले'? यदि नहीं, तो क्यों? अब आपको इस 'क्यों' का उत्तर देना है। क्या आपने शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया के दौरान कभी अपने शिक्षक और कक्षा के साथियों के साथ अपने अनुभव बाँटने की बात सोची थी?

क्या सभी शिक्षार्थी किसी एक विषय-वस्तु को एक ही स्तर पर सीखते हैं?

आप अपनी कक्षा में शैक्षिक अनुभवों के व्यापक विस्तार वाले शिक्षार्थी पाएँगे जिनका आपको शिक्षण-अधिगम की योजना बनाते समय ध्यान रखना है। कुछ ने बहुत-सी पुस्तकें पढ़ी हैं, कुछ ने अधिगम के पूर्ववर्ती स्तरों पर बहुत-सी परियोजनाओं पर कार्य किया है, कुछ ने विभिन्न स्थानों की यात्रा की है। विभिन्न शिक्षार्थी विभिन्न व्यक्तियों के साथ मिलते-जुलते हैं और अपने पर्यावरण का अवलोकन और उसकी व्याख्या विभिन्न प्रकार से करते हैं। ये सभी कारक उनके अनुभवों में भिन्नता ले आते हैं। वे अपने पूर्ववर्ती अनुभवों के आधार पर अपने ज्ञान का

निर्माण भिन्न प्रकार से करते हैं। अत: कक्षा में शिक्षार्थियों की विषमांगता तथा प्रत्येक शिक्षार्थी की अद्वितीयता को ध्यान में रखकर और शिक्षार्थियों के वर्तमान विचारों पर ध्यान देते हुए, शिक्षण-अधिगम के अनुभवों में समृद्धि की जा सकती है। साथ ही इससे शिक्षार्थी को गरिमा का अनुभव होता है और उन्हें सीखने के प्रक्रम में सक्रिय रूप से सम्मिलित होने के लिए प्रेरित करता है।

क्रियाकलाप 5.1

अपने मित्रों के साथ उनके अनुभवों, अभिरुचियों और वे किस प्रकार सीखना चाहेंगे, इत्यादि के बारे में बातचीत करें। क्या आप पाते हैं कि आप में से प्रत्येक में सीखने के अनुभवों और सीखने की आवश्यकताओं में भिन्नता है? इस विषय पर अपने विचार व्यक्त करें।

5.3 शिक्षार्थियों को अपने पूर्ववती ज्ञान को कक्षा में उपयोग में लाने के लिए प्रेरित करना

शिक्षार्थी के अनुभवों, वास्तविक जीवन की घटनाओं के प्रेक्षणों और उनके पूर्ववर्ती ज्ञान का उपयोग विज्ञान शिक्षण-अधिगम में किया जाना चाहिए। उन्हें उनके ज्ञान के निर्माण के लिए शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया में सक्रिय रूप से भाग लेने के लिए अभिप्रेरित किया जाना चाहिए। उनके प्रयोग करने, परिकल्पना बनाने, सुधार करने, चर्चा करने, निष्कर्ष निकालने, औचित्य ठहराने, प्रतिवाद करने तर्क-वितर्क करने, विश्लेषण करने, हल करने, प्रश्न करने, संबंध स्थापित करने, व्यवस्थित करने, उपयोग करने, अनुप्रयोग करने, विवेचनात्मक रूप से परखने, स्पष्ट करने और निष्कर्ष निकालने की क्षमता को सुसाध्य बनाकर उनकी भागीदारी पर ज़ोर देना चाहिए। शिक्षक को चाहिए कि वह अधिगम के ऐसे वातावरण को पोषित करें, जहाँ शिक्षार्थियों को बिना भय के अपने पूर्ववर्ती अनुभव और ज्ञान बाँटने के लिए प्रोत्साहन मिल सके और वे भाग लेने की पहल कर सकें। ऐसे वातावरण से युक्त कक्षा को आप गुणवत्ता अधिगम के अनुसरण के लिए सजीव स्थल पाएँगे, जहाँ शिक्षार्थियों को अन्वेषण करने की जिज्ञासा और वैज्ञानिक अभिवृत्ति के विकास में सहायता मिलेगी।

प्रेक्षण की स्थिति उपलब्ध कराने पर शिक्षार्थियों में जिज्ञासा जाग्रत होती है और उनके मन में प्रश्न उत्पन्न होते हैं। उदाहरण के लिए, आप मोमबत्ती तथा स्पिरिट लैंप जलाकर (आवश्यक सावधानी बरतें) *दहन अथवा ज्वाला* का अध्याय प्रारंभ कर सकते हैं और शिक्षार्थियों को दोनों ज्वालाओं का अवलोकन कर अपना प्रेक्षण बताने के लिए कह सकते हैं। विद्यार्थियों का ध्यान निम्नलिखित की ओर खींचा जा सकता है –

- ज्वाला का साइज़;
- ज्वाला की चमक;
- ज्वाला का रंग इत्यादि।

© NCERT not to be republished

दहन की संकल्पना को कक्षा में शिक्षार्थियों के अनुभवों से जोड़ने के लिए आप अन्य ज्वालाओं से तुलना करने में उनकी सहायता कर सकते हैं, जो उन्होंने देखी होंगी, जैसे कि –

- रसोईघर में बर्नर की ज्वाला।
- लोहार द्वारा उपयोग में लाए जाने वाली भट्टी की ज्वाला।
- जलती लकड़ी/कागज़/गाय के गोबर के उपले इत्यादि की ज्वालाएँ।
- अलाव (bonfire) में जलाई जाने वाली वस्तुओं की ज्वालाएँ।

यहाँ आप शिक्षार्थियों के समक्ष ज्वाला के बारे में उनके अनुभवों और पूर्ववर्ती ज्ञान को कक्षा में उपयोग में ला रहे हैं। जब शिक्षार्थी कक्षा के अधिगम अनुभवों को अपनी बाहरी दुनिया के प्रेक्षणों और अनुभवों से जोड़ते हैं तो यह उनके अधिगम प्रक्रम में भागीदारी के लिए अभिप्रेरक का कार्य करता है।

रासायनिक अभिक्रियाओं की चर्चा करते समय, माध्यमिक कक्षाओं के एक शिक्षक, समीर शिक्षार्थियों को अभिप्रेरित करने का प्रयास करते हैं कि वे अपने चारों ओर जो परिवर्तन देखते हैं, उनके बारे में अपने अनुभव बाँटें और अपने दैनिक जीवन के उपयोग की वस्तुओं, जैसे — साबुन, विभिन्न रंग, गंध और संरचना वाले टूथपेस्टों, संश्लेषित वस्त्र सामग्री आदि बनाने के प्रक्रमों के बारे में विचार करें। रासायनिक पदार्थों के रूपांतरण के बारे में उनके द्वारा चर्चा में जो प्रश्न पूछे जाते हैं, उनमें से कुछ प्रश्न निम्नलिखित हैं –

- जब कागज़, लकड़ी, मोमबत्ती, कपड़ा और मैग्नीशियम धातु जैसी वस्तुओं को जलाते हैं, तो आप क्या परिवर्तन देखते हैं?
- जब लोहे की बनी किसी वस्तु को गरम किया जाता है तो क्या होता है?
- खुले नम स्थान में धातुओं को छोड़ने पर क्या होता है?
- भोजन को खुला छोड़ देने पर वह खराब क्यों हो जाता है?
- पके हुए भोजन का रंग कच्ची भोजन सामग्री से भिन्न क्यों होता है?
- क्या होता है जब एक अम्ल एक क्षारक से अभिक्रिया करता है?
- आप कैसे ज्ञात करेंगे कि कोई पदार्थ अम्लीय या क्षारकीय प्रकृति का है?

वह पाते हैं कि विद्यार्थी स्वयं शिक्षक से इस प्रकार के और भी बहुत से प्रश्न पूछते हैं और परस्पर बातचीत और चर्चा करके उनके उत्तर ढूँढना शुरू कर देते हैं। समीर उनको कुछ क्रियाकलाप करने और उनकी जिज्ञासाओं की संतुष्टि हेतु अन्वेषण में मदद करते हैं। वह अनुभव करते हैं कि विद्यार्थी अपने प्रश्नों के उत्तरों को तलाश करने में रुचि लेने लगते हैं और सीखने के लिए अभिप्रेरित हो जाते हैं।

© NCERT not to be republished

पाठ प्रारंभ करने से पहले आपको सुनिशित कर लेना चाहिए कि शिक्षार्थी सीखने के लिए तत्पर हैं। आपको जानना चाहिए कि अधिगम विविध तरीकों से होता है, जैसे – पढ़कर, पूछकर, सुनकर, लिखकर, वस्तुओं को बनाकर और उन पर कार्य करके, प्रयोग करके, चर्चा करके, चिंतन-मनन करके और स्वयं को वार्ता के द्वारा अभिव्यक्त करके। ये क्रियाकलाप वे स्वयं अथवा अन्य लोगों के साथ मिल कर सकते हैं। इस प्रकार के अवसर देकर आप शिक्षार्थियों को उनके वर्तमान ज्ञान और विचारों को बाँटने के लिए अभिप्रेरित कर सकते हैं।

छुट्टियाँ प्रारंभ हो गई थीं। प्रज्ञा और प्रत्युष घर पर थे। उनके माता-पिता ने उनकी पसंद की सब्ज़ी और चावल बनाए और काम पर चले गए। प्रत्युष ने खाते समय कुछ सब्ज़ी अपनी सफ़ेद टी-शर्ट पर गिरा ली। दोनों ने मिलकर धब्बा साफ़ करने की सोची। परंतु जैसे ही प्रत्युष ने सब्ज़ी के धब्बे पर साबुन रगड़ा, कुछ आश्चर्यजनक बात देखी। धब्बा नारंगी-लाल रंग का हो गया। रंग परिवर्तन से घबराकर प्रज्ञा और प्रत्युष ने टी-शर्ट सूखने के लिए डाल दी। जैसे ही उनकी माँ लौटी, उन्होंने अपना अनुभव बताते समय उनसे बहुत से प्रश्न पूछे। उनकी माँ ने कहा कि "तुमने ऐसा इसलिए देखा, क्योंकि साबुन की प्रकृति क्षारकीय होती है और यह हल्दी के पीले रंग को बदल कर नारंगी लाल कर देता है।" वे रंग परिवर्तन का कारण जानने को उत्सुक हो गए और वे अम्लों और क्षारकों के बारे में अधिक सीखने के लिए भी अभिप्रेरित हो गए।

शिक्षार्थियों को प्रोत्साहित करें कि वे अपने अनुभव बाँटें, अपने संदेह दूर करें और कक्षा के साथ अपने वर्तमान विचार बाँटें। उनके अनुभवों में बहुत-सा विज्ञान होता है। ये अनुभव और विचार, वैज्ञानिक संकल्पनाओं को सीखने के लिए आधार साधन के रूप में उपयोग में लाए जा सकते हैं। जब शिक्षार्थियों को पाठ्यपुस्तकों के अतिरिक्त अन्य स्रोतों–अपने स्वयं के अनुभवों, अपने साथियों के अनुभवों, घर और आस-पास, विद्यालय के बाहर, प्रयोगशाला और पुस्तकालय में ज्ञान ढूँढने और बाँटने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है, तो वे महसूस करते हैं कि ज्ञान को खोजा, सत्यापित और उसे निर्मित किया जा सकता है।

हम चर्चा कर चुके हैं कि कक्षा में शिक्षार्थी विभिन्न अनुभवात्मक पृष्ठभूमि वाले होते हैं। प्राकृतिक संसार के अपने अनुभवों के आधार पर वे किसी संकल्पना अथवा प्रक्रम के बारे में कुछ विचार/धारणा/विश्वास बनाते हैं। ये विचार वैकल्पिक संकल्पना-गठन (वैकल्पिक संकल्पनाएँ) होती हैं जो सही अथवा गलत हो सकती हैं। यदि गलत हैं, तो उन्हें चाहिए कि इन्हें शिक्षार्थियों के संज्ञानात्मक ढाँचे से हटा दें, क्योंकि ये भ्रांतियाँ हैं। यदि शिक्षार्थी के पूर्ववर्ती विचार वैज्ञानिक स्पष्टीकरण से मेल नहीं खाते और वे आंशिक रूप से सही हैं तो ये सहज संकल्पनाएँ हैं। शिक्षार्थियों की संज्ञानात्मक परिवृद्धि के विकासजन्य प्रकृति को पहचानते हुए, उन्हें अपने सहज विचारों से जोड़कर नये विचार विकसित करने में मदद करनी चाहिए। जब हम सहज विचारों की बात करते

© NCERT not to be republished

हैं तो मानते हैं कि ज्ञान का निर्माण सदैव होता रहता है। हमें देखना चाहिए कि शिक्षार्थी ज्ञान का निर्माण हर समय करते रहें। यह केवल विज्ञान अथवा किसी अन्य विषय के लिए ही नहीं, बल्कि मूल्यों, कौशलों और अभिवृत्तियों के लिए भी समान रूप से सत्य है।

ज्ञान संरचना के प्रक्रम में शिक्षार्थी के विचारों के मानसिक निरूपण में लगातार अनुकूलन, सुधार एवं पुनर्निरीक्षण होता रहता है। विज्ञान का शिक्षण-अधिगम उनको अपने विचारों को विशेष ढंगों से विकसित करने में सहायता करता है। नई और अन्य धारणाओं के साथ बौद्धिक प्रेरणा, शिक्षकों एवं साथियों के साथ सामाजिक मेल-मिलाप तथा प्रक्रमों एवं सामग्रियों के साथ भौतिक अंत:क्रिया में शिक्षार्थियों को सक्रिय रूप से शामिल करके उनमें संकल्पनात्मक परिवर्तन लाया जा सकता है। आइए, अब हम चर्चा करें कि शिक्षार्थियों के सहज विचार उनके अन्वेषण में आपकी किस प्रकार सहायता कर सकते हैं।

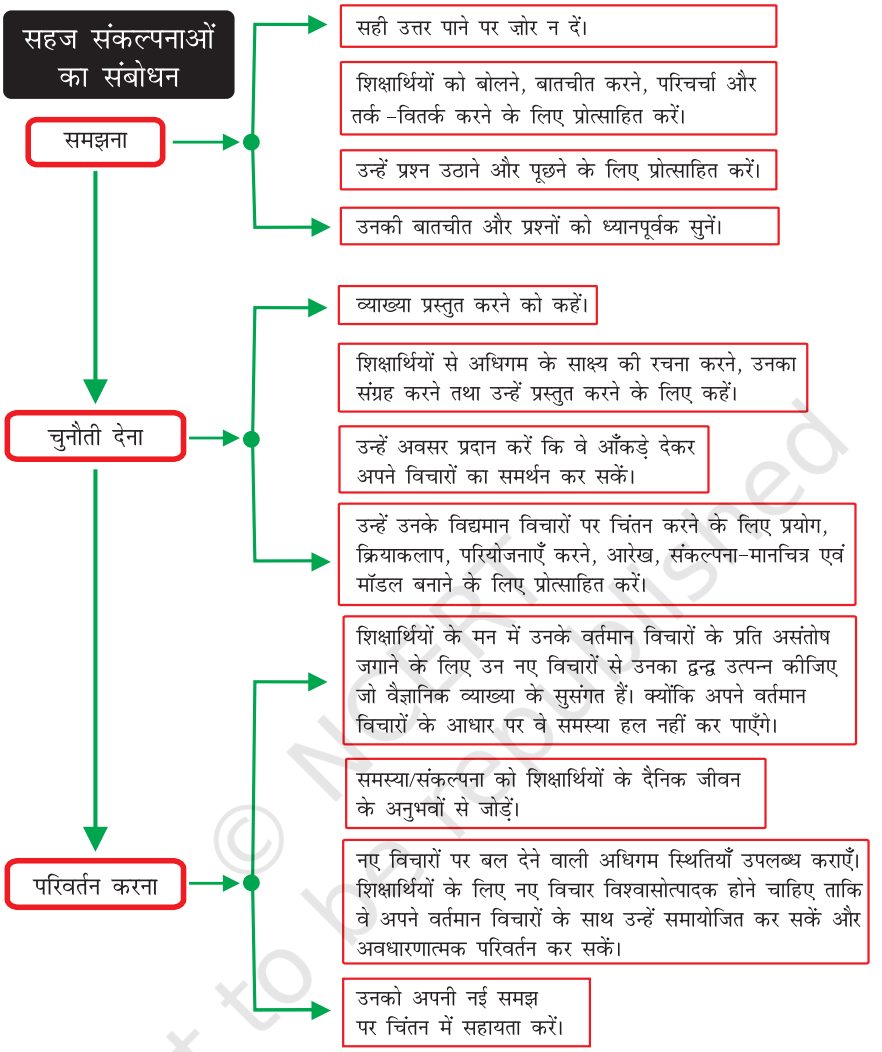
5.3.1 सहज संकल्पनाएँ

जब शिक्षार्थियों को कोई जानकारी प्राप्त होती है, तो वे उसे अपनी पहले से विद्यमान धारणाओं से जोड़ने का प्रयास करते हैं। यदि वह जानकारी उनकी वर्तमान धारणाओं से मेल नहीं खाती, तो उसे उनके साथ जोड़ने के लिए बदल दिया जाता है और वह भ्रांति अथवा सहज संकल्पना का रूप ले लेती है।

बच्चे का अनुभव होता है कि जब वह किसी वस्तु को गतिशील बनाना चाहता है, उसे बल लगाना पड़ता है। अत: यदि वह यह संकल्पना विकसित करता है कि "यदि कोई वस्तु स्थिर है तो उस पर कोई बल कार्य नहीं करता," तो आश्चर्य नहीं होना चाहिए। इस संकल्पना को सहज संकल्पना कह सकते हैं। शिक्षक के लिए चुनौती है कि उसकी संकल्पनाओं में कमियों का क्रियाकलापों, मन:-स्तरीय प्रयोग अथवा तर्क-वितर्क द्वारा सामना करे और उसे यह समझने में सहायता करे कि स्थिर वस्तु पर भी बल लग रहे हैं, लेकिन वे एक-दूसरे को संतुलित कर लेते हैं और उस वस्तु पर लगने वाला नेट बल शून्य है। इस प्रकार एक सहज संकल्पना को वैज्ञानिक रूप से स्वीकार्य संकल्पना में परिमार्जित किया जा सकता है।

यह जानना महत्वपूर्ण है कि शिक्षार्थी सहज संकल्पनाओं की खोजबीन करने के लिए सूचनाओं को किस प्रकार संसाधित करते हैं। सहज संकल्पनाओं से संज्ञानात्मक द्वन्द्व (अनुच्छेद 8.11 देखिए) उत्पन्न हो सकते हैं। यदि उनकी सहज संकल्पना को समझा नहीं जाता और उसका पुनर्निर्माण नहीं होता, तो वे लगातार अधिगम में बाधा बनी रहेंगी। जितने लंबे समय तक वे बनी रहेंगी, संज्ञानात्मक ढाँचे में उतनी ही गहरी अंत: स्थापित हो जाएगी। सार्थक शिक्षण-अधिगम के लिए आपको उनकी सहज संकल्पनाओं को समझना होगा, उन्हें चुनौती देनी होगी और बदलना होगा। आप उनकी सहज संकल्पनाओं को संबोधित करने के लिए चित्र 5.1 में दर्शाए गए चरणों को अपना सकते हैं –

© NCERT not to be republished



चित्र 5.1 — सहज संकल्पनाओं का संबोधन

शिक्षार्थियों के सहज विचारों से निपटने के लिए सुझाई गई ये कार्यनीतियाँ आसान लग सकती हैं। परंतु शिक्षक के लिए शिक्षार्थियों को उनकी संकल्पनाओं पर पुनर्विचार करने और पुनर्निर्माण करने में मदद करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। अत: शुरुआत से ही इस बात की सावधानी बरतनी चाहिए कि शिक्षार्थियों में गलत या आंशिक रूप से सही संकल्पना बने ही नहीं। इसके लिए उन्हें सक्रिय रूप से सम्मिलित करते हुए उपयुक्त शिक्षण-अधिगम के अनुभवों को डिज़ाइन करना चाहिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 5.2

माध्यमिक स्तर के एक शिक्षक जावेद ने शिक्षण-अधिगम के प्रक्रम में अपने विद्यार्थियो में वैकल्पिक संकल्पना-गठन के कुछ उदाहरण नोट किए जो नीचे दिए गए हैं। क्या आप इन उदाहरणों में भ्रांतियों को सहज संकल्पनाओं से अलग करने में उनकी मदद कर सकते हैं? चर्चा करें कि ये संकल्पनाएँ उन्हें अपने विद्यार्थियों के लिए शिक्षण-अधिगम के अनुभवों की योजना बनाने में कैसे मदद कर सकती हैं।

- ऊष्मा और ताप समानार्थी हैं।
- ठंड की अनुभूति शरीर की ओर ठंड के स्थानांतरण के कारण होती है।
- जो पदार्थ ऊष्मा का अच्छा चालक है, वह विद्युत का भी अच्छा चालक ही होगा।
- बैटरियों के अंदर विद्युत होती है।
- पृथ्वी और सूर्य के बीच की दूरी बदलने से मौसम परिवर्तित होते हैं।
- जब किसी चालक पर विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है तो उसके भीतर इलेक्ट्रॉन, प्रकाश की चाल से गति करते हैं।
- किसी अभिक्रिया में ऑक्सीजन का संयोजन होना, ऑक्सीकरण कहलाता है।
- एक रासायनिक अभिक्रिया तब तक चलती रहती है, जब तक उसके सभी अभिकारक समाप्त नहीं हो जाते।
- उबलते जल में बुलबुले ऑक्सीजन अथवा वायु के होते हैं।
- बर्फ़ सदैव शून्य डिग्री सेल्सियस पर रहती है।
- चंद्रमा अपना आकार बदलता रहता है।
- विद्युत परिपथ में धारा प्रवाह के लिए प्रत्येक इलेक्ट्रॉन स्वत: गति करके एक सिरे से दूसरे सिरे पर जाते हैं।
- रासायनिक आबंध एक रेखा या एक छड़ी है।
- कार्बन परमाणु काला होता है।

क्रियाकलाप 5.3

एक विद्यार्थी कक्षा में इस भ्रांति के साथ आता है कि 'यदि किसी वस्तु का वेग शून्य है तो इसका त्वरण शून्य होगा।' चर्चा करें कि इस भ्रांति को आप किस प्रकार दूर करेंगे और इसकी पुनर्रचना वैज्ञानिक रूप से मान्य संकल्पना के अनुसार करेंगे।

क्रियाकलाप 5.4

शिक्षक और विद्यार्थियों के निम्नलिखित कथनों का विवेचनात्मक मूल्यांकन कीजिए और अपने मित्रों के साथ चर्चा कीजिए कि वे वैज्ञानिक व्याख्या के साथ कितने सुसंगत/असंगत हैं।

शिक्षक – एक घोड़े का भार 500kg है। उसमें कितना बल है?

विद्यार्थी A – उसमें 5000N का बल है।

विद्यार्थी B – घोड़े में बल नहीं हो सकता। 5000N पृथ्वी और घोड़े के मध्य अंत:क्रिया है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 5.5

अपने विद्यालय में अध्ययन किए गए भौतिकी/रसायन के किसी प्रकरण का स्मरण कीजिए। स्मरण करने का प्रयास करें कि आपकी उस प्रकरण से संबंधित क्या सहज संकल्पनाएँ थीं। इन सहज संकल्पनाओं से कक्षा में ज्ञान का निर्माण करने में आपको किस प्रकार बाधा पहुँची? अपने मित्रों के साथ अपने अनुभव बाँटिए।

5.4 शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करना

शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को सम्मिलित करने से उनमें अधिगम के प्रति स्वामित्व की भावना आती है। परंपरागत रूप से यह शिक्षक का दायित्व रहा है कि वह शिक्षण-अधिगम की सारी योजना बनाए, परंतु वर्तमान में विषय-वस्तु, क्रियाकलापों और उपागमों तथा आकलन के लिए इसे शिक्षक और शिक्षार्थियों के मध्य साझा क्रियाकलाप समझा जाता है। पढ़ाए जाने वाले प्रसंग को ध्यान में रखकर आप शिक्षार्थियों से बातचीत करके यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि वे किसी विशेष प्रसंग के बारे में क्या जानना पसंद करेंगे। उनकी सहायता से आप पाठ की 'विषय-वस्तु' की पहचान कर सकते हैं। आप उनके द्वारा चयनित 'विषय-वस्तु' में कुछ जोड़ कर और संपूरित कर उसे पूरा कर सकते हैं। शिक्षण-अधिगम उपागम को भी शिक्षार्थियों के साथ मिलकर निर्धारित किया जा सकता है। अधिगम हेतु चुनी गई संकल्पना को गहराई से समझने और विकसित करने के लिए शिक्षार्थी सुझाव दे सकते हैं, चर्चा कर सकते हैं, जानकारी और अनुभवों का आदान-प्रदान और उन्हें साझा कर सकते हैं, प्रयोग कर सकते हैं, भ्रमण पर जा सकते हैं अथवा कोई अन्य क्रियाकलाप कर सकते हैं। अधिगम की सभी परिस्थितियों में शिक्षार्थियों को शामिल करने के लिए आप विभिन्न क्रियाकलापों, कार्यनीतियों और उपागमों का उपयोग कर सकते हैं।

5.4.1 सम-समूहों के बीच संवाद को बढ़ावा देना

आपको शिक्षण-अधिगम के प्रक्रम में सम-समूह साथियों के बीच संवाद को बढ़ावा देना चाहिए। संवाद का तात्पर्य कक्षा के शिक्षार्थियों के बीच एक-दूसरे के साथ अंत:क्रिया से है। संवाद शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक संकल्पना पर अपने विचार प्रतिबिंबित करने का अवसर प्रदान करता है। यह वांछित तर्क-वितर्क को उत्पन्न करने के लिए चर्चा में परिवर्तित हो सकता है। संवाद संरचित अथवा असंरचित हो सकते हैं।

संरचित संवाद – यह विचाराधीन समस्याओं को समझने के लिए संवादी भाषण को अभिमुख करने के साधन के रूप में शिक्षक के साथ-साथ शिक्षार्थियों द्वारा भी उपयोग में लाया जा सकता है।

© NCERT not to be republished

असंरचित संवाद – इसका चर्चा के रूप में उपयोग किया जा सकता है और हो सकता है इसका वांछित परिणाम न भी हो।

संवाद, कक्षा में प्रयुक्त किया जा सकने वाला एक महत्वपूर्ण साधन है, जिसका उपयोग समस्या पर ध्यान केंद्रित करने में किया जा सकता है। इसमें शिक्षार्थियों में अभिरुचि पैदा करने की क्षमता होती है तथा यह उन्हें चर्चा तथा तर्क-वितर्क करने के लिए प्रोत्साहित कर सकता है। यह शिक्षार्थियों में संकल्पना की सामूहिक समझ उत्पन्न कर अधिगम को प्रबलित करने में सहायता करता है और यह जानने में मदद करता है कि किस प्रकार समान अधिगम-अनुभव, विभिन्न शिक्षार्थियों द्वारा विभिन्न प्रकार से ग्रहण किए जाते हैं। सम-समूह के बीच संवाद को प्रोत्साहन देने से उनमें मेल-मिलाप की भावना भी विकसित होती है जो बाद में सामूहिक अधिगम, विचार के सहनिर्धारण तथा अन्य जीवन कौशलों के विकास के लिए आधार उपलब्ध कराती है। जब विद्यार्थी किसी विशिष्ट क्रियाकलाप, प्रयोग, परियोजना या वैज्ञानिक संकल्पना से संबंधित अपने प्रेक्षण, परिकल्पना, विचार और चिंतन हेतु बातचीत में संलग्न होते हैं, तो उन्हें संबंधित विषय पर अपने पूर्ववर्ती अधिगम से जुड़ने, मुख्य बिंदुओं को जानने तथा एक-दूसरे के दृष्टिकोणों को जानने का अवसर प्राप्त होता है। वे अपने आशय का एक साथ मिलकर निर्माण करना और अपने विचारों को व्यक्त करना सीखते हैं। तथापि, विषय पर केंद्रित बने रहने के लिए उन्हें शिक्षक के मार्गदर्शन की आवश्यकता होती है।

उच्चतर माध्यमिक विद्यालय की एक शिक्षक, सविता, भौतिकी के शिक्षण-अधिगम के दौरान, अपने विद्यार्थियों को अकसर संक्षिप्त संवाद के आदान-प्रदान हेतु प्रोत्साहित करती है। वह इसका प्रारंभ किसी मुक्तांत प्रश्न अथवा प्रयोग से करती है। तत्पश्चात् वह उन्हें कक्षा में चर्चा करने और परस्पर अपने विचारों के आदान-प्रदान की छूट देती हैं। विद्यार्थी स्वयं को मौखिक रूप से व्यक्त करते हैं और कभी-कभी तीन-चार विद्यार्थी आपस में मिलकर अपने विचारों को कागज़ की एक शीट पर अलग-अलग रंगों की स्याही से लिखते हैं। वे कागज़ पर लिखकर किसी संकल्पना पर विचार-विमर्श करते हैं। शिक्षक कक्षा में घूम-घूम कर और वार्ता पत्रक को देखकर प्रत्येक विद्यार्थी की समझ की गहराई को तथा हो रहे अधिगम की सामान्य प्रवृत्तियों की पहचान करती है। इससे उसे विद्यार्थियों के सोचने के तरीके को समझने और शिक्षण-अधिगम के प्रक्रम का विश्लेषण करने में मदद मिलती है। यह विद्यार्थियों को भागीदारी, ध्यानपूर्वक सुनने, विश्लेषण करने और व्याख्या द्वारा अर्थ निर्माण के लिए सक्रिय रूप से व्यस्त रखता है। वह कहती है, उसके "विद्यार्थी इस प्रकार के क्रियाकलाप की प्रतीक्षा करते हैं, क्योंकि यह नियमित कक्षा गतिविधियों से हटकर होते हैं।"

संवाद के इस प्रक्रम में शिक्षक बातचीत और प्रश्न पूछने की प्रक्रिया द्वारा विद्यार्थियों को अपनी समझ विकसित करने और विश्लेषणात्मक चिंतन सीखने में समर्थ बना देते हैं। शिक्षक संवाद में सातत्य बनाए रखने के लिए विद्यार्थियों के प्रश्नों की प्रतिक्रिया स्वरूप सीधे उत्तर देने के

© NCERT not to be republished

बजाय कुछ और प्रश्न ही पूछ सकते हैं। इससे विभिन्न संकल्पनाओं की अंतर संबद्धता की गहराई तक पहुँचने के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहन मिल सकता है। कक्षा में सामाजिक पारस्परिक क्रियाओं द्वारा शिक्षार्थी बहु-दृष्टिकोणों से संकल्पनाओं की परख और उनका विश्लेषण कर सकते हैं। शिक्षक को चाहिए कि वह शिक्षार्थियों को बिना बीच में बोले अपने साथियों को ध्यानपूर्वक सुनने और अपने विचार प्रकट करने हेतु संवेदनशीलता के साथ अपनी बारी आने पर ही बोलने के लिए प्रोत्साहित करें।

एक शिक्षक, ऐंजिला को कक्षा 7 में संकल्पना "जल विलेय होता है और क्या नहीं" का आदान-प्रदान कर रही हैं। वह विद्यार्थियों के छोटे-छोटे समूह बनाती हैं और उन्हें कहती हैं कि वे स्वयं इन पदार्थों को घोलकर देखें कि निम्नलिखित पदार्थों में से कौन-से पदार्थ जल में विलेय हो जाते हैं।

- शक्कर
- नमक
- लोहे की रेतन
- कॉफ़ी पाउडर
- लकड़ी की छीलन
- नींबू का रस
- मिट्टी/रेत
- शरबत

वह विद्यार्थियों को निम्नलिखित प्रश्नों के बारे में सोचने और समूहों में परस्पर चर्चा करने में मदद करती है।

प्र.1 ऊपर दी गई सूची में से कौन-से पदार्थ जल में विलेय हो जाते हैं?

प्र.2 जब कोई पदार्थ जल में विलेय हो जाता है तो उसका क्या होता है?

प्र.3 जल से भरे गिलास में चार चम्मच शक्कर घोलने का प्रयास करें। जल का स्तर देखें। क्या यह ऊपर उठता है?

प्र.4 क्या आप कुछ बिना घुली शक्कर नीचे तली पर बैठी देखते हैं? इसे आप जल में कैसे विलेय कर सकते हैं?

प्रश्नों की यह सूची विद्यार्थियों द्वारा पूछे गए प्रश्नों को जोड़ने से बढ़ती जाती है।

विद्यार्थी समूहों में क्रियाकलाप करते हैं और प्रेक्षणों तथा उनके कारणों के बारे में परस्पर तर्क-वितर्क करते हैं। इस प्रक्रम में वे –

- अन्य विद्यार्थियों को सुनते हैं और उनसे तर्क करते हैं।
- अपने कथन का औचित्य ठहराने के लिए अपना दृष्टिकोण रखते हैं।
- दूसरे विद्यार्थियों के दृष्टिकोण को मान्यता प्रदान करते हैं और इसे स्वीकार/अस्वीकार करते हैं।
- दूसरे विद्यार्थियों को अपना दृष्टिकोण समझाते हैं।
- परस्पर मिलकर सही निष्कर्ष पर पहुँचते हैं।

वे शिक्षक और दूसरे समूहों के विद्यार्थियों के साथ अंत: क्रिया करके वैज्ञानिक व्याख्या और निष्कर्षों पर पहुँचते हैं। वे अपने प्रेक्षण दूसरों के साथ बाँटते हैं। प्रत्येक विद्यार्थी अपने समसमूह साथियों की थोड़ी-सी सहायता से सीख जाता है।

© NCERT not to be republished

स्पष्ट है कि कक्षा में सामाजिक अंत:क्रियाओं से शिक्षार्थियों द्वारा ज्ञान का निर्माण हो रहा है और इस ज्ञान के द्वारा शिक्षार्थियों के बीच आदान-प्रदान हो रहा है। यह आवश्यक है कि शिक्षक सतर्क रहें ताकि चर्चा से गलत निष्कर्ष न निकले। बातचीत के दौरान मार्गदर्शन के लिए शिक्षक को उचित समय पर हस्तक्षेप करना चाहिए ताकि चर्चा द्वारा वैज्ञानिक दृष्टिकोण से सुसंगत व्याख्या हो सके।

लेव वायगोत्सकी (1896–1934) का विश्वास था कि "बच्चे संयुक्त क्रियाकलापों में भाग लेकर और **अन्य लोगों से बातचीत करके** अपनी समझ में पूर्णरूपेण गहन परिवर्तन कर लेते हैं।" उन्होंने इस बात पर बल दिया कि अधिगम एक जटिल क्रियाकलाप है। शिक्षार्थी अपने पर्यावरण के साथ अंत: क्रिया करके बहुत कुछ सीखते हैं। पर्यावरण से तात्पर्य केवल विद्यालय तथा भौतिक और सामाजिक परिवेश से ही नहीं है, अपितु इसमें उसके सम-समूह, शिक्षक और माता-पिता भी शामिल होते हैं। अत: अर्थ का निर्माण केवल अकेले व्यक्तियों पर कार्यरत प्रक्रमों, जैसे इन्द्रियों के उद्दीपन अथवा पूर्ववर्ती ज्ञान की मध्यगता से ही नहीं होता, बल्कि सामाजिक संप्रेषण-प्रक्रमों द्वारा भी होता है। शिक्षार्थियों को आपस में एक-दूसरे से सीखने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए, चाहे वह माध्यम एक संवाद हो, छोटा सामूहिक क्रियाकलाप हो अथवा सहकारी या सहयोगात्मक अधिगम हो। यह शिक्षार्थी के संपूर्ण विकास के लिए आवश्यक है।

क्रियाकलाप 5.6

मान लीजिए कि आपकी कक्षा के सात-आठ बी.एड. विद्यार्थियों का सम-समूह कक्षा 8 के विद्यार्थी हैं। उनके साथ *वैश्विक तापन और हम पर उसके प्रभाव* प्रकरण पर चर्चा कीजिए। शिक्षक के रूप में यह सुनिश्चित करने के लिए कि आपके विद्यार्थी आपके और अपने सम-समूह के साथ इस प्रकार की अंत:क्रिया द्वारा सीख रहे हैं, आप क्या भूमिका निभाएँगे?

© NCERT not to be republished

भौतिक विज्ञान सीखने के प्रक्रम में कक्षा में सामाजिक अंत: क्रिया द्वारा अधिगम को महत्व देना चाहिए। संवाद की प्रक्रिया को आगे बढ़ाते हुए मध्यगता एवं सह-निर्धारण करने में शिक्षार्थियों की भूमिका को प्रकाश में लाकर और संवाद का अनुसरण कर विज्ञान में तर्क-वितर्क पर बल देते हुए कक्षा में परिचर्चा प्रेरित की जा सकती है।

5.4.2 परिचर्चा प्रेरित करना

अपने पर्यावरण को सीखने और समझने के लिए परिचर्चा एक महत्वपूर्ण प्रक्रम है। यह अपने दृष्टिकोण को प्रस्तुत करने और उसे विश्वास योग्य जानकारी, तर्कों तथा साक्ष्यों द्वारा पुष्ट करने का तरीका है। वैज्ञानिक और प्रौद्योगिकीय ज्ञान प्राप्त करने तथा अपने चारों ओर के भौतिक और सामाजिक पर्यावरण को समझने के लिए परिचर्चा आवश्यक है। अत: विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के द्वारा शिक्षार्थियों को अपने चारों ओर की दुनिया के बारे में परिचर्चाओं और प्रश्नों का सृजन करने हेतु प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

अकसर परिचर्चा शब्द का उपयोग किसी भी प्रकार की मौखिक अंत:क्रिया के लिए किया जाता है। उदाहरणार्थ जब शिक्षक कहते हैं, "आओ *संवेग के संरक्षण* पर चर्चा करें" और शिक्षार्थियों को सवाल उठाने, प्रश्न पूछने, क्रियाकलाप करने, अन्वेषण करने, समस्याएँ सुलझाने, सम-समूहों और अपने परिवेश से अंत: क्रिया करने का मौका दिए बिना कक्षा में इस विषय-वस्तु पर कुछ प्रश्न पूछते हैं तो यह परिचर्चा नहीं है और इसका अधिगम महत्व बहुत कम है।

शिक्षार्थियों की सक्रिय भागीदारी के लिए परिचर्चा की शुरुआत करने और उसे आगे बढ़ाने के लिए निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखना आवश्यक है–

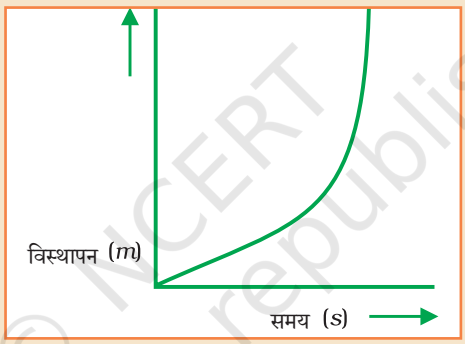
- एक उपयुक्त संकल्पना अथवा प्रकरण का चयन करना जो शिक्षार्थियों की रुचि का हो। इस प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को भी सम्मिलित किया जा सकता है।
- क्रियाकलाप, प्रयोग, परियोजना, वीडियो प्रदर्शन, शिक्षार्थियों की रिपोर्ट, अध्ययन भ्रमण इत्यादि का प्रावधान करना। यह कक्षा में परिचर्चा के लिए शिक्षार्थियों को एक सामूहिक मंच उपलब्ध करा सकता है।
- सभी शिक्षार्थियों की भागीदारी सुनिश्चित करना। जब आप क्रियाकलाप अथवा प्रयोग के आधार पर परिचर्चा की योजना बनाएँ, तो सामग्री और उपकरणों की व्यवस्था ऐसी होनी चाहिए कि प्रत्येक शिक्षार्थी कक्षा के सहपाठियों को कम-से-कम बाधा पहुँचाए बिना सामग्री प्राप्त करे, प्रयोग करे और फिर उसे लौटा दे।
- शिक्षार्थियों को अपने प्रश्नों के साथ-साथ दूसरों के प्रश्नों अथवा दृष्टिकोणों को उपयुक्त विवेचन और तर्कों के साथ प्रस्तुत करने के लिए प्रोत्साहित करें। शिक्षक द्वारा व्याख्या और विवेचन वाले अन्वेषी प्रश्न पूछने से शिक्षार्थियों में विवेचनात्मक और सर्जनात्मक सोच विकसित हो सकती है।

© NCERT not to be republished

- शिक्षार्थियों के उत्तरों को स्वीकार करने और उन उत्तरों के लिए उनकी प्रशंसा करने, उनके विचारों का समर्थन करने एवं उन्हें आगे बढ़ाने तथा जहाँ आप उनके ज्ञान में अंतराल पाते हैं, वहाँ आलोचना किए बिना उनके विचारों में सुधार करने और उन्हें समर्थन देने से, उनकी रुचि बनाए रखने में और परिचर्चा को जारी रखने में सहायता मिलती है।
- चर्चा के अंत में शिक्षार्थियों की सहायता से विचारों का सार प्रस्तुत करने, समीक्षा करने और मूल्यांकन करने का ध्यान रखें।

जब विद्यार्थियों ने एक गतिशील वस्तु (जैसे एक कार) के लिए विस्थापन-समय आलेख खींचा, तो उच्चतर माध्यमिक स्तर के एक शिक्षक सतिंदर ने निम्नलिखित प्रश्नों को लेकर एक परिचर्चा प्रारंभ की।

- ग्राफ़ (चित्र 5.2) किस प्रकार की गति निरूपित करता है?



चित्र 5.2 *— किसी गतिमान कार का विस्थापन-समय ग्राफ़*

- क्या यह एक त्वरित गति है?
- क्या हम ऊपर दिए गए ग्राफ़ से किसी भी क्षण कार का वेग ज्ञात कर सकते हैं?
- ऊपर दिए गए ग्राफ़ का उपयोग कर आप वेग-समय ग्राफ़ कैसे खींच सकते हैं?

ऐसी परिस्थितियाँ शिक्षार्थियों को बहुल दृष्टिकोणों पर विचार करने तथा अपनी सोच और विद्यमान विचारों का उपयोग कर अपने और दूसरों के दृष्टिकोणों पर चिंतन के लिए प्रोत्साहित कर सकती है। यद्यपि यह तो संभव नहीं है कि कक्षा में शिक्षार्थियों के सभी प्रश्नों का पूर्व अनुमान लगाया जा सके, फिर भी संबंधित संकल्पना या प्रकरण पर कुछ प्रश्न तैयार करके अथवा कुछ बिंदुओं को पहले से पहचानकर शिक्षक विषय पर स्वयं को केंद्रित रख सकते हैं।

ऐसी परिस्थिति में जहाँ शिक्षार्थियों के मध्य विविध अनुभवों और समझ की अपेक्षा हो, आप एक कथन देकर, एक समस्या खड़ी करके अथवा एक प्रश्न पूछकर चर्चा प्रारंभ कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

मार्था को कक्षा 9 के विद्यार्थियों को पाठ *क्या हमारे चारों ओर के पदार्थ शुद्ध हैं,* का शिक्षण-अधिगम करना था। उसने परिचर्चा प्रेरित करने के लिए निम्नलिखित प्रश्न तैयार किए –

प्र. 1. हमें जल शोधक की आवश्यकता क्यों होती है?

प्र. 2. जल शोधक क्या करता है?

प्र. 3. जल के शोधन से आपका क्या अभिप्राय है?

प्र. 4. कौन-से अन्य पदार्थ हैं जिन्हें आप 'शुद्ध' समझते हैं?

प्र. 5. शुद्ध वायु के बारे में आपका क्या कहना है? क्या साँस लेने के लिए हमें शुद्ध वायु प्राप्त होती है?

प्र. 6. जब वैज्ञानिक कहते हैं, "यह पदार्थ शुद्ध है" तो उनका क्या तात्पर्य होता है?

उन्होंने कक्षा में विभिन्न कंपनियों के जल शोधकों के चित्रों और नमूनों को प्रदर्शित किया। नल के जल से भरा गिलास हाथ में लेकर मार्था ने विद्यार्थियों के साथ चर्चा प्रारंभ की –

शिक्षक – इस गिलास के जल को आप 'शुद्ध जल' में कैसे परिवर्तित करेंगे?

विद्यार्थी A – हम इसे उबालकर शुद्ध कर सकते हैं।

शिक्षक – उबालने से यह कैसे शुद्ध हो जाएगा?

विद्यार्थी A – जल में उपस्थित रोगाणु मर जाएँगे।

विद्यार्थी B – जल को धूप में रखने से इसके जीवाणु मर जाएँगे।

विद्यार्थी C – हम इसे शुद्ध करने के लिए कितनी देर तक धूप में रखें? वर्षा के मौसम में जब धूप उपलब्ध नहीं होती तब क्या करें? अच्छा यह होगा कि हम जल में क्लोरीन डालकर उसे शुद्ध कर लें।

विद्यार्थी D – हम फिटकरी मिलाकर जल को शुद्ध कर सकते हैं। मेरी माँ घर पर जल के बर्तन में थोड़ा फिटकरी डालती है।

विद्यार्थियों ने प्रश्न प्रस्तुत करके, तर्क देकर और अपने साथियों के विचारों की सराहना करते हुए जल को शुद्ध करने की विभिन्न विधियों पर परिचर्चा करनी प्रारंभ कर दी।

मार्था ने उन्हें धैर्यपूर्वक सुना और कक्षा में किसी एक क्रियाकलाप को करने का प्रस्ताव रखा।

मार्था – क्या होगा यदि हम जल को गरम करें/उबालें?

विद्यार्थी A – जल, वाष्प में परिवर्तित हो जाएगा।

मार्था ने विद्यार्थियों को एक बीकर में जल गरम करने में सहायता दी, जब तक कि जल उबलने नहीं लगा। विद्यार्थियों ने देखा कि जलवाष्प वायु में जा रही थी।

मार्था – इस वाष्प को किस प्रकार एकत्र किया जा सकता है?

विद्यार्थी B – हम बीकर के ऊपर एक प्लेट रखकर वाष्प को एकत्र कर सकते हैं।

एक विद्यार्थी ने बीकर के ऊपर एक प्लेट रख दी और अवलोकन किया। प्लेट के भीतरी भाग पर जलवाष्प एकत्र हो गया और वहाँ जल बूँदों के रूप में संघनित हो गया।

विद्यार्थी C – हमें वाष्प से जल पुन: प्राप्त हो रहा है।

© NCERT not to be republished

मार्था – आप इस जल के बारे में क्या सोचते हैं?

विद्यार्थी – यह शुद्ध जल है। क्या यह पीने योग्य है?

मार्था – यह पीने के लिए अनुपयुक्त नहीं है, लेकिन इसे पीना अच्छा नहीं लगता, क्योंकि इसमें आवश्यक खनिज लवणों की कमी होती है। घर में प्रयुक्त जल शोधक जल से आवश्यक खनिज लवणों को नहीं हटाते। वे केवल हानिकारक जीवाणु और हानिकारक पदार्थ हटाते हैं। इस प्रकार से उपचारित जल पीने के लिए उपयुक्त होता है।

मार्था ने संकल्पना 'शुद्ध' को प्रस्तुत करने में विद्यार्थियों की मदद की। विद्यार्थियों ने शुद्ध पदार्थों की बहुत-सी परिभाषाएँ दे डालीं और शुद्ध *घी*, शुद्ध *दूध*, इत्यादि उदाहरण दिए। परिचर्चा के माध्यम से उसने विद्यार्थियों को इस निष्कर्ष पर पहुँचने में मदद की, कि हमारे चारों ओर के अधिकांश पदार्थ दो या अधिक शुद्ध घटकों के मिश्रण के रूप में पाए जाते हैं। उन्होंने विद्यार्थियों को अपने आस-पास में देखे हुए और उपयोग में आने वाले ऐसे पदार्थों की एक सूची बनाने की सलाह दी जो शुद्ध नहीं, बल्कि मिश्रण थे। विद्यार्थियों को अपने आस-पास से अधिक-से-अधिक मिश्रण इकट्ठे करने के लिए प्रोत्साहित किया गया। इससे उन्हें अपनी संकल्पनाओं को स्पष्ट करने और उनके द्वारा उन वस्तुओं के बारे में समझने में मदद मिली, जिन्हें वे अपने दैनिक जीवन में देखते, जानते और अनुभव करते थे। इसके बाद मार्था ने विद्यार्थियों को नीचे दिए मिश्रणों के अवयवों को पृथक करने के लिए प्रोत्साहित किया।

- जल में नमक;
- जल में बालू/जल में मिट्टी;
- कचरे में लोहे के टुकड़े;
- रसोईघर/घर के कचरे के अपशिष्ट पदार्थ;
- चायपत्ती के साथ तैयार चाय;
- तेल और जल, इत्यादि।

इस क्रियाकलाप के समय विद्यार्थियों ने *विलयन, समांगी और विषमांगी विलयन, निलंबन, तलछट,* और *निस्पंदन* की संकल्पनाओं को भी विकसित किया।

परिचर्चा के लिए प्रेरित करना शिक्षार्थियों को अन्वेषण और सीखने के लिए अधिगम की ओर अग्रसर करने का शक्तिशाली तरीका है। परिचर्चा को कक्षा में क्रियाकलापों एवं प्रयोगों के परिणाम का पूर्वानुमान करने, समझाने और व्याख्या करने, समस्याएँ सुलझाने और शिक्षण-अधिगम के क्रियाकलापों की भावी योजना बनाने के लिए प्रेरित किया जा सकता है। एक अच्छी परिचर्चा से कक्षा के सभी शिक्षार्थियों और शिक्षक के बीच विचारों के स्वतंत्र आदान-प्रदान की गुंजाइश हो जाती है। शिक्षार्थियों को दूसरों के विचारों को सुनने, समर्थन देने, समालोचना करने, तर्क-वितर्क करने और मूल्यांकन करने के अवसर मिलते हैं। शिक्षार्थी अपने दृष्टिकोण और

© NCERT not to be republished

अनुभव प्रस्तुत करते हैं। ये सब खुले विचारों के विकास और दूसरों के तर्कों से सहमत होने तक निर्णय को स्थगित रखने की योग्यता विकसित करने में मदद करते हैं। आइए, अब देखें कि विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के लिए तर्क-वितर्क में शिक्षार्थियों को कैसे सम्मिलित किया जा सकता है।

क्रियाकलाप 5.7

पाठ्यपुस्तक से कोई प्रकरण चुनिए और कक्षा में परिचर्चा को प्रेरित करने के लिए स्थितियों की पहचान कीजिए। उन बिंदुओं की पहचान करें अथवा कुछ प्रश्नों का गठन करें जिनके आधार पर आप कक्षा में चर्चा को सहज बनाएँगे। अपने विचारों की अपने मित्रों के साथ चर्चा करें।

5.4.3 विज्ञान में तर्क-वितर्क

तर्क-वितर्क तर्क करने का प्रक्रम है। तर्क परिचर्चा का एक प्रकार है जिसे अधिगम के उपयुक्त अनुभवों के साथ नियोजित करने की आवश्यकता होती है। यह विज्ञान शिक्षा में सक्रिय भूमिका निभाता है। यह विज्ञान में व्याख्याओं, मॉडलों और सिद्धांतों के निर्माण में मदद करता है और अधिगम को प्रोत्साहित करता है। विज्ञान में तर्क-वितर्क करने से अध्ययन की जा रही संकल्पनाओं को समझने के लिए साक्ष्यों को उत्पन्न करने, एकत्र करने और उपयोग में लाने के लिए शिक्षार्थियों को एक अवसर उपलब्ध होता है। शिक्षार्थी एक-दूसरे के दावों और साक्ष्यों का विवेचनापूर्ण मूल्यांकन करते हैं।

- यह शिक्षकों को अवसर प्रदान करता है कि वे एक सामाजिक माहौल में शिक्षार्थियों को अपने पक्ष को तर्कसंगत ठहराने, उसका समर्थन करने, उसके लिए साक्ष्य एकत्र करने, प्रयोग और क्रियाकलाप करने तथा साक्ष्यों का विवेचनात्मक मूल्यांकन करने में व्यस्त रखकर उनके विचारों की जानकारी प्राप्त कर सकें।
- यह विज्ञान के संप्रेषण कौशल को विकसित करता है। शिक्षार्थी अपने तर्कों के समर्थन हेतु वैज्ञानिक शब्दावली, वैज्ञानिक संकल्पनाओं को उपयोग करना सीखते हैं।
- यह शिक्षार्थी को विज्ञान को मात्र तथ्यों के संकलन के रूप में स्वीकार करने और प्राकृतिक जगत के संबंध में उपलब्ध व्याख्या को निष्क्रिय रूप से सही या गलत मानने के लिए निरुत्साहित करता है।
- यह शिक्षक को शिक्षार्थी के चिंतन और अधिगम प्रक्रम के बारे में जानने में सहायता करता है।

सामान्यत: विज्ञान की कक्षा में शिक्षक जिन निश्चित उत्तरों वाले प्रश्नों को पूछते हैं, उनसे विद्यार्थी अपने विचारों के आदान-प्रदान अथवा संभाषणात्मक चर्चा के लिए प्रोत्साहित नहीं होते। यह देखा गया है कि तर्क-वितर्क में तथा मुक्तांत उत्तरों वाले प्रश्नों और शिक्षार्थियों की बढ़ती भागीदारी में सीधा संबंध है। जब शिक्षार्थियों को अपने ज्ञान के दावों को कारण सहित बताने और सम-समूहों

© NCERT not to be republished

और शिक्षक से इनका मूल्यांकन कराने का अवसर दिया जाता है, तो वे तर्कों को प्रस्तुत करना, उनका मूल्यांकन करना और अपने ज्ञान को समझना सीखते हैं। शिक्षार्थी तब स्वयं को ज्ञान का निर्माता और शिक्षक को "ज्ञान वितरक" के बजाए अधिगम सहजकर्ता के रूप में देखते हैं।

तर्क-वितर्क को उन्नत करने में शिक्षक की भूमिका

शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक अथवा विवादित वैज्ञानिक विषयों पर मात्र परिचर्चा ही करने देने से, तर्क-वितर्क और मान्य अधिगम सुनिश्चित नहीं होगा। विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखा जा सकता है।

- शिक्षार्थियों को तर्क प्रारंभ करने के लिए मुक्तांत परिस्थिति उपलब्ध कराएँ।
- शिक्षार्थियों को तर्क में भाग लेने के लिए अभिप्रेरित करने हेतु तार्किक अनुबोधनों का उपयोग करें। कुछ तार्किक अनुबोधन इस प्रकार हो सकते हैं–
  - आप प्रेक्षण की व्याख्या किस प्रकार कर सकते हैं?
  - आप उस तरीके से क्यों सोचते हैं?
  - आप अपने उत्तर के कारण के बारे में क्या सोचते हैं?
  - क्या आप अपने दृष्टिकोण के पक्ष/विपक्ष में दूसरा तर्क सोच सकते हैं?
  - कैसे जानेंगे कि आप क्या जानते हैं?
  - आपके ज्ञान का क्या प्रमाण है?
- तर्क-वितर्क में सभी शिक्षार्थियों की समान रूप से भागीदारी को सुनिश्चित करें।
- तर्क-वितर्क में तब अंत:क्षेप करें, जब प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से अधिगम के उद्देश्यों की प्राप्ति न हो रही हो अथवा तर्क अमैत्रीपूर्ण या अरुचिकर हो रहा हो।
- शिक्षार्थियों को सकारात्मक प्रतिपुष्टि प्रदान करें।
- तर्क-वितर्क के अंत में प्राप्त मुख्य विचारों को संक्षिप्त रूप देने में शिक्षार्थियों की मदद करें।
- तर्क पर आगे मनन करने के लिए अनुवर्ती क्रियाकलाप सुझाएँ।

हम कैसे देखते हैं, प्रकरण पर शिक्षक चर्चा करा रहे हैं।

विद्यार्थी आपस में और शिक्षक के साथ इस संकल्पना पर विचार-विमर्श करते हैं –

विद्यार्थी A – हम देख पाते हैं, क्योंकि प्रकाश की किरणें हमारी आँखों से निकलकर वस्तु पर पड़ती हैं।

विद्यार्थी B – परंतु हमारी आँखें प्रकाश उत्पन्न नहीं करतीं। आँखें केवल देखने के अंग हैं।

विद्यार्थी C – हाँ, हमारी आँखें प्रकाश का स्रोत नहीं हैं। यदि वे होतीं तो हम अँधेरे में भी वस्तुओं को देख पाते।

विद्यार्थी B – हाँ, इसका यह अर्थ हुआ कि हमारी आँखें अकेले किसी वस्तु को नहीं देख सकतीं। देखने के लिए हमें प्रकाश चाहिए।

© NCERT not to be republished

विद्यार्थी D – मैं सोचता हूँ यह सही है। यदि प्रकाश नहीं होता तो हमें कुछ भी दिखाई नहीं देता।

विद्यार्थी A – इसका अर्थ यह हुआ कि जब वस्तु से आने वाला प्रकाश हमारी आँखों में प्रवेश करता है, तब ही हम वस्तुएँ देख सकते हैं।

विद्यार्थी B – जब प्रकाश किसी वस्तु से उत्सर्जित होता है, तब ही वह हमारी आँखों में प्रवेश करता है।

विद्यार्थी C – परंतु, हम एक-दूसरे को भी तो देख सकते हैं। हम प्रकाश के स्रोत नहीं हैं। हमारी आँखों में प्रवेश करने वाला प्रकाश एक वस्तु से उत्सर्जित हुआ होगा अथवा उससे परावर्तित हुआ होगा।

शिक्षक – हाँ, यह सही है, देखने के लिए प्रकाश की आवश्यकता होती है। जब प्रकाश किसी वस्तु से उत्सर्जित अथवा परावर्तित होता है और हमारी आँखों में प्रवेश करता है, तब ही हम उसे देख पाते हैं।

यह तर्क का एक नमूना है, जो विद्यार्थी को अंत: क्रिया अधिगम में भागीदार बनाता है। आप देख सकते हैं कि किस प्रकार विद्यार्थी तर्क और औचित्य दे रहे हैं। सामान्य प्रेक्षणों पर चर्चा करके शिक्षक विज्ञान के अधिगम के लिए तर्क-वितर्क शुरू कर सकते हैं और उसे संपोषित कर सकते हैं। तर्कों, प्रमाणों, औचित्य-प्रस्तुतियों, मुक्तांत प्रश्नों, प्रयोगों और अन्वेषणों, विश्लेषणों तथा आँकड़ों की व्याख्या को स्थान दिया जाना चाहिए।

अत: तर्क-वितर्क के अंतर्गत ज्ञान से संबंधित किसी कार्य को समर्थन देने अथवा त्यागने के लिए प्रमाण और सिद्धांत का समन्वयन भी सम्मिलित किया जाता है। विज्ञान में तर्क-वितर्क को क्रियाकलापों और प्रयोगों पर आधारित प्रेक्षणों, गणितीय सूत्रीकरण पर आधारित चर्चा और वैज्ञानिक शब्दावलीयुक्त वाक्यों का स्पष्ट तथा औचित्यपूर्ण उपयोग करके समर्थन दिया जा सकता है। कक्षा में तर्क-वितर्क के समावेश के लिए शिक्षक की भूमिका को आदेशात्मक से हटकर शिक्षार्थियों के विस्तारित योगदानों के संवाद उपागम के रूप में परिणत करने की आवश्यकता है। कक्षा में तर्क-वितर्क होने से ज्ञान के निर्माण, संकल्पनाओं के स्पष्टीकरण, सहज संकल्पनाओं को दूर करने और शिक्षार्थियों को सक्रिय भागीदारी और अपने अधिगम के बारे में स्व-जागरूकता लाने में मदद मिलती है।

सुरेश के बहुत से विद्यार्थी शिकायत करते हैं कि वे कक्षा में अन्य विद्यार्थियों द्वारा दिए गए कई त्रुटिपूर्ण तर्कों से भ्रमित हो जाते हैं। उनके लिए सुरेश का जवाबी तर्क यह होता है कि तर्कों की वैधता को परखना एक कौशल होता है जिनको वैज्ञानिक बहुत महत्व देते हैं।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 5.8

'एक अवतल लेंस सदैव आभासी एवं सीधा और वस्तु से छोटे साइज़ का प्रतिबिंब बनाता है, चाहे वस्तु कहीं भी स्थित हो।'

विद्यार्थी A का तर्क है कि यह कथन सही है, क्योंकि यह पुस्तक में दिया हुआ है।

विद्यार्थी B का तर्क है कि यह कथन सही है, क्योंकि यह उनके शिक्षक ने बताया है।

विद्यार्थी C विद्यालय की प्रयोगशाला से एक अवतल लेंस की व्यवस्था करती है। वह एक मोमबत्ती और परदा लेकर उपर्युक्त कथन को जाँचने के लिए एक क्रियाकलाप करती है।

वह कहती है कि उपर्युक्त कथन सही है, क्योंकि उसके पास इसके लिए प्रमाण है। कक्षा में चर्चा कीजिए–

(i) किसका तर्क वैज्ञानिक है?

(ii) क्या पुस्तक में दिए गए सभी तथ्यों और प्रेक्षणों के प्रमाण देना संभव है? यदि हाँ, तो स्पष्ट करें, कैसे?

(iii) क्या लगभग सभी संकल्पनाओं पर तर्क-वितर्क करना संभव है? कक्षा के सहपाठियों के साथ चर्चा कीजिए। आप किस सहमति पर पहुँचते हैं?

5.5 भौतिक विज्ञान के अधिगम में सहनिर्धारण और मध्यगता में शिक्षार्थियों की भूमिका

मंजू कक्षा 10 में *pH स्केल* प्रकरण पर चर्चा कर रही हैं। पाठ की अवधि में वह pH की संकल्पना, H+ (जलीय) और OH- (जलीय) आयनों की सांद्रता परिवर्तन के साथ pH में परिवर्तन, कुछ सामान्य पदार्थों के pH और pH स्केल की गणितीय व्याख्या पर चर्चा करती हैं। विद्यार्थी अम्लों और क्षारकों का pH प्रेक्षित करने के लिए कुछ क्रियाकलाप करते हैं। संकल्पनाओं के आदान-प्रदान पूरा हो जाने के बाद वह अपने विद्यार्थियों को निम्नलिखित प्रश्नावली बाँटती हैं –

प्र. 1. क्या कक्षा में pH पैमाने पर की गई चर्चा आपको रोचक लगी? क्या इसको लेकर आपका कोई सुझाव है?

प्र. 2. pH पैमाने के संबंध में ऐसे कोई प्रश्न हैं जो अभी अनुत्तरित रह गए हैं?

प्र. 3. आप कक्षा में pH पैमाने से संबंधित और क्या चर्चा करना चाहेंगे?

प्र. 4. आप pH पैमाने के संबंध में कक्षा में और कौन-से अन्य क्रियाकलाप करना चाहेंगे?

मंजू को विद्यार्थियों से निम्नलिखित उत्तर प्राप्त हुए –

- विद्यार्थियों को यह विषय काफ़ी प्रासंगिक और उत्साहवर्धक लगा
- वे निम्नलिखित पदार्थों के pH ज्ञात करना चाहते थे –
  - ➲ वर्षा जल (परीक्षण करना कि क्या यह अम्लीय है)।
  - ➲ अपने शहर की नदी का जल।

© NCERT not to be republished

- दूध और अन्य घरेलू द्रव।
- सलाद, चावल, मृदु पेय, खाने/पीने के बाद अपने लार।
- रात को ब्रश करने के बाद और सुबह ब्रश करने से पहले अपने लार।
- प्रति अम्ल के विलयन।
- फूलों और पत्तियों के अर्क।

- विभिन्न स्रोतों से विभिन्न स्थानों पर नदी में विसर्जित किए जाने वाले बहि:प्रवाही धारा का pH ज्ञात करने के लिए वे छोटे समूहों में एक भ्रमण का आयोजन करना चाहते हैं।
- जब किसी अम्ल को 10 गुना, 20 गुना इत्यादि तनु किया जाता है तो इसके pH मान पर क्या प्रभाव होता है?
- क्या सांद्र अम्ल की अपेक्षा तनु अम्ल का pH कम होता है?

विद्यार्थियों के विचार जानकर शिक्षक ने भावी कार्यक्रम की योजना बनाई। उन्होंने उनके लिए एक क्षेत्र भ्रमण का आयोजन किया और साथ ही, उन्हें प्रयोगशाला कार्य करने में सहायता की। स्वत: अध्ययन करने के लिए मंजू ने उन्हें कुछ संदर्भों की सूची उपलब्ध कराई और आवश्यकता पड़ने पर उनका मार्गदर्शन किया। विद्यार्थियों ने बहुत उत्साह से pH स्केल पर कार्य किया। कुछ ने यह विषय अपनी परियोजना कार्य के लिए अपनाया। कुछ विद्यार्थियों ने pH पर वीडियो इकट्ठे किए और आगे के क्रियाकलापों की खोजबीन की। इस प्रकार, अधिगम प्रक्रम में विद्यार्थियों के विचारों से शिक्षण-अधिगम प्रक्रम समृद्ध हो गया।

शिक्षार्थियों की आवश्यकता के अनुसार प्रासंगिक क्रियाकलापों को डिज़ाइन करने में विद्यार्थियों की मध्यगता शिक्षक की मदद करती है। शिक्षार्थी, शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शामिल होने और इसमें भागीदारी का बोध विकसित करते हैं। शिक्षार्थी सह-निर्धारण करते हैं कि उन्हें क्या सीखना है और पाठ्यचर्या के दायरे में वे इसे कैसे सीखेंगे।

भूपेंद्र ने कक्षा 10 में *विद्युत* का अध्याय अभी पूरा ही किया था। वह *ऊर्जा संरक्षण* पर विद्यार्थियों के लिए एक कार्य निर्धारित करने की योजना बना रहा था। उसने विद्यार्थियों से चर्चा की, कि *ऊर्जा संरक्षण* की परियोजना पर कार्य करने के लिए वे क्या क्रियाकलाप करना चाहेंगे। विद्यार्थियों ने कई विचार सामने रखे, जैसे — प्रस्तुतियाँ तैयार करना, सर्वेक्षण करना, ऊर्जा की लेखा परीक्षा के लिए शीट बनाना, घर पर और स्कूल में उपयोग हो रहे विभिन्न विद्युत उपकरणों द्वारा ऊर्जा खपत का परिकलन करना, पैम्फ़लेट और पोस्टर बनाना तथा ऊर्जा संरक्षण के बारे में जागरूकता उत्पन्न करने के लिए कठपुतली के खेल का आयोजन एवं नाटक का मंचन करना।

तत्पश्चात्, उन्होंने अनुक्रमांक के अनुसार विभिन्न क्रियाकलाप विद्यार्थियों को आवंटित किए और उन्हें अपना परियोजना कार्य पाँच दिन बाद जमा करवाने को कहा।

© NCERT not to be republished

कुछ विद्यार्थी निराश नज़र आए, क्योंकि उन्हें लगा कि वे कुछ और क्रियाकलाप करना चाहते हैं, वह नहीं जो उन्हें आबंटित किया गया है। कुछ को ऐसा लगा कि तैयारी के लिए दिया गया समय बहुत कम है।

भूपेंद्र ने अपनी भूमिका धैर्य और सोच-विचार के साथ निभाई। विद्यार्थियों ने अपनी रुचि और क्षमता के अनुसार क्रियाकलाप परस्पर बदल लिए। फिर उन्होंने अतिरिक्त समय के लिए बात की। उन्होंने दूसरे विषयों के आबंटित कार्यों के भार और सन्निकट आयोजित होने वाले वार्षिक खेल-कूद दिवस के बारे में भी बताया। शिक्षक ने तब विद्यार्थियों को अपना काम करके जमा कराने के लिए 10 दिन की अवधि दे दी, परंतु यह वादा लेकर कि इससे अधिक देर नहीं होगी। विद्यार्थियों ने छोटे समूह बनाए और परियोजना पर कार्य करना प्रारंभ कर दिया। जहाँ कहीं आवश्यकता हुई शिक्षक ने हस्तक्षेप कर मदद की।

सह-निर्धारण के इस सत्र से विद्यार्थियों में अधिगम के स्वामित्व का बोध हुआ। इसने शिक्षार्थियों को शिक्षण-अधिगम प्रक्रम का केंद्र बना दिया। इसने शिक्षक को शिक्षार्थियों के अधिगम साक्ष्यों का पता लगाने और उनके किसी भी असंतोष, जो अन्यथा हो सकता था, को दूर करने में मदद की।

अधिगम प्रक्रम में शिक्षार्थी के सह-निर्धारण और मध्यगता संबंधी सकारात्मक बिंदु निम्नलिखित हैं –

- शिक्षार्थी अधिगम में सक्रिय सहभागी बन जाते हैं। यह विज्ञान अधिगम में अभिरुचि उत्पन्न करता है।
- यह शिक्षार्थियों में स्वाभिमान और विवेचनात्मक चिंतन तथा श्रवण के कौशल में वृद्धि करता है।
- वे शिक्षक की सहायता से क्रियाकलाप डिज़ाइन करते हैं। इस प्रकार वे स्वयं करके सीखते हैं।
- वे अधिगम के प्रति दायित्व का अनुभव करते हैं। संपूर्ण अधिगम प्रक्रम उनमें उपलब्धि और संतुष्टि का बोध कराता है।
- वे अन्य शिक्षार्थियों और शिक्षकों के साथ मिलजुल कर काम करते हैं और विभिन्न सामाजिक कौशलों का विकास करते हैं।

शिक्षक को कक्षा में एक ऐसे अधिगम परिवेश का सृजन करना चाहिए जो पूरी तरह पाठ्यचर्या के अनुपालन के बजाय शिक्षार्थियों के प्रश्नों के अनुसरण हेतु अधिगम के मध्यगता और सह-निर्धारण के प्रति अनुकूल हो। शिक्षार्थी एक सहयोगपूर्ण व्यवस्था में मध्यगता और सह-निर्धारण कर सकते हैं, जो उनके कार्यों को प्रभावित कर सकता है। शिक्षार्थी अधिगम में

© NCERT not to be republished

मध्यगता और सह-निर्धारण हेतु तथा अपने ज्ञान के निर्माण के लिए अपने विचारों की तुलना और उनमें भेद कर सकते हैं; वे दो स्रोतों जैसे दो समान प्रयोगों के प्रेक्षणों से प्राप्त जानकारी को एकीकृत करने का प्रयास कर सकते हैं। भौतिक विज्ञान के संदर्भ में समझौते के लिए बहुत कम स्थान है, जैसा कि सह-निर्धारण तथा मध्यगता शब्दों के अलग से प्रयोग द्वारा सूचित होता है। भौतिक विज्ञान में अधिगम कार्य विभिन्न तरीके से संपादित किए जा सकते हैं, तर्क-वितर्क भिन्न प्रकार से प्रस्तुत किए जा सकते हैं, परंतु सम-समूहों और शिक्षक के साथ मध्यगता और सह-निर्धारण करके अर्थ प्राप्त किया जा सकता है। प्रेक्षण, चर्चा, तर्क-वितर्क तथा प्रस्तुतियाँ पूरी कक्षा के साथ किए जा सकते हैं। सह-निर्धारण तब होता है, जब शिक्षार्थी को विश्वास हो जाता है कि उसके ज्ञान का निर्माण उसके साथियों और वैज्ञानिक स्पष्टीकरण से भिन्न नहीं है, यद्यपि उनके भिन्न होने की संभावना होती है। शिक्षक की भूमिका अधिगम को सहज करने, हस्तक्षेप को प्रोत्साहित करने और शिक्षार्थियों की स्वायत्तता को बढ़ावा देने की है।

क्रियाकलाप 5.9

ऑक्सीकरण और अपचयन विषय पर एक प्रश्नावली विकसित कीजिए, जिससे यह जाना जा सके कि आपके विद्यार्थी क्या सीखना पसंद करेंगे और संकल्पना की अधिक जानकारी के लिए वे क्या क्रियाकलाप करेंगे। अपने साथियों के साथ इस योजना पर चर्चा कीजिए कि आप अपने विद्यार्थियों की अधिगम आवश्यकताओं को पूरी कराने में उनकी मदद कैसे करेंगे।

आप यह तर्क दे सकते हैं कि शिक्षण-अधिगम में शिक्षार्थियों को सक्रिय रूप में सम्मिलित करने से पाठ्यक्रम को पूरा कराने के लिए शिक्षक को बहुत कम समय मिल पाता है। तथापि, इससे शिक्षार्थियों में विवेचनात्मक चिंतन के लिए समय मिलता है। इससे अधिगम का दायित्व शिक्षार्थियों के ऊपर और बढ़ जाता है और वे तैयारी के साथ कक्षा में आते हैं। उनमें सीखने की तत्परता भी आती है। शिक्षार्थी को सक्रिय रूप से व्यस्त रखने के लिए प्रारंभ में शिक्षक को उपयुक्त योजना बनाने की और धैर्य की आवश्यकता होती है। आगे चल कर यह आपका समय और प्रयास बचाता है, क्योंकि इससे शिक्षार्थियों में गहरी समझ बनती है और वे अर्थपूर्ण अधिगम प्राप्ति के पथ पर चल पड़ते हैं। इससे आप पाएँगे कि शिक्षार्थियों में अधिक भ्रांतियाँ और सहज संकल्पनाएँ नहीं बनतीं।

5.6 शिक्षार्थियों को प्रश्न उठाने और पूछने के लिए प्रोत्साहित करना

यदि आप परंपरागत विद्यालयों में कक्षाओं के चलते समय बरामदों का चक्कर लगाएँ, तो अधिकांश समय में आपको शिक्षक की ही आवाज़ सुनने को मिलेगी। यदि विद्यार्थी बोल भी रहे हों तो वे शिक्षक द्वारा पूछे गए प्रश्नों के उत्तर दे रहे होते हैं। विद्यार्थियों को प्रश्न उठाने और पूछने के बहुत कम अवसर दिए जाते हैं। राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.–2005)

© NCERT not to be republished

में अनुशंसा की गई है कि शिक्षकों को कक्षा में ऐसे प्रभावशाली अधिगम परिवेश पोषित करने की आवश्यकता है, जहाँ बच्चे स्वयं को सुरक्षित अनुभव करें, जहाँ कोई डर न हो और जो समानता तथा समता के संबंधों द्वारा शासित हो। सामान्यत: शिक्षक को इसके लिए किसी विशेष प्रयास की आवश्यकता नहीं होती, सिवाय इसके कि समानता रखी जाए और बच्चों के बीच भेदभाव न

प्रश्न पूछना

"वायु हर जगह है" यह कथन प्रत्येक स्कूली बच्चा सीखता है। संभवत: विद्यार्थी यह भी जानते हैं कि पृथ्वी के वायुमंडल में कई गैसें हैं, या यह कि चंद्रमा पर वायु नहीं है। हम खुश हो सकते हैं कि वह थोड़ा विज्ञान तो जानते हैं, लेकिन इस बातचीत पर ध्यान दें जो चौथी कक्षा में शिक्षिका व विद्यार्थियों के बीच हुई।

शिक्षिका — क्या इस गिलास में वायु है?

विद्यार्थी (मिलकर) — हाँ!

वह शिक्षिका इस सामान्य कथन से संतुष्ट नहीं थी कि 'वायु हर जगह' है। उसने विद्यार्थियों से इस विचार को एक सरल-सी स्थिति पर लागू करने के लिए कहा और अचानक उसने पाया कि उन्होंने कुछ वैकल्पिक अवधारणाएँ तैयार कर ली थीं।

शिक्षिका — अब गिलास को उलटा रख दें। क्या अब भी इसमें वायु है?

कुछ विद्यार्थियों ने कहा हाँ, कुछ ने नहीं और कुछ दुविधा में रहे।

विद्यार्थी 1 — वायु गिलास के बाहर आ गई।

विद्यार्थी 2 — गिलास में वायु थी ही नहीं।

दूसरी कक्षा में एक शिक्षिका ने जलती मोमबत्ती के ऊपर एक खाली गिलास रखा था और कुछ देर बाद मोमबत्ती बुझ गई थी।

विद्यार्थियों ने एक क्रियाकलाप किया था जो उनकी स्मृति में दो वर्ष बाद भी स्पष्ट था, लेकिन, कम-से-कम कुछ ने तो इससे गलत निष्कर्ष निकाला था।

कुछ समझाने के बाद शिक्षिका ने फिर विद्यार्थियों से सवाल किए। क्या इस बंद अलमारी में वायु है? क्या मिट्टी में वायु है? जल में? हमारे शरीर के भीतर? हमारी हड्डियों के अंदर? प्रत्येक सवाल नए विचार लेकर आया और उससे कुछ मिथ्या धारणाओं को दूर करने के अवसर मिले। यह पाठ कक्षा के लिए भी एक संदेश था– किसी भी कथन को विश्लेषण के बिना स्वीकार न कीजिए। प्रश्न पूछिए। हो सकता है, आपको सभी के उत्तर नहीं प्राप्त हों, लेकिन इससे आप अधिक सीखेंगे।

— एन.सी.एफ. – 2005

किया जाए। कक्षा का वातावरण ऐसा अनुकूल होना चाहिए कि बच्चे पाठ पढ़ते समय स्वतंत्रता से प्रश्न पूछ सकें, शिक्षक और अपने सम-समूह से संवाद कर सकें। जब तक वे संकल्पना संबंधी अनुभव नहीं बाँट सकते, अपने संदेहों को दूर नहीं कर सकते और प्रश्न नहीं पूछ सकते, वे अधिगम

© NCERT not to be republished

से नहीं जुड़ेंगे। यदि बच्चों की टिप्पणियों की उपेक्षा करने, कठोर नियमों से उन्हें चुप कराने और उपयोग में लाई जाने वाली भाषा पर पाबंदी लगाने के बजाय शिक्षक, शिक्षार्थियों को बातचीत करने के लिए प्रोत्साहित करते हैं, तो वे पाएँगे कि कक्षा एक अधिक सजीव स्थान है और शिक्षण भावीकथन या ऊबाऊ नहीं होता है। तब यह मिलकर कार्य करने वाले मस्तिष्कों को एक अपूर्व अनुभव प्रदान करता है। इस प्रकार का वातावरण सभी उम्र के शिक्षार्थियों में आत्मविश्वास और स्वाभिमान जगाएगा। यह अधिगम की गुणवत्ता में ही सुधार लाने के लिए अत्यंत प्रभावी रहेगा। विज्ञान में प्रेक्षण, अन्वेषण और पूछताछ का समावेश होता है। प्रश्न पूछना विज्ञान सीखने के लिए शिक्षार्थी द्वारा प्राप्य सर्वाधिक मूल्यवान कौशलों में से एक है। अधिगम प्रक्रम से ऐसी परिस्थिति उत्पन्न होनी चाहिए, जहाँ शिक्षार्थी में संज्ञानात्मक द्वन्द्व उत्पन्न हो जाए। अध्ययनों से पता चलता है कि यदि केवल शिक्षक ही प्रश्न पूछते हैं और शिक्षार्थियों को अपने विचार प्रकट करने की अनुमति नहीं दी जाती तो विद्यार्थी कक्षा को नीरस पाते हैं। कक्षा में विद्यार्थी अधिकतर वे प्रश्न पूछते हैं जो विद्यालय में पढ़ाए जाने वाले विषय को विद्यालय के बाहर की वस्तुओं से जोड़ते हैं। उस प्रक्रम में उनके मन में बहुत से प्रश्न उत्पन्न हो सकते हैं। उन्हें प्रश्न उठाने और पूछने के लिए स्पष्टत: प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

5.6.1 शिक्षार्थियों को प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करने की युक्तियाँ

शिक्षक ने पूछा, 'जल के तीन विभिन्न रूप क्या होते हैं?'
एक विद्यार्थी ने उत्तर दिया, '*वाटर, जल, और पानी*'। कक्षा के सभी विद्यार्थी हँसने लगे। बच्चे ने अपने को लज्जित महसूस किया। शिक्षक ने एक सेकंड के लिए कक्षा को चुपचाप निहारा और कहा, "मैंने इस तरह कभी भी नहीं सोचा था।" कक्षा में कुछ सेकंड तक शांति बनी रही और फिर उसी विद्यार्थी ने उत्तर दिया, "बर्फ़, जल और जलवाष्प।" तब शिक्षक ने विद्यार्थी के उत्तर देने के साहस की प्रशंसा की और कक्षा से कहा कि यदि विद्यार्थी इस डर से चुप रहें कि कोई हँसेगा, तो वे कुछ अधिक नहीं सीख पाएँगे। चुप रहने से बोलना ज़्यादा अच्छा होता है।

- प्रत्येक प्रश्न का स्वागत करें और उसे महत्व दें। किसी भी प्रश्न को सरल या मूर्खतापूर्ण नहीं कहना चाहिए।
- यदि उनका प्रश्न सरल या मूर्खतापूर्ण है, फिर भी उसे वैसा नहीं कहा जाना चाहिए। इसके बजाय शिक्षार्थी के पूर्व अनुभवों पर आधारित छान-बीन करने वाले कुछ प्रश्न पूछकर उनका उत्तर ढूँढने के लिए निर्देशित किया जाना चाहिए।
- उनके प्रश्नों को, "*बहुत अच्छा; रोचक; विवेकपूर्ण प्रश्न; उचित कथन; तुम्हारा प्रश्न बताता है– 'तुम सोचते हो', तुम सर्जनात्मक हो; तुमने काफी पढ़ा है,*" अथवा इसी प्रकार के सराहना करने वाले कथन बोल कर मान्यता प्रदान कीजिए।

© NCERT not to be republished

- केवल कुछ ही विद्यार्थियों को कक्षा पर अधिकार न जमाने दें। सभी को अंत:क्रिया के समान अवसर उपलब्ध कराएँ। विद्यार्थी और शिक्षक मिलकर अंत:क्रिया संबंधी कुछ नियम बना लें। उदाहरण के लिए, *हरएक अध्याय/इकाई के शिक्षण-अधिगम के समय कक्षा के प्रत्येक शिक्षार्थी को कम-से-कम एक प्रश्न पूछना है।*
- उनको इस तथ्य से अवगत कराएँ कि एक अच्छा प्रश्न पूछने के लिए सोच और ज्ञान की आवश्यकता होती है। केवल उनके उत्तर ही नहीं, उनके प्रश्नों की गुणवत्ता का भी कक्षा में मूल्यांकन किया जाएगा। यह उन्हें सीखने और सोचने पर एकाग्र होने के लिए प्रेरित करेगा।
- कक्षा में एक अच्छा सामाजिक और भावात्मक वातावरण होने पर भी, संभव है आप पाएँ कि कुछ विद्यार्थी प्रश्न पूछने में झिझकते हैं। आपको उनके साथ समानुभूति दर्शाने की आवश्यकता है। आप कह सकते हैं, *मैं समझती/ समझता हूँ। आज भी मैं बैठकों में प्रश्न पूछने में कठिनाई का अनुभव करती हूँ, परंतु मैंने देखा है कि यदि एक बार मैं बातचीत में सम्मिलित हो जाऊँ, तो सब कुछ सामान्य और आसान हो जाता है।*
- जब आप कोई कठिन प्रश्न बनाएँ और कक्षा से कोई उत्तर न मिले, तो आप उनका ध्यान आकर्षित करने के लिए प्रश्न के कठिन भाग के लिए कुछ संकेत दे सकते हैं जिससे वे सोचने के लिए प्रोत्साहित हों और प्रश्न पूछ सकें। आप विनोदशीलता से कह सकते हैं, *शायद मैंने इसे बहुत जल्दी में समझा दिया है, मैं इसे दुबारा बताती/ बताता हूँ। अथवा इस प्रकार के प्रश्न हमने कक्षा में पहले नहीं किए हैं; अथवा अपने दिमाग पर बहुत ज़ोर मत डालो; और समय ले लो; हम इस पर कल चर्चा करेंगे; आदि।* शिक्षार्थियों को यह अनुभव करा देना चाहिए कि यदि वे निहित संकल्पनाओं को समझ लें तो विज्ञान सीखना कठिन नहीं है।
- शिक्षार्थियों के प्रश्नों के तैयार उत्तर उपलब्ध कराने के बजाय शिक्षक को चाहिए कि वह उन्हें ऐसी परिस्थिति या अनुभव उपलब्ध कराएँ जिससे उत्तर वे स्वयं खोज सकें। आप वही प्रश्न शिक्षार्थियों के विभिन्न समूहों से पूछ सकते हैं। उन्हें आपस में एक-दूसरे से संवाद करने दें और फिर उत्तर खोजने में उनकी मदद करें।
- जब आप देखें कि कक्षा के बहुत से शिक्षार्थी एक ही प्रश्न पूछ रहे हैं अथवा एक ही शिक्षार्थी एक प्रश्न को कई बार पूछ रही/रहा है, तो आपको अपनी शिक्षण कार्यनीतियों पर पुन: विचार करना होगा। आप कह सकते हैं, *कभी-कभी मैं एक संकल्पना से दूसरी संकल्पना पर बहुत जल्दी चली जाती/ चला जाता हूँ।*

  इस प्रकार का कथन शिक्षार्थी को शर्मिंदा होने से बचाएगा और वह भविष्य में प्रश्न पूछने से कभी नहीं झिझकेंगे। इस प्रकार के कथनों, *ध्यान से सुना करो, जो मैं कहती/कहता हूँ; आप ध्यान नहीं देते; मैं इसे कई बार समझा चुकी/चुका हूँ, से बचना चाहिए।*

© NCERT not to be republished

शिक्षक को इस बात पर ज़ोर नहीं देना चाहिए कि उसकी कक्षा के सभी शिक्षार्थी उसके प्रश्नों के एक जैसे ही उत्तर दें। इसके बजाय शिक्षक को विद्यार्थियों को कक्षा में होने वाले क्रियाकलापों से संबंधित अधिक से अधिक प्रश्न पूछने के लिए तथा अपने प्रेक्षणों, अनुभवों और सूचनाओं, जिसमें संचार माध्यमों से मिलने वाली जानकारी भी सम्मिलित है, के आधार पर उत्तर ढूँढने के लिए भी प्रोत्साहित करना चाहिए। उन्हें अपने शब्दों में और स्वयं के अनुभवों के आधार पर स्वयं को व्यक्त करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

हो सकता है कि शिक्षार्थी केवल संकल्पना के आदान-प्रदान के समय ही प्रश्न न पूछें अपितु शिक्षण-अधिगम की अवधि में प्राप्त हो रहे किसी भी अनुभव के समय वे प्रश्न पूछें। आइए निम्नलिखित उदाहरण को देखें।

समीर और सविता कक्षा 6 के विद्यार्थी हैं। उनके कक्षा प्रभारी शिक्षक मयंक ने विज्ञान केंद्र के क्षेत्र भ्रमण के दिनांक की घोषणा की है। जैसे ही विद्यार्थियों ने यह सुना, वे बहुत उत्साहित हो गए और बहुत से प्रश्न पूछने लगे। शिक्षक ने उनको एक के बाद एक प्रश्न पूछने में मदद की। उनके प्रश्न थे– हम किस समय प्रस्थान करेंगे? वह स्थान कितनी दूर है? हम वहाँ कैसे जाएँगे? हम वहाँ कितनी देर ठहरेंगे? क्या हम अपने दोपहर के भोजन में विशेष व्यंजन ला सकते हैं? क्या हमें वहाँ कुछ लिखना पड़ेगा? क्या हम अपना स्कूल बस्ता लेकर जाएँ? क्या हम वहाँ फ़ोटो खींच सकते हैं? क्या हमें स्कूल ड्रेस में आना पड़ेगा? क्या वहाँ बाहर दुकानें होंगी? क्या हम कुछ खरीदारी करने के लिए साथ में पैसे रख सकते हैं? क्या वहाँ प्रदर्शित वस्तुओं एवं क्रियाकलापों की हमें सूची बनानी होगी? क्या मैं अपनी बहन को साथ ला सकता हूँ? और इसी तरह के अन्य प्रश्न। शिक्षक ने सभी विद्यार्थियों के प्रश्न को धैर्यपूर्वक सुना और एक सर्वसम्मति बनाने में उनकी मदद की। इससे उन्हें शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों से जुड़ने में अपनेपन का बोध हुआ।

मयंक का मानना है कि, कोई भी प्रश्न गलत अथवा अप्रासंगिक नहीं होता। वह हमेशा अपने विद्यार्थियों को प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। यहाँ आपने देखा कि बहुत से प्रश्न प्रासंगिक नहीं हैं, परंतु शिक्षक ने उन्हें रोका नहीं।

क्रियाकलाप 5.10

क्या आप कक्षा में प्रश्न पूछते हैं? कक्षा में इस बात पर ध्यान दीजिए और नोट कीजिए कि कितनी बार आप और आपके सहपाठी शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के समय शिक्षक-प्रशिक्षक से प्रश्न उठाते हैं और प्रश्न पूछते हैं और ये प्रश्न कक्षा में शिक्षण-अधिगम में किस प्रकार मदद करते हैं?

5.6.2 शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने की आदत डालना

शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में पूछने और सुनने में परस्पर घनिष्ठ संबंध है। आप प्रश्न पूछकर अथवा एक मुक्तांत प्रश्न अथवा समस्या अथवा द्वंद्वात्मक परिस्थिति प्रस्तुत कर अथवा प्रश्नों की एक

शृंखला पूछकर विद्यार्थियों के विचारों को सुन सकते हैं। विद्यार्थियों के विचारों को सुनना शिक्षकों के लिए एक सबसे सशक्त साधन होता है, जिससे आप –

- जान सकेंगे कि विद्यार्थी किन्हीं वैज्ञानिक परिघटनाओं के बारे में क्या सोचते हैं।
- समझ पाएँगे कि विद्यार्थी इस प्रकार क्यों सोचते हैं।
- जान सकेंगे कि क्या उनकी सोच वैज्ञानिक व्याख्या के साथ संगत है।
- आँक सकेंगे कि वे कितने तार्किक ढंग से विचार करते हैं।
- पता लगा पाएँगे कि वे किसी वैज्ञानिक परिघटना अथवा नई परिस्थिति को समझाने में संकल्पना संबंधी अपनी समझ का उपयोग कैसे करते हैं।
- पता लगा पाएँगे कि क्या उनकी सोच और विज्ञान की वर्तमान संकल्पनाओं के बीच कोई अधिगम अंतराल है?
- जान पाएँगे कि वैज्ञानिक संकल्पनाओं के प्रति वे अपने विचार कैसे व्यवस्थित करते हैं और उन्हें किस प्रकार अभिव्यक्त करते हैं।

अपने शिक्षार्थियों की बातों को सुनते समय शिक्षार्थी के संप्रेषण पर स्वयं को केंद्रित रखें, सहमत अथवा असहमत न हों और न अपना निर्णय दें। विचारों को पहले प्रवाहित होने दें। आप बीच-बीच में बिना बोले अपनी प्रतिक्रिया दिखा सकते हैं। आपका शारीरिक हाव-भाव शिक्षार्थी को प्रोत्साहित करे और यह दर्शाए कि आप सुन रहे हैं।

5.6.3 शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने के अवसर उत्पन्न करना

- यह तथ्य स्वीकार करें कि विविध स्तरों की अभिरुचियों और क्षमताओं से युक्त होने के कारण प्रत्येक शिक्षार्थी अद्वितीय होता है। शिक्षार्थी विविध सामाजिक और शैक्षिक पृष्ठभूमि से आते हैं। प्रत्येक शिक्षार्थी समान अधिगम परिस्थिति में भिन्न प्रकार की प्रतिक्रिया कर सकती/सकता है। साथ ही प्रत्येक शिक्षार्थी सीखने के लिए सक्षम है परंतु उसे सीखने के लिए अभिप्रेरित करने के लिए आपको उसके विद्यमान विचारों की जानकारी होनी चाहिए।
- सभी शिक्षार्थियों के विचारों को प्रेक्षित करने और उनका आकलन करने के लिए समय लगाएँ और इसमें व्यवहारत: न दिखाई पड़ने वाले उन विद्यार्थियों को भी सम्मिलित करें जो शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शायद ही कभी भाग लेते हैं। वैज्ञानिक संकल्पनाओं की उनकी व्याख्याओं को सुनें। इससे आप उनके सोचने के उस जटिल तरीके से परिचित होंगे जो आपको अधिगम के उपयुक्त मार्ग को चयन करने की अंतर्दृष्टि प्रदान कर सकता है।

© NCERT not to be republished

गुरमीत ने एक वॉच ग्लास पर स्पिरिट/पेट्रोल की कुछ एक बूँदें डालीं। उसने विद्यार्थियों को यह प्रेक्षित करने में सहायता की कि उन बूँदों का कुछ मिनटों के बाद क्या हुआ। उसने पूछा –

- पेट्रोल की बूँदों का क्या हो रहा है?
- ये कहाँ गईं?
- क्यों? क्या तुम समझा सकते हो?

यह साधारण क्रियाकलाप देखने के बाद, कक्षा में कई सवाल उठ खड़े हुए–

- जब हमने वॉच ग्लास पर एक बूँद जल की डाली, तो वह तो इतनी जल्दी अदृश्य नहीं होती है, ऐसा क्यों?
- इस परिघटना को हम क्या कहते हैं?
- क्या पेट्रोल के अणु अभी भी अस्तित्व में हैं?
- वे अब कहाँ हैं?
- वे किस रूप में अस्तित्व में हैं?
- क्या पेट्रोल की बूँदें किसी रासायनिक रूप में विद्यमान हैं?
- इनका नया रासायनिक संघटन क्या हो सकता है?
- जब इसे बंद बोतल में रखा जाता है, तब तो यह अदृश्य नहीं होता है, क्यों?

शिक्षक ने बिना कोई निर्णय दिए पहले उनके स्पष्टीकरण सुने, और फिर उन्हें वैज्ञानिक व्याख्या का रूप देने में मदद की।

अगली बार विद्यार्थियों ने एक चुंबक के निकट लोहे की 'रेतन' छिड़ककर एक क्रियाकलाप किया। उन्होंने देखा कि लोहे की रेतन एक विशिष्ट पैटर्न में व्यवस्थित हो जाती है। कुछ विद्यार्थियों ने एक अन्य चुंबक लेकर इस क्रियाकलाप को दोहराया। उन्होंने देखा कि संरेखण का पैटर्न वैसा ही था।

उन्होंने फिर अपने विद्यार्थियों से इस क्रियाकलाप से संबंधित जितने प्रश्न वे पूछ सकते थे, पूछने के लिए कहा। इससे उन्हें चुंबकत्व की विभिन्न संकल्पनाओं से संबंधित विद्यार्थियों की सोच के पैटर्न को समझने में मदद मिली। शिक्षक ने विद्यार्थियों को दो-दो के समूहों में बाँटकर 10 मिनट तक चर्चा करने की अनुमति दी। इस बीच वह विद्यार्थियों की अनौपचारिक बातचीत और चर्चा सुनने के लिए कक्षा में घूमती रहीं। उन्होंने एक विद्यार्थी को ब्लैकबोर्ड पर बुला लिया ताकि वह विद्यार्थियों द्वारा पूछे जाने वाले प्रश्नों को लिख दे। उन्होंने पाया कि बहुत से प्रश्न दोहराए गए थे। विभिन्न समूहों के विद्यार्थी उनमें से बहुत से प्रश्नों के उत्तर देने के लिए आगे बढ़कर आए। विद्यार्थियों के उत्तर सुनने के बाद उन्होंने व्याख्या का सारांश तैयार करने में उनकी मदद की। विद्यार्थियों द्वारा पूछे गए प्रश्न निम्नलिखित थे –

- लोहे की रेतन कागज़ पर एक डिज़ाइन के रूप में अपने आपको व्यवस्थित क्यों कर लेती है?
- लोहे की रेतन, रेखा जैसा पैटर्न क्यों बनाती है?

© NCERT not to be republished

- लोहे की रेतन का पैटर्न क्या दर्शाता है?
- क्या इन रेखाओं का कोई विशिष्ट नाम है?
- क्या सभी चुंबक लोहे की रेतन के साथ डिज़ाइन बनाते हैं?
- छड़ चुंबक के किनारों पर अधिक लोहे की रेतन क्यों चिपकती है?
- यदि चुंबक को बोर्ड पर ऊर्ध्वाधर खड़ा कर दें, तो पैटर्न कैसा होगा?
- क्या चुंबक, टैल्कम पाउडर, नमक या काली मिर्च पाउडर के साथ कोई पैटर्न बनाएगा?
- चुंबक अपने से दूर के बिंदुओं पर कोई पैटर्न/डिज़ाइन क्यों नहीं बनाता?
- क्या लोहे की रेतन चुंबक बन जाती है?
- यदि चुंबक को कागज़ से हटा लिया जाए तो लोहे की रेतन का पैटर्न किस प्रकार अव्यवस्थित हो जाएगा?
- क्या छड़ चुंबक जैसा पैटर्न प्राप्त करने का कोई दूसरा तरीका भी है?
- चुंबक की प्रबलता सबसे अधिक कहाँ होती है?
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ क्यों बनती हैं?

बच्चे प्रकृति से ही जिज्ञासु होते हैं, कोई नवीन परिस्थिति अथवा वस्तु देखकर वे इसके संबंध में प्रश्न पूछने के लिए बेचैन हो जाते हैं। कक्षा में पूर्ण शांति बनाए रखना अधिगम के लिए सहायक नहीं होता। विज्ञान की कक्षा का परिवेश जिज्ञासा और चिंतन को उत्पन्न करने में सहायक होना चाहिए, ताकि शिक्षार्थियों को विचार-वस्तु पर बात करने, प्रश्न पूछने और चर्चा तथा तर्क-वितर्क में भाग लेने की प्रेरणा मिले। प्रत्येक बच्चे के प्रत्येक प्रश्न को सम्मान दिया जाना चाहिए।

रीता ने अपनी कक्षा में एक प्रश्न रजिस्टर रखा है जिसमें उसने विज्ञान की पुस्तक के प्रत्येक अध्याय के लिए कुछ पृष्ठ नियत किए हुए हैं। उसने अपने विद्यार्थियों को निर्देश दिए हुए हैं कि वे रजिस्टर में प्रत्येक विशिष्ट अध्याय के अंतर्गत प्रश्न लिखें। वह इन पृष्ठों को नियमित रूप से देखती है। बाद में अपनी कक्षा से चर्चा करती है। यदि आवश्यकता हो तो वह अपने विद्यार्थियों के सहयोग से क्रियाकलाप भी डिज़ाइन करती है।

क्रियाकलाप 5.11

अपनी पाठ्यपुस्तक से कोई प्रकरण चुनकर उस पर अपने मित्रों के साथ चर्चा कीजिए कि आप इस प्रकरण पर शिक्षण-अधिगम के दौरान शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने का अवसर कैसे उत्पन्न कर सकते हैं?

ऐसा कोई निश्चित नियम नहीं है जिससे आप सुनने की स्थितियाँ पैदा कर सकें। यदि आप औपचारिक प्रश्न पूछते हैं जिसका उत्तर 'हाँ' या 'नहीं' में दिया जा सकता है, तो आपको अपने

© NCERT not to be republished

विद्यार्थियों के विचारों को सुनने का अधिक अवसर नहीं मिल पाएगा। आपको मुक्तांत और विचारोत्तेजक प्रश्न पूछने की आवश्यकता है, जो शिक्षार्थियों को जानकारी की व्याख्या करने, परिणामों का पूर्वानुमान करने, निष्कर्ष निकालने और तर्कपूर्ण ढंग से सोचने में मदद करें।

5.7 स्थानीय संसाधनों से सामग्री एकत्रित करने के लिए शिक्षार्थियों को प्रोत्साहित करना

हम जानते हैं कि बच्चे विद्यालय और घरों के अंदर और बाहर किए गए प्रेक्षणों और क्रियाकलापों से प्राप्त अनुभव के आधार पर सीखते अथवा अपने ज्ञान का निर्माण करते हैं। हम इस बात पर फिर ज़ोर दे रहे हैं कि शिक्षार्थियों को सम्मिलित करते हुए क्रियाकलापों की उचित योजना बनाकर, एक शिक्षक विज्ञान अधिगम में उनकी रुचि पैदा कर सकता है। अधिगम प्रक्रिया में सक्रिय रूप से भाग लेने से शिक्षार्थियों को अपने पूर्ववर्ती अनुभवों से संबंध जोड़ने और संदर्भ आधारित अधिगम के अवसर प्राप्त होते हैं।

माध्यमिक विद्यालय के एक शिक्षक, सुरेश, अपने विद्यार्थियों की सहायता से विज्ञान के अध्यायों पर क्रियाकलापों की योजना बनाते हैं। विद्यार्थी अध्याय में दिए गए सभी क्रियाकलाप करने के लिए आवश्यक सामग्री और उपकरणों की पहचान करते हैं। विद्यार्थियों के विभिन्न समूह अलग-अलग क्रियाकलापों का दायित्व संभाल लेते हैं। अध्याय पर पाठ प्रारंभ होने से पहले विद्यार्थी अपने शिक्षक की सहायता लेकर आस-पास से और विद्यालय की प्रयोगशालाओं से सामग्री एकत्रित कर लेते हैं। इकट्ठी की गई सामग्रियों से क्रियाकलाप करके विद्यार्थी संकल्पना को सीखने के लिए उत्साहित रहते हैं। इससे उनमें उपलब्धि का एक बोध विकसित होता है। साथ ही, शिक्षक का काम आसान हो जाता है और पाठ रोचक बन जाता है।

आप ऐसी बहुत-सी परिस्थितियाँ उपलब्ध करा सकते हैं, जहाँ विद्यार्थी सामग्री इकट्ठा कर सकते हैं, सीख सकते हैं और सीखने का आनंद ले सकते हैं। कुछ क्रियाकलाप निम्नलिखित हैं –

- विद्यालय में एक विज्ञान कोना विकसित करना।
- विद्यालय में विज्ञान क्लब खोलना।
- अध्ययन भ्रमण का आयोजन करना।
- बुलेटिन बोर्ड अथवा भित्ति पत्रिका की व्यवस्था करना।
- स्क्रैप बुक बनाना।
- किसी परियोजना का आयोजन करना।
- स्थैतिक और कार्यकारी मॉडल तैयार करना।

विद्यालय में विज्ञान कोना विकसित करने के लिए आप शिक्षार्थियों को सामग्री इकट्ठी करने के लिए प्रोत्साहित करें, जैसे कि रंगीन पत्थर, धात्विक पन्नी, शीट और तारें, कमानीदार तुला, टॉर्च सेल, छोटे गिलास और बोतलें, ड्रॉपर, बिना सुई वाली सिरिंज, टॉर्च में प्रयुक्त होने

© NCERT not to be republished

वाले छोटे बल्ब, धागा, गुब्बारे, छलनी, मनके और धागे, मृदु पेय की नलिका, आइसक्रीम वाले खाली कप और चम्मच, विभिन्न त्रिज्याओं की नलिकाएँ और बहुत-सी अन्य वस्तुएँ जिनका उपयोग मॉडल बनाने, प्रयोग करने अथवा मात्र अध्ययन के लिए किया जा सकता हो। शिक्षार्थी मृदा, जल, चट्टानों, रेशों, तथा कपड़ों के विभिन्न नमूने, चुंबकों का उपयोग करके बने खिलौने एवं अन्य सामान, वैज्ञानिकों के चित्रों वाली टिकटें, आदि एकत्रित कर सकते हैं। विद्यालय में शिक्षार्थियों को अभिप्रेरित करने के लिए एकत्रित की गई सामग्री की आलेख सहित एक प्रदर्शनी आयोजित की जा सकती है।

शिक्षार्थी कुछ सामग्री उस समय भी एकत्रित कर सकते हैं जब वे विभिन्न स्थानों पर घूमने, पर्यटन या अध्ययन-भ्रमण के लिए जाएँ। वे एकत्रित की गई सामग्री को विज्ञान क्लब में क्रियाकलाप करने में उपयोग में ला सकते हैं। शिक्षार्थियों में पढ़ने की आदत डालने के लिए उन्हें विभिन्न स्रोतों, जैसे — समाचार पत्रों, पत्रिकाओं, और इंटरनेट से विज्ञान संबंधी अद्यतन चर्चित मुद्दों तथा पुरस्कार विजेताओं की पहचान करने और उनसे संबंधित जानकारी प्राप्त करने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है। शिक्षार्थी जब समाचार-पत्रों और पत्रिकाओं में दी गई फ़ोटो देखेंगे और उनके बारे में पढ़ेंगे, तो उनमें विस्मय और जिज्ञासा की भावना उत्पन्न होगी। इससे उनके अधिगम को बढ़ावा मिल सकता है।

विद्यालय में भित्ति पत्रिकाओं और बुलेटिन बोर्डों को बनाए रखने के लिए वे अपने विचार व्यक्त कर सकते हैं और आलेख तैयार कर सकते हैं। कुछ शिक्षार्थी वैज्ञानिक संकल्पनाओं पर आधारित कार्टून बना सकते हैं अथवा कविताएँ, चुटकुले और प्रहसन लिख सकते हैं।

भित्ति पत्रिकाएँ अथवा बुलेटिन बोर्ड शिक्षार्थियों द्वारा एकत्रित और प्रदर्शित की गई कथानक (थीम) आधारित सूचना को प्रदर्शित कर सकते हैं। ये कथानक विज्ञान का इतिहास, अन्वेषण, खोजें, परिघटनाएँ, सामयिक विषयों, जैसे— वैश्विक तापन, बाढ़ और सूखा, आपदा प्रबंधन, ज्वालामुखी, वनोन्मूलन और वनरोपण और ऐसे अन्य कई विषय हो सकते हैं, जो शिक्षार्थियों के स्तर और क्षमताओं पर निर्भर करेंगे। शिक्षार्थी वास्तविक प्रयोगों और क्रियाकलापों के लिए इंटरनेट से भी सामग्री खोजकर एकत्रित कर सकते हैं। विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में आँकड़ों के प्राथमिक स्रोतों और हस्त-कौशल सामग्री पर ज़ोर देना चाहिए। कुछ घटनाओं और उनके प्रेक्षणों से उत्पन्न होने वाली अधिगम परिस्थितियों को भी विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में उपयोग में लिया जा सकता है, जैसा कि निम्नलिखित स्थिति में हुआ –

शबनम, आतिया, प्रत्यूष, सुहानी और अख्तर ने मुंबई में वाहित गंदे पानी की लाइनों के अवरूद्ध होने से आई बाढ़ के बारे में समाचार पत्रों में पढ़ा। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि यह स्थिति शहर में कचरे को अँधाधुंध फेंकने से उत्पन्न हुई है। इस आपदा को टाला जा सकता था यदि शहर के लोगों को कचरे के निपटान के बेहतर तरीकों की जानकारी होती। वे यह पता लगाने और चर्चा करने के

© NCERT not to be republished

लिए गुप्तचर की तरह बाहर निकल पड़े कि लोग किस प्रकार का कचरा फेंकते है और कचरे को इस तरीके से फेकें कि वातावरण दूषित न हो। उन्होंने अपने स्कूल के मित्रों और कक्षा प्रभारी शिक्षक के साथ अपशिष्ट निपटान की समस्या पर चर्चा की। कक्षा प्रभारी शिक्षक ने इस समस्या को कक्षा के लिए *ठोस अपशिष्ट प्रबंधन, भूमि प्रदूषण* और *जल प्रदूषण* पर समूह परियोजनाओं में बदल दिया।

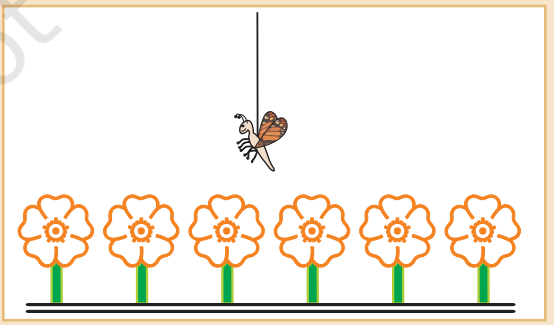
उपरोक्त वर्णित सभी क्रियाकलाप शिक्षार्थियों में अभिरुचि उत्पन्न करेंगे, उन्हें सीखने के लिए प्रेरित करेंगे और उन्हें विद्यालय से बाहर जाने और अपने आस-पास से संबंधित सामग्री और जानकारी एकत्रित करने का अवसर देंगे।

क्रियाकलाप 5.12

अपने मित्रों के साथ अपने आस-पास के स्रोतों से प्राप्त की जाने योग्य उन सामग्रियों की पहचान और चर्चा करें, जिन्हें क्रियाकलापों, प्रयोगों और अन्य शिक्षण-अधिगम अनुभवों के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

माध्यमिक विद्यालय की एक शिक्षिका, नादिरा, कक्षा में एक 'अनोखी मक्खी' लेकर आई। उस अनोखी मक्खी को देखकर कक्षा में बहुत उत्सुकता हुई। उसने एक खिलौना तैयार किया था जिसमें कागज़ के फूलों की एक परत थी और प्रत्येक फूल की एक डंडी थी। उसने एक धागे के साथ खिलौना मक्खी को फूलों पर लटकाया, परंतु यह किसी भी फूल पर बैठ नहीं सकी। मक्खी ने केवल फूलों के चक्कर लगाए। तब उसने शिक्षार्थियों को कहा कि वे इस मक्खी को किसी फूल पर बिठा कर देखें।

लगभग 8-10 शिक्षार्थियों ने उस अनोखी मक्खी को ऊपर और नीचे करके फूलों पर बैठाने की कोशिश की परंतु कोई भी सफल नहीं हुआ। ध्यान से देखने पर कुछ विद्यार्थी मक्खी का अनोखा व्यवहार तुरंत समझ गए। एक विद्यार्थी ने अनुमान लगाया कि मक्खी के शरीर में और फूलों की डंडियों में चुंबक छुपाकर रखे गए हैं। *समान ध्रुव एक-दूसरे को विकर्षित करते हैं,* इस संकल्पना का आदान-प्रदान करने के लिए नादिरा ने चुंबकों का उपयोग कर अपने शिक्षार्थियों को इस क्रियाकलाप को करने में मदद की।



चित्र 5.3 *— खिलौना– एक उत्सुक मक्खी*

© NCERT not to be republished

तब उसने अपने शिक्षार्थियों को चुंबकों और अपने आस-पास की सामग्री से विभिन्न खिलौने तैयार करने के लिए प्रोत्साहित किया। मात्र दो दिनों में वहाँ चुंबक की संकल्पना पर आधारित खिलौने, जैसे— "पीछा करती कारें", "असुरक्षित पर्स", "चुंबकीय क्रिकेट", "टूटते तारे" आदि जमा हो गए।

मनोवैज्ञानिक अंत:क्षेप

जहाँ तक विज्ञान अधिगम का प्रश्न है अभिरुचि, अभिवृत्ति और अभिक्षमता के संदर्भ में प्रत्येक विद्यार्थी का अनूठापन उसे विशिष्ट और भिन्न बनाता है। विद्यार्थी के इस अनूठेपन को समझने और सराहने के लिए, शिक्षकों के रूप में हमें कक्षा के भीतर और कक्षा के बाहर भी अपने शिक्षार्थियों का अन्वेषण करने की आवश्यकता है। इसके लिए, सामान्य कार्यनीतियों के अतिरिक्त, हम बहुत से मनोवैज्ञानिक अंत:क्षेपों का उपयोग कर सकते हैं, जो न केवल उनके अधिगम को चरम स्थिति तक ले जाएँगे, बल्कि विविध शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों में उनकी विविध क्षमताओं के उपयोग को भी सहज बनाएँगे। वैज्ञानिक अभिरुचि सूची, वैज्ञानिक अभिक्षमता जाँच पत्र, केस अध्ययन इत्यादि का उपयोग विज्ञान अधिगम के केंद्रीय और परिधीय क्षेत्रों में शिक्षार्थियों की वास्तविक रुचि की पहचान करने में किया जा सकता है। शिक्षक के रूप में आपने इस तथ्य का संज्ञान लिया होगा कि कुछ शिक्षार्थी केवल वैज्ञानिक विषय-वस्तु ज्ञान में रुचि रखते हैं; कुछ वैज्ञानिक प्रक्रियात्मक ज्ञान में रुचि रखते हैं; कुछ वैज्ञानिक ज्ञान की संक्रियाओं, प्रक्रार्यों और अनुप्रयोगों में रुचि रखते हैं; कुछ वैज्ञानिक ज्ञान के इतिहास में रुचि रखते हैं और कुछ विज्ञान के मूलभूत तत्त्वों और वैज्ञानिक ज्ञान की समालोचना (विरुद्ध प्रश्न उठाकर) में रुचि रखते हैं इत्यादि। अत: शिक्षक का यह नैतिक कर्तव्य है कि वह उन सभी विद्यार्थियों के यथार्थ हितों का पोषण करें,जो विभिन्न स्तरों पर विज्ञान का अध्ययन कर रहे हैं और विभिन्न कारणों से आगे भी अध्ययनरत रहेंगे। जिस मनोवैज्ञानिक अंत:क्षेप को आप उपयोग में ला रहे हैं, उसमें पाँच मूलभूत तत्त्व होने चाहिए –

- **प्रासंगिकता** – इसे विद्यार्थियों के वर्तमान ज्ञान, विश्वासों तथा परिस्थितियों के अनुरूप ढाला जाना चाहिए।
- **वैयक्तिकरण** – इसे व्यक्तिगत आवश्यकताओं के अनुरूप ढाला जाना चाहिए।
- **प्रतिपुष्टि** – उसे अधिगम अथवा परिवर्तन के साथ प्रगति संबंधी जानकारी के अनुरूप ढाला जाना चाहिए।
- **प्रबलन** – इसे प्राकृत प्रेरणा को पुरस्कृत करने के लिए ढाला जाना चाहिए।
- **सरलीकरण** – इसे बाधाओं को हटाने या अधिगम के लिए कार्य करने के साधन उपलब्ध कराकर ढाला जाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

5.8 सारांश

विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में शिक्षार्थियों के लिए यह महत्वपूर्ण है कि वे केवल अपने ज्ञान के निर्माण के लिए मात्र अर्थों और आँकड़ों को समझने योग्य न हों, बल्कि उनमें दूसरों के विचारों को समझने और समालोचना करने की योग्यता होनी चाहिए। अत: शिक्षार्थियों के अन्वेषण में बातचीत, परिचर्चा, तर्क-वितर्क, सह-निर्धारण, मध्यगता, उनके विचारों को सुनना और उनसे प्रश्न पूछना महत्वपूर्ण भूमिकाएँ निभाते हैं। समुचित रूप से डिज़ाइन किए गए विविध क्रियाकलापों द्वारा अधिगम परिवेश उत्पन्न करना, प्रत्येक शिक्षार्थी और उसके विचारों को महत्व देना और यह समझना कि वे अपने ज्ञान का निर्माण किस प्रकार कर रहे हैं, शिक्षक को अपने शिक्षार्थियों के अन्वेषण में मदद करते हैं। शिक्षार्थियों के अन्वेषण के लिए, शिक्षार्थियों के वर्तमान ज्ञान और समझ को प्रकाश में लाकर, उनके मन में आने वाले विचारों को सुस्पष्ट करके इन विचारों को उचित रूप से डिज़ाइन किए गए शिक्षण-अधिगम अनुभवों से जोड़ना आवश्यक है। भौतिक विज्ञान अधिगम के लक्ष्यों और उद्देश्यों की प्राप्ति की ओर अग्रसर होने के लिए इन सभी प्रक्रियाओं में शिक्षार्थियों को सक्रिय रूप से सम्मिलित करना आवश्यक है।

अभ्यास

5.1 शिक्षार्थी के अन्वेषण के महत्व की चर्चा कीजिए।

5.2 चर्चा कीजिए कि शिक्षार्थियों में विद्यमान व्यक्तिगत विभिन्नताओं की पहचान करना और उन्हें महत्व देना क्यों आवश्यक है?

5.3 अपने अंत:शिक्षुता कार्यक्रम के दौरान आपने शिक्षार्थियों में विज्ञान अधिगम के संबंध में जो भिन्नताएँ देखी हों, उनकी एक सूची बनाइए।

5.4 अपनी पाठ्यपुस्तक से एक उदाहरण लेकर वर्णन कीजिए कि आप कैसे शिक्षार्थियों को कक्षा में उनके पूर्ववर्ती ज्ञान की चर्चा के लिए प्रेरित करेंगे।

5.5 वह विभिन्न तरीके बताइए जिनसे शिक्षार्थियों को शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शामिल कर सकते हैं? समझाइए कि शिक्षार्थियों को शामिल करने से आपको शिक्षार्थियों और उनके अधिगम के बारे में जानने में किस प्रकार मदद मिल सकती है।

5.6 समझाइए सम-समूहों के बीच संवाद, अधिगम को सशक्त बनाने के लिए कक्षा के एक महत्वपूर्ण साधन के रूप में किस प्रकार उपयोग में लाया जा सकता है? अपने उत्तर की उदाहरण सहित व्याख्या कीजिए।

5.7 माध्यमिक/उच्चतर माध्यमिक स्तर की विज्ञान/भौतिकी/रसायन की पाठ्यपुस्तक से एक अध्याय को चुनिए। उन सहज संकल्पनाओं का अनुमान लगाएँ जो शिक्षार्थियों के

© NCERT not to be republished

मन में उत्पन्न हो सकती हैं। प्रयोगशाला अभ्यास के माध्यम से आप उन संकल्पनाओं को कैसे संबोधित करेंगे?

5.8 सहज संकल्पनाओं पर शोध से संबंधित विज्ञान-शिक्षा शोध पत्रिकाओं में लेखों की तलाश करें। भौतिकी/रसायन विषय में सामान्य सहज संकल्पनाओं की एक सूची बनाइए। अपने निष्कर्षों के संबंध में अपने साथियों के साथ विचार-विर्मश कीजिए और चर्चा कीजिए कि ये संकल्पनाएँ शिक्षक को भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम की योजना बनाने में कैसे मदद करती हैं?

5.9 (i) एक क्रियाकलाप (ii) शिक्षार्थी की रिपोर्ट और (iii) शिक्षार्थी के प्रश्नों के माध्यम से आप परिचर्चा को किस प्रकार प्रेरित कर सकते हैं? उदाहरण के साथ विवेचना कीजिए।

5.10 शिक्षार्थी के अन्वेषण और शिक्षण-अधिगम प्रक्रम को समृद्ध बनाने में सम-समूह में बातचीत, परिचर्चा और तर्क-वितर्क की भूमिका का आलोचनात्मक मूल्यांकन कीजिए।

5.11 पाठ्यपुस्तकों से एक उदाहरण लेकर समझाइए कि आप कक्षा में तर्क-वितर्क की शुरुआत कैसे करेंगे और उसे किस प्रकार जारी रखेंगे।

5.12 भौतिक विज्ञान में अधिगम की मध्यगता और सह-निर्धारण से आप क्या समझते हैं? अधिगम में मध्यगता और सह-निर्धारण में शिक्षार्थियों की भूमिका पर चर्चा कीजिए।

5.13 समझाइए कि आप शिक्षार्थियों को प्रश्न उठाने और पूछने के लिए प्रोत्साहित करने हेतु क्या कार्यनीति अपनाएँगे? अपने शिक्षार्थियों के विचारों को सुनना महत्वपूर्ण क्यों है? उपयुक्त उदाहरणों के साथ समझाइए।

5.14 आप स्थानीय स्रोतों से सामग्री एकत्रित करने के लिए शिक्षार्थियों को कैसे प्रोत्साहित करेंगे? विवेचना कीजिए कि भौतिक विज्ञान सीखने के लिए यह उन्हें किस प्रकार अभिप्रेरित कर सकता है?

"नए प्रश्नों, नई संभावनाओं और पुराने प्रश्नों को नए दृष्टिकोण से देखने के लिए सृजनात्मक कल्पना की आवश्यकता होती है जो विज्ञान में हुई वास्तविक प्रगतियों को दर्शाती है।"

(अलबर्ट आइंस्टाइन)

© NCERT not to be republished

अध्याय 6

भौतिक विज्ञान में विद्यालय पाठ्यचर्या

6.1 परिचय

6.2 पाठ्यचर्या की रूपरेखा के विकास का इतिहास

6.3 पाठ्यचर्या की रूपरेखा, पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम

- 6.3.1 पाठ्यचर्या की रूपरेखा
- 6.3.2 पाठ्यचर्या
- 6.3.3 विद्यालयी पाठ्यचर्या
- 6.3.4 पाठ्यक्रम

6.4 विषय-केंद्रित से व्यावहारवादी, व्यावहारवादी से निर्मितिवादी उपागम तक की पाठ्यचर्या की विकास यात्रा

6.5 विज्ञान पाठ्यचर्या पर राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं (एन.सी.एफ.) के सुझाव

6.6 एन.सी.ई.आर.टी. पाठ्यक्रमों की प्रवृत्तियाँ

6.7 पाठ्यपुस्तक से शिक्षण-अधिगम सामग्री की ओर झुकाव

6.8 पाठ्यचर्या विकासक के रूप में शिक्षक

6.9 सारांश

© NCERT not to be republished

6.1 परिचय

विज्ञान के एक शिक्षक के अनुसार, "समय के साथ विज्ञान की पाठ्यचर्या परिवर्तित हो गई है और विज्ञान शिक्षक का काम अब अधिक चुनौतीपूर्ण हो गया है।" 1960 के दशक में विद्यार्थी के रूप से लेकर 2010 तक शिक्षक के रूप में विज्ञान शिक्षण और अधिगम के अपने अनुभवों से गुज़रते हुए, वह 'परिवर्तन' का वर्णन निम्न प्रकार से करती हैं–

"मैंने अपनी हायर सकेंडरी परीक्षा विज्ञान और गणित के साथ वर्ष 1969 में केंद्रीय सेकेंडरी शिक्षा बोर्ड (सी.बी.एस.ई.) से संबद्ध दिल्ली के एक विद्यालय से पास की। हमने ग्यारह वर्ष विद्यालयी शिक्षा प्राप्त की जिसमें आठ वर्ष 'सामान्य शिक्षा' के थे। विद्यार्थियों ने विज्ञान, कला तथा वाणिज्य जैसे विभिन्न क्षेत्रों में कक्षा 9 से प्रवेश किया। विज्ञान के क्षेत्र में प्रवेश पाने के लिए कठिन स्पर्धा थी

और मेरे कुछ मित्र जो विज्ञान पढ़ने में रुचि रखते थे, उन्हें विज्ञान में प्रवेश नहीं मिल पाया। विज्ञान का अधिगम कुछ सर्वोत्कृष्ट अंक प्राप्त करने वालों तक सीमित रह गया। नवीं से ग्यारहवीं कक्षाओं तक विज्ञान को भौतिकी, रसायन और जीवविज्ञान विषयों के रूप में पढ़ाया गया। निजी प्रकाशकों द्वारा प्रकाशित और एक ही लेखक द्वारा लिखी गई पुस्तकें उपयोग में ली जाती थीं। विद्यार्थियों और शिक्षकों के लिए ये पुस्तकें, पाठ्यपुस्तकें और पाठ्यक्रम दोनों ही थीं। रसायन का शिक्षण-अधिगम तत्त्वों के प्रतीकों और संयोजकताओं के साथ प्रारंभ होता था। विद्यार्थियों को पढ़ाया जाता था कि रासायनिक सूत्र कैसे लिखें और अणुभार और तुल्यांकी भार कैसे परिकलित करें, कैसे प्रयोगाश्रित सूत्र और आण्विक सूत्र लिखें। पाठ्यपुस्तकों की पाठ्य सामग्री में कुछ गैसों, जैसे– कार्बन डाइऑक्साइड, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन को बनाने की विधियाँ, गुण और उपयोग; नाइट्रिक अम्ल तथा सल्फ़्यूरिक अम्ल का उत्पादन, कुछ तत्त्वों के धातुकर्म इत्यादि सम्मिलित होते थे। प्रायोगिक पाठ्यक्रम में गैसों को बनाना, लवण विश्लेषण और अम्लक्षारक अनुमापन होते थे। अधिगम अनुभव और दैनिक जीवन के अनुभव अलग-अलग ही रहते थे। हम लोग प्रायोगिक कार्य का संबंध विशेष रूप से लवण विश्लेषण और अनुमापनों को सिद्धांत से नहीं जोड़ सकते थे और यही बात इसकी विपरीत स्थिति पर भी लागू होती थी। रसायन विषय को रासायनिक अभिक्रियाओं और समीकरणों को याद करना भर समझा जाता था। शिक्षक को केवल जानकारी देने वाला माना जाता था।"

अब 2011 में विद्यार्थियों की विद्यालयी शिक्षा बारह वर्ष की हो गई है, जिसमें दस वर्ष सामान्य शिक्षा के हैं। कक्षा दस तक विज्ञान 'मुख्य विषय' है और यह कक्षा नौ और दस में 'एकीकृत विज्ञान' के रूप में पढ़ाया जाता है। उच्चतर माध्यमिक स्तरों (कक्षा 11 और 12) पर विद्यार्थी विज्ञान का रसायन, भौतिकी और जीवविज्ञान के रूप में अध्ययन करते हैं। कक्षा 9 और 10 के पाठ्यक्रम में *भोजन, पदार्थ, जीवों का संसार, गतिशील वस्तुएँ, व्यक्ति और विचार तथा प्राकृतिक संसाधनों* जैसी विषयवस्तुओं को रखा गया है। विद्यार्थी इस विज्ञान को अधिक प्रासंगिक पाते हैं और जीवन और आस-पास से इसका संबंध बता सकते हैं। इन विषयवस्तुओं से संबंधित प्रयोगों/क्रियाकलापों को कक्षाओं में किया जा सकता है। कक्षा 11 और 12 के रसायन के पाठ्यक्रमों में अकार्बनिक, कार्बनिक और भौतिक रसायन के घटक होते हैं, परंतु इन्हें चिह्नित और पृथक खंडों में नहीं रखा जाता है। *ऊष्मागतिकी, विलयन, p, d और f – ब्लॉक तत्त्व* जैसे प्रकरण रसायन के पाठ्यक्रम में परिवर्तन को प्रतिबिंबित करते हैं। अब विद्यार्थियों के पास लेखकों की टीम द्वारा लिखी गई और राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) द्वारा प्रकाशित गुणवत्तापूर्ण पुस्तकें उपलब्ध हैं। ये पुस्तकें विद्यार्थियों को अन्वेषण करने और प्रश्न पूछने के अवसर उपलब्ध कराती हैं। पाठ्यपुस्तकों में विद्यार्थियों के लिए संबद्ध स्थानों पर क्रियाकलाप सम्मिलित किए गए हैं। शिक्षक केवल जानकारी देने वाले नहीं रह गए हैं। विद्यार्थी कक्षा में अपने बहुत से अनुभवों तथा बहुत-सी जानकारी और प्रश्नों के साथ आते हैं, क्योंकि अब उनकी पहुँच अन्य स्रोतों, जैसे– इंटरनेट, संचार माध्यमों, कई प्रकार की पुस्तकों, विज्ञान पत्रिकाओं और पूरक पठनीय सामग्रियों तक है।

कभी-कभी विद्यार्थी शिक्षक के ज्ञान को भी चुनौती देते हैं। शिक्षकों का ज्ञान आधुनिकतम होना चाहिए और उन्हें स्वयं अपने ज्ञान को सत्यापित करने और प्रामाणिक सिद्ध करने के लिए तैयार रहना चाहिए। "मैं विज्ञान शिक्षक के रूप में अपने कार्य को बहुत चुनौतीपूर्ण मानती हूँ। जानकारी को इकट्ठा करने की अपेक्षा विज्ञान की नये ज्ञान के निर्माण की प्रक्रिया के रूप में प्रस्तुति से विज्ञान संबंधी मेरी समझ में भी परिवर्तन आया है।"

क्रियाकलाप 6.1

विज्ञान की पाठ्यचर्या से आप क्या समझते हैं – इसे लिखें और तुलना करें कि आज के विज्ञान की पाठ्यचर्या आप के द्वारा 1980 के दशक या फिर 1990 के दशक में किए गए अध्ययन से कैसे भिन्न है? अपने बोध की चर्चा कक्षा में कीजिए और अपने अनुभवों को सहपाठियों के साथ साझा कीजिए।

शिक्षकों के उपरोक्त अनुभवों से आपके मन में बहुत से प्रश्न उठ सकते हैं। उदाहरण के लिए, आप पूछ सकते हैं कि ये परिवर्तन क्यों किए गए; कौन निर्धारित करता है कि क्या पढ़ाया जाए और कैसे पढ़ाया जाए; पाठ्यचर्या का नवीकरण और विकास कैसे किया जाता है; विज्ञान की पाठ्यचर्या के नवीकरण/विकास में शिक्षक की भूमिका क्या होती है? विज्ञान पाठ्यचर्या के निर्धारण और पाठ्यचर्या के विकास की प्रक्रिया संबंधी प्रश्नों के उत्तर नीति दस्तावेज़ों और राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा में ढूँढे जा सकते हैं। अत: आगे बढ़ने से पहले हमें राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा के विकास के इतिहास को जान लेना चाहिए।

निम्नलिखित अनुच्छेदों में हम पाठ्यचर्या की रूपरेखा के विकास के इतिहास का विवरण करेंगे।

6.2 पाठ्यचर्या की रूपरेखा के विकास का इतिहास

वर्ष 1976 तक भारतीय संविधान ने राज्य सरकारों को पाठ्यचर्या सहित अपनी विद्यालयी शिक्षा से संबंधित सभी मामलों में निर्णय लेने की अनुमति दे रखी थी। केंद्र, राज्यों को केवल नीतिगत मामलों में मार्गदर्शन दे सकता था। यह वह परिस्थितियाँ थीं जिनमें 1968 की राष्ट्रीय शिक्षा नीति बनाने और एन.सी.ई.आर.टी. द्वारा 1975 में पाठ्यचर्या की रूपरेखा को डिज़ाइन करने के प्रारंभिक प्रयास किए गए। शिक्षा नीति 1968 की अनुशंसाओं के पालन में एन.सी.ई.आर.टी. ने 1975 में राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा विकसित की। वर्ष 1976 में शिक्षा को समवर्ती सूची में सम्मिलित करने के लिए संविधान में संशोधन किया गया और वर्ष 1986 में पूरे देश को पहली बार राष्ट्रीय शिक्षा नीति (एन.पी.ई.–1986) मिली, जिसमें राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा को शिक्षा के आधुनिकीकरण के माध्यम के रूप में देखा गया। इस नीति में, शिक्षा के आधारभूत मूल्यों और प्रासंगिक समसामयिक मानकों को सुनिश्चित करने के साथ-साथ भारत की भौगोलिक और

© NCERT not to be republished

सांस्कृतिक विविधताओं को ध्यान में रखकर शिक्षा की एक राष्ट्रीय प्रणाली के विकास के लिए पाठ्यचर्या की राष्ट्रीय रूपरेखा की प्रस्तावना की गई। राष्ट्रीय शिक्षा नीति (एन.पी.ई. – 1986) में एक प्रासंगिक, लचीले और शिक्षार्थी-केंद्रित पाठ्यचर्या पर बल दिया गया।

राष्ट्रीय शिक्षा नीति – 1986 ने पूरे देश की विद्यालयी शिक्षा के लिए एक सर्वनिष्ठ आधारभूत पाठ्यांश की सिफ़ारिश की। इस नीति ने एन.सी.ई.आर.टी. को राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा को विकसित करने और रूपरेखा का समय-समय पर पुनरवलोकन करने का दायित्व भी सौंपा। अत: वर्ष 1988 में एन.पी.ई. – 1986 की सिफ़ारिशों के आधार पर एन.सी.ई.आर.टी. ने विद्यालयी शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा तैयार की। इसके बाद यह अनुभव किया गया कि पाठ्यचर्या विविध प्रकार के शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए लचीली और प्रासंगिक होनी चाहिए। पाठ्यचर्या के भार और परीक्षाओं के तनाव के मुद्दों पर भी ध्यान देने की आवश्यकता थी। अत: राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा का वर्ष 2000 और फिर 2005 में पुनरवलोकन किया गया और इनके फलस्वरूप नवीनतम एन.सी.एफ. – 2005 सामने आया।

- राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 1975 वर्ष 1968 की शिक्षा नीति की अनुशंसाओं पर आधारित
- राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 1988 वर्ष 1986 की शिक्षा नीति की अनुशंसाओं पर आधारित
- राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2000 परिशोधित एन.सी.एफ. – 1988
- राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 परिशोधित एन.सी.एफ. – 2000

आइए, अब जानें कि राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा क्या है और किस प्रकार यह पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम का विकास करती है।

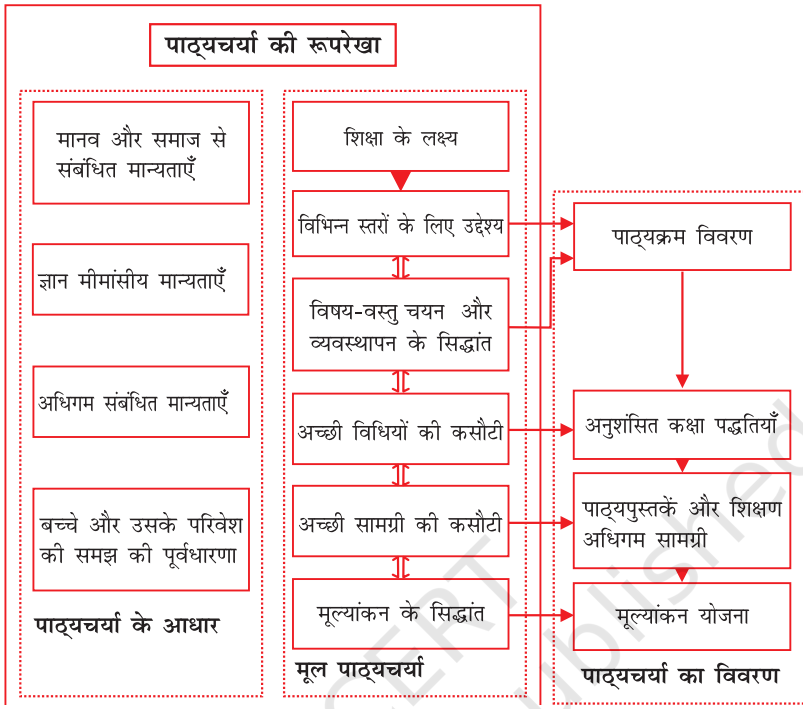
परियोजना 6.1

1986 की शिक्षा नीति और एन.सी.ई.आर.टी. द्वारा विकसित राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 1975, 2000 एवं 2005 का अध्ययन कीजिए। राष्ट्रीय शिक्षा नीति बनने के पहले एवं इसके बाद विकसित राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं में तुलनात्मक अध्ययन कीजिए और जो बदलाव आप पाते हैं, उसका संक्षिप्त विवरण दीजिए।

6.3 पाठ्यचर्या की रूपरेखा, पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम

चित्र 6.1 में दिए गए प्रवाह चार्ट का अध्ययन करें और पाठ्यचर्या की रूपरेखा, पाठ्यचर्या के केंद्र बिंदु और पाठ्यक्रम के मध्य संबंध को समझने का प्रयास करें।

© NCERT not to be republished



चित्र 6.1 — पाठ्यचर्या की रूपरेखा का आलेखी निरूपण

6.3.1 पाठ्यचर्या की रूपरेखा

दिए गए प्रवाह चार्ट (चित्र 6.1) से यह स्पष्ट है कि पाठ्यचर्या की रूपरेखा एक ऐसी योजना है, जो व्यक्ति और समाज दोनों के संदर्भ में शैक्षिक लक्ष्यों की व्याख्या करती है। यह योजना इस प्रकार के अधिगम अनुभवों को समझ की ओर ले जाती है, जो विद्यालयों द्वारा बच्चों को दिए जाने चाहिए।

योजना कुछ मूलभूत प्रश्न सामने रखती है–

- विद्यालय को कौन-कौन से शैक्षिक उद्देश्य प्राप्त करने का प्रयत्न करना चाहिए?
- इन उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए कौन-कौन से शैक्षिक अनुभव उपलब्ध कराए जा सकते हैं?
- ये शैक्षिक अनुभव किस प्रकार सार्थक तरीके से सुव्यवस्थित किए जा सकते हैं?
- हम कैसे सुनिश्चित करें कि ये शैक्षिक उद्देश्य सुव्यवस्थित हो गए हैं?

इस प्रकार एन.सी.एफ., विद्यार्थी, शिक्षक, शिक्षक-प्रशिक्षक, नीति-निर्धारक और व्यापक रूप से जनसाधारण इत्यादि, उन सभी से संबंध रखता है, जो शिक्षा से जुड़े हुए हैं।

© NCERT not to be republished

भारत में राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.) को विकसित करती है, जो पाठ्यक्रम तथा पाठ्यपुस्तकें और विद्यालय पाठ्यचर्या के विकास में मार्गदर्शन देती है। एन.सी.ई.आर.टी. द्वारा तैयार किया गया एन.सी.एफ. – 2005 विद्यालयी शिक्षा से संबंधित विभिन्न मुद्दों पर चर्चा करता है। यह रूपरेखा शिक्षा के उद्देश्यों, ज्ञान की प्रकृति तथा रूपों से संबंधित ज्ञान-मीमांसीय पूर्वधारणा और शिक्षार्थी तथा अधिगम संबंधित पूर्व धारणाओं की चर्चा करती है। यह शिक्षार्थी को केंद्र पर रखती है और शिक्षार्थियों की अभिव्यक्तियों और अनुभवों को प्रमुखता प्रदान करती है। इस रूपरेखा का दृष्टिकोण है कि ज्ञान की प्रकृति विकसित होते रहने की है और ज्ञान के निर्माण की प्रक्रिया में शिक्षार्थियों की सक्रिय भागीदारी से इसका सृजन होता है। एन.सी.एफ. – 2005 पाठ्यचर्या के उन क्षेत्रों की अनुशंसा करता है, जिन्हें विद्यालयी शिक्षा के विभिन्न स्तरों पर पढ़ाया जाना चाहिए। एन.सी.एफ. – 2005 इस बात की भी सिफ़ारिश करता है कि कला शिक्षा और शारीरिक तथा स्वास्थ्य शिक्षा को प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर पाठ्यचर्या में शामिल किया जाए और उच्चतर माध्यमिक स्तर पर इन्हें वैकल्पिक विषयों के रूप में रखा जाए। एन.सी.एफ. – 2005 इन विषयों के उद्देश्यों और शिक्षाशास्त्रीय मुद्दों की चर्चा भी करता है। यह सिफ़ारिश करता है कि शिक्षार्थी का मूल्यांकन उसके विद्यालयी जीवन का अनिवार्य हिस्सा होना चाहिए। यह शिक्षा के लक्ष्यों की प्राप्ति के लिए परीक्षा सुधारों और शिक्षक शिक्षा सुधारों सहित आवश्यक व्यवस्थागत सुधारों की चर्चा भी करता है। विद्यालयी परिवेश को योग्यता प्रदायी बनाने संबंधी चर्चा भी एन.सी.एफ. – 2005 में है।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005, राष्ट्रीय शिक्षा नीति (एन.पी.ई. – 1986) की अनुशंसाओं को दोहराता है, जिसमें अन्य लचीले संघटकों सहित सर्वनिष्ठ आधार पाठ्यचर्या पर चर्चा है। इस पर पहले भी चर्चा हो चुकी है (बॉक्स देखें)।

राष्ट्रीय शिक्षा व्यवस्था पूरे देश के लिए एक राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा पर आधारित होगी जिसमें एक "सर्वनिष्ठ आधार पाठ्यचर्या" (कॉमन-कोर) होगी और साथ ही अन्य हिस्सों में लचीलापन रहेगा, जिन्हें स्थानीय पर्यावरण तथा परिवेश के अनुसार ढाला जा सकेगा। सर्वनिष्ठ आधार पाठ्यचर्या में भारतीय स्वतंत्रता आंदोलन का इतिहास, संवैधानिक ज़िम्मेदारियों तथा राष्ट्रीय अस्मिता से संबंधित अनिवार्य तत्त्व शामिल होंगे। ये मुद्दे किसी एक विषय का हिस्सा न होकर लगभग सभी विषयों में पिरोए जाएँगे। इनके द्वारा राष्ट्रीय मूल्यों को हर व्यक्ति की सोच और ज़िंदगी का हिस्सा बनाने की कोशिश की जाएगी। इन राष्ट्रीय मूल्यों में ये बातें शामिल हैं – हमारी समान सांस्कृतिक धरोहर, सामाजिक समता, लोकतंत्र, धर्मनिरपेक्षता, स्त्री-पुरुषों के बीच समानता, पर्यावरण का संरक्षण, सामाजिक अवरोधों का निराकरण, सीमित परिवार का महत्व और वैज्ञानिक मनोदशा के पोषण की ज़रूरत। यह सुनिश्चित किया जाएगा कि सभी शैक्षिक कार्यक्रम धर्मनिरपेक्षता के मूल्यों के

© NCERT not to be republished

अनुरूप ही आयोजित हों। भारत ने विभिन्न देशों में शांति और आपसी भाईचारे के लिए सदा प्रयत्न किया है, और "वसुधैव कुटुंबकम्" के आदर्शों को संजोया है। इस परंपरा को कायम रखने के लिए शिक्षा-व्यवस्था का प्रयास यह होगा कि नई पीढ़ी में विश्व के प्रति यह दृष्टिकोण सुदृढ़ हो तथा अंतर्राष्ट्रीय सहयोग और शांतिपूर्ण सह-अस्तित्व की भावना बढ़े। शिक्षा के इस पहलू की उपेक्षा नहीं की जा सकती है। समानता के उद्देश्य को साकार बनाने के लिए सभी को शिक्षा के समान अवसर उपलब्ध करवाना ही पर्याप्त नहीं होगा, ऐसी व्यवस्था होना भी ज़रूरी है, जिससे सभी को शिक्षा में सफलता प्राप्त करने के समान अवसर मिलें। इसके अतिरिक्त, अंतर्निहित समानता की अनुभूति मूल पाठ्यचर्या द्वारा कराई जाएगी। वास्तव में, राष्ट्रीय शिक्षा व्यवस्था का उद्देश्य है कि सामाजिक माहौल और जन्म के संयोग से उत्पन्न पूर्वाग्रह और कुंठाएँ दूर हों।

– राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 1986

6.3.2 पाठ्यचर्या

संभवत: यह सभी सुविचारित रूप से नियोजित गतिविधियों के समूह का कुल योग माना जाता है, जो अधिगम को सहज बनाता है और विशेष शैक्षिक लक्ष्यों को लागू करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। यह इस बात को समझाने की योजना है कि किन-किन संकल्पनाओं का आदान-प्रदान किया जाए और कौन-कौन से ज्ञान, कौशल और मनोवृत्तियों को सुविचारित ढंग से पोषित की जाए। इसमें विषय-वस्तु के चयन के मापदंड और विषय-वस्तु के आदान-प्रदान की विधियों के साथ-साथ मूल्यांकन के विकल्पों के विवरण भी सम्मिलित हैं। पाठ्यचर्या निम्न सरोकारों से भी संबंधित हैं –

- किसी विशिष्ट स्तर या कक्षा के लिए शिक्षा के सामान्य उद्देश्य;
- विषयवार अधिगम उद्देश्य और विषय-वस्तु ;
- अध्ययन पाठ्यक्रम और समय निर्धारण;
- शिक्षण-अधिगम के अनुभव;
- शिक्षण-अधिगम की सहायक सामग्री; और
- अधिगम का मूल्यांकन और शिक्षार्थियों को दी गई प्रतिपुष्टि।

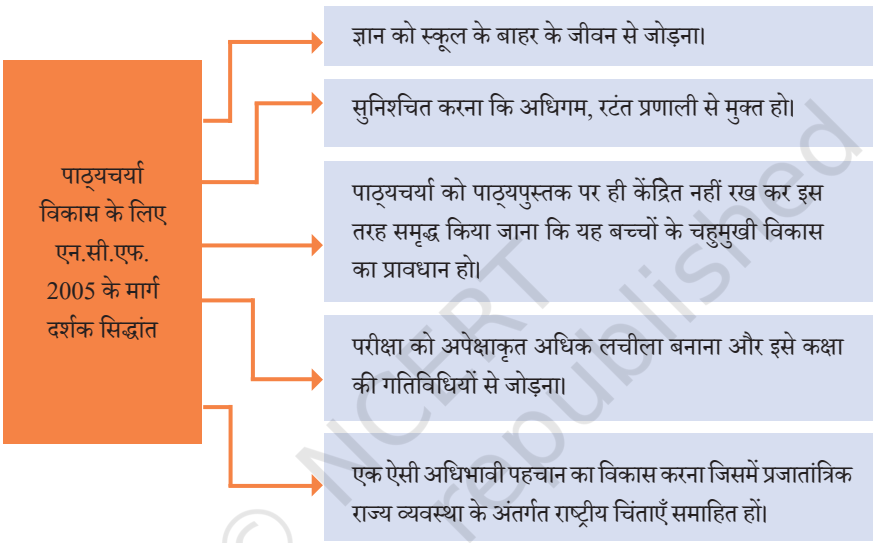
ऊपर की गई चर्चा के संदर्भ में इसका अर्थ होगा कि आधार पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम मिलकर पाठ्यचर्या का निर्माण करते हैं। अत: पाठ्यचर्या, वह क्षमताएँ विकसित करने की योजना है, जो चयनित लक्ष्यों को प्राप्त करने में मदद कर सकती है। पाठ्यचर्या द्वारा ऐसे अनुभव उपलब्ध कराने चाहिए जो ज्ञान का निर्माण करें और विवेकपूर्ण ढंग से सोचने, संसार को विभिन्न विषय क्षेत्रों द्वारा समझने, दूसरों के प्रति सौंदर्यपरक सराहना और दूसरों के प्रति संवेदनशीलता, कार्य करने और आर्थिक प्रक्रम में भाग लेने की योग्यताएँ उपलब्ध करा सकें। यह उन क्षमताओं

© NCERT not to be republished

और मूल्यों की अंतर्दृष्टि प्रदान करता है जो प्रत्येक व्यक्ति में होनी ही चाहिए। यह समाज को सामाजिक-राजनीतिक और सांस्कृतिक दृष्टि भी देता है। दूसरे शब्दों में पाठ्यचर्या शैक्षिक लक्ष्यों के क्रियान्वयन के लिए एक संपूर्ण योजना है।

पाठ्यचर्या देश के भावी विकास और सरोकारों की ओर उन्मुख होनी चाहिए।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005, पाठ्यचर्या के विकास के लिए निम्नलिखित मार्गदर्शन प्रदान करती है (चित्र 6.2) –



***चित्र 6.2** — राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005*

पाठ्यचर्या का अधिगम और विकास के प्रति एक समग्र दृष्टिकोण होना चाहिए, जो शिक्षार्थी के शारीरिक, मानसिक, सामाजिक और भावात्मक विकास के विभाजन के परे जा कर इनके पारस्परिक संबंधों एवं अंत:क्रियाओं को देख सके। पाठ्यचर्या को सोचने, तर्क करने और स्वयं को तथा विश्व को समझने और भाषा के उपयोग की क्षमता को विकसित करना चाहिए। शिक्षार्थी को स्वयं और दूसरों के साथ मिलकर कार्य करने में सक्षम हो जाना चाहिए।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005, अनुशंसा करती है कि पाठ्यचर्या बच्चों को अभिव्यक्ति योग्य बनाने, काम करने की उत्सुकता, प्रश्न पूछने और अन्वेषण को पोषित करने अपने पाठ्यपुस्तकीय ज्ञान की पुनरुत्पत्ति की बजाय अपने अनुभवों को विद्यालयी ज्ञान के साथ साझा करने और एकीकृत करने के योग्य बनाने वाली होनी चाहिए।

© NCERT not to be republished

6.3.3 विद्यालयी पाठ्यचर्या

जैसा कि हमने ऊपर देखा है कि पाठ्यचर्या का मार्गदर्शन राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा द्वारा होता है और यह वांछनीय शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया के लिए आवश्यक उपयुक्त परिस्थितियों के साथ कक्षा के अंदर और बाहर के सीखने के अनुभवों से संबंधित होता है। यह विद्यालयी पाठ्यचर्या अर्थात् विस्तृत पाठ्यचर्या की जानकारी देता है।

इसके अंतर्गत पाठ्यक्रम, पाठ्यपुस्तकें, शिक्षण-अधिगम की सामग्री, अनुशंसित कक्षा अभ्यास और मूल्यांकन योजनाएँ आती हैं।

भारत में एन.सी.एफ. विद्यालयों में शिक्षण-अधिगम की दिशा को निर्धारित करता है, परंतु यह विस्तृत योजना न होकर केवल एक रूपरेखा है। इसका अर्थ है कि यद्यपि प्रत्येक विद्यालय की पाठ्यचर्या को स्पष्ट रूप से एन.सी.एफ. के उद्देश्य की दिशा में ही रहना है, विद्यालय विस्तृत विवरण निर्धारित करने में पर्याप्त लचीलापन अपना सकते हैं। वे व्यापक विचारों, संसाधनों और मॉडलों की सहायता ले सकते हैं। विद्यालयों के लिए आवश्यक है कि वे अपनी पाठ्यचर्या *एन.सी.एफ.* के सिद्धांतों पर तैयार करें।

दिल्ली में स्थित एक विद्यालय राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) का पाठ्यक्रम और वहाँ की पाठ्यपुस्तकें उपयोग में लाता है। विद्यार्थी विज्ञान सीखने के लिए 'स्वयं करके' और 'अन्वेषण आधारित' दृष्टिकोण अपनाते हैं। विज्ञान प्रयोगशाला कक्षा नवीं और दसवीं के विद्यार्थियों की पहुँच में है। विद्यालय के पुस्तकालय में विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों पर बहुत-सी पुस्तकें उपलब्ध हैं। शिक्षक, विज्ञान को विद्यार्थियों के दैनिक अनुभवों से जोड़ते हैं और

© NCERT not to be republished

विज्ञान सीखने की प्रासंगिक सामग्री का उपयोग करते हैं। शिक्षक को जब भी यह लगता है कि विद्यार्थियों को सीखने के लिए शैक्षिक महत्व के स्थानों का भ्रमण आवश्यक है, तो वह उन्हें ऐसे स्थानों के भ्रमण के लिए ले जाते हैं। विद्यार्थी एक विज्ञान पत्रिका निकालते हैं, जिसमें वे विज्ञान सीखने, वैज्ञानिक नवाचार और विज्ञान कल्पना साहित्य पर अपने विचारों का योगदान देते हैं। विद्यार्थी, वैज्ञानिक मॉडलों को विकसित करते हैं और विज्ञान प्रदर्शनियों में भाग लेते हैं। विद्यालय बाहरी क्षेत्रों के भ्रमण, विज्ञान और सामाजिक मुद्दों पर वाद-विवाद आयोजित करता है। विद्यालय प्रश्नोत्तरी (क्विज़) प्रतियोगिता का भी आयोजन करता है। विद्यार्थी परियोजनाओं पर मिलकर काम करते हैं। शिक्षक विद्यार्थियों के काम के रिकॉर्ड और उनके द्वारा रखे गए पोर्टफ़ोलियो के आधार पर विद्यार्थियों का विद्यालय-आधारित मूल्यांकन करते हैं।

क्रियाकलाप 6.2

आप अपने अभ्यास-शिक्षण कार्यक्रम के दौरान जिस विद्यालय में जाते हैं, वहाँ की पाठ्यचर्या का अध्ययन कीजिए और पता लगाइए कि क्या यह एन.सी.एफ. – 2005 के साथ सामंजस्य रखता है। अपने रचनात्मक सुझाव देते हुए, कक्षा में अपनी रिपोर्ट प्रस्तुत कीजिए।

6.3.4 पाठ्यक्रम

यह एक ऐसा दस्तावेज़ है, जो पढ़ाए जाने वाले विषयों की विषय-वस्तु और स्तर विशेष के उद्देश्यों सहित जिन कौशलों, ज्ञान और अभिवृत्ति का सुविचारित पोषण करना है, उनकी विस्तृत जानकारी देता है। भारत में विद्यालयी शिक्षा के सभी स्तरों के लिए राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन.सी.ई.आर.टी.) अनुकरणीय पाठ्यक्रम तैयार करता है। राज्य एन.सी.ई.आर.टी. के इस पाठ्यक्रम को अपना सकते हैं, इसे अपनी आवश्यकताओं के अनुकूल अपना/ढाल सकते हैं अथवा राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.) के आधार पर अपना स्वयं का पाठ्यक्रम विकसित कर सकते हैं।

यह जानना रुचिकर होगा कि पढ़ाई जाने वाली विषय-वस्तु का चयन कैसे होता है। पढ़ाई जाने वाली विषय-वस्तु का चयन करने के लिए देश की आवश्यकताओं और सामने आ रही चुनौतियों को ध्यान में रखा जाता है। हमारे देश के सामने गुणवत्तापूर्ण शिक्षा एक चुनौती है। इसकी माँग है कि विभिन्न क्षेत्रों और समाज के विभिन्न वर्गों के सभी बच्चों को दी जाने वाली शिक्षा लगभग एक जैसी गुणवत्ता वाली हो। अत: प्रत्येक विषय में शामिल किए जाने वाले ज्ञान के चयन के लिए सामाजिक, आर्थिक और सांस्कृतिक परिस्थितियों और शैक्षिक लक्ष्यों के संदर्भ में सावधानीपूर्वक जाँच की आवश्यकता होती है। शिक्षा की गुणवत्ता में जीवन की गुणवत्ता और इसके सभी आयामों, जैसे – शांति के लिए सरोकार, पर्यावरण संरक्षण और

© NCERT not to be republished

आवश्यक सामाजिक परिवर्तन के प्रति सकारात्मक मनोवृत्ति, वैश्विक मानवाधिकार और शिक्षाशास्त्र में परिवर्तन के सरोकार शामिल हैं। शिक्षा को ऐसा होना चाहिए कि वह बच्चों की रचनात्मक अभिव्यक्ति और सौंदर्यबोध की सराहना करने की क्षमता को बढ़ावा देने के साधन और अवसरों को अवश्य उपलब्ध कराए।

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् द्वारा वर्ष 2005 में पाठ्यक्रमों के विकास में एन.सी.एफ. – 2005 को आधार बनाया गया था और उसके लिए निम्नलिखित मापदंड अपनाए गए हैं –

- मनोवैज्ञानिक दृष्टिकोण से बच्चों के विकास के संगत स्तरों के लिए विषयों और विषय क्षेत्रों की उपयुक्तता।
- सभी विषयों में सुव्यवस्थित ज्ञान के लिए भारत के संविधान में प्रतिष्ठापित मूल्यों की व्यापक प्रतिध्वनि।
- एक स्तर से दूसरे स्तर तक निरंतरता।
- पृथक-पृथक विषय क्षेत्रों में आने वाले विभिन्न विद्यालयी विषयों की सूची में दिए गए प्रकरणों के मध्य अंतर विषयक और कथ्यपरक (थीम) संबंध।
- विभिन्न विषयों में विद्यालयी ज्ञान और बच्चों के दैनिक अनुभवों और उनसे प्राप्त ज्ञान में पारस्परिक संबंध।
- सभी स्तरों पर और सभी विषयों में पर्यावरण संबंधी ज्ञान और मुद्दों को डालना, पर्यावरण को संपूर्णता में लेना, जिसमें प्रकृति, जीवन के सभी प्रकार, मानव मूल्य और पर्यावरण के सामाजिक, आर्थिक तथा सांस्कृतिक पक्ष शामिल हैं।
- स्त्री-पुरुष (जेंडर) समानता, शांति, स्वास्थ्य और विशेष आवश्यकताओं वाले बच्चों के प्रति संवेदनशीलता।
- प्रत्येक विषय में सभी स्तरों पर और कार्य-संबंधी अभिवृत्ति और मूल्यों का समन्वयन।
- पाठ्यचर्या के प्रत्येक पहलू में कलाओं और भारतीय हस्तकला की एकीकृत विरासत के लिए सौंदर्यबोध संवेदनशीलता और मूल्यों को पोषित करने की आवश्यकता।
- एक ही विषय दोहराने से बचने के लिए विद्यालय और महाविद्यालय पाठ्यक्रमों में तालमेल रखना।
- नई सूचना प्रौद्योगिकी सहित शैक्षिक प्रौद्योगिकी की प्रभावकारिता को सभी विषयों में उपयोग में लाना।
- ज्ञान के सभी क्षेत्रों में तथा बच्चों द्वारा उसमें नव-निर्माण और सक्रिय भागीदारी के लिए पाठ्यक्रमों के लचीलेपन और सर्जनात्मकता को प्रोत्साहन देना।

© NCERT not to be republished

6.4 विषय-केंद्रित से व्यावहारवादी, व्यावहारवादी से निर्मितिवादी उपागम तक की पाठ्यचर्या की विकास यात्रा

पाठ्यचर्या विकास में परिवर्तन की प्रकृति और दिशा को समझने के लिए आइए पाठ्यचर्या के विकास के विभिन्न मार्गों को समझें, जो विज्ञान की पाठ्यचर्या को प्रभावित करते हैं। आइए, किसी एक विषय के पाठ्यक्रम को लिखने के निम्नलिखित तरीकों की जाँच करें।

(A) सारणी 6.1 — कक्षा 6 के लिए विज्ञान पाठ्यक्रम (एन.सी.ई.आर.टी. 1988)

इकाई का नाम	विषय-वस्तु
इकाई 4 मापन	दैनिक जीवन में विभिन्न प्रकार के मापनों का प्रेक्षण; विभिन्न प्रकार के मापनों की आवश्यकता; मानक मात्रकों की आवश्यकता; मूलभूत मात्रकों का प्रारंभिक ज्ञान, MKS पद्धति; अपवर्त्य और अपवर्तक मात्रक; लंबाई का मापन; यंत्रों का उचित उपयोग; गोलीय पृष्ठों के व्यास का मापन; कम मोटाइयों को मापना; दैनिक जीवन में आकलन; नियमित और अनियमित पृष्ठों के क्षेत्रफल का मापन; ठोस और द्रवों के आयतन का मापन लंबाई, क्षेत्रफल और आयतन के मापन में विभिन्न युक्तियों का उपयोग; द्रव्यमान का मापन; जीवन में सही मापनों की आवश्यकता; ताप का मापन, विभिन्न प्रकार के तापमापी (थर्मामीटर); समय का मापन।
इकाई 13 हमारा विश्व	विश्व में अनेक तारे और ग्रह हैं; खगोलीय पिंडों का वर्गीकरण; आकाश गंगा; खगोलीय पिडों की आकृतियाँ और साइज़ (आमाप) और पृथ्वी से उनकी दूरी का अनुमान; कृत्रिम उपग्रह; कृत्रिम उपग्रहों के विविध उपयोग; उल्का और उल्का पिंड।

(B) सारणी 6.2 — कक्षा 8 के लिए भारत के एक राज्य के विज्ञान इकाई का पाठ्यक्रम (2007)

पाठ	विषय-वस्तु	कौशल	अपेक्षित अधिगम परिणाम	पीरियड की संख्या	क्रियाकलाप	आवश्यक सामग्री
प्रकाश	• प्रिज़्म के द्वारा सफ़ेद प्रकाश का विसरण (गुणात्मक)	• परिभाषित करना • पहचान करना • अवलोकन करना • विवेचित चिंतन करना • प्रश्न करना • प्रयोग करना	• प्रकाश को परिभाषित करना • विसरण की परिभाषा देना	1	मौखिक, लिखित सामग्री	आवश्यकतानुसार

© NCERT not to be republished

	• अपवर्तनांक (दो माध्यमों में प्रकाश की गति के अनुपात के रूप में • लेंस के अनुप्रयोग- आवर्धक लेंस, माइक्रोस्कोप, कैमरा, टेलिस्कोप • एक प्राकृति- कलेंस के उदाहरण के रूप में मानव नेत्र		• प्रिज़्म का अवलोकन करना एवं इसकी परिभाषा देना • प्रिज़्म के द्वारा सफ़ेद प्रकाश के विसरण का अवलोकन करना एवं वर्णन करना • विसरण को प्रदर्शित करने के लिए प्रयोग का संचालन करना • अपवर्तनांक की परिभाषा देना • लेंस के अनुप्रयोगों की सूची बनाना, जैसे – आवर्धक लेंस, कैमरा, माइक्रोस्कोप, टेलीस्कोप में प्रयोग किया जाता है। • पूर्ण रूप से समझना कि मानव नेत्र एक प्राकृतिक लेंस है।	2 2 2		

(C) सारणी 6.3 — कक्षा 7 विज्ञान की एक इकाई (एन.सी.ई.आर.टी., 2005)

प्रश्न	मुख्य संकल्पना	सुझाए गए संसाधन	सुझाए गए क्रियाकलाप/ प्रक्रम
ईकाई 6 **प्राकृतिक घटनाएँ** **वर्षा, गर्जन और तड़ित** तूफ़ान किस कारण होते हैं? तूफ़ानों के क्या प्रभाव होते हैं? छतें क्यों उड़ जाती हैं?	उच्च गति वाली पवन और भारी वर्षा मानव और अन्य जीवों पर आपदापूर्ण प्रभाव डालते हैं।	अनुभव; समाचार पत्रों की रिपोर्ट, वृत्तांत/कथाएँ	पवन की गति और पवन की दिशा के सूचक बनाना, गतिशील वायु के कारण वस्तुओं के ऊपर उठने के लिए क्रियाकलाप। तूफ़ानों के प्रभाव पर चर्चा और सुरक्षा के संभव उपाय।

© NCERT not to be republished

प्रकाश क्या हम मुड़ी हुई ट्यूब द्वारा प्रकाश का स्रोत देख सकते हैं? हम दीवार पर सूर्य का प्रकाश कैसे डाल सकते हैं?	प्रकाश का सरल रेखीय संचरण परावर्तन, कुछ पृष्ठ प्रकाश का परावर्तन करते हैं।	रबर/प्लास्टिक ट्यूब,स्ट्रॉ, प्रकाश का कोई भी स्रोत काँच/धातु की शीट/धातु की पन्नी, सफ़ेद कागज़	प्रकाश के स्रोत को एक सीधी नली, एक मुड़ी हुई नली से देखना। दीवार अथवा सफ़ेद कागज़ पर प्रकाश का परावर्तन देखना।
कौन-सी वस्तुएँ ऐसे प्रतिबिंब बनाती हैं, जो साइज़ में बड़े अथवा छोटे आकार के होते हैं?	वास्तविक और आभासी प्रतिबिंब	उत्तल/अवतल लेंस और दर्पण	मुक्तांत क्रियाकलाप जिनमें बच्चों को छूट हो कि वह विभिन्न वस्तुओं के प्रतिबिंब बनाएँ और अपने प्रेक्षण नोट करें। वास्तविक और आभासी प्रतिबिंबों पर केंद्रित चर्चाएँ।
हम क्या करें कि कोई रंगीन डिस्क सफ़ेद दिखाई पड़े?	सफ़ेद प्रकाश बहुत-से रंगों से मिलकर बना होता है।	न्यूटन की डिस्क	डिस्क को बनाना और उसे घुमाना।

इन तीनों पाठ्यक्रमों के लिए भिन्न शिक्षण-अधिगम के उपागमों और पाठ्यचर्या सामग्री की आवश्यकता है। इन कक्षाओं में शिक्षक और शिक्षार्थियों की भूमिकाएँ भी परिवर्तित हो जाती हैं। प्रत्येक मामले में अधिगम के अनुभवों की प्रकृति और विज्ञान सीखने के परिणाम और साक्ष्य भी भिन्न होंगे।

पहले उपागम (A) (सारणी 6.1) में केवल विषय का ज्ञान (विषय-वस्तु) वर्णित है। यह पाठ्यक्रम 'विषय-केंद्रित पाठ्यचर्या' पर आधारित है। विषय-केंद्रित पाठ्यचर्या में आधारभूत अवधारणा यह है कि ज्ञान वस्तुनिष्ठ और सार्वजनिक होता है और जिन्होंने ज्ञान प्राप्त कर लिया है, उनसे सीधा यह उन्हें संप्रेषित किया जा सकता है, जिन्होंने ज्ञान प्राप्त नहीं किया।

इस उपागम में शिक्षक कक्षा अनुदेशों के माध्यम से विद्यार्थियों को विषय का ज्ञान देता है। विद्यार्थियों को विषय का ज्ञान देने का सबसे अधिक काम में लिया जाने वाला तरीका व्याख्यान होता है। विद्यार्थी सामान्यत: शिक्षक/पाठ्यपुस्तक द्वारा उपलब्ध कराई गई विषय सामग्री को याद कर लेते हैं। विद्यार्थी यह मानकर चलते हैं कि शिक्षक का सारा ज्ञान सही है। परीक्षाएँ विद्यार्थियों के विषय के ज्ञान की परख करती हैं। विषय-केंद्रित पाठ्यचर्या के अंतर्गत पाठ्यक्रम बनाते समय विशेषज्ञ उस विषय-वस्तु का चयन करते हैं, जो सबसे अधिक महत्वपूर्ण होती है अथवा विद्यालयों में पढ़ाने योग्य है। यह बात अभी तक विवादास्पद है कि कौन-सा ज्ञान विद्यार्थियों के लिए प्रासंगिक और उपयोगी है। पाठ्यचर्या विकसित करने वाले और शिक्षक जो मात्र विषय-वस्तु के ग्रहण करने को सीखना समझ लेते हैं, उन्हें विद्यार्थी के सीखने को पुन:

© NCERT not to be republished

स्मरण और समझ के स्तर से और ऊपर जा कर पाठ को नियोजित करने में कठिनाई हो सकती है। मात्र पुन:स्मरण कौशल अपने आप में विद्यार्थियों की समझ और विश्लेषणात्मक क्षमता को सीधे परिवर्तित नहीं कर सकते।

दूसरे उपागम **(B)**, (सारणी 6.2) में पाठ्यक्रम अथवा अध्ययन के क्रम को विषय-वस्तु और शिक्षार्थी के व्यवहार, दोनों के रूप में बताया गया है। यह 'व्यावहारवादी पाठ्यचर्या' है। व्यावहारवादी मनोवैज्ञानिक, व्यवहार में परिवर्तन को ही सीखने की संज्ञा देते हैं, और सीखने के उद्देश्यों को व्यवहार में परिवर्तन के पदों में परिभाषित करते हैं। ज्ञान उस कार्रवाई की क्षमता है जिसकी पहचान 'कार्यों के सफलतापूर्वक कर पाने' में होती है। उदाहरण के लिए व्यावहारवादी संदर्भ में, प्रकाश के विसरण को परिभाषित करने की विद्यार्थियों की योग्यता को उसके ज्ञान के रूप में माना जाता है। कोई भी चीज़ विद्यार्थी 'जानते हैं' या 'नहीं जानते हैं', पता लगाने का एकमात्र तरीका यह है कि देखा जाए कि कुछ निश्चित परिस्थितियों में उनका व्यवहार कैसा होता है।

सीखने के प्रति व्यावहारवादी मनौवैज्ञानिकों के उपागम निम्नलिखित पूर्वधारणाओं या मान्यताओं पर आधारित होते हैं –

- अधिगम या सीखने के लिए शिक्षार्थी के व्यवहार में परिवर्तन की आवश्यकता होती है, यह केवल तभी सामने आता है जब हम देखते हैं कि शिक्षार्थी क्या करता/ती है।
- वास्तविक दक्षता केवल अत्यधिक अभ्यास से आती है। उद्दीपन-अनुक्रिया संबंध अभ्यास से प्रबल होता है।
- प्रतिपुष्टि से सीखना बहुत अधिक प्रभावित होता है। यह व्यवस्था को बताती है कि प्रतिक्रियाएँ कब सही हैं और कब गलत।
- कुशल निष्पादन के लिए आवश्यक है कि उद्दीपन की अनुक्रियाएँ ऐसी हों कि किसी विशेष उद्दीपन से स्वत: एक विशेष अनुक्रिया उत्पन्न हो।
- जटिल कार्य के संदर्भ में विद्यार्थी का समग्र अधिगम, उस कार्य के साथ जुड़े विशिष्ट अधिगमों का संकलित संचय होता है।
- अधिकांश जटिल कौशल, अनुक्रमिक संरचना वाले होते हैं और उन्हें सरल कार्यों में विभाजित किया जा सकता है।

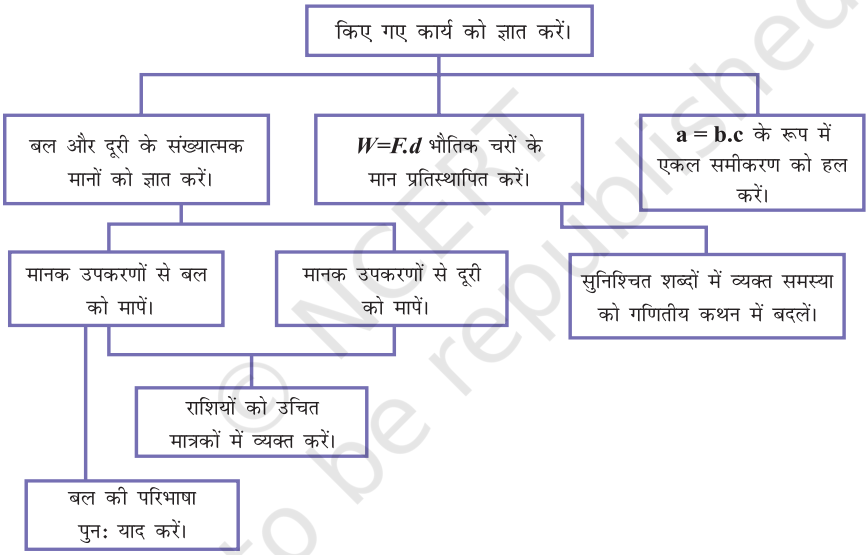
क्रियाकलाप 6.3

विषय-केंद्रित पाठ्यक्रम और व्यावहारवादी पाठ्यचर्या की महत्वपूर्ण विशेषताओं पर चर्चा कीजिए। क्या आपको लगता है कि शिक्षार्थियों के अधिगम अनुभव पाठ्यचर्या विकास के उपागमों से प्रभावित होते हैं? एक उदाहरण की सहायता से व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

दक्षता-आधारित पाठ्यचर्या, मानदंड संदर्भित पाठ्यचर्या और पारंगत अधिगम और योजनाबद्ध अधिगम – ये सभी अधिगम के व्यावहारवादी सिद्धांतों पर आधारित हैं। ये उपागम यह मानकर चलते हैं कि बड़े/जटिल कार्यों को छोटे/सरल कार्यों में विभाजित किया जा सकता है और ये सरल से जटिल की ओर क्रम में व्यवस्थित किए जा सकते हैं। क्षमता आधारित और योजनाबद्ध पाठ्यचर्या इन मान्यताओं को उपयोग में लाती हैं। क्षमता आधारित पाठ्यचर्या में अन्त्य क्षमताएँ व्यावहारवादी पदों में परिभाषित की जाती हैं। ये फिर उपक्षमताओं में पुन:निरूपित की जाती हैं। क्षमता आधारित पाठ्यचर्या (अधिगम के न्यूनतम स्तर) भारत में और कुछ अन्य देशों में विकसित की गई हैं।

जटिल कार्य को सरल अधिगम कार्यों में विभाजित करने का एक उदाहरण यहाँ दिया जा रहा है (चित्र 6.3)।



चित्र 6.3 *— क्षमता आधारित पाठ्यचर्या में जटिल कार्य का सरल अधिगम कार्यों में विभाजन*

क्रियाकलाप 6.4

विज्ञान/भौतिकी/रसायन की पाठ्यपुस्तक से एक जटिल कार्य का चयन कीजिए और उसे सरल कार्यों में विभाजित कीजिए।

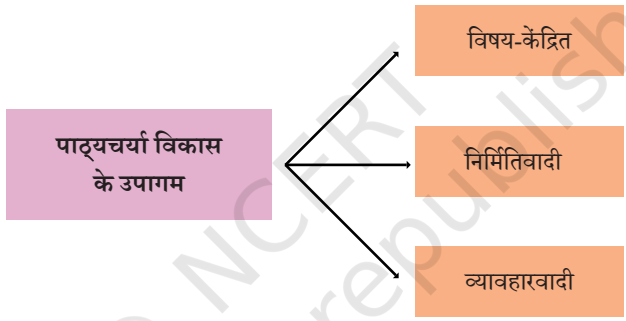
क्रियाकलाप 6.5

इंटरनेट पर जाइए और एक क्षमता आधारित विज्ञान पाठ्यचर्या का अध्ययन कीजिए। अपनी जानकारी का आदान-प्रदान कक्षा के साथ कीजिए।

© NCERT not to be republished

व्यावहारवादी पाठ्यचर्या में शिक्षक, पाठ्यचर्या विकसित करने वालों द्वारा विकसित पाठ्यचर्या को लागू करने में सहायक होते हैं। शिक्षक पाठ्यचर्या के ध्येय अथवा साधनों पर प्रश्न नहीं उठाते। व्यावहारवादी पाठ्यचर्या में शिक्षार्थी के अनुभवों, संदर्भों और संज्ञानात्मक पूर्ववृत्ति को सम्मिलित नहीं किया जाता। शिक्षार्थियों को ज्ञान का निष्क्रिय प्राप्तकर्ता और शिक्षक को ज्ञान संप्रेषक माना जाता है। ब्लैकबोर्ड पर लिखकर पढ़ाना शिक्षण की एक आम विधि है। शिक्षार्थी बिना प्रश्न किए चुपचाप अपने पाठ को याद करते हैं, दोहराते हैं या पढ़ते रहते हैं। बाल्यकाल को समाज के भीतर वयस्क होने की तैयारी के रूप में देखा जाता है। शिक्षा का लक्ष्य शिक्षार्थियों में ऐसा ज्ञान और कौशल विकसित करना है, जो वयस्क होने पर समाज की सेवा करने में उनके सहायक हों।

विषय-केंद्रित और व्यवहारवादी उपागमों के समीक्षक कहते हैं कि ये पाठ्यचर्याएँ शिक्षार्थी के समग्र विकास के लक्ष्य की प्राप्ति में सहायता नहीं करती हैं।

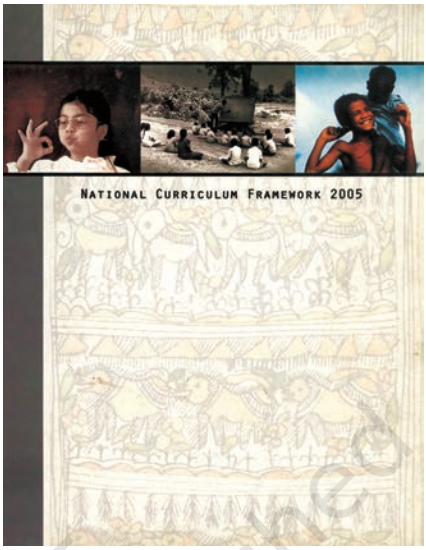


***चित्र 6.4** — पाठ्यचर्या विकास के उपागम*

शिक्षार्थी-केंद्रित पाठ्यचर्या का लक्ष्य **(C)**, (सारणी 6.3) शिक्षार्थी के विकास को प्रेरित और पोषित करना है। शिक्षार्थी-केंद्रित शिक्षक इस बात पर बल देते हैं कि शिक्षा का उद्देश्य शिक्षार्थी की संवृद्धि और विकास है और संपूर्ण विद्यालय का अभिविन्यास शिक्षार्थी की ओर होना चाहिए। वे शिक्षार्थियों को अर्थ निर्माता के रूप में देखते हैं। शिक्षार्थी जब अपने परिवेश से पारस्परिक क्रिया करते हैं तो अपने उद्दीपक अनुभवों से वे अर्थ का निर्माण और इस प्रकार ज्ञान का विस्तार करते हैं। शिक्षार्थी स्वाभाविक रूप से जिज्ञासु और अन्वेषण के प्रति पहले से प्रवृत्त होते हैं। शिक्षक की भूमिका शिक्षार्थियों को सीखने का वातावरण और प्रेरक अनुभव उपलब्ध कराने की होती है। शिक्षार्थी-केंद्रित दृष्टिकोण से शिक्षकों को शिक्षार्थियों की स्वाभाविक योग्यताओं; उनकी अपने अन्वेषण और अधिगम को निदेशित करने की क्षमताओं में विश्वास करना चाहिए। शिक्षार्थी-केंद्रित पाठ्यचर्या अधिगम को निर्मितिवादी पहलू से देखती है। अधिगम तब होता है, जब शिक्षार्थी उद्दीपक परिवेश से उलझते हैं, छान-बीन करते हैं और वातावरण के साथ पारस्परिक क्रियाओं में से कुछ अर्थपूर्ण ज्ञान ग्रहण करते हैं। शिक्षार्थी-केंद्रित शिक्षाविद्

© NCERT not to be republished

यह जानने में रुचि रखते हैं कि उद्दीपन और अनुक्रिया के मध्य शिक्षार्थी के भीतर क्या हो रहा है। शिक्षार्थी-केंद्रित शिक्षाविद् शिक्षार्थी की संज्ञानात्मक संरचनाओं, उनकी अर्थ जानने की योग्यताओं और उनकी सृजनात्मक भावनाओं जैसे प्राचलों में रुचि रखते हैं।



निर्मितिवादी पाठ्यचर्या विकास करने वालों के लिए, अधिगम परिवेश और अनुभव जो होते हैं वे सबसे ज़्यादा महत्वपूर्ण होते हैं और ये शिक्षण-अधिगम के संदर्भ के साथ-साथ शिक्षार्थी के परिवेश को भी ध्यान में रखकर उत्पन्न किए जा सकते हैं। पाठ्यचर्या ऐसी होनी चाहिए कि वह उपयुक्त अधिगम परिवेश की व्यवस्था करके शिक्षार्थियों को प्रेरणादायक अनुभवों से जोड़ सके।

निर्मितिवादी पाठ्यचर्या निम्नलिखित पूर्वधारणाओं पर आधारित होती है –

- ज्ञान को शिक्षार्थियों द्वारा सक्रिय रूप से निर्मित, अन्वेषित, सृजित किया जाता है अथवा खोजा जाता है। यह शिक्षार्थियों द्वारा निष्क्रिय रूप से प्राप्त और भंडारित नहीं किया जाता।
- ज्ञान को अर्थ-निर्माण या जानने की प्रक्रिया या शिक्षार्थी के अनुभवों से अलग नहीं किया जा सकता है। यह शिक्षार्थियों की संकल्पनात्मक संरचनाओं और पूर्ववर्ती अनुभवों पर आधारित होता है।
- शिक्षार्थी निरंतर, नवार्जित ज्ञान और पूर्वार्जित ज्ञान के चिंतन के परिणामस्वरूप अपनी संज्ञानात्मक संरचनाओं का निर्माण और पुनर्निर्माण करते रहते हैं।
- सांस्कृतिक संदर्भ में किसी भी व्यक्ति द्वारा ज्ञान के निर्माण के लिए सम-समूह वर्ग और वयस्कों के साथ सामाजिक पारस्परिक क्रिया अत्यधिक महत्वपूर्ण होती है।
- संकल्पना का निर्माण साकार से निराकार की ओर धीरे-धीरे आगे बढ़ता है।
- शिक्षार्थियों की भिन्न-भिन्न अधिगम शैलियाँ होती हैं और शिक्षण-अधिगम में इनका सामंजस्य करना चाहिए।
- निर्मितिवादी पाठ्यचर्या में शिक्षक, अधिगम या सीखने का परिवेश उपलब्ध कराता है और अधिगम का सहजकर्ता होता है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 6.6

चर्चा कीजिए कि **(C)** (सारणी 6.3) वाला पाठ्यचर्या उपागम शिक्षार्थी-केंद्रित क्यों है? अपने दृष्टिकोण पर कक्षा में चर्चा करें।

परियोजना 6.2

विद्यालयी शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ़.एस.ई.) – 2000 और राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ़.) – 2005 पर आधारित कक्षा 8 विज्ञान के एन.सी.ई.आर.टी. के पाठ्यक्रम का विश्लेषण कीजिए। चर्चा कीजिए कि इन पाठ्यक्रमों में कौन-से पाठ्यचर्या उपागमों को उपयोग में लाया गया है।

6.5 विज्ञान पाठ्यचर्या पर राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं (एन.सी.एफ़.) के सुझाव

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ़.) – 1975 ने 10 वर्ष की सामान्य शिक्षा के साथ 10 + 2 पद्धति की सिफ़ारिश की थी। एन.सी.एफ़. – 1975 यह सिफ़ारिश भी करता है कि कक्षा दस तक विज्ञान को अनिवार्य मूल विषय के रूप में रखा जाए। यह रूपरेखा, कक्षा 10 तक क्रियाकलाप-आधारित एकीकृत विज्ञान का सुझाव देती है।

वर्ष 1988 की प्राथमिक और माध्यमिक शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या (एन.सी.ई.एस.ई.)– एक रूपरेखा शिक्षार्थी-केंद्रित विज्ञान पाठ्यचर्या की सिफ़ारिश करती है। यह कक्षा 10 तक सामान्य विज्ञान को अनिवार्य विषय रखने की सिफ़ारिश भी करती है। वर्ष 1988 की एन.सी.ई.एस.ई. सुझाव देती है कि विज्ञान शिक्षा का लक्ष्य संज्ञानात्मक, भावात्मक और मनश्चालक क्षेत्रों में सुस्पष्ट क्षमताएँ, जैसे कि, अन्वेषण करने की भावना, सृजनात्मकता, वस्तुनिष्ठता, प्रश्न करने का साहस और सौंदर्यबोध संवेदनशीलता को विकसित करना होना चाहिए। प्राथमिक स्तर पर पहले दो वर्षों (कक्षाओं 1 और 2) में विज्ञान का अध्ययन पर्यावरण अध्ययन का एक अभिन्न भाग होना चाहिए। कक्षा 3 से 5 तक में यह पर्यावरण अध्ययन के दो भागों – एक विज्ञान और दूसरा सामाजिक अध्ययन, में से एक हो। उच्च प्राथमिक स्तर (6 से 8 की कक्षाओं) में शिक्षार्थी से प्राथमिक स्तर पर प्राप्त क्षमताओं को सुदृढ़ और सशक्त करने की अपेक्षा की जाती है। इस स्तर पर विज्ञान की शिक्षा ऐसी हो कि शिक्षार्थी को कार्य साधन, सरल विज्ञान उपकरणों से काम करने और प्राकृतिक परिघटनाओं को समझने के लिए साधारण प्रयोगों को डिज़ाइन करने के कौशलों को विकसित करने में मदद मिले। माध्यमिक स्तर (9 और 10 कक्षाओं) पर विज्ञान शिक्षण का लक्ष्य प्राथमिक रूप से, विज्ञान के सभी विषय क्षेत्रों में व्याप्त मुख्य संकल्पनाओं के अधिगम द्वारा समस्या के समाधान और निर्णय लेने की क्षमता की ओर रहेगा।

विद्यालयी शिक्षा के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.एस.ई.) – 2000, उच्च प्राथमिक और माध्यमिक स्तरों पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी के शिक्षण की अनुशंसा

करती है। प्राथमिक स्तर पर विज्ञान को पर्यावरण विज्ञान का अभिन्न अंग होना चाहिए। एन.सी.एफ.एस.ई. – 2000 यह सिफ़ारिश करती है कि उच्च प्राथमिक और माध्यमिक स्तर पर 6 से 10 कक्षाओं तक विज्ञान और प्रौद्योगिकी को एक ही विषय के रूप में पढ़ाया जाए। यह देखा गया कि प्रौद्योगिकी हमारे जीवन को बहुत अधिक प्रभावित कर रही है। अत: इसे विज्ञान के पाठ्यक्रम में सम्मिलित करने की आवश्यकता महसूस की गई। उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान का शिक्षण-अधिगम भौतिकी, रसायन और जीवविज्ञान जैसे विषयों का रूप ले लेता है।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ़. – 2005) करके देखने, जाँच-पड़ताल आधारित विज्ञान पाठ्यचर्या की सिफ़ारिश करती है। एन.सी.एफ. – 2005, पाठ्यचर्या का बोझ, रटकर याद करने और कड़ी परीक्षा प्रणाली की समस्याओं को हल करने की बात भी करती है। एन.सी.एफ. – 2005, लचीली परीक्षा प्रणाली और समय सारणी, पाठ्यचर्या के बोझ को कम करने और विज्ञान शिक्षण में सैद्धांतिक और प्रायोगिक कार्य के एकीकरण के सुझाव देती है। एन.सी.एफ. – 2005, शिक्षार्थी को ज्ञान के निर्माता व रचनाकार के रूप में स्वीकार करती है और सुझाव देती है कि शिक्षार्थियों को ऐसे अधिगम या सीखने के अनुभव उपलब्ध कराए जाएँ जिससे वे छान-बीन करने, समस्याओं का समाधान करने और स्वयं अपनी संकल्पनाओं को विकसित करने की योग्यता प्राप्त कर सकें।

प्राथमिक स्तर पर बच्चे की व्यस्तता अपने चारों ओर की दुनिया की नई-नई चीज़ें खोजने का आनंद उठाने और उनके साथ सामंजस्य बैठाने में होनी चाहिए। इस स्तर पर मुख्य उद्देश्य हैं कि बच्चे में चारों ओर की दुनिया, प्राकृतिक पर्यावरण, चीज़ों और लोगों के प्रति जिज्ञासा जाग्रत हो और वे अन्वेषणात्मक और हाथों से की जाने वाली गतिविधियों में व्यस्त रहें। उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान शिक्षा पर प्राथमिक स्तर के पर्यावरणीय अध्ययन से विज्ञान और तकनीकी के मूलभूत धारणाओं की ओर आनुक्रमिक परिवर्तन होना चाहिए। उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान की विषय-वस्तु को विषयक उपागम से प्रभावित नहीं होना चाहिए। इस स्तर पर सरल तकनीकी यूनिट और मॉडल बनाने के लिए अपने हाथों से काम करके बच्चे को अपने परिचित अनुभवों द्वारा विज्ञान के सिद्धांतों को समझने में लगाए रखना चाहिए।

माध्यमिक स्तर पर विद्यार्थियों को विज्ञान की शिक्षा एक संयुक्त विषय के रूप में दी जानी चाहिए, जिसमें हाथों और औज़ारों से काम करते हुए उच्च प्राथमिक स्तर से अधिक उन्नत तकनीकी मॉडल बनाने के अवसर मिलें।

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर विज्ञान को अलग-अलग विषयों के रूप में लाना चाहिए जिसमें प्रयोगों, तकनीक तथा समस्या हल करने की प्रक्रिया पर बल दिया गया हो।

क्रियाकलाप 6.7

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 का अध्याय 3 पढ़ें। इसके लिए आप www.ncert.nic.in पर जा सकते हैं। अधिगम के विभिन्न स्तरों पर विज्ञान की पाठ्यचर्या पर एक प्रस्तुतीकरण कक्षा में दें।

© NCERT not to be republished

6.6 एन.सी.ई.आर.टी. पाठ्यक्रमों की प्रवृत्तियाँ

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् द्वारा 1988, 2000 और 2005 में तैयार किए गए पाठ्यक्रमों के विश्लेषण से पता चलता है कि पाठ्यक्रमों के विकास की पद्धतियों में परिवर्तन हुए हैं। ये परिवर्तन, सूचना से भरी जानकारी वाली विषय सामग्रियों से हटकर क्रियाकलाप आधारित एकीकृत विज्ञान पाठ्यक्रम और फिर उससे हटकर शिक्षार्थी-केंद्रित पाठ्यक्रम तक हुए हैं।

वर्ष 1988 के पाठ्यक्रम का विकास उत्तरोत्तर हुआ है। इसमें विद्यालय स्तर पर उपयुक्त योग्यताओं, संकल्पनाओं और क्रियाकलापों को विस्तार से दिया गया है एवं कठिनाई स्तर और गहनता के आधार पर क्रमिक रूप से उनका निर्धारण किया गया है। *भोजन और पोषण, स्वास्थ्य, जनसंख्या, कृषि, पर्यावरण संरक्षण* से संबंधित वास्तविक जीवन के मुद्दे, विज्ञान अधिगम के आवश्यक संघटक बनाए गए हैं।

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् द्वारा विकसित कक्षा 6 के निम्नलिखित पाठ्यक्रमों की एक यूनिट का क्रमश: 1988, 2000 और 2005 की राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं के आधार पर अध्ययन कीजिए (सारणी 6.4, सारणी 6.5 और सारणी 6.6)।

सारणी 6.4 — वर्ष 1988 में विकसित कक्षा 6 के विज्ञान पाठ्यक्रम की एक इकाई

इकाई का नाम	विषय-वस्तु
इकाई 6 **गति, बल और मशीन**	गतिशील और स्थिर वस्तुएँ; विभिन्न प्रकार की गतियाँ – रेखीय, यादृच्छिक (बेतरतीब), घूर्णी, वर्तुल, आवृत्ती, दोलनी; चाल, बल, बल लगाने पर चाल, दिशा और आकार में परिवर्तन; विभिन्न प्रकार के बल – चुंबकीय बल, स्थिर-वैद्युत बल, घर्षण बल; घर्षण के लाभ और हानियाँ; घर्षण को घटाना और बढ़ाना; विभिन्न प्रकार की सरल मशीनें – लीवर, आनत समतल, घिरनी और पहिया; जटिल मशीनें – सरल मशीनों का संयोजन; मशीनों का रखरखाव और देखभाल।

सारणी 6.5 — वर्ष 2000 में विकसित कक्षा 6 के विज्ञान पाठ्यक्रम की एक इकाई

इकाई का नाम	विषय-वस्तु
इकाई 9 **बल और गति**	• बल— बल का प्रभाव (आकृति, साइज़, गति में परिवर्तन); बल की इकाई; दाब और तरल पदार्थों में दाब • गति की धारणा, गति के प्रकार (सरल रेखीय, घूर्णी, दोलनी, आवर्ती और अनावर्ती–प्राथमिक धारणा) • सीधी रेखा में एक समान एवं असमान गति; वेग की धारणा • चाल; चाल की इकाई

© NCERT not to be republished

सारणी 6.6 — वर्ष 2005 में विकसित कक्षा 6 के विज्ञान पाठ्यक्रम की एक इकाई

प्रश्न	मुख्य संकल्पनाएँ	सुझाए गए संसाधन	सुझाए गए क्रियाकलाप/प्रक्रम
इकाई 4 **गतिशील वस्तुएँ, व्यक्ति और विचार** पहले ज़माने में लोग किस प्रकार एक स्थान से दूसरे स्थान की यात्रा करते थे? वे कैसे जान पाते थे कि उन्होंने कितनी दूरी की यात्रा कर ली है? हमें कैसे पता लगता है कि कोई वस्तु गतिशील है? हम कैसे जान पाते हैं कि वह वस्तु कितनी दूर तक गई है?	दूरी (लंबाई) मापने की आवश्यकता; लंबाई का मापन; समय के साथ स्थिति में परिवर्तन के रूप में गति।	दैनिक अनुभव; लंबाई मापन के लिए उपकरण (पैमाना इत्यादि); दूरियाँ मापने के लिए सदंर्भों के विकास हेतु किस्से एवं कहानियाँ।	**(पीरियड – 12)** लंबाइयों और दूरियों का मापन। भूमि, वायु, जल और अंतरिक्ष में विभिन्न प्रकार की गतिशील वस्तुओं का प्रेक्षण। विभिन्न प्रकार की गतियों की पहचान और उनमें अंतर करना। एक से अधिक प्रकार की गति करने वाली वस्तुओं का प्रयोग – (पेच की गति, साइकिल का पहिया, पंखा, लट्टू इत्यादि); घड़ी/दीवार घड़ी की सुइयों, सूर्य, चंद्रमा, पृथ्वी की आवर्ती गति का प्रेक्षण।

हम देखते हैं कि कक्षा 6 के लिए 1988 के विज्ञान पाठ्यक्रम में प्रकरणों को एक सूची के रूप में प्रस्तुत किया गया है। इसमें जो तरीका था वो बच्चों को विज्ञान के प्रक्रम को बिना महत्व दिए विज्ञान की विषय-वस्तु से शीघ्रता से परिचित करवाया जाना था। कक्षा 6 के पाठ्यक्रम में *बल, घर्षण, आकाश गंगा* जैसे बहुत-से प्रकरण सम्मिलित किए गए हैं। ये प्रकरण बाद में कक्षा 8 या कक्षा 9 में आ सकते हैं, क्योंकि इनमें निराकार संकल्पनाओं की समझ की आवश्यकता भी होती है। इस प्रकार के पाठ्यक्रमों में वांछित गहनता स्पष्ट नहीं होती। कभी-कभी यह भी होता है कि आदान-प्रदान किए जाने वाले प्रकरणों की सूची अधिक निर्दिष्ट अथवा कम निर्दिष्ट हो जाती है। पाठ्यक्रम कम निर्दिष्ट कहा जाता है, जब प्रकरणों की सूची विषय-वस्तु की वांछित व्यापकता और गहनता बताने में सफल नहीं हो पाती। यह अधिक निर्दिष्ट कहा जाता है, जब यह विषय-वस्तु में ज्ञान की मदों की गिनती का प्रयास करते हैं, जिन्हें आसानी से मुक्त छोड़ा जा सकता था।

वर्ष 2000 का पाठ्यक्रम भी वर्ष 1988 के पाठ्यक्रम के समान सूचना या जानकारी से बोझिल बना दिया गया। विषय-वस्तु की व्याप्ति में वांछित गहनता और विस्तार स्पष्ट नहीं थे। उच्च प्राथमिक और माध्यमिक स्तर पर विज्ञान की पाठ्यचर्या को विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज के समाकलित उपागम के रूप में प्रस्तुत किया गया। इसमें इस बात पर ध्यान दिया गया कि बच्चों को विज्ञान की विषय-वस्तु और प्रौद्योगिकी में इसके अनुप्रयोग से परिचित कराया जाए। पाठ्यक्रम को व्यवस्थित करने के लिए विषय क्षेत्र (थीम) पद्धति को अपनाया

© NCERT not to be republished

गया। चयनित किए गए विषय क्षेत्र थे – *ब्रह्मांड, हमारा पर्यावरण, पदार्थ, मापन, सजीव संसार, ऊर्जा, पोषण और स्वास्थ्य* तथा *कृषि*। इनमें से अधिकांश विषय क्षेत्र, उच्च प्राथमिक स्तर और माध्यमिक स्तर तक भी निरंतर बने रहते हैं। कक्षा 6 से 10 तक इन संकल्पनाओं को पदानुक्रम रूप से व्यवस्थित करने का एक प्रयास किया गया। इन विषय क्षेत्रों को फिर अध्यायों में बाँटा गया जिनमें उपयुक्त विषय सामग्री थी और इसके विस्तार की सीमा भी इंगित थी।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 यह अनुशंसा करती है कि ज्ञान के सर्जन या निर्माण में शिक्षार्थी की सक्रिय भागीदारी पर ज़ोर दिया जाना चाहिए। 2005 में विज्ञान पाठ्यचर्या विकसित करते समय यह तय किया गया कि विज्ञान के साथ प्रौद्योगिकी को सम्मिलित न किया जाए। पाठ्यक्रम में सूचना का भार कम किया गया और केवल आयु के अनुसार उपयुक्त संकल्पनाओं को शामिल किया गया। पाठ्यक्रम एन.सी.एफ़. – 2005 को ध्यान में रखकर तैयार किया गया और '*लर्निंग विदाउट बर्डेन*' नामक रिपोर्ट की सिफ़ारिशों पर भी विचार किया गया। विषय-वस्तु को व्यवस्थित करने के लिए विषय-वस्तु (थीम) पद्धति को अपनाया गया और पाठ्यक्रम का ढाँचा अंतर्विषयक रूप में तैयार किया गया। पाठ्यक्रम में सम्मिलित थीम थे – *भोजन, पदार्थ, जीव संसार, वस्तुएँ कैसे कार्य करती हैं, गतिशील वस्तुएँ, लोग और विचार, प्राकृतिक परिघटनाएँ और प्राकृतिक संसाधन*। ये विषय उच्च प्राथमिक से माध्यमिक स्तर तक चलते हैं और माध्यमिक स्तर पर विषयों का समेकन किया गया है। वर्ष 2005 का पाठ्यक्रम चार कॉलम में प्रस्तुत किया गया है। इन कॉलमों के शीर्षक हैं – प्रश्न, मुख्य संकल्पनाएँ, सुझाए गए संसाधन और सुझाए गए क्रियाकलाप।

पाठ्यक्रम की शुरुआत एक प्रश्न से होती है। कुछ मुख्य संकल्पनाएँ हैं जिनका उद्देश्य बच्चे की चिंतन प्रक्रिया को आरंभ करना है। क्रियाकलाप वाला कॉलम प्रयोग की सूची बताने के साथ ही कक्षा की अन्य प्रक्रियाओं को भी बताता है जिनमें बच्चों को सक्रिय रूप से व्यस्त रखा जा सके। इसमें परिचर्चा भी शामिल है। यद्यपि ये बातें सुझावात्मक प्रकृति की हैं, इनका प्रयोजन विषय-वस्तु को वर्णन करने के लिए विचार प्रदान करता है। यदि आप क्रियाकलाप वाले कॉलम को प्रश्नों और मुख्य संकल्पनाएँ वाले कॉलम के साथ पढ़ेंगे तो आप समझ जाएँगे कि उस विषय-वस्तु के क्षेत्र में प्रस्तावित गहनता और विस्तृति क्या है।

पाठ्यक्रम यहाँ ही, शिक्षण-अधिगम कार्यनीति तथा पाठ्यपुस्तक लिखने के लिए विषय-वस्तु का चयन करने के लिए संकेत उपलब्ध कराता है। इसमें शिक्षार्थियों के लिए क्रियाकलाप/प्रयोग करने के लिए भी स्थान है। इस पाठ्यक्रम में स्थानीय संदर्भ को भी महत्व दिया गया है। एन.सी.एफ़. – 2005 यह सिफ़ारिश करता है कि विभिन्न प्रकार की पाठ्यपुस्तकें तैयार हों जो शिक्षार्थियों के दैनिक अनुभवों को विज्ञान से जोड़ें।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लिए एक ऐसे शिक्षाशास्त्र की अनुशंसा करता है, जो स्वयं के द्वारा प्रायोगिक जाँच पर आधारित हो। यह वैचारिक स्तर पर तो व्यापक रूप से स्वीकृत है, परंतु व्यवहार में भारत में अभी भी ब्लैकबोर्ड वाली पद्धति ही ज़्यादा चलती है। वांछित दिशा में आगे बढ़ने के लिए यह आवश्यक है कि शिक्षार्थियों को छान-बीन के लिए प्रेरित किया जाए और उन्हें शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में सक्रिय रूप से लगाया जाए। विज्ञान के 'स्वयं के प्रयोग द्वारा' सीखने के तरीके में हम उन चीज़ों से शुरू करते हैं जो शिक्षार्थियों के अनुभवों से सीधा संबंध रखती हैं और ठोस उदाहरणों के रूप में ली जा सकती हैं। विषय-केंद्रित पद्धति में संकल्पनाओं को पदानुक्रम रूप में व्यवस्थित किया जाता है, परंतु शिक्षार्थी-केंद्रित पद्धति में ठोस परिस्थितियाँ पहले आती हैं, जिनके बाद अमूर्त या निराकार संकल्पनाएँ आती हैं।

विद्युतधारा की संकल्पना ऐसा ही एक उदाहरण है। यदि हम सोचते हैं कि संकल्पना अमूर्त है और यह जानना आवश्यक है कि आवेश गतिशील होता है; तो इसे बाद में लेना चाहिए जब बच्चा आवेश की संकल्पना को ठीक से समझ ले। आवेश एक अमूर्त संकल्पना है और इसे ऊँची कक्षाओं में समझा जा सकता है। परंतु हम देखते हैं कि बच्चे आसानी से सरल विद्युत परिपथ बना सकते हैं और धारा की संकल्पना को समझ सकते हैं। अत: *विद्युत और परिपथ, विद्युतधारा और उसके प्रभावों* की संकल्पनाओं को उच्च प्राथमिक स्तर पर ही सम्मिलित कर लिया गया है।

परियोजना 6.3

विज्ञान/भौतिकी/रसायन के संदर्भ में अपने राज्य के पाठ्यक्रम के विकास की पिछले कुछ वर्षों में प्रवृत्ति का विश्लेषण कीजिए।

6.7 पाठ्यपुस्तक से शिक्षण-अधिगम सामग्री की ओर झुकाव

पाठ्यपुस्तक शिक्षण-अधिगम की सामग्री के रूप में शिक्षार्थी को व्यस्त रखने का एक साधन है। शिक्षक कक्षा में पढ़ाते समय पाठ्यपुस्तकों के साथ-साथ विविध प्रकार के क्रियाकलापों और साकार अधिगम सामग्री का उपयोग कर सकते हैं। जब हम शिक्षण-अधिगम के उपागमों, सीखने की प्रगति, सामग्री और उपयोग में लाए जाने वाले ठोस उदाहरणों के बारे में निर्णयों पर आते हैं, तो हमे शिक्षार्थियों के सीखने की आवश्यकताओं को ध्यान में रखना होता है। ये ठोस निर्णय होते हैं जो केवल विशिष्ट कक्षा और बच्चों के लिए किए जा सकते हैं, क्योंकि वास्तविक सीखना केवल बच्चे के मानस में होता है, और पूर्णतया उस पर निर्भर करता है, जो उसने पहले से सीखा है। अत: विषय-वस्तु, उपागमों और सामग्रियों की पुनर्व्याख्या पूर्ण रूप से शिक्षक द्वारा लिए गए व्यावहारिक निर्णयों की सीमा में ही रहती है।

© NCERT not to be republished

यह ज़रूरी नहीं है कि किसी पाठ्यपुस्तक में एक कक्षा/स्तर की पूरा पाठ्यक्रम आ जाए। यह भी ज़रूरी नहीं है कि वह वर्ष भर के लिए हो। कोई भी पाठ्यपुस्तक अपने आप में पूर्ण हो, इससे बेहतर होगा कि वह बच्चे को पर्यावरण, सम-समूहों, अन्य व्यक्तियों आदि से पारस्परिक क्रिया करने के लिए उसे प्रेरित करे। किसी पाठ्यपुस्तक को 'ज्ञान को एक तैयार उत्पाद' के रूप में स्थानांतरित करने की बजाय पाठ्यसामग्री, विचार, वस्तुओं, पर्यावरण और लोगों के साथ सक्रिय व्यस्तता द्वारा समझ या ज्ञान की रचना के निमित्त मार्गदर्शन करना चाहिए। एन.सी.ई.आर.टी. द्वारा हाल में एन.सी.एफ़. – 2005 पर आधारित ऐसे व्यावहारिक पाठ्यक्रम को तैयार करने का प्रयास किया गया है, जिससे ऐसी पाठ्यपुस्तकें बन सकें, जो तथ्यों की जानकारी के भार के बिना, रुचिकर और चुनौतीपूर्ण हों। कुल मिलाकर विज्ञान को एक तैयार उत्पाद की बजाय ज्ञान के विकसित हो रहे ढाँचे के रूप में प्रस्तुत किया जाना चाहिए। इस तर्क के संदर्भ में एक अकेली पाठ्यपुस्तक नहीं, बल्कि सीखने की सामग्री का एक पैकेज होना चाहिए जो शिक्षार्थी को सक्रिय अधिगम एवं अन्वेषण में व्यस्त रखने में उपयोग हो सके।

क्रियाकलाप 6.8

ऊपर की गई चर्चा के संदर्भ में उच्च प्राथमिक विज्ञान की किसी पाठ्यपुस्तक का विश्लेषण कीजिए और इसकी एक रिपोर्ट तैयार कीजिए।

क्रियाकलाप 6.9

पता लगाएँ कि आपके राज्य ने अधिगम के विभिन्न स्तरों के लिए कौन-कौन सी शिक्षण-अधिगम सामग्री विकसित की हैं। एन.सी.एफ़. – 2005 के संदर्भ में इनका विश्लेषण कीजिए।

6.8 पाठ्यचर्या विकासक के रूप में शिक्षक

ऊपर की गई चर्चा, पाठ्यचर्या विकास की प्रक्रिया को स्पष्ट करती है। अब आप जानना चाहेंगे, "पाठ्यचर्या विकास के इस कार्य में शिक्षक की क्या भूमिका है? भारत में पाठ्यचर्या, केंद्र अथवा राज्य के स्तर पर विकसित की जाती है और शिक्षकों को इस बाहरी विकसित पाठ्यचर्या को कार्यान्वित करने वाले के रूप में देखा जाता है। पूर्व-सेवा शिक्षक तैयार करने वाले कार्यक्रमों में पाठ्यचर्या और शिक्षण का अध्ययन स्वतंत्र रूप से किया जाता है और इन्हें पृथक अस्तित्व के रूप में माना जाता है। सारा ध्यान 'शिक्षण पद्धतियों/पाठ्यचर्या आदान-प्रदान' पर रहता है। विद्यार्थी-शिक्षकों का पाठ्यचर्या विकास प्रक्रियाओं से साक्षात्कार नहीं होता और न ही उन्हें वर्तमान पाठ्यचर्या पद्धतियों का विश्लेषण और उन पर प्रतिक्रिया और चिंतन करने के अवसर दिए जाते हैं। सेवा के दौरान प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भी शिक्षण कौशल पर अधिक ज़ोर रहता है और प्रशिक्षण में पाठ्यचर्या विकास को शामिल नहीं किया जाता है। शिक्षक की भूमिका को

© NCERT not to be republished

निर्धारित पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें पढ़ाने और समय पर संपूर्ण पाठ्यक्रम पूरा करने तक ही माना जाता है। चूँकि सेवापूर्व और सेवाकालीन कार्यक्रमों में शिक्षकों को पाठ्यचर्या विकास का विवेचनात्मक ज्ञान नहीं दिया जाता, अत: वे पाठ्यचर्या और शिक्षण-अधिगम में पारस्परिक संबंध को समझ नहीं पाते और एक ही पारंपरिक व्याख्यान—सह-निदर्शन प्रणाली से ही सब प्रकार की पाठ्यचर्याओं को पढ़ाते हैं। जैसा कि आपने इस अध्याय में देखा होगा, पाठ्यचर्या को वांछित अधिगम परिणाम के लिए नियोजित प्रक्रिया के रूप में जाना जाता है, जबकि शिक्षण-अधिगम इस बात से संबंध रखता है कि प्रस्तावित पाठ्यचर्या के आदान-प्रदान के लिए क्या करना चाहिए। पाठ्यचर्या को एक लक्ष्य के रूप में और शिक्षण-अधिगम को इस लक्ष्य की प्राप्ति के रूप में देखा जाता है। शिक्षकों से अपेक्षा की जाती है कि वह पढ़ाने की निर्धारित विधि अथवा पाठ्यचर्या के आदान-प्रदान की निर्धारित नीतियों, योजनाओं को कार्यान्वित कर कक्षा में निर्धारित पाठ्यक्रम का आदान-प्रदान करें। इस प्रकार की पद्धतियाँ रटकर सीखने को प्रोत्साहित करती हैं और रचनात्मक तथा नवाचार पद्धतियों को हतोत्साहित करती हैं।

तथापि, अब शिक्षक-प्रशिक्षकों और पाठ्यचर्या नियोजकों ने पाठ्यचर्या समितियों में शिक्षकों के महत्व को अनुभव करना प्रारंभ कर दिया है। अधिकांश शिक्षक-प्रशिक्षक और शिक्षक अब इस बात से सहमत हैं कि शिक्षकों को पाठ्यचर्या विकास का बोध अवश्य कराया जाना चाहिए। शिक्षक के लिए यह आवश्यक है कि पाठ्यचर्या, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकों की विवेचनात्मक समीक्षा करें। पाठ्यचर्या समितियों में शिक्षकों को शामिल करने से पाठ्यचर्या को सुधारने में सहायता मिलती है। शिक्षक कक्षाओं के अपने अनुभवों को पाठ्यचर्या समितियों के साथ बाँटते हैं। शिक्षकों के कक्षाओं में शिक्षण-अधिगम को प्रायोगिक ज्ञान से पाठ्यचर्या और पाठ्यचर्या सामग्री की व्यावहारिकता के आकलन में सहायता मिलती है। जब पाठ्यचर्या, शिक्षकों के सफल कक्षागत अनुभवों के आधार पर विकसित होती है, तो यह विद्यालय में बच्चों की आवश्यकताओं के साथ अधिक प्रासंगिक होती है। शिक्षक, विविध कक्षाओं में पाठ्यचर्या की परख कर सकते हैं और विद्यार्थियों की समस्याओं और विद्यालय की आवश्यकताओं को सामने ला सकते हैं। पाठ्यचर्या, शिक्षकों की सही मदद तभी कर सकती है, यदि इसका विकास शिक्षकों की पूरी साझेदारी से हुआ हो।

शिक्षकों की पाठ्यचर्या विकास में सहभागिता; केंद्रित और विकेंद्रित पाठ्यचर्याओं के मध्य मार्ग पर चलने का एक मुद्दा भी है। पाठ्यचर्या विकास की प्रक्रिया में अधिक शिक्षक भाग ले सकते हैं यदि पाठ्यचर्या का विकास ज़िला अथवा विद्यालय स्तर पर हो। यदि पाठ्यचर्या केवल राज्य या केंद्र के स्तर पर विकसित होती है, तो इन समितियों में बहुत कम शिक्षक सम्मिलित किए जा सकते हैं।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 6.10

कार्यरत शिक्षकों को पाठ्यचर्या विकास में सम्मिलित किया जाना चाहिए, इसके बारे में आपका क्या विचार है? पाठ्यचर्या विकास में उनकी भूमिका क्या होनी चाहिए? कक्षा में चर्चा कीजिए।

6.9 सारांश

हमने ऊपर इस बात पर विचार-विमर्श किया है कि भौतिक विज्ञान की पाठ्यचर्या की अच्छी समझ किसी शिक्षक को शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया में सहायता करती है। राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की एक रूपरेखा उन मार्गदर्शी सिद्धांतों को उपलब्ध कराती है, जिनके अंतर्गत देश का शिक्षकवर्ग व विद्यालय उन अनुभवों की योजना बना सकते हैं, उन्हें चुन सकते हैं जो बच्चों के लिए प्राप्त करने ज़रूरी हैं।

हमने ऊपर यह भी चर्चा की है कि पाठ्यचर्या बच्चे के सीखने की प्रक्रिया को सहज बनाने की एक योजना है। शिक्षक यह ज्ञात करके कि बच्चे ने अभी तक क्या सीखा है, इस योजना की शुरुआत कर सकते हैं। इसके लिए उन्हें बच्चे के अधिगम के उन सभी पहलुओं और आयामों को ध्यान में रखना होगा जो आवश्यक हैं तथा यह कारण भी देना होगा कि क्या-क्या सीखना क्यों आवश्यक समझा गया है और ये शिक्षा के किन लक्ष्यों को पूरा करेंगे। इस योजना में शिक्षक भी विज्ञान अधिगम के स्तर विशेष उद्देश्यों पर भी विचार करते हैं। साथ ही वह यह भी ध्यान में रखते हैं कि कौन-कौन सी विषय-वस्तु का आदान-प्रदान करना है और उन्हें कैसे व्यवस्थित करना है। पाठ्यचर्या की एक अच्छी समझ, शिक्षक को शिक्षण-अधिगम के उपागमों और मूल्यांकन के सामान्य सिद्धांतों, अच्छी शिक्षण-अधिगम सामग्री के मापदंड, क्रियाकलापों, प्रयोगों और कक्षा में सभी प्रकार के आदान-प्रदान में सभी बच्चों को न्यायसंगत रूप से सम्मिलित करने के लिए अंतर्दृष्टि प्राप्त करने में मदद करती है।

यह जानना महत्वपूर्ण है कि शिक्षा एक प्रक्रिया है और इस प्रक्रिया में अनुभव एक महत्वपूर्ण भाग होता है। जब तक शिक्षार्थी अपने कक्षागत अनुभवों को कक्षा में प्रस्तुत किए गए संदर्भों से संबंधित अपना दृष्टिकोण नहीं ढूँढ पाता और ज्ञान को अपने दैनिक जीवन के अनुभवों से नहीं जोड़ पाता, तब तक उसका ज्ञान केवल सूचना के स्तर तक सीमित रह जाता है। इसलिए सभी पाठ्यचर्या अनुभवों को इस प्रकार डिज़ाइन करना होगा कि यह सुनिश्चित हो सके कि विविध आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थी शिक्षण-अधिगम की प्रक्रियाओं का आनंद ले रहे हैं और उनसे जुड़ रहे हैं। शिक्षक को पारस्परिक क्रियाओं में उपयुक्त समय पर लचीलापन लाकर, सभी शिक्षार्थियों को विज्ञान पाठ्यचर्या सुलभ करानी चाहिए।

© NCERT not to be republished

अभ्यास

6.1 1975–2005 तक की राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखाओं में विज्ञान पाठ्यचर्या के परिप्रेक्ष्य की तुलना कीजिए।

6.2 निम्नलिखित पदों को समझाइए –

(i) राष्ट्रीय पाठ्यचर्या
(ii) मूल पाठ्यचर्या (कोर)
(iii) पाठ्यचर्या
(iv) विद्यालयी पाठ्यचर्या

6.3 राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 में विज्ञान पाठ्यचर्या और पाठ्यक्रम के विकास के लिए क्या मार्गदर्शन दिए गए हैं? विस्तार से चर्चा करें।

6.4 आपके विचार से विज्ञान पाठ्यचर्या के विकास के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा अधिक उपयुक्त स्तर है? अपने उत्तर के लिए कारण दीजिए।

(i) केंद्र
(ii) राज्य
(iii) ज़िला
(iv) विद्यालय

6.5 राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 के संदर्भ में चर्चा करें कि किस प्रकार भौतिक विज्ञान का अधिगम रटकर याद करने से हटाकर ज्ञान के निर्माण में बदला जा सकता है?

6.6 राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 में ज्ञान को विद्यालय के बाहर की दुनिया से जोड़ने के लिए क्या मार्गदर्शन दिए गए हैं?

6.7 वर्ष 1988 की पाठ्यचर्या की रूपरेखा में शिक्षक की भूमिका के बारे में क्या अनुशंसाएँ थीं? क्या तब से शिक्षक की भूमिका में कुछ परिवर्तन आया है? इस बात पर चर्चा करें कि आप क्या परिवर्तन देखते हैं।

6.8 'पाठ्यचर्या में अधिगम का उपागम समग्रतापरक होना चाहिए' वाक्यांश पर टिप्पणी कीजिए।

6.9 क्या विद्यालयी पाठ्यचर्या दो भिन्न विद्यालयों के अधिगम पर्यावरण में भिन्नता ला सकती है? उदाहरण देकर अपने उत्तर को स्पष्ट कीजिए।

6.10 विज्ञान/भौतिकी/रसायन की पाठ्यपुस्तकों का विश्लेषण करने में आप कौन-कौन से प्राचलों को अपनाएँगे? अपने राज्य की पाठ्यपुस्तक की विवेचनात्मक तुलना किसी अन्य राज्य अथवा एन.सी.ई.आर.टी. की पाठ्यपुस्तकों से कीजिए।

6.11 राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005 के आधार पर स्तर विशिष्ट पाठ्यक्रम के विकास हेतु उपयोग में लाए जाने वाले मापदंडों की व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

6.12 पाठ्यचर्या विकास के विषय-केंद्रित, व्यावहारवादी और निर्मितिवादी उपागमों में क्या अंतर होता है? विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के इन उपागमों में शिक्षक की भूमिका क्या होती है?

6.13 भौतिक विज्ञान के शिक्षार्थी-केंद्रित पाठ्यचर्या की अभिलाक्षणिक विशेषताओं को उदाहरण सहित समझाइए।

6.14 शिक्षार्थी को सक्रिय रूप से सीखने में व्यस्त रखने के लिए केवल एक पाठ्यपुस्तक के स्थान पर 'अधिगम सामग्री के एक पैकेज का उपयोग किया जा सकता है।' इस कथन पर अपने विचार व्यक्त करें।

6.15 पाठ्यचर्या विकासक के रूप में शिक्षक की भूमिका की व्याख्या करें।

6.16 विज्ञान शिक्षक को अपने शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया में पाठ्यचर्या विकास की पूरी समझ किस प्रकार मदद करती है? समझाइए।

6.17 किसी राज्य की कक्षा 7 के पाठ्यक्रम का एक हिस्सा नीचे दिया जा रहा है। इसकी समीक्षा कीजिए। समझाइए कि इस पाठ्यक्रम के विकास के लिए पाठ्यचर्या विकास का कौन-सा उपागम अपनाया गया है। क्या आप इसमें कुछ संशोधन करना चाहेंगे? अपने उत्तर का औचित्य दीजिए।

सारणी 6.7 — किसी एक राज्य के कक्षा 7 पाठ्यक्रम की एक इकाई

अध्याय	विषय-वस्तु	कौशल	वांछित अधिगम परिणाम	घंटों / पीरियड की संख्या	क्रिया-कलाप	आवश्यक सामग्री
कार्य और ऊर्जा	• दैनिक जीवन में किए गए कार्यों के उदाहरण • सरल मशीनें — लीवर, आनत तल, पेंच (स्क्रू), पहिया, घिरनी और धुरी	पहचानना, प्रेक्षण करना, वर्गीकरण करना, प्रश्न पूछना, विवेच-नात्मक चिंतन करना।	• कार्य और ऊर्जा की परिभाषा का स्मरण करना। • दैनिक जीवन में कार्य के उदाहरणों की सूची बनाना। • कार्य और ऊर्जा के मध्य संबंध का वर्णन करना।	1 1 2	मौखिक, लिखित सामग्री	• दैनिक जीवन में किए गए कार्यों के उदाहरण प्रदर्शित करने वाले चार्ट।

© NCERT not to be republished

	• कार्य और ऊर्जा; गतिज और स्थितिज ऊर्जा, रासायनिक, ऊष्मा, प्रकाश, ध्वनि, चुंबकीय और विद्युत ऊर्जा; ऊर्जा का एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरण • लीवरों के प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग; विषमभुज तुला, प्लेटफ़र्म तुला		• अनुभव करना कि हमें कार्य करने के लिए भोजन के रूप में ऊर्जा चाहिए। • ऊर्जा के विभिन्न रूपों की सूची बनाना। • गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित करना। • रासायनिक ऊर्जा को परिभाषित करना। • ऊष्मा ऊर्जा एवं प्रकाश ऊर्जा को परिभाषित करना। • ध्वनि ऊर्जा को परिभाषित करना। • चुंबकीय ऊर्जा को परिभाषित करना। • विद्युत ऊर्जा को परिभाषित करना। • प्रयोग द्वारा ऊर्जा का एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरण का वर्णन करना। • लीवरों के प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग का वर्णन करना। • विषमभुज तुला (स्टीलयार्ड) का वर्णन करना। • प्लेटफ़ॉर्म तुला का वर्णन करना।	1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 1 1		• कार्य और ऊर्जा के मध्य संबंध प्रदर्शित करने वाले चार्ट। • वास्तविक वस्तुएँ (पेच, घिरनी, पहिया)। • ऊर्जा के एक रूप का दूसरे में रूपांतरण प्रदर्शित करने वाले चार्ट। • लीवरों, विषमभुज तुला एवं प्लेटफ़ार्म तुला का वर्णन प्रदर्शित करने वाले चार्ट।

© NCERT not to be republished

अध्याय 7

भौतिक विज्ञान में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव

7.1 परिचय

7.2 विज्ञान का ज्ञान के एक स्थिर भंडार के रूप से ज्ञान के निर्माण के प्रक्रम तक शिक्षाशास्त्रीय बदलाव
- 7.2.1 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – विज्ञान की प्रकृति
- 7.2.2 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – ज्ञान
- 7.2.3 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – शिक्षार्थी, अधिगम और शिक्षक
- 7.2.4 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – आकलन
- 7.2.5 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – विज्ञान पाठ्यचर्या और वैज्ञानिक अन्वेषण
- 7.2.6 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – वैज्ञानिक विधि से विज्ञान अन्वेषण के रूप में

7.3 विज्ञान अधिगम का लोकतंत्रीकरण – विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र
- 7.3.1 विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र एवं शिक्षकों की भूमिका

7.4 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – शिक्षण-अधिगम अनुभवों का नियोजन
- 7.4.1 बदलाव से पहले शिक्षण-अधिगम योजना
- 7.4.2 बदलाव के बाद शिक्षण-अधिगम योजना
- 7.4.3 शिक्षण-अधिगम नियोजन – उदाहरण

7.5 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव — समावेशन
- 7.5.1 विज्ञान पाठ्यचर्या
- 7.5.2 कक्षा में विविधता
- 7.5.3 उपागम
- 7.5.4 सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आई. सी. टी.)
- 7.5.5 व्यावसायिक विकास

7.6 सारांश

© NCERT not to be republished

7.1 परिचय

पिछले अध्याय में हमने चर्चा की थी कि किस प्रकार समय के साथ-साथ विज्ञान पाठ्यचर्या में बदलाव आया है और विज्ञान शिक्षक का कार्य अधिक चुनौतीपूर्ण हो गया है। विज्ञान एक

उद्यम है जो बीते वर्षों में निरंतर परिवर्तित हो रहा है। वर्तमान में विज्ञान को समझना तथ्यों और सिद्धांतों का संचय मात्र नहीं रहा, बल्कि यह शिक्षार्थी को केंद्रीय स्तर पर रखते हुए निर्मितिवादी और पूछताछ-अभिमुख अधिगम अनुभवों की ओर बदल रहा है। शिक्षार्थियों का विवेचनात्मक, सर्जनात्मक और विमर्शी चिंतन और इस प्रकार कक्षा में उनकी सहयोगात्मक भागीदारी को ज्ञान के निर्माण के केंद्र के रूप में पहचाना गया है। इसके अतिरिक्त, वैश्वीकरण के वर्तमान काल में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी ने हमारी शिक्षा प्रणाली को प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित किया है। शिक्षार्थियों को ज्ञान का आधार विकसित करने की आवश्यकता है ताकि मुद्रण एवं इलेक्ट्रॉनिक माध्यमों से ज्ञान का समायोजन कर उसे अपने लिए सार्थक बना सकें।

विज्ञान का शिक्षाशास्त्र शिक्षण-अधिगम की कार्यनीतियाँ, कक्षा में होने वाले अनुभवों को व्यवस्थित करने, शिक्षार्थियों की पूर्वधारणाओं का ज्ञान और उनकी पूर्वधारणाओं से संकल्पनाओं को जोड़ते हुए शिक्षार्थियों के विविध समूहों से आदान-प्रदान करना है, ताकि वे नई जानकारी का अर्थ समझने के लिए उसका समायोजन कर सकें तथा उसे अपना सकें। हमें यह समझने की आवश्यकता है कि पूरे विश्व में नए ज्ञान के सर्जन के साथ, हमारे समाज की सामाजिक, सांस्कृतिक और आर्थिक परिस्थितियाँ बदलती हैं, काम के नए अवसर उत्पन्न होते हैं और लोगों की महत्वकांक्षाएँ बढ़ती हैं। समाज की यह गतिशीलता विज्ञान के शिक्षाशास्त्र में आवश्यक रूप से प्रतिबिंबित होनी चाहिए। आज का शिक्षाशास्त्र शिक्षार्थियों की रटने की योग्यता के बजाय सहयोगात्मक परिस्थितियों में शामिल होकर या उनके विचारों और प्रश्नों को व्यक्त करने, उनके तर्क-वितर्क करने, न्याय संगत ठहराने की योग्यता तथा ज्ञान का संश्लेषण और विश्लेषण करने एवं विज्ञान में छान-बीन करने की प्रक्रिया में उनकी सहभागिता को महत्व देता है। एन.सी.एफ – 2005 के कार्यान्वयन के परिणामस्वरूप, हमारे देश में शिक्षाशास्त्र में बदलाव आ रहा है। कक्षाओं में अधिगम की प्रक्रिया और शिक्षार्थियों के बारे में हमारी समझ भी बदल रही है। ज्ञान की प्रकृति और उसकी उत्पत्ति पर लगातार वाद-विवाद हो रहा है। इस बात पर बार-बार ज़ोर दिया जा रहा है कि ये विकास उन तरीकों से और उन रूपों में हों कि वे शिक्षार्थियों तक पहुँच सकें। इस अध्याय में हम अपना ध्यान भौतिक विज्ञान के शिक्षाशास्त्र से संबंधित मुद्दों से जुड़े नए विकास और अंतर्दृष्टियों पर केंद्रित करेंगे।

आधुनिक भारतीय शिक्षा की आधारशिला अरविन्द घोष, रवीन्द्रनाथ टैगोर, महात्मा गाँधी, मौलाना अबुल कलाम आज़ाद, सर्वपल्ली राधाकृष्णन जैसे चिंतकों ने रखी थी। विषय-वस्तु के ज्ञान से संबंधित लगभग सभी शिक्षाशास्त्र अधिगम और ज्ञान पर विचार करते हैं। अत: दिए गए संदर्भ में किसी भी वैकल्पिक शिक्षाशास्त्र को सफल और अर्थपूर्ण बनाने के लिए अधिगम के ज्ञानात्मक और ज्ञानशास्त्रीय आयामों को समझने की आवश्यकता है। हम जानते हैं कि अधिगम (प्रक्रिया के रूप में और साथ ही उत्पाद के रूप में) को भली-भाँति समझे बिना

© NCERT not to be republished

हम उस शिक्षाशास्त्र को भी नहीं समझ सकते जिसे हम भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के लिए कक्षा में लागू करना चाहते हैं। शिक्षाशास्त्र में शिक्षण और शिक्षार्थियों की अधिगम प्रक्रिया दोनों सम्मिलित हैं। अत: भौतिक विज्ञान के संदर्भ में अधिगम और शिक्षण की प्रकृति समझने की आवश्यकता है। शिक्षण-अधिगम एक सहयोगी प्रक्रिया है जिसमें कभी शिक्षक विद्यार्थी के रूप में और कभी विद्यार्थी शिक्षक के रूप में कार्य कर सकते हैं और वे ज्ञान का आदान-प्रदान करते हैं।

7.2 विज्ञान का ज्ञान के एक स्थिर भंडार के रूप से ज्ञान के निर्माण प्रक्रम तक शिक्षाशास्त्रीय बदलाव

पहले सामान्यत: ज्ञान की प्रकृति को और विशेष रूप से जानने की प्रकृति को एक स्थिर तत्व माना जाता था। तथापि ज्ञान की प्रकृति और जानने की प्रकृति की समकालीन समझ के अनुसार यह एक गतिशील तत्व है। अत: वह शिक्षाशास्त्र जिसका उपयोग हम विविध अधिगम कार्यनीतियों के द्वारा ज्ञान के निर्माण में करते हैं, उसमें प्रत्येक शिक्षार्थी के मनोवैज्ञानिक अभिलक्षणों पर आवश्यकता से अधिक बल देने की आवश्यकता नहीं है। इसके बजाय विषय-वस्तु के ज्ञान के साथ-साथ शिक्षार्थी के पूर्व अनुभवों, उनकी सामाजिक, सांस्कृतिक तथा आर्थिक पृष्ठभूमि पर बल दिया जाना चाहिए।

अभी तक, विज्ञान पढ़ने का मुख्य उद्देश्य वैज्ञानिक ज्ञान 'प्राप्त करना समझा' जाता था। अब इस उद्देश्य की समझ के संबंध में एक बदलाव आया है। यह बदलाव वैज्ञानिक ज्ञान के 'निर्माण' की दिशा में झुकाव है न कि तथ्यात्मक ज्ञान की अक्रिय प्राप्ति के रूप में। वैज्ञानिक ज्ञान का निर्माण, वैज्ञानिक दृष्टि से काम कैसे करें से संबंधित है (यहाँ करना केवल हाथ से करने तक ही सीमित नहीं है, यह एक मानसिक क्रियाकलाप भी हो सकता है) और संभवत: यही कारण है कि वैज्ञानिक ज्ञान सदैव रचनात्मक गतिविधि का परिणाम होता है। वैज्ञानिक ज्ञान के अधिग्रहण और निर्माण में मूलभूत अंतर यह है कि जहाँ अधिग्रहण में शिक्षार्थी निष्क्रिय प्राप्तकर्ता के रूप में रहते हैं, वहीं ज्ञान का निर्माण करते हुए शिक्षार्थी विवेचनात्मक सोच-विचार पर आधारित सक्रिय भागीदारी और विवेचनात्मक परख करते हैं।

ज्ञान के एक स्थिर भंडार से ज्ञान के निर्माण प्रक्रम तक विज्ञान के शिक्षाशास्त्र में हुए बदलाव के अनेक आयाम हैं। इसमें अनेक बातों के बारे में हमारी समझ में बदलाव शामिल हैं; जैसे – विज्ञान की प्रकृति में, ज्ञान की प्रकृति में, शिक्षार्थी, अधिगम और शिक्षक में, मूल्यांकन में, विज्ञान पाठ्यचर्या में, वैज्ञानिक विधि और वैज्ञानिक खोजबीन में, विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र के महत्व में, नियोजन के उपागमों में, समावेशित शिक्षा के विविध आयामों में इत्यादि। भौतिक विज्ञान के संदर्भ में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव को समझने के लिए यह

© NCERT not to be republished

महत्वपूर्ण है कि विज्ञान के शिक्षण-अधिगम से संबंधित इन सभी आयामों की एक संक्षिप्त जानकारी प्राप्त कर ली जाए।

7.2.1 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – विज्ञान की प्रकृति

अध्याय 1 से हमें समझ में आया है कि पूर्ववर्ती मान्यताओं और समझ के विपरीत कोई भी एक ऐसी विधि नहीं है जिसे विज्ञान की विधि कहा जाए। बल्कि, वैज्ञानिक उद्यम के बहुत से सर्वनिष्ठ लक्षण हैं जो वैज्ञानिक उपागम के रूप में देखे जा सकते हैं। वैज्ञानिक उपागम के अंतर्गत विज्ञान की प्रकृति से संबधित इन लक्षणों की क्षमता को दर्शाते हुए आनुभविक प्रमाणों और परिणामों के परीक्षण से समर्थित व्याख्याएँ कर सकते हैं। हमारी यह भी समझ बनी है कि विज्ञान में ज्ञान परिवर्तनशील है अर्थात् विज्ञान की प्रकृति अस्थायी होती है। मज़े की बात यह है कि वैज्ञानिक ज्ञान की अस्थायी प्रकृति उसे अविश्वसनीय नहीं बनाती। अब हमें यह अनुभूति होती है कि वैज्ञानिक ज्ञान के विकास में सदैव व्यक्तिपरकता का तत्व रहता है, भले ही हम यह मान भी लें कि विज्ञान सदैव वस्तुनिष्ठता के लिए प्रयासरत रहता है। सामाजिक-सांस्कृतिक कारकों का भी विज्ञान की प्रकृति पर प्रभाव पड़ता है। माना जाता है कि विज्ञान के विकास में सर्जनात्मकता, प्रेक्षण, निष्कर्ष इत्यादि की भूमिका महत्वपूर्ण होती है। सरल शब्दों में हम कह सकते हैं कि वैज्ञानिक प्रासंगिक आँकड़ों को एकत्रित करते हैं और विचाराधीन अनुमानों को प्रमाणों द्वारा स्पष्ट करते हैं। वे समस्याओं के समाधान प्राप्त करने के लिए अपने स्वयं के परिप्रेक्ष्य का उपयोग करते हैं। वैज्ञानिक अपने क्षेत्रों में समकालीन विकास के आधार पर अपने विचारों को बदल सकते हैं और नए विचार सर्जित कर सकते हैं। विज्ञान को समझने के लिए, हमें वह तरीका जानना होगा जिसके अनुसार समय के साथ ज्ञान का निर्माण होता है और साथ ही वह विधि भी जाननी होगी, जो उस ज्ञान को मान्य ठहराने तथा समाज में विज्ञान का स्थान दिलाने में उपयोग की जाती है।

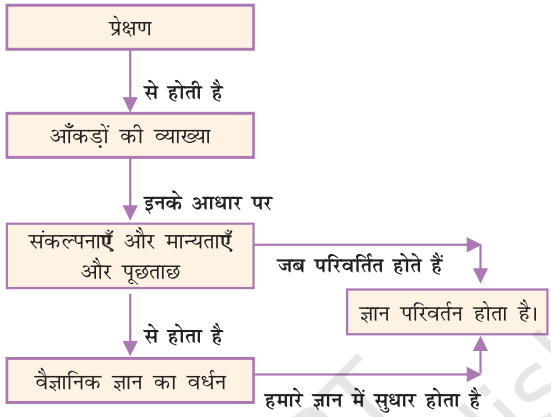
7.2.2 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – ज्ञान

विज्ञान एक उद्यम है जिसका विकास हज़ारों वर्षों में हुआ है और सतत रूप में हो रहा है। हमने चर्चा की कि ज्ञान के बारे में हमारी समझ एक "स्थिर सत्व" से "गतिशील सत्व" में परिवर्तित हो गई है। ज्ञान को स्थिर सत्व के रूप में मानते हुए उसे शिक्षार्थी के मस्तिष्क में स्थानांतरित करने से वह बिना सोच-विचार किए और प्रश्न पूछे ही ज्ञान का निष्क्रिय ग्राही बन जाता है। हम समझते हैं कि ज्ञान का निर्माण शिक्षार्थी द्वारा सक्रिय रूप से किया जाता है और उसे निष्क्रिय रूप से प्राप्त नहीं किया जा सकता। अत: अधिगम वह है जो शिक्षार्थियों द्वारा करके सीखा जाता है, न कि वह जो उन पर थोपा जा सके। ज्ञान को भाषा के माध्यम से संकल्पनाओं की संरचनाओं में व्यवस्थित करके अनुभवों के रूप में प्राप्त किया जा सकता है, इससे अर्थ का सर्जन होता है,

© NCERT not to be republished

फलस्वरूप शिक्षार्थियों को उस संसार को समझने में मदद मिलती है जिसमें वे रहते हैं। वैज्ञानिक ज्ञान को संकल्पनात्मक ढाँचों से प्रदर्शित किया जा सकता है और शिक्षार्थी इन ढाँचों का चित्रण करने के लिए उनका मॉडल बना सकते हैं।

चित्र (7.1) दर्शाता है कि वैज्ञानिक ज्ञान का वर्धन किस प्रकार होता है–



चित्र 7.1 — वैज्ञानिक ज्ञान का वर्धन

अत: वैज्ञानिक ज्ञान सदैव परिवर्तनीय है और इसका संशोधन वैज्ञानिक अन्वेषण में अंतिम उत्पाद नहीं है। विज्ञान का शिक्षण-अधिगम तथ्यों और सिद्धांतों के प्रस्तुतीकरण तथा अन्वेषण के परिणामों तक ही सीमित न रहकर उससे आगे जाना चाहिए। इस शिक्षण-अधिगम से इन्हें प्राप्त करने के प्रक्रम को दर्शाना चाहिए और यह भी दर्शाना चाहिए कि हम तत्संबंधी समझ तक कैसे पहुँचते हैं।

यद्यपि ज्ञान कुछ व्यक्तिगत और वैयक्तिक होता है, परंतु शिक्षार्थी अपने ज्ञान का निर्माण पारस्परिक क्रियाओं द्वारा करते हैं। इन पारस्परिक क्रियाओं में, सामाजिक-सांस्कृतिक वातावरण और भाषायी परिवेश में भौतिक संसार के साथ सहयोगपूर्ण पारस्परिक क्रियाएँ सम्मिलित हैं।

शिक्षार्थियों को प्रेक्षण लेने, आँकड़े इकट्ठा करने और उनकी व्याख्या करने एवं प्राप्त जानकारी का विवेचनात्मक तरीके से ज्ञान के निर्माण के लिए उपयोग करने में सहायता दी जानी चाहिए।

क्रियाकलाप 7.1

भौतिकी/रसायन की किसी संकल्पना का उदाहरण लेकर चर्चा करें कि किस प्रकार समय के साथ-साथ इसमें वैज्ञानिक ज्ञान की वृद्धि हुई है।

7.2.3 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – शिक्षार्थी, अधिगम और शिक्षक

वर्तमान में, हमने शिक्षार्थियों और अधिगम के प्रक्रम की अधिक समाकलित समझ विकसित कर ली है और हम उन्हें अपृथक्करणीय रूप में देखते हैं। शिक्षार्थी, भौतिक विज्ञान में अधिगम

© NCERT not to be republished

स्थितियों तक न केवल अपने आस-पास की परिघटनाओं के प्रति अपनी वर्तमान धारणा के साथ आते हैं, अपितु अपनी पहुँच के अंदर के संपूर्ण वास्तविक भौतिक जगत के बारे में भी अपने विचार के साथ आते हैं। इनमें से कुछ विचार के आपेक्षिक रूप से अस्थायी और अस्थिर होते हैं; अन्य बहुत से गहरे जमे, भली-भाँति विकसित और कठिनाई से परिवर्तित होने वाले होते हैं। यद्यपि यह विचार व्यक्तिगत प्रकृति के होते हैं, तथापि इनमें बहुत-सी समानताएँ होती हैं। इनमें से कुछ विचार सामाजिक और सांस्कृतिक रूप से सन्निहित होते हैं, वे भाषा और रूपकों से समर्थित होते हैं और बहुत-सी परिघटनाओं को समझने के लिए साधनों का कार्य करते हैं। ये विचार, कई बार वैज्ञानिक दृष्टिकोण से स्वीकृत विचारों के विपरीत एवं इनसे अलग होते हैं, इन्हें बदलना कठिन होता है। अत: एक प्रभावी शिक्षाशास्त्रीय डिज़ाइन के लिए शिक्षक को शिक्षार्थियों के वर्तमान विचारों और उनके विचारों की प्रकृति की वैज्ञानिक व्याख्याओं से भिन्नता पर ध्यान देना होगा। शिक्षक को शिक्षार्थियों के विचारों को सुनने, उन विचारों को महत्व देने तथा परिघटनाओं के प्रेक्षण और उनके अपने संदर्भ में इनकी व्याख्या करने के लिए उन्हें प्रेरित करने की आदत विकसित करनी पड़ेगी। केवल यही नहीं, उन्हें स्थापित वैज्ञानिक समझ का विवेचनात्मक मूल्यांकन करने और प्रश्न उठाने के लिए प्रेरित करना चाहिए। इस प्रकार,अधिगम में सहनिर्धारण और मध्यगता की भूमिका पर बल दिया जा सकता है, जैसा कि हमने अध्याय 5 में चर्चा की है। हमें शिक्षार्थी में उनके ज्ञान निर्माण के प्रक्रम में वैकल्पिक अर्थ ढूँढने की योग्यता को विकसित करने की आवश्यकता है।

अध्याय 4 में हम अधिगम उद्देश्यों को लिखने से संबंधित विभिन्न पहलुओं का अध्ययन कर चुके हैं। ऐतिहासिक संदर्भ में *ब्लूम* द्वारा किए गए निदेशित कार्य ने लंबे समय तक कक्षा में बच्चों के लिए पाठों की योजना बनाने के प्रक्रम के लिए मार्गदर्शन दिया। वर्ष 2001 में एंडरसन और कर्थवाल ने इसमें और सुधार किए। व्यवहारवाद से संज्ञानात्मकता, संज्ञानात्मकता से निर्मितिवाद तक अधिगम प्रक्रिया संबंधी हमारे दृष्टिकोण में काफ़ी बदलाव आए हैं। ये परिवर्तन शैक्षिक प्रणालियों के क्षेत्र में किए गए शोध के माध्यम से सामने आए हैं। शिक्षार्थी की विज्ञान संबंधी संकल्पनाओं पर केंद्रित करते हुए, इन संकल्पनाओं की प्रकृति और महत्व से संबंधित वाद-विवाद का उल्लेख करना उचित होगा। विचारों में संकल्पना परिवर्तन की धारणा को शोधकर्ताओं से समर्थन प्राप्त हुआ। इन शोधकर्ताओं ने विद्यार्थियों के सीखने की प्रकृति और ज्ञान की प्रकृति के बारे में, विशेष रूप से विद्यार्थियों की सहजानुभूत संकल्पनाओं की तुलना में वैज्ञानिक ज्ञान को लेकर भी प्रश्न उठाए। *पिआज़े* के बाल विकास के सिद्धांतों से विकसित अधिगम के वैयक्तिक संकल्पनात्मक दृष्टिकोण को व्यक्तिगत निर्मितिवाद दृष्टिकोण कहा गया। परंतु निर्मितिवाद एक बहुत व्यापक उपागम माना जाता है। निर्मितिवादी परिदृश्य में

© NCERT not to be republished

भी बदलाव वैयक्तिक से सामाजिक निर्मितिवादी परिदृश्य के रूप में हुआ है। *वाइगॉत्सकी* के विचारों ने ज्ञान निर्माण में समुदाय की केंद्रीयता के लिए ढाँचा उपलब्ध कराया है। क्रियाकलाप करने तथा बातचीत में शिक्षार्थी की संलिप्तता शामिल करने वाले हाल ही के इन ढाँचों में प्रभावी शिक्षण-अधिगम न केवल भाषण द्वारा विज्ञान शिक्षण पद्धति और प्रमाणों की व्याख्या के परिप्रेक्ष्य को चुनौती देता है, वरन् विश्व को जानने का एक अधिक समृद्ध तरीका भी प्रस्तुत करता है। सामाजिक-सांस्कृतिक दृष्टिकोण में सन्निहित एक अन्य संदर्भ अनुभव कराता है कि जिस संदर्भ में व्याख्याएँ की जाती हैं, वे ऐसे विचारों को जन्म देते हैं जिन्हें उपयोग में लाया जा सकता है। यह संदर्भ जिसे सामान्यत: *स्थित संज्ञान* के नाम से जाना जाता है, हमें बताता है कि बच्चे कई बार उस ज्ञान, जिसे वे विद्यालयी कक्षाओं में प्राप्त करते हैं, विषयवार बाँटकर रखते हैं, जिसकी परीक्षा के समय दोहराने और स्मरण करने की आवश्यकता होती है। वे उसे सामान्य परिस्थितियों के लिए सुसंगत नहीं पाते हैं। हम अपने आस-पास बच्चों को देखते हैं, जो विद्यालय में पढ़ते समय गणित में अयोग्य मालूम पड़ते हैं, परंतु जब कुछ वस्तुओं को बेचने का कार्य करते हैं तो जटिल संख्यात्मक क्रियाविधियों में अति विशिष्टता से कार्य करते हैं। इस प्रकार, हम देखते हैं कि सामाजिक निर्मितिवादी और स्थित संज्ञान परिप्रेक्ष्य शिक्षक और समाज को बच्चे के सहायतार्थ वापस विज्ञान संबंधी ज्ञान के निर्माण में लगा देते हैं।

यद्यपि, लंबे समय से बाल-केंद्रित शिक्षा की ज़रूरत रही है, परंतु, एन.सी.एफ – 2005 के माध्यम से बाल-केंद्रित शिक्षाशास्त्र को समर्थन मिला है। बाल-केंद्रित शिक्षाशास्त्र का अर्थ बच्चों के अनुभवों, उनकी आवाज़ और उनकी सक्रिय भागीदारी को प्राथमिक महत्व देना है। विज्ञान अधिगम, पुस्तकीय ज्ञान को पुन: प्रस्तुत करने की शिक्षार्थियों की योग्यता की बजाय उनकी जिज्ञासा को पोषित करने में आवश्यक रूप से मदद करे। यह बदलाव, अधिगम वातावरण को अधिक प्रेरक और शिक्षण को अधिक अर्थपूर्ण बनाने के लिए आवश्यक है। शिक्षक को शिक्षार्थियों की योग्यताओं और उनकी विविधता को मान्यता देनी होगी। अत: शिक्षक की भूमिका आवश्यक रूप से शिक्षार्थियों द्वारा ज्ञान का निर्माण करने को सुसाध्य बनाने के लिए होनी चाहिए। सीखने की प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को निष्क्रिय प्राप्तकर्ता के बजाय सक्रिय सहभागी के रूप में देखा जाता है। आइए निम्नलिखित उदाहरणों का अवलोकन करें –

कक्षा 11 के विद्यार्थियों को बीकर में गरम जल लेकर शीतलन वक्र बनाना है। शिक्षक अज़हर ने उन्हें प्रयोग करने में मदद की और प्रेक्षण में संभावित त्रुटियों पर चर्चा करने के लिए उन्हें प्रोत्साहित किया। जब विद्यार्थियों ने चालन, संवहन और विकिरण पर अपने ज्ञान का निर्माण कर लिया, तो अज़हर ने उन्हें *कैलोरीमीटर* के उपयोग को समझने में मदद की। कक्षा चार समूहों में काम कर रही थी। तीन समूहों ने अपना प्रयोग *कैलोरीमीटर* का उपयोग करके पूरा किया। तथापि एक समूह ने थर्मस फ्लास्क को उपयोग में लेकर प्रयोग करना चाहा। इस समूह का तर्क था कि थर्मस फ्लास्क वातावरण में होने वाली ऊष्मा क्षति को बेहतर तरीके से रोकता है। शिक्षक ने उन्हें ऐसा करने की

स्वतंत्रता दे दी। विद्यार्थियों ने स्वयं यह निष्कर्ष निकाला कि जब एक विलगित तंत्र के विभिन्न भाग भिन्न-भिन्न ताप पर होते हैं, तो कुछ ऊष्मा उच्च ताप वाले भाग से निम्न ताप वाले भाग को स्थानांतरित हो जाती है।

आजकल शिक्षार्थियों की योग्यताओं और क्षमताओं को स्थिर न मानकर गतिशील और स्वयं के अनुभवों से विकसित होने योग्य माना जाता है। उन्हें अपने सम-समूहों और शिक्षकों के साथ अपनी धारणाओं पर विचार-विमर्श करने और उनको परखने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। इसे प्राप्त करने के लिए ऐसे बहु-अधिगम संदर्भों की अनुशंसा की जाती है जिनके उदाहरण जीवन की परिस्थितियों से प्राप्त होते हों। अत: एक निर्मितिवादी शिक्षक को पाठ्यक्रमों एवं पाठ्यपुस्तकों के आलोचनात्मक विश्लेषक एवं स्वयं के शिक्षण-अधिगम की प्रक्रिया के विमर्शक के रूप में प्रशिक्षित किया जाना चाहिए।

क्रियाकलाप 7.2

अपने सहपाठियों तथा शिक्षक-प्रशिक्षक से चर्चा करते हुए शिक्षार्थी-केंद्रित कक्षा के विभिन्न मापदंडों को डिज़ाइन कीजिए और उन पर चर्चा कीजिए।

शिक्षक की भूमिका में मुख्य बदलाव वहाँ से होता है, जहाँ से वह ज्ञान के स्रोत के रूप में केंद्रीय स्थिति ग्रहण करने के बजाय शिक्षार्थियों को सतत शैक्षिक लक्ष्य प्राप्त करने के लिए प्रोत्साहित करते हुए बहु-अवस्थितियों द्वारा अधिगम वृद्धि में सहजकर्ता के रूप में, ज्ञान के रूपांतरण में सुविधा प्रदान करता है। अब शिक्षक को सभी शिक्षण-अधिगम प्रक्रियाओं का परिरक्षक या प्रबंधक नहीं समझा जाता। अब शिक्षार्थी केंद्रीय भूमिका में आ गए हैं। उनके विचार पूछे जाते हैं और विचारों को मान दिया जाता है। शिक्षार्थी जब अपने स्वयं के प्रश्नों को पूछ कर उनके उत्तरों को स्वयं के लिए खोजने का प्रयास करते हुए अपने स्वयं के विचारों की खोज करते हैं, तब वे सीखने के लिए प्रोत्साहित हो जाते हैं। शिक्षक शिक्षार्थियों को यह बताने की बजाय कि वे क्या करें, उन्हें विकल्प और चयन का अधिकार देते हैं और शिक्षण-अधिगम की परिस्थितियों के लिए उनके विचार आमंत्रित करते हैं। बदलाव यह आया है कि सभी विद्यार्थियो से एक सही उत्तर को स्वीकार करने की बजाय बहुविध दृष्टिकोणों को स्वीकार किया जाता है। सामाजिक परिवेश में होने वाले अधिगम में शिक्षार्थियों द्वारा सह-निर्धारण और मध्यगता की प्रमुख भूमिका होती है। शिक्षार्थी अपने ज्ञान के निर्माण के लिए विज्ञान के अधिगम की प्रक्रिया में संवाद और तर्क-वितर्क करते हैं।

© NCERT not to be republished

7.2.4 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – आकलन

आकलन का उद्देश्य आवश्यक रूप से शिक्षण-अधिगम प्रक्रम को सुधारना और उन उद्देश्यों की समीक्षा की योग्यता प्राप्त करना है जिनकी पहचान विद्यालय के विभिन्न स्तरों के लिए की गई है। यह कहने की आवश्कता नहीं कि इसका अर्थ यह नहीं है कि (जाँच) टेस्ट और परीक्षाएँ बार-बार आयोजित की जाएँ। इसके विपरीत अधिगम के आकलन के लिए दैनिक गतिविधियों और अभ्यासों को प्रभावी रूप से काम में लिया जा सकता है। उन विशिष्ट विषय क्षेत्रों में शिक्षार्थियों की उपलब्धियों के अतिरिक्त, जिनकी परख परीक्षा द्वारा आसानी से हो जाती है, आकलन में अधिगम की प्रवृत्तियों, स्वतंत्रतापूर्वक सीखने की योग्यता और रुचि को भी शामिल करने की आवश्यकता है।

इसके साथ ही, सभी विषयों में एक ही प्रकार की लिखित परीक्षा द्वारा सभी शिक्षार्थियों को परखना उनके लिए अनुचित होगा, जिनकी मौखिक निपुणता उनके लिखित कौशलों से श्रेष्ठतर है अथवा जो धीरे-धीरे, परंतु अधिक गहन अंतर्दृष्टि से कार्य करते हैं। एन.सी.एफ – 2005 आकलन की विधियों को अधिक लचीला बनाकर उनमें बदलाव की अनुशंसा करता है। यह आकलन की ऐसी विविध प्रणालियों पर बल देता है जिनमें निष्पादन के सभी अर्थपूर्ण पहलू शामिल हों, जैसे— क्रियाकलाप, प्रयोग, जर्नल, चित्र-निरूपण, मौखिक प्रस्तुतीकरण, सम-समूहों द्वारा मूल्यांकन, स्वमूल्यांकन, समूह कार्य का आकलन, मॉडल, पोर्टफ़ोलियो और अधिगम के अन्य साक्ष्य। हम भौतिक विज्ञान के आकलन के बारे में विस्तार से अध्याय 11 में चर्चा करेंगे।

शिक्षार्थियों को अधिगम सूचकों और मूल्यांकन मानदंडों का चयन करने में शामिल किया जाना चाहिए ताकि अधिगम के लिए उनमें स्वामित्व का बोध उत्पन्न हो। यहाँ जो बदलाव आया है उसमें रटकर याद करने की अपेक्षा ज्ञान के बोध तथा अनुप्रयोग पर एवं परीक्षा केंद्रित कक्षा प्रक्रमों की अपेक्षा अधिगम-केंद्रित कक्षा प्रक्रमों पर बल दिया जाता है। इसमें प्रश्न का फ़ोकस मात्र 'प्लग-इन' (मात्र राशियों को प्रतिस्थापित करने वाले प्रश्न) प्रकार की समस्याओं से हटकर प्रामाणिक अनुप्रयोगात्मक प्रकार की समस्याओं की तरफ़ होना चाहिए। इसके साथ ही यह फ़ोकस विवेचनात्मक चिंतन और व्याख्यात्मक कौशलों को प्रदर्शित करने के लिए विचारों को तर्कों के रूप में व्यवस्थित करने की आवश्यकता युक्त प्रश्नों की दिशा में होना चाहिए।

7.2.5 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – विज्ञान पाठ्यचर्या और वैज्ञानिक अन्वेषण

1960 और 1970 के दशकों की अधिकांश पाठ्यचर्याओं में सुझाया गया है कि "विज्ञान करो और देखो" से विद्यार्थी स्वत: ही विज्ञान की प्रकृति और वैज्ञानिक अन्वेषण का अर्थ समझ जाएँगे। यह उपागम अपनाया गया और क्रियात्मक अनुभव और प्रक्रिया कौशल निर्देश विज्ञान

© NCERT not to be republished

पाठ्यचर्याओं में शामिल किए गए। उस उपागम में यह मान लिया गया कि वैज्ञानिक अन्वेषण का संबंध प्रेक्षण करने, निष्कर्ष निकालने, वर्गीकरण करने, पूर्वानुमान लगाने, मापने, प्रश्न पूछने, आँकड़ों की व्याख्या और विश्लेषण करने जैसे प्रक्रिया कौशलों के विकास से है। तथाकथित निश्चित सेट और पदों के क्रम, जिन्हें सामान्यत: वैज्ञानिक विधि के रूप में जाना जाता है, अन्वेषण के उपागमों में वैज्ञानिकों द्वारा अपनाई जाने वाली विविधता का यथार्थ निरूपण है। इस उपागम में वैज्ञानिक अन्वेषण की समझ को लेकर एक महत्वपूर्ण कमी थी। यह शिक्षार्थियों को स्वयं पहचाने गए प्रश्नों की खोज करने के लिए वैज्ञानिक छान-बीन में व्यस्त रखने के बारे में थी। वैज्ञानिक अन्वेषण के अंतर्निहित उपागम के इस अंतराल को भरने के लिए ऐतिहासिक उपागम का सुझाव दिया गया।

ऐतिहासिक उपागम में यह माना गया है कि विज्ञान के इतिहास के समावेशन से यह सुनिश्चित होगा कि विद्यार्थी विज्ञान और वैज्ञानिक अन्वेषण की प्रकृति को समझ जाएँ। शोधों से स्पष्ट हुआ है कि ये दोनों उपागम (अंतर्निहित और ऐतिहासिक) शिक्षार्थियों में विज्ञान और वैज्ञानिक अन्वेषण की प्रकृति संबंधी समझ विकसित करने में असफल रहे हैं। एक अन्य उपागम है जो सुझाता है कि विद्यार्थियों के वैज्ञानिक प्रयास के दृष्टिकोणों को सुधारने के लिए वैज्ञानिक अन्वेषण के अधिगम को भली-भाँति नियोजित करना चाहिए और इसे विज्ञान शिक्षण-अधिगम के बहुत से उपागमों के पार्श्व प्रभाव के रूप में अपेक्षित नहीं किया जा सकता। यह कभी-कभी सुस्पष्टत: विमर्शक उपागम के रूप में भी जाना जाता है। यहाँ यह उल्लेख करना महत्वपूर्ण है कि वैज्ञानिक अन्वेषण का समकालीन दृष्टिकोण सुझाता है कि जो प्रश्न पूछे जाते हैं या जिनका उत्तर दिया जाना है, वे उन विधियों के रूप में वैज्ञानिक अन्वेषण का मार्गदर्शन करते हैं, जिन्हें हमारे वैज्ञानिक उपयोग में लाते हैं। इस प्रकार वैज्ञानिक अन्वेषण विविध वैज्ञानिक क्षेत्रों के बीच और अन्य विभिन्न क्षेत्रों के बीच भी व्यापक रूप से बदल जाती है। शिक्षण-अधिगम उपागम के रूप में अन्वेषण का अर्थ होगा कि शिक्षार्थी को ऐसी स्थितियों में रखना जो उस स्थिति से बहुत अधिक मिलती-जुलती है जिसे वैज्ञानिक अपने वैज्ञानिक प्रयास के प्रतिदिन के कार्यक्रमों में अनुभव करते हैं। शिक्षार्थियों को अन्वेषण में शामिल करने वाले विभिन्न उपागम हो सकते हैं – शिक्षार्थियों को प्रश्न उठाने और प्रश्न पूछने में लगाना और उन्हें छान-बीन और विज्ञान की प्रक्रिया में प्रोत्साहित करना। विज्ञान पाठ्यचर्याओं के संदर्भ में हमें विज्ञान में शिक्षार्थी के कक्षा के अंदर के अनुभवों को कक्षा के बाहर होने वाले उनके वैज्ञानिक ज्ञान के आनुभविक सृजन से जोड़ने के महत्व पर बल देने की आवश्यकता है। पाठ्यचर्या से दृढ़ता से चिपकने के बजाय शिक्षार्थियों के प्रश्नों के अनुसरण पर बल दिया जाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

अधिगम को मान्यता प्रदान करने के लिए सही उत्तर प्राप्त करने के बजाय शिक्षार्थियों की वर्तमान संकल्पनाओं की खोज करनी चाहिए। वर्तमान पाठ्यचर्या की रूपरेखा शिक्षाशास्त्रीय प्रक्रियाओं में इन बदलावों को अपनाने, स्वीकार करने और सम्मिलित करने का प्रयास करती है। एन.सी.एफ–2005 द्वारा अनुशंसित शिक्षाशास्त्रीय बदलावों को सारिणी 7.1 में दिखाया गया है–

सारिणी 7.2 — शिक्षाशास्त्र में प्रमुख बदलाव

इससे	इसमें
• शिक्षक-केंद्रित, स्थिर डिज़ाइन	• शिक्षार्थी-केंद्रित, लचीले प्रक्रम
• शिक्षक के निर्देश और निर्णय	• शिक्षार्थी की स्वायत्तता
• शिक्षक का मार्गदर्शन और अधिगम का प्रबोधन	• अधिगम को सुसाध्य बनाना, समर्थन और प्रोत्साहन देना
• निष्क्रिय भाव से सीखना	• अधिगम में सक्रिय भागीदारी
• कक्षा की चारदीवारी के भीतर सीखना	• विस्तृत सामाजिक सदंर्भों में सीखना
• ज्ञान प्रदत्त और 'जैसा दिया' स्थिर है	• ज्ञान विकसित होता है और रचा जाता है
• विषय-केंद्रित	• बहु-विषयक, शैक्षणिक फ़ोकस
• रैखिक अनुभव	• बहुल एवं विविध अनुभव
• मूल्यांकन-संक्षिप्त, कम	• मूल्यांकन-बहुविध, सतत

© NCERT not to be republished

7.2.6 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – वैज्ञानिक विधि से विज्ञान अन्वेषण के रूप में

भौतिकी (1993) में नोबल पुरस्कार से सम्मानित रसल ए. हल्स के अनुसार, वैज्ञानिक विधि ज्ञान की तलाश का ऐसा उपागम है जिसमें वैज्ञानिक जैसे-जैसे अन्वेषण करते हैं, अपने रास्ते पर

आगे-पीछे जाकर मार्ग निर्धारण करते हैं। उन्हें आश्चर्य होता है, वे प्रश्न पूछते हैं, आँकड़े इकट्ठे करते हैं और विश्लेषण करते हैं। वैज्ञानिक के मन में जो प्रश्न उठता है, उसे समस्या माना जाता है। वह समस्या के अनेक संभावित उत्तरों और हल का अनुमान लगाते हैं और उनके बारे में विचार करते हैं। दूसरों ने पहले से जो खोज रखा है, उसकी जानकारी से वे लाभांवित होते हैं और उसका ढाँचे के रूप में उपयोग कर उस पर अपने ज्ञान का निर्माण करते हैं। इस प्रकार, वैज्ञानिक मात्र अपनी व्यक्तिगत सोच के आधार पर अन्वेषित किए जाने वाले प्रश्नों के उत्तर नहीं सुझाते, परंतु उनकी भागीदारी से इन तक पहुँचते हैं, जिसे वैज्ञानिक समुदाय कहा जाता है। इस प्रकार, एक परिकल्पना का प्रतिपादन होता है। परिकल्पना का निर्माण एक सर्जनात्मक प्रक्रिया है जिसमें संपूर्ण ढाँचा सन्निहित होता है। अपने इस कार्य में, एक वैज्ञानिक को दूसरों की उपलब्धियों पर निर्भर होना पड़ सकता है और अंतत: किसी समस्या का समाधान बहुत-से वैज्ञानिकों के सामूहिक प्रयासों से संभव हो पाता है। एक बार परिकल्पना का परीक्षण हो जाता है तो परिणामस्वरूप निष्कर्ष निकलता है। इससे नई खोज संभव हो सकती है। अत: विज्ञान ज्ञान के अध्ययन के साथ-साथ ज्ञान की प्राप्ति और इसके परिष्करण का भी प्रक्रम है। विज्ञान के शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक विधि से परिचित कराया जाना चाहिए, जो उन्हें तर्कशक्ति, विवेचनात्मक सोच, सर्जनात्मकता, मिलजुल कर सीखने और वैज्ञानिक ज्ञान के अनुप्रयोगों को विकसित करने में सहायक होती है। परंतु साथ ही हमें सुस्पष्टता से शिक्षार्थियों को यह समझाना चाहिए कि वैज्ञानिक विधि विज्ञान में अन्वेषण की एकमात्र विधि नहीं है। *विज्ञान की प्रकृति* वाले अध्याय में हम पहले ही चर्चा कर चुके हैं कि वैज्ञानिक ज्ञान के सर्जन के प्रक्रम में एक वैज्ञानिक क्या करते हैं। हमने वैज्ञानिक विधि के विभिन्न चरणों की चर्चा भी की है। वैज्ञानिक विधियाँ चिंतन और अन्वेषण के ऐसे तरीके हैं जो प्राकृतिक परिघटनाओं के अनुसंधान और स्पष्टीकरण तथा समस्याओं के वैज्ञानिक समाधान सुलभ करती हैं। वैज्ञानिक विधि, दृढ़ता से अनुपालन करने योग्य चरणों का क्रम निर्धारित नहीं करती, बल्कि यह गत्यात्मक एवं लचीले चरणों का एक ऐसा क्रम है जिससे विश्वसनीय साक्ष्य इकट्ठे किए जा सकते हैं। अनुपालन किए जाने वाले ये विशिष्ट चरण उस समस्या विशेष पर निर्भर करते हैं जिसका समाधान ढूँढना है। वैज्ञानिक विधियों के कुछ चरणों के उदाहरण नीचे दिए गए हैं।

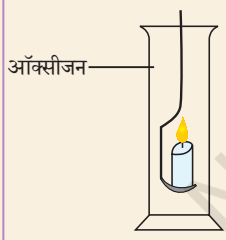
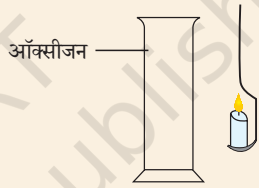
प्रेक्षण

विज्ञान अनुभव पर आश्रित होता है और तथ्य वैज्ञानिकों के लिए बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। तथ्य प्रेक्षणीय होते हैं। अत: विज्ञान एक प्रेक्षण से प्रारंभ होता है और अधिक प्रेक्षणों के साथ समाप्त होता है। यह महत्वपूर्ण है कि प्रयोग और क्रियाकलाप आवश्यक रूप से शिक्षार्थियों के लिए प्रेक्षणों के अवसर उत्पन्न करें। प्रयोग और क्रियाकलाप निष्पादित करते समय कक्षा में कुशलतापूर्वक पूछा गया एक सरल प्रश्न 'आप क्या प्रेक्षित करते हैं?', सोच को उभार देता है और भिन्न-भिन्न उत्तर उत्पन्न कर सकता है, क्योंकि यह प्रश्न मुक्तांत हैं। यदि शिक्षक शिक्षार्थियों का ध्यान कुछ प्रश्नों की ओर आकर्षित करते हैं और बाद में विद्यार्थियों को अधिक

© NCERT not to be republished

प्रेक्षणों के लिए प्रेरित करते हैं, तो ऐसे प्रश्न निर्देशित प्रेक्षण उत्पन्न करते हैं। आइए, कक्षा की निम्नलिखित परिस्थितियों को उदाहरण के रूप में देखें।

सारणी 7.2 — उदाहरण जार के अंदर जलती मोमबत्ती

परंपरागत तरीका		निर्मितिवादी तरीका	
शिक्षक	एक जलती हुई मोमबत्ती ऑक्सीजन के गैस जार में रखते हैं (चित्र 7.2) और पूछते हैं, "आप क्या देखते हैं?"	शिक्षक	शिक्षक एक जलती हुई मोमबत्ती उद्दहन चम्मच में रखते हैं (चित्र 7.3) और कक्षा से पूछते हैं, "यदि मैं इसे ऑक्सीजन के जार में ले जाऊँ, तो आपके विचार से क्या होगा?"
विद्यार्थी	मोमबत्ती अधिक चमक के साथ जलेगी।		विद्यार्थी भिन्न-भिन्न मत प्रस्तुत करते हैं।
शिक्षक	अत: ऑक्सीजन दहन की सहायक है।  *चित्र 7.2 — जार के अंदर जलती हुई मोमबत्ती*	शिक्षक	आगे कहते हैं, "आइए देखें"  *चित्र 7.3 — जार के बाहर जलती हुई मोमबत्ती*
		विद्यार्थी 1	मोमबत्ती अधिक चमक के साथ जलती है।
		शिक्षक	गैस का क्या होता है?
		विद्यार्थी 2	कुछ नहीं/गैस नहीं जलती।
		शिक्षक	मान लीजिए मैं एक जलता हुआ कागज़ या माचिस की तीली जार में ले जाऊँ तो क्या होगा?
		विद्यार्थी 3	वे भी चमक के साथ जलेंगे।
		शिक्षक	इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?
		विद्यार्थी 4	ऑक्सीजन दहन में सहायक होती है।
		विद्यार्थी 5	हाँ, और ऑक्सीजन एक ज्वलनशील गैस नहीं है।
		शिक्षक	आप सही हैं, ऑक्सीजन दहन में सहायक होती है और ज्वलनशील गैस नहीं है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 7.3

उपर्युक्त उदाहरण में कौन-सी परिस्थिति में क्रमश: मुक्तांत प्रेक्षण और कौन-सी निर्देशित प्रेक्षण निरूपित करती है? कौन-सा उपागम शिक्षाशास्त्रीय बदलाव इंगित करता है? अपने उत्तर का औचित्य बताएँ और कक्षा में चर्चा करें।

क्रियाकलाप 7.4

सांद्र HNO_3 को कॉपर छीलन के ऊपर डालने पर प्रेक्षण के लिए कक्षा में निर्मितिवादी स्थितियों का सर्जन करते हुए किस प्रकार आप विद्यार्थियों का ध्यान निम्नलिखित की ओर ले जाएँगे?

1. गैस का रंग
2. गैस की प्रकृति–घनी/विरल
3. गैस की गंध
4. विलयन का रंग
5. ताप परिवर्तन
6. इसी प्रकार की संभावित अभिक्रियाएँ, इत्यादि।

क्रियाकलाप 7.5

एक छात्रा देखती है कि रसायन प्रयोगशाला की जालीदार खिड़कियों पर कक्षा की खिड़की से अधिक जंग लगा हुआ है। वह आश्चर्य करती है कि यह अंतर क्यों है?

- क्या यह रसायनों के कारण है?
- क्या यह अधिक ऊष्मा के कारण है?
- क्या यह धूम्र के कारण है?

इस प्रकार के प्रश्नों को जाँच की आवश्यकता होती है और ये नए विचारों की खोज की ओर ले जाते हैं।

इसी प्रकार का एक प्रेक्षण और उससे उभरने वाले प्रश्न लिखिए।

प्रेक्षण _____

_____

प्रश्न

1.
2.
3.
4.

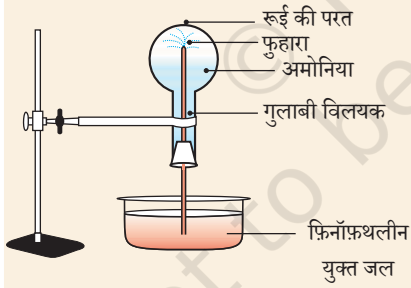
© NCERT not to be republished

परिकल्पना

मानव प्राकृतिक रूप से जिज्ञासु होते हैं और किए गए प्रेक्षणों के स्पष्टीकरण का पता लगाना चाहते हैं। प्रेक्षणों का स्पष्टीकरण ज्ञात तथ्यों का उपयोग करके किया जाता है। परंतु कुछ प्रेक्षणों को समझाया नहीं जा सकता, क्योंकि हमारे पास लागू करने के लिए 'तथ्य' नहीं होते। ऐसे मामलों में तथ्यों के प्रेक्षित सेट को समझाने के लिए कुछ मॉडल (सिद्धांत) प्रस्तावित किए जाते हैं। ये सिद्धांत प्रेक्षित को समझाने के लिए "अप्रेक्षित" का आह्वान करते हैं। सिद्धांतों को नियमों के रूप में स्वीकृति मिलने से पूर्व प्रायोगिक सत्यापन की परख की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, *अणुगति सिद्धांत*, *परमाणु सिद्धांत*, इत्यादि।

इसी प्रकार कुछ प्रेक्षणों को कुछ बुद्धिमत्तापूर्ण अनुमानों का तर्क देकर स्पष्ट किया जा सकता है। इन्हें परिकल्पनाएँ कहते हैं। ये परिकल्पनाएँ मात्र कुछ प्रेक्षणों को अथवा अधिकांश को स्पष्ट कर सकती हैं। इनमें से एक जो अधिकांश प्रेक्षणों को सबसे अधिक संतोषप्रद ढंग से स्पष्ट करती है, वह सर्वश्रेष्ठ परिकल्पना के रूप में चुन ली जाती है।

उदाहरण – NH_3 से किया गया फ़ुहारा प्रयोग

परंपरागत तरीका	निर्मितिवादी तरीका
फ़ुहारा प्रयोग शिक्षक के द्वारा किया जाता है और शिक्षक कक्षा को जानकारी देते हैं कि अमोनिया गैस जल में अत्यधिक विलय होती है। (चित्र 7.4)	शिक्षक प्रयोग करते हैं। विद्यार्थियों से पूछते हैं कि उन्होंने क्या देखा?
 अमोनिया को जल में अत्यधिक विलेयता सिद्ध करने के लिए फ़ुहारा प्रयोग	विद्यार्थी 1 – जल फ्लास्क में एक फ़ुहारे के रूप में प्रवेश करता है। शिक्षक – जल फ्लास्क में फ़ुहारे के रूप में प्रवेश क्यों करता है? शिक्षक विद्यार्थियों से उनके उत्तरों के कारण पूछते हैं। विद्यार्थी 2 – गैस बाहर जाती है और जल अंदर प्रवेश करता है। विद्यार्थी 3 – बाहर का दाब अंदर के दाब की अपेक्षा अधिक होता है। विद्यार्थी 1 – गैस जल से अभिक्रिया करती है। विद्यार्थी 4 – गैस जल में विलय होती है और इस प्रकार अंदर दाब कम हो जाता है और इसलिए जल तेज़ी से अंदर प्रवेश करता है। विद्यार्थी 5 – जल फ़ुहारे के रूप में नली से होकर प्रवेश करता है, क्योंकि एक जेट नली का उपयोग किया गया है।

© NCERT not to be republished

अब शिक्षक को प्रत्येक विद्यार्थी के उत्तर पर चर्चा करनी है और दर्शाना है कि किस प्रकार केवल चौथा विद्यार्थी सही है। इसमें निम्नलिखित कार्यविधि अपनाई जाती है –

1. फ्लास्क के अंदर NH_3 के स्थान पर वायु लेकर प्रयोग को दोहराया जाता है। जल अंदर प्रवेश नहीं करता। अत: पहली परिकल्पना गलत है।
2. उपर्युक्त प्रयोग दूसरी परिकल्पना को भी अस्वीकार करता है।
3. प्रयोग को NH_3 के स्थान पर Cl_2 के साथ दोहराया जाता है। जल फ्लास्क में प्रवेश नहीं करता। अत: तीसरी परिकल्पना भी गलत है।
4. प्रयोग को NH_3 के स्थान पर HCl लेकर दोहराया जाता है, यह भी जल में विलय है। जल अंदर तेज़ी से प्रवेश करता है, जो प्रदर्शित करता है कि चौथी परिकल्पना सही है।
5. प्रयोग को फ्लास्क के स्थान पर संकरे मुँह की बोतल लेकर दोहराया जा सकता है। जल अभी भी तेज़ी से अंदर प्रवेश करता है, जो प्रदर्शित करता है कि पाँचवीं परिकल्पना भी गलत है।

क्रियाकलाप 7.6

आप *कोलॉइड* प्रकरण पर एक कक्षा क्रियाकलाप को विविध परिकल्पनाएँ उत्पन्न करने वाली परिस्थिति में कैसे परिवर्तित करेंगे। अपने मित्रों के साथ चर्चा करें कि आप सही परिकल्पना को कैसे स्थापित करेंगे।

प्रायोगीकरण

प्रयोगों का विज्ञान के सैद्धांतिक भाग के साथ समाकलन होना चाहिए। इसे टुकड़ों की तरह नहीं समझना चाहिए। आइए, अब निम्नलिखित क्रियाकलाप की सहायता से देखें कि *विस्थापन अभिक्रिया* पर प्रयोग परंपरागत और निर्मितिवाद अभिगम के माध्यम से कैसे निष्पादित किए जा सकते हैं।

परंपरागत तरीका – शिक्षिका एक बीकर में $CuSO_4$ का जलीय विलयन लेकर उसमें Zn की एक पट्टिका डाल सकती हैं। वह बीकर को कुछ समय तक स्थिर रहने देती हैं। फिर शिक्षिका विद्यार्थियों से पूछती हैं – आप क्या देखते हैं? विद्यार्थी उत्तर दे सकते हैं कि विलयन का नीला रंग हल्का पड़ जाता है और Zn की पट्टिका पर एक भूरी परत दिखाई देने लगती है। शिक्षिका तब समझाती हैं कि यह इसलिए है, क्योंकि ज़िंक, कॉपर से अधिक अभिक्रियाशील है। यह कॉपर को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर देता है।

निर्मितिवादी तरीका – शिक्षिका दो बीकर लेकर उन पर 'A' और 'B' के लेबल लगा देती हैं। वह बीकर 'A' में $CuSO_4$ का जलीय विलयन लेती हैं और उसमें Zn की पट्टिका डुबोने के लिए एक विद्यार्थी को बुलाती हैं। बीकर 'B' में $AgNO_3$ का जलीय विलयन लिया जाता है और उसमें ताँबे की पट्टिका डुबोई जाती है। वह कक्षा को सुझाती हैं 'कि आओ, दोनों बीकरों को कुछ समय तक स्थिर छोड़ दें और देखें क्या होता है।

© NCERT not to be republished

विद्यार्थी देखते हैं कि बीकर 'A' के विलयन का नीला रंग हल्का पड़ गया और Zn की पट्टिका पर भूरी परत दिखाई देने लगती है। वह विद्यार्थियों का ध्यान बीकर 'B' की और ले जाती हैं।'

विद्यार्थी देखते हैं और बताते हैं कि विलयन रंगहीन से नीला हो गया और Cu की पट्टिका पर एक चमकीली परत दिखाई देने लगी है।

विद्यार्थी 1 – बीकर 'A' और 'B' में ये परिवर्तन क्यों होते हैं?

शिक्षिका इसके बारे में विद्यार्थियों को सोचने के लिए प्रोत्साहित करती हैं। विद्यार्थी के कुछ उत्तर कुछ इस प्रकार होते हैं –

विद्यार्थी 2 – मैं सोचता हूँ कि Cu की अपेक्षा Zn अधिक अभिक्रियाशील है। अत: वह कॉपर को $CuSO_4$ विलयन से विस्थापित कर देता है।

शिक्षिका – हाँ, तुम सही हो और Cu, Ag से अधिक अभिक्रियाशील होने के कारण उसे $AgNO_3$ विलयन से विस्थापित कर देता है। आपके विचार से इस क्रियाकलाप में किस प्रकार की अभिक्रिया हो रही है?

विद्याथी 3 – विस्थापन अभिक्रिया।

शिक्षिका – इस प्रयोग में कौन-सी धातु सबसे अधिक अभिक्रियाशील है? हम किस प्रकार इस क्रियाकलाप में सम्मिलित तीन धातुओं को उनकी अभिक्रियाशीलता के घटते क्रम में व्यवस्थित कर सकते हैं।

विद्यार्थी 2 – $Zn > Cu > Ag$

शिक्षिका– अब विचार कीजिए कि क्या हम $ZnSO_4$ विलयन को एक ताँबे के पात्र में भर कर रख सकते हैं?

विद्यार्थी 4 – हाँ, हम कर सकते हैं। क्योंकि यह ताँबे से अभिक्रिया नहीं करेगा।

शिक्षिका – क्या आपको लगता है कि यहाँ जो अभिक्रिया हो रही है वह विस्थापन अभिक्रिया है? यहाँ एक अधिक अभिक्रियाशील धातु एक कम अभिक्रियाशील धातु को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर देती है।

विद्यार्थी 5 – हाँ, अब मैं भली-भाँति समझ गया।

विद्यार्थी 2 – क्या हम धातुओं को उनकी अभिक्रियाशीलता के घटते क्रम में व्यवस्थित कर सकते हैं?

विद्यार्थी 6 – हाँ, मैंने एक पुस्तक में ऐसा कुछ देखा है। विभिन्न धातुओं को अभिक्रियाशीलता श्रेणी में व्यवस्थित किया जाता है। अभिक्रियाशीलता के कारण, एक अधिक अभिक्रिया वाले धातु के लवण के विलयन को कम अभिक्रियाशील धातु से बने पात्र में रखना सुरक्षित होता है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 7.7

किसी सूचक के उपयोग द्वारा अम्लों/क्षारकों की पहचान के लिए एक क्रियाकलाप डिज़ाइन करें। इसको आप परंपरागत और निर्मितिवादी दोनों तरीकों से कैसे प्रस्तुत करेंगे? अपने मित्रों के साथ अपने कार्य पर विचार-विमर्श करें। क्या आप समझते हैं कि उपर्युक्त में से एक तरीका दूसरे से बेहतर है? अपने विचार का समर्थन करते हुए परिचर्चा करें।

आँकड़ों का संग्रहण

अधिकांश समाधान/स्पष्टीकरण प्रयोग करके प्राप्त किए जाते हैं। उन मामलों में जहाँ प्रयोग करना संभव नहीं होता, वहाँ संदर्भ/संसाधन सामग्री का उपयोग कर आँकड़ों का संग्रहण किया जाता है। सर्वेक्षण विधि में हम इस प्रकार का संग्रहण और आँकड़ों में पैटर्न देखते हैं, जिससे एक नियम (संकल्पना) को बनाया जा सके। आँकड़ों का स्रोत विश्वसनीय अर्थात् प्रामाणिक होना चाहिए। उन परिस्थितियों का उल्लेख भी होना चाहिए, जिनमें इन आँकड़ों का संग्रहण किया गया है, क्योंकि सामान्यीकरण की मान्यता आँकड़ों की मान्यता पर निर्भर करती है।

आँकड़े

- विभिन्न द्रवों जैसे जल, दूध, तेल, ग्लिसरीन इत्यादि के बराबर भार लेकर (मान लिया एक लीटर) प्रत्येक का आयतन मापिए।
- द्रव की मात्रा ज्ञात कीजिए। क्या सभी द्रवों के बराबर आयतन की मात्रा समान है?
- प्रत्येक द्रव का घनत्व ज्ञात कीजिए। किस द्रव का घनत्व सबसे अधिक है?
- द्रवों को उनके घनत्व के घटते हुए मान के अनुसार क्रमबद्ध कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 7.8

क्रियाकलापों के कुछ ऐसे उदाहरण नीचे दिए गए हैं जो विद्यार्थियों को विज्ञान शिक्षण-अधिगम में व्यस्त करने के लिए निष्पादित किए जा सकते हैं। इन्हें शिक्षाशास्त्रीय बदलाव पर चर्चा की रोशनी में विवेचनात्मक रूप से पढ़ें और अपने सुझाव दें कि आप इन क्रियाकलापों के माध्यम से विद्यार्थियों को कैसे सक्रिय रूप से अन्वेषण में व्यस्त रखेंगे? शिक्षार्थियों को इन क्रियाकलापों के माध्यम से अन्वेषण में व्यस्त रखने के बहुत-से तरीके हो सकते हैं। कक्षा में इस क्रियाकलाप के संदर्भ में इस कथन पर अपने विचारों का आदान-प्रदान करें।

संकल्पना – नमक/शक्कर की जल में विलयता।

प्रेक्षण

1. यदि स्थिर जल में शक्कर डालें, तो यह विलय होने में अधिक समय लेती है।
2. नमक/शक्कर जल में तब तेज़ी से घुलते हैं जब मिश्रण को विलोड़ित किया जाता है या गरम किया जाता है।

परिप्रश्न

1. जल में नमक/शक्कर के तेज़ी से घुलने का क्या कारण है?
2. क्या विलयन बनने पर विलायक के आयतन में वृद्धि होती है?

परिकल्पना

1. विलोड़ित करके अथवा ताप बढ़ाकर कणों की गतिज ऊर्जा में वृद्धि करने पर विलयन के अवयव तेज़ी से परस्पर मिश्रित हो जाते हैं।
2. मिश्रण का आयतन विलायक के आयतन से अधिक है, क्योंकि विलय कण भी स्थान घेरते हैं।

प्रयोग करना

1. तीन बीकरों 'A', 'B', एवं 'C' में प्रत्येक में 100 mL जल लें।
2. प्रत्येक बीकर में एक चम्मच नमक/शक्कर डालें।
3. बीकर 'A' को हिलाएँ नहीं।
4. एक काँच की छड़ द्वारा बीकर 'B' के मिश्रण को विलोड़ित करें।
5. त्रिपाद स्टैंड पर बीकर 'C' को रखकर स्पिरिट लैंप/बर्नर द्वारा मिश्रण को गरम करें।
6. बीकरों 'A', 'B' और 'C' में नमक/शक्कर के पूर्ण विलय होने के समय को रिकॉर्ड करें।
7. एक मापक जार की सहायता से 'A', 'B' और 'C' बीकरों में विलयनों के आयतन मापें।

निष्कर्ष

1. बीकर 'C' में लिए गए नमक/शक्कर को पूर्ण रूप से विलय होने में सबसे कम समय लगता है। तीनों स्थितियों में से बीकर 'A' में लिए गए नमक/शक्कर को पूर्ण रूप से विलय होने का समय अधिकतम है।
2. प्रत्येक मामले में विलयन का आयतन 100 mL रहता है।

© NCERT not to be republished

टिप्पणी

परिकल्पना 1 सही है; परिकल्पना 2 गलत है; क्योंकि विलायक से विलयन बनाने में आयतन में कोई अंतर नहीं होता। अत: परिकल्पना 2 को बदलने की आवश्यकता है। इसका सही कारण यह है कि विलय कण विलायक के अणुओं के बीच की उन रिक्तियों में व्यवस्थित हो जाते हैं, जिन्हें अंतर आण्विक स्थान कहते हैं। विलय कणों द्वारा कोई नया स्थान नहीं घेरा जाता।

जैसा कि हम लोग ऊपर चर्चा कर चुके हैं, एन.सी.एफ – 2005 में विद्यालयों में विज्ञान-शिक्षण को शिक्षार्थी- केंद्रित एवं प्रक्रिया तथा छान-बीन उन्मुख बनाने की बात की गई है। शिक्षक तैयार करने के कार्यक्रम भी इन उदाहरणों से संकेत लेकर अनुभवजन्य अधिगम परिवेश निर्माण के लिए प्रोत्साहित किए जा सकते हैं।

शिक्षकों की शिक्षा संबंधी राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (एन.सी.एफ.टी.ई – 2009) में भी प्रक्रिया आधारित शिक्षक शिक्षा को अपनाने की अनुशंसा की गई है। विद्यार्थी-शिक्षक को स्वयं सीखने, मनन करने और आत्मसात् करने के लिए पर्याप्त अवसर दिए जाने चाहिए। इसके अतिरिक्त और भी अधिक महत्वपूर्ण बात यह है कि उनको स्वयं सीखने, नए विचारों की स्पष्ट अभिव्यक्ति, चिंतन में वृद्धि और समूहों में निपुणता से काम करने की योग्यता प्राप्त करने के अवसर प्रदान किए जाने चाहिए।

विज्ञान की प्रकृति की जटिलताओं को प्रेक्षण की प्रक्रिया और प्रयोग करके समझा जा सकता है। शिक्षार्थी में वैज्ञानिक मनोदशा पोषित करने के लिए विज्ञान शिक्षक को शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक की तरह सोचने और अधिगम प्रक्रिया के माध्यम से सक्रिय रूप से अन्वेषण में व्यस्त रहने में मदद देनी होगी। शिक्षार्थियों को प्रश्न पूछने, सावधानीपूर्वक प्रेक्षण लेना सीखने तथा विभिन्न स्थितियों को समझने के उद्देश्य से प्रेक्षणों की व्याख्या करने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। यह शिक्षार्थियों को स्व-प्रयासों से अधिकाधिक सीखने और अपने चारों ओर के संसार का अधिकाधिक अन्वेषण करने के लिए प्रेरित करता है।

7.3 विज्ञान अधिगम का लोकतंत्रीकरण – विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र

विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र बाल-केंद्रित शिक्षाशास्त्र है। यह उदारमतता सोच के साथ और शिक्षार्थियों के बहु-दृष्टिकोणों को प्रोत्साहित कर एवं मान्यता देकर सामूहिक निर्णय को सुसाध्य बनाता है। यह विवेचनात्मक सोच और पास्परिक क्रिया के लोकतांत्रिक रूप के प्रति प्रतिबद्धता को प्रोत्साहित करके, शिक्षार्थियों के साथ अधिकारों में भागीदारी को बढ़ावा देकर, शिक्षक की आधिकारिक भूमिका के परे जाने पर बल देता है। यह एक शिक्षाशास्त्र ही है जो शिक्षार्थियों के अनुभवों और ज्ञान को ध्यान में रखता है और उन्हें भयमुक्त और स्वतंत्र रूप से सीखने में मदद करता है।

© NCERT not to be republished

विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र के संदर्भ में *राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा – 2005* में अनुशंसा की गई है कि –

- सहभागितापूर्ण अधिगम और शिक्षण तथा शिक्षार्थियों की भावनाओं एवं अनुभव को कक्षा में एक निश्चित और महत्वपूर्ण जगह मिलनी चाहिए।
- बच्चों को जागरूक किया जाना चाहिए कि उनके अनुभव तथा उनकी अनुभूतियाँ महत्वपूर्ण हैं। उन्हें स्वतंत्र रूप से सोचने और तर्क करने के लिए आवश्यक मानसिक कौशलों को विकसित करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। बच्चे जो भी स्कूल के बाहर से सीखते हैं– उनकी क्षमताएँ, अधिगम योग्यताओं और ज्ञान के आधार को मान देना महत्वपूर्ण होता है। अधिगम प्रक्रिया को और आगे बढ़ाने के लिए उन सभी अनुभवों को स्कूलों में लाना आवश्यक है। शोषित वर्ग के बच्चों के लिए यह और भी अधिक महत्वपूर्ण है।
- बच्चे अपनी स्वयं की परिस्थितियों और आवश्यकताओं के विवेचनात्मक प्रेक्षक होते हैं और उनको अपनी शिक्षा और भावी अवसरों से संबंधित चर्चाओं और समस्याओं के समाधान में सक्रिय भागीदार होना चाहिए।
- बच्चे अनुभवहीन नहीं होते जिनके लिए व्यस्कों को हल ढूँढने की आवश्यकता है। कक्षा में बच्चों का शिक्षक के साथ विनियोजन बहुत नाज़ुक होता है, क्योंकि इसमें यह परिभाषित करने का सामर्थ्य होता है कि किसका ज्ञान स्कूल संबंधित ज्ञान का हिस्सा होगा और किसकी वाणी उसे स्वरूप प्रदान करेगी।
- जब बच्चे और शिक्षक परखे जाने के भय के बिना अपने व्यक्तिगत या सामूहिक अनुभव बाँटते हैं और उन पर चिंतन करते हैं, तो इससे उन्हें उन लोगों के बारे में भी जानने का अवसर मिलता है, जो उनके सामाजिक यथार्थ का हिस्सा नहीं होते। इससे वे विभिन्नताओं से डरने के बजाय उन्हें समझ पाते है। यदि बच्चों के सामाजिक अनुभव कक्षा में लाने हैं तो यह अपरिहार्य है कि विवादास्पद मुद्दों को संबोधित किया जाए। विवाद बच्चों के जीवन का ही हिस्सा हैं जिससे बचा नहीं जा सकता। द्वंद्व को शिक्षाशास्त्रीय कार्यनीति बनाकर प्रयोग करने से हम बच्चों को इस योग्य बना सकते हैं कि वे द्वंद्व से निपट सकें और उनमें इसकी प्रकृति और जीवन में इसकी भूमिका के प्रति जागरूकता पैदा हो।
- ऐसा शिक्षाशास्त्र जो जेंडर, वर्ग, जाति तथा भूमंडलीय असमानताओं के प्रति संवदेनशील हो, केवल विभिन्न व्यक्तिगत अथवा सामूहिक अनुभवों की पुष्टि ही नहीं करता, बल्कि सत्ता की वृहद संरचना में उन्हें निर्धारित भी करता है और प्रश्न उठाता है कि कौन किसके लिए बोल सकता है? किसका ज्ञान सबसे अधिक महत्वपूर्ण है? इसके लिए विभिन्न

© NCERT not to be republished

शिक्षार्थियों हेतु विभिन्न कार्यनीतियाँ विकसित करने की आवश्यकता होगी। उदाहरण के लिए, कुछ बच्चों को कक्षा में बोलने के लिए प्रोत्साहित करना महत्वपूर्ण हो सकता है, जबकि कुछ के लिए यह सीखना कि दूसरों की बात सुननी चाहिए।

- शिक्षार्थियों को उन तत्वों के बारे में टिप्पणी करने, सोचने तथा उनकी तुलना करने के लिए प्रोत्साहित करने से, जो उनके अपने वातावरण में मौजूद हैं, हम उन्हें प्राप्त ज्ञान की समीक्षा करना सिखा सकते हैं, यह चाहे तत्व 'पूर्वाग्रह युक्त' पाठ्यपुस्तक में हो या उनके आस-पास के अन्य साहित्यिक स्रोतों में।
- विभिन्न माध्यमों में ज्ञान के भंडार मौजूद हैं। अत: ये सभी माध्यम चाहे वह टीवी, विज्ञापन, गीत, चित्रकला इत्यादि भी हो, सभी को शिक्षार्थियों के बीच गतिशील अंत:क्रिया निर्मित करने के लिए शामिल किया जाना चाहिए।

इस प्रकार हम देखते हैं कि विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र हमें विभिन्न मुद्दों पर उनके राजनीतिक, सामाजिक, आर्थिक और नैतिक पहलुओं के संदर्भों में विवेचनात्मक प्रतिक्रिया के अवसर उपलब्ध कराता है। यह सामाजिक मुद्दों और अंत:क्रिया के लोकतांत्रिक रूप के वायदे पर बहु-दृष्टिकोणों की स्वीकृति की माँग करता है। यह उन बहुविध संदर्भों के दृष्टिकोण से महत्वूपर्ण है, जिनमें हमारा विद्यालय कार्य करता है।

7.3.1 विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र और शिक्षकों की भूमिका

- शिक्षकों की भूमिका बच्चों के लिए स्वयं को अभिव्यक्त करने के लिए सुरक्षित स्थान उपलब्ध कराना और साथ ही उनके लिए किसी न किसी प्रकार की अंत:क्रियाओं का निर्माण करना है।
- शिक्षकों को 'नैतिक अधिकारी' की भूमिका से बाहर निकलने की आवश्यकता है। उन्हें समानुभूति के साथ और बिना अपनी राय व्यक्त किए शिक्षार्थियों को सुनना सीखने तथा बच्चों को एक-दूसरे को सुनने योग्य बनाने की आवश्यकता है।
- बच्चों के समझने की सीमाओं को समेकित करने और उन सीमाओं को रचनात्मकता से विस्तृत करने के समय उन्हें इस बारे में सचेत होने की आवश्यकता है कि भिन्नताएँ कैसे व्यक्त की जा सकती हैं।
- विश्वास का वातावरण कक्षा को एक ऐसा सुरक्षित स्थान बना देता है, जहाँ बच्चे अनुभवों को साझा कर सकते हैं, जहाँ द्वंद्व को स्वीकार किया जा सकता है और रचनात्मक तरीके से उसका विरोध किया जा सकता है और जहाँ समाधान कितने भी अस्थायी क्यों न हों, मिल-जुलकर निकाले जा सकते हैं।

© NCERT not to be republished

विशेषकर वंचित सामाजिक समूहों की लड़कियों और बच्चों के लिए विद्यालय और कक्षा में निर्णय लेने के प्रक्रमों की चर्चा करने, अपने निर्णय के आधार पर प्रश्न उठाने और सोच-समझ कर विकल्प ढूँढने के मौके मिलने चाहिए। शिक्षकों को चाहिए कि वे उन सांस्कृतिक सामाजिक और आर्थिक विविधता की समझ को शिक्षार्थियों में पोषित करें जिसे वे अपने साथ लेकर विद्यालय में आते हैं।

क्रियाकलाप 7.9

भौतिक विज्ञान शिक्षण-अधिगम के संदर्भ में चर्चा करें कि किस प्रकार विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र में कक्षा अंत:क्रिया न केवल लोकतांत्रिक सिद्धांतों को व्यवहार में लाती है, वरन् लोकतांत्रिक मूल्यों को पोषित करने में भी मदद करती है।

7.4 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – शिक्षण-अधिगम अनुभवों का नियोजन

ऊपर चर्चित विविध बदलावों के संक्षिप्त परिचय के परिप्रेक्ष्य में हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि ऐसे बहुत से पहलू हैं जिन पर प्रभावी शिक्षण-अधिगम परिवेशों के नियोजन के लिए विचार किया जाना चाहिए। शिक्षार्थियों के विचारों को सुनना और उन्हें उन विचारों का आकलन करने और उनका मूल्यांकन करने में व्यस्त रहने को प्रोत्साहित करना महत्वपूर्ण है। ऐसे क्रियाकलापों और ऐसी कार्यनीतियों के निर्माण की महती आवश्यकता है, जो केवल विज्ञान के विषय क्षेत्रों की एक श्रेणी के लिए ही प्रभावशाली नहीं हैं, अपितु शिक्षार्थियों की संकल्पनाओं को खोजने और चुनौती देने के लिए भी उपयोगी होते हैं। साथ ही, उन सामाजिक-सांस्कृतिक संदर्भों के महत्व को भी कम नहीं माना जा सकता, जिनका फ़ोकस उस तरीके पर होता है जिसके द्वारा शिक्षार्थियों की भिन्नता और सांस्कृतिक पृष्ठभूमि उनके अधिगम अनुभवों को आकार देती है। अधिगम पर्यावरणों को प्रभावी बनाने के लिए ऊपर चर्चित पहलुओं के अतिरिक्त अन्य पहलू भी होते हैं। उदाहरण के लिए, शिक्षार्थियों की सीखने में लगे रहने की इच्छा, आकलन का प्रभाव, विद्यालय के परिवेश की प्रकृति, शिक्षार्थियों को अपने जीवन में विज्ञान की प्रासंगिकता का बोध, इत्यादि।

भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के नियोजन की चर्चा अध्याय 12 में विस्तार से की गई है। फिर भी, अब तक हुई चर्चा की रोशनी में सामने आए नियोजन में हुए बदलाव पर विमर्श करना महत्वपूर्ण है। अभी हाल ही के समय तक, शिक्षक वर्ष के अंत में अथवा विद्यालय वर्ष के प्रारंभ में आने वाले पूरे वर्ष की योजना बना लेते थे। वे आने वाले व्यवधानों संबंधी नियोजन के लिए भी बहुत प्रयास करते थे, जैसे कि, खेल-कूद दिवस एवं अन्य छुट्टियाँ। विषय सामग्री को सप्ताह आधारित इकाइयों और टुकड़ों में विभाजित करके विशिष्ट प्रकरणों, परीक्षा कार्यक्रमों,

© NCERT not to be republished

इत्यादि का विस्तार करते हुए पूरे वर्ष में पढ़ाए जाने वाली कुल विषय सामग्री के बारे में विचार कर ध्यानपूर्वक निर्णय लेते थे। यह तब होता था जब शिक्षार्थियों के मस्तिष्क को खाली बर्तनों की तरह माना जाता था, जिन्हें शिक्षकों द्वारा दी जाने वाली जानकारी से भरा जाना होता था। केवल यही नहीं, इस प्रकार की योजना को केंद्रीय स्तर पर तैयार होते देखा गया है और फिर इसे लागू करने के लिए सभी राज्यों-क्षेत्रों के शिक्षकों तक पहुँचाया जाता था ताकि जो कुछ पूरे राज्य-क्षेत्रों की कक्षा में हो रहा है, उसमें एकरूपता रहे। यदि किसी कारण से इस प्रकार की योजना का अनुपालन नहीं हो सकता तो इसके लिए शिक्षकों के विरुद्ध कार्रवाई की जाती थी।

कक्षा में शिक्षकों की भूमिका पर इस प्रकार की केंद्रित कार्रवाई, जो कि अभी भी कुछ स्थानों पर प्रचलित है, शिक्षार्थियों के हित में बंद की जानी चाहिए।

शिक्षकों को चाहिए कि वे प्रत्येक प्रकरण के लिए चार या पाँच सत्रों की इकाइयों पर योजना बनाने की योग्यता विकसित कर लें। उन्हें यह समझने की आवश्यकता है कि ऐसी पाठ परिकल्पना कैसे विकसित की जाए, जिससे शिक्षार्थियों को सोचने और जो वे सीख रहे हैं, उसे व्यवहार में लाने की चुनौती मिले न कि जो उन्हें बताया जाता है, उसको वे मात्र दोहरा भर दें। वास्तव में, कक्षा के कार्य की योजना बनाने में शिक्षक शिक्षार्थियों को भी शामिल करने पर विचार कर सकते हैं। ऐसी विविधता कक्षा के प्रक्रमों में अत्यधिक समृद्धता ला सकती है।

ऊपर चर्चित निदर्शनात्मक परिवर्तनों ने शिक्षकों को प्रोत्साहित किया है कि वे परंपरागत उपागम से निर्मितिवादी उपागम की ओर फ़ोकस ले जाएँ। फ़ोकस में हुए इस परिवर्तन ने योजना के उपागमों की भूमिका और पद्धतियों के बारे में भी कुछ भ्रम उत्पन्न किए हैं। उदाहरण के लिए, योजना इस स्थिति से शुरू की जाए कि शिक्षार्थी की वर्तमान स्थिति क्या है, तो इससे यह भ्रम उत्पन्न हो सकता है कि हम प्रवाह के साथ बह रहे हैं या फिर यह डराने वाला प्रश्न खड़ा होता है कि विभिन्न अनुभवों वाले तीस से अधिक शिक्षार्थियों वाली कक्षा में पाठ की शुरुआत कैसे की जाए? पहली दृष्टि में तो यह अधिकांश अनुभवी शिक्षकों के लिए भी अव्यावहारिक और डराने वाला लगता है। तो अब नियोजन का अर्थ क्या हुआ? नियोजन के पहलुओं पर चर्चा करने से पहले, हम एक बार उन प्रश्नों की प्रकृति में बदलाव को देख लें, जिनके उत्तर शिक्षाशास्त्रीय बदलाव से पहले और बदलाव के बाद में देने की आवश्यकता है।

7.4.1 बदलाव से पहले शिक्षण-अधिगम योजना

- मैं क्या पढ़ाने जा रहा हूँ?
- मै पाठ्यक्रम के बारे में कितना जानता हूँ?
- मैं आने वाली परीक्षाओं के लिए विद्यार्थियों को कैसे तैयार करूँ?
- मैं संकल्पनाओं के किस क्रम पर विचार करूँ?

© NCERT not to be republished

- शिक्षार्थियों के कार्य के मापन के लिए किन उद्देश्यों का उपयोग किया जाना चाहिए?
- अपनी पाठ योजनाओं के सदंर्भ में शिक्षण-अधिगम अनुभवों के साथ अधिगम के मापन को समाकलित करते हुए कब और कैसे योजना बनाए?
- मैं शिक्षार्थियों को कैसे नियंत्रित करूँ?
- जिस ज्ञान का संप्रेषण मुझे करना है, वो सर्वोत्तम कैसे हो?
- कौन-से शिक्षार्थी हैं, जिन्होंने सफलता प्राप्त की है?

7.4.2 बदलाव के बाद शिक्षण-अधिगम योजना

भौतिक विज्ञान में शिक्षण-अधिगम के प्रक्रम की योजना बनाने के लिए जिन प्रश्नों के उत्तर दिए जाने की आवश्यकता है, उनमें परिवर्तन क्रमश: निम्न प्रकार हैं —

- मेरे शिक्षार्थियों की अधिगम आवश्यकताएँ और पूर्ववर्ती अनुभव क्या हैं?
- मैं अपने शिक्षार्थियों की अधिगम आवश्यकताओं से कितना परिचित हूँ?
- मैं प्रत्येक शिक्षार्थी के अधिगम को कैसे सुसाध्य बनाऊँ?
- मैं अपने शिक्षार्थियों की भिन्न अधिगम गति के साथ कैसे चलूँ?
- शिक्षार्थियों के पूर्ववर्ती अधिगम अनुभवों की तुलना में अब क्या प्रगति हुई है?
- मैं शिक्षार्थियों के आगे के अधिगम अनुभवों की योजना बनाने के लिए वर्तमान अधिगम साक्ष्यों का कैसे विश्लेषण करूँ?
- मैं सीखने के लिए प्रत्येक शिक्षार्थियों को कैसे मदद और मार्गदर्शन दूँ?
- सभी शिक्षार्थी अच्छे से और सर्वश्रेष्ठ तरीके से अपने ज्ञान का निर्माण कैसे कर सकते हैं?
- इसके आगे क्या?

कार्य योजना का नए ढाँचे में बदलाव का अर्थ यह भी है कि प्रत्यक्ष रूप से शिक्षक को नियोजन उपागमों तथा कार्यनीतियों के चयन की पर्याप्त स्वतंत्रता है। नियोजन की इस स्वतंत्रता से शिक्षक को विद्यार्थियों के अधिगम की विषय-वस्तु, अधिगम आवश्यकताओं, उनकी वर्तमान संकल्पनाओं, अधिगम के संदर्भ, स्थानीय और राष्ट्रीय आवश्यकताओं, पाठ्यचर्या की प्रकृति इत्यादि के बारे में विचार करने के लिए लचीलेपन की गुंजाइश हो जाती है।

7.4.3 शिक्षण-अधिगम नियोजन – उदाहरण

पदार्थों के गुण विषय पर कुछ शिक्षाशास्त्रीय बदलाव निम्नलिखित उदाहरणों में देखे जा सकते हैं।

© NCERT not to be republished

उदाहरण 1

कथन 1

एक शिक्षक पिछली कक्षाओं में पढ़ाए गए ठोसों, द्रवों और गैसों के पूर्ववर्ती ज्ञान के आधार पर पदार्थ के गुण पढ़ा सकता/ती है।

कथन 2

ठोसों, द्रवों और गैसों के पिछली कक्षाओं में प्राप्त ज्ञान के आधार पर *पदार्थ के गुण* विषय पर एक शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया का एक डिज़ाइन तैयार किया जा सकता है। इस पाठ के आदान-प्रदान के लिए पदार्थ के संक्षिप्त परिचय की आवश्यकता है।

हम ऊपर दिए गए दो कथनों में अंतर स्पष्ट रूप से देखते हैं। पहले कथन में तो शिक्षार्थी के मस्तिष्क में ज्ञान उड़ेलने की कल्पना है, परंतु दूसरा कथन शिक्षार्थी के लिए शिक्षण-अधिगम अनुभवों को डिज़ाइन करने संबंधी है, जो अर्थ निर्माण प्रक्रम को सुसाध्य करने के लिए पूर्ववर्ती खोज पर आधारित है।

उदाहरण 2

निम्नलिखित दो कथनों में हम देखते हैं कि यहाँ फ़ोकस शिक्षार्थी को वैज्ञानिक छान-बीन की प्रक्रिया में संलग्न करने की ओर स्थानांतरित हो रहा है। इसके अतिरिक्त शिक्षार्थी को अपनी पसंद के तरीके से स्पष्टीकरण देने की स्वतंत्रता दी गई है। उसकी परख शिक्षार्थी के निष्पादन के विषय में शिक्षक के पूर्वाग्रही विचारों के आधार पर नहीं की जा रही है।

कथन 1

अधिगम लक्ष्य–शिक्षक वस्तुओं और पदार्थों के गुण निदर्शित करेंगे।

कथन 2

अधिगम लक्ष्य – वस्तुओं और पदार्थों के गुणों को निर्धारित करने के लिए शिक्षार्थियों को योजना बनाने, स्वयं प्रतिपादित किए प्रश्न के उत्तर खोजने के लिए अनुसंधान करने, आँकड़ों का उपयोग करने, एक उपयुक्त स्पष्टीकरण तैयार करने एवं अपनी पसंद के तरीके से अन्वेषणों और स्पष्टीकरणों को संप्रेषित करना सुसाध्य बनाया जाएगा।

उदाहरण 3

अन्वेषण के प्रश्न, "हम पदार्थ के भौतिक गुणों और अणु संरचना का वर्णन किस प्रकार कर सकते हैं?" को कक्षा में कई प्रकार से प्रस्तुत किया जा सकता है।

उपागमों में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव निम्नलिखित तरीके से देखा जा सकता है। हम कह सकते हैं कि उपागम 1 प्रत्यक्ष प्रकृति का है और उपागम 2 समावेशित प्रकृति का है।

उपागम 1

पाठ के पूरा होने पर शिक्षार्थी सक्षम होंगे

- पुन: स्मरण करने में कि वस्तुएँ पदार्थ से बनी होती हैं।

© NCERT not to be republished

- व्याख्या करने में कि पदार्थ अणुओं से बने होते हैं जिन्हें आँखों से देखा नहीं जा सकता।
- व्याख्या करने में कि यदि पदार्थ के साइज़ को छोटा किया जाता है तो भी उसके भौतिक गुण वही रहते हैं।

उपागम 2

अधिगम उद्देश्य – शिक्षार्थी अन्वेषण करते हैं और समझ पाते हैं कि वस्तुएँ पदार्थों की बनी होती हैं जिनका वर्णन उनके भौतिक गुणों द्वारा किया जा सकता है।

प्रमुख संकल्पनाओं में शामिल हैं –

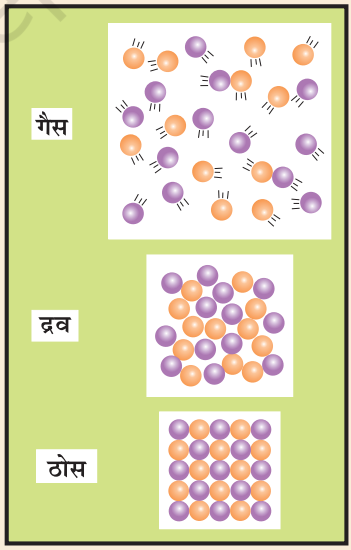
- वस्तुएँ पदार्थ/पदार्थों से बनी होती हैं।
- पदार्थ अणुओं से बने होते हैं, जिन्हें आँखों से देखा नहीं जा सकता।
- यदि पदार्थ का साइज़ कम कर दिया जाता है तो उनके भौतिक गुण वही रहते हैं।

उदाहरण 4

शिक्षार्थी की संलग्नता को सुनिश्चित करते हुए उनके अनुभवों को डिज़ाइन करने में बदलाव को देखा जा सकता है, जैसा कि नीचे दर्शाया गया है। परंतु उपागम 2 में हम शिक्षार्थियों की अधिक लोकतांत्रिक भागीदारी को अधिकतम संभावित रूपों में देख सकते हैं। हम उपागम 2 में विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र की एक झलक भी देख सकते हैं।

उपागम 1

शिक्षक ब्लैकबोर्ड पर तीन बक्सों के चित्र बनाते हैं जिनमें परस्पर भिन्न दूरी वाले वृत्ताकार भाग हैं, जो ठोस, द्रव और गैस के अणुओं को प्रदर्शित करते हैं (चित्र 7.5)। शिक्षार्थी चुपचाप इन्हें अपनी कॉपियों में उतार लेते हैं और इन चित्रों को परीक्षा में बना सकते हैं।



चित्र 7.5 — ठोस, द्रव तथा गैस के अणु

उपागम 2

प्रारंभ करने के लिए शिक्षक कक्षा में चार-पाँच विद्यार्थियों के समूह बनाने में मदद करते हैं। समूह बनाते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि समूह में विभिन्न शैक्षिक योग्यता और सामाजिक-आर्थिक-सांस्कृतिक पृष्ठभूमियों वाले विद्यार्थी हो। शिक्षक उन्हें कहते हैं कि वे खड़े होकर और एक-दूसरे के बहुत निकट आएँ और उन्हें कहते हैं कि यह मान लें कि वे अणु हैं जिनको धकेल कर पास-पास कर दिया गया है। शिक्षक उन्हें कहते हैं कि वे ऊपर-नीचे कूदें, इधर-उधर घूमें इत्यादि। तब

© NCERT not to be republished

शिक्षक उन्हें यह बताने के लिए प्रोत्साहित करते हैं कि अपने आप को ठोस के अणु मान लेने से वे कैसा महसूस करते हैं और उनके विचार से क्या हो रहा है। इसके बाद शिक्षक विद्यार्थियों के बीच की दूरी को बढ़ा देते हैं और वे थोड़ा दूर-दूर हट जाते हैं। अब शिक्षक उन्हें विभिन्न प्रकार की गतियाँ करने के प्रयास करने को कहते हैं और इन्हें इनकी पूर्ववर्ती गतियों से तुलना करने को कहते हैं। विद्यार्थियों को अब लगता है कि मानों अब वे एक द्रव के अणु बन गए हैं। अंत में उन्हें पूरी तरह से अलग-अलग कर दिया जाता है और वे पुन: एक मिनट के लिए बिना एक-दूसरे को स्पर्श किए विभिन्न प्रकार की गतियाँ करने का प्रयास करते हैं। इस प्रकार वे स्वयं को गैस के अणुओं के रूप में महसूस कर सकते हैं।

उदाहरण 5

उपागम 1

शैक्षणिक सत्र के अंत में लिखित परीक्षा के प्रदर्शन के आधार पर विद्यार्थी का मूल्यांकन किया जाता है। प्रश्न पत्र प्रकरण– ठोस, द्रव और गैस के निर्धारित उद्देश्यों पर आधारित रहता है। विद्यार्थी से प्रश्नों के सही उत्तर लिखने की अपेक्षा की जाती है। शिक्षक को एक अंकन योजना या एक कुँजी दी जाती है जिसमें अंकों का विभाजन और सही उत्तर होते हैं। शिक्षक सही उत्तरों से सुमेल कराते हैं और उसी के अनुसार अंक देते हैं।

उपागम 2

सारणी 7.3 — 100 अंको में से आकलन

दिए गए अधिगम	ग्रेड		
सूचक	**A**	**B**	**C**
1. कक्षा की कार्रवाई में शिक्षार्थी की भागेदारी	• शिक्षार्थी पाठ में पूरी तरह व्यस्त है और कक्षा कार्रवाई और कार्यकलापों में योगदान कर रहा/ही है।	• शिक्षार्थी भाग ले रहा/ही है परंतु पाठ में सक्रिय रूप से व्यस्त नहीं है।	• शिक्षार्थी पाठ में व्यस्त नहीं है।
2. पदार्थ की तीन अवस्थाओं के नाम लिखना और समझाना	• शिक्षार्थी पदार्थ की सभी तीनों अवस्थाओं की पहचान और उनके मूल गुणों का वर्णन कर सकता/ती है।	• शिक्षार्थी पदार्थ की तीनों अवस्थाओं की पहचान कर सकता/ती है और उनके कुछ मूल गुणों का वर्णन कर सकता/ती है।	• शिक्षार्थी पदार्थ की तीनों अवस्थाओं की पहचान तो कर सकता/ती है, तथापि उनके कुछ ही मूल गुणों की पहचान कर सकता/ती है।

© NCERT not to be republished

3. निर्देशित प्रश्नों के मौखिक या लिखित रूप में उत्तर देना	• शिक्षार्थी कक्षा की कार्रवाई में अधिकांश अथवा सभी प्रश्नों के उत्तर देने में सक्षम है।	• शिक्षार्थी कक्षा की कार्रवाई में कुछ प्रश्नों के उत्तर देने में सक्षम है।	• शिक्षार्थी कक्षा की कार्रवाई में बहुत थोड़े प्रश्नों के उत्तर देने में सक्षम है।
4. ठोस, द्रव तथा गैस की संरचना में भेद करना	• शिक्षार्थी समझते/ती है कि वस्तु के ठोस, द्रव तथा गैस की संरचनाओं में अंतर होता है और उनमें संबंध स्थापित कर पाता/ती है।	• शिक्षार्थी पहचानता/ती है कि ठोस, द्रव और गैस की संरचनाओं में अंतर होता है, परंतु उनमें ठीक से संबंध स्थापित नहीं कर पाता/ती है।	• शिक्षार्थी ठोस, द्रव और गैस की संरचनाओं में संबंध स्थापित नहीं कर सकता/ती है और वस्तु का ठोस, द्रव अथवा गैस रूप में वर्गीकरण भी नहीं सकता/ती है।

क्रियाकलाप 7.10

निम्नलिखित प्रकरणों में ऊपर दिए गए उदाहरणों के आधार पर विभिन्न शिक्षण-अधिगम अनुभवों को डिज़ाइन करने में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव कैसे लाए जा सकते हैं?

(i) *तरंग प्रकाशिकी*

(ii) *वैद्युत रसायन*

(iii) *प्रकाश का परावर्तन और अपवर्तन*

समूह में अपने विचार साझा करते हुए इनके विषय में लिखें। अपने कार्य का अन्य समूहों के साथ आदान-प्रदान करें और एक-दूसरे के विचारों की विवेचनात्मक समीक्षा करें।

7.5 शिक्षाशास्त्रीय बदलाव – समावेशन

समावेशन की नीति का कार्यान्वन विज्ञान शिक्षण-अधिगम के सभी पहलुओं में होने की आवश्यकता है। सभी शिक्षार्थियों की विविध क्षमताओं तथा प्रतिभाओं को पहचाने के लिए एक शिक्षाशास्त्रीय बदलाव लाने की आवश्यकता है। आइए, अब हम इसे विस्तार से देखते हैं।

7.5.1 विज्ञान पाठ्यचर्या

विज्ञान कक्षाओं में सैद्धांतिक और प्रायोगिक क्रियाकलापों में विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं और विभिन्न गति से सीखने वाले शिक्षार्थियों सहित सभी शिक्षार्थियों को समान अवसर और

© NCERT not to be republished

पूरी भागीदारी उपलब्ध कराई जानी चाहिए। पाठ्यचर्या के अनुकूलन (शिक्षार्थी क्या सीखते हैं) द्वारा और शिक्षण-अधिगम के उपागमों (शिक्षार्थी कैसे सीखते हैं) के संशोधन के माध्यम से विज्ञान पाठ्यचर्या की पहुँच सभी शिक्षार्थियों के लिए संभव कराई जा सकती है।

सामान्य पाठ्यचर्या में समायोजन पाठ्यचर्या के अधिगम स्तरों अथवा निष्पादन मापदंडों को परिवर्तित नहीं करते। समायोजनों के साथ, विशिष्ट आवश्यकता वाले शिक्षार्थी अन्य शिक्षार्थियों, जैसे — अधिगम उद्देश्यों और विषय-वस्तुओं पर ही कार्य करते हैं। परंतु वह कैसे सीखते हैं और उन्होंने जो सीखा है उसका साक्ष्य उत्पन्न करने का ढंग उसके संगी-साथियों से भिन्न हो सकता है। समायोजन विषय-वस्तु के अधिगम अथवा आधारभूत कौशलों के विकास के लिए निर्दिष्ट नहीं होते हैं। इसके बजाय, समायोजन से उन शिक्षार्थियों को, जिन्हें अधिगम में कोई समस्या होती है, अपने ज्ञान को व्यक्त करने में सहायता के विविध तरीके प्राप्त हो जाते हैं। समायोजन में (i) प्रस्तुतीकरण और / अथवा अनुक्रिया प्रारूप और विधि; (ii) शिक्षण-अधिगम कार्यनीतियाँ; (iii) समय और कार्यक्रम की रूपरेखा; (iv) पर्यावरण; (v) उपकरण और (vi) स्थापत्य इत्यादि में बिना पाठ्यचर्या विषय-वस्तुओं की केंद्रीय थीम/उद्देश्यों को परिवर्तित किए, परिवर्तन सम्मिलित किए जा सकते हैं।

शिक्षार्थी से जो कुछ सीखने और प्रदर्शित करने की अपेक्षा की जाती है उसमें महत्वपूर्ण परिवर्तनों को संशोधन कहते हैं। ये परिवर्तन शिक्षण-अधिगम स्तर पर, विषय-वस्तु में अथवा निष्पादन मापदंडों में किए जा सकते हैं। ये परिवर्तन शिक्षार्थी को अर्थपूर्ण और उत्पादक अधिगम अनुभव एवं अधिगम परिवेश प्रदान करने के लिए किए जाते हैं। साथ ही इस प्रकार आकलन उपलब्ध कराने के लिए किए जाते हैं, जो उसकी आवश्यकताओं और योग्यताओं पर आधारित होते हैं। संशोधन के लिए शिक्षार्थी से अपेक्षित कार्य की मात्रा और प्रकार में परिवर्तन की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, हो सकता है कि एक शिक्षार्थी कक्षा में अन्य शिक्षार्थियों की अपेक्षा निम्नतर स्तर पर कार्य कर रहा हो अथवा शिक्षार्थी उस कौशल पर कार्य कर रहा हो, जिस पर अन्य शिक्षार्थी प्रवीण हो चुके हों।

7.5.2 कक्षा में विविधता

मुख्य रूप से समावेशन एक शिक्षाशास्त्रीय मुद्दा है, क्योंकि यह अधिगम के लिए सबसे महत्वपूर्ण बाधा और कई शिक्षार्थियों के लिए बहिष्कार उत्पन्न करता है। अधिगम में ये बाधाएँ पाठ्यचर्या और शिक्षाशास्त्र के विभिन्न गुथे हुए भागों से उत्पन्न होती हैं, जैसे – अधिगम कार्यक्रमों की विषय-वस्तु, शिक्षण-अधिगम की भाषा तथा माध्यम, कक्षा का प्रबंधन और संगठन, अधिगम की शैली और गति, पाठ्यचर्याओं को पूरा करने की समय अवधि, सैद्धांतिक और प्रायोगिक सत्रों को संपादित करने के लिए उपलब्ध सामग्री एवं उपकरण और आकलन विधियाँ एवं तकनीकें।

© NCERT not to be republished

यह एक स्पष्ट शिक्षाशास्त्रीय सिद्धांत है कि शिक्षक को विविध उपागम और कार्यनीतियाँ अपनानी चाहिए जो अर्थपूर्ण अधिगम, सभी शिक्षार्थियों की सक्रिय भागीदारी, उनके ज्ञान एवं पूर्ववर्ती वैयक्तिक अनुभव को मान्यता, अधिगम प्रक्रम में उनकी स्वायत्तता और शिक्षार्थियों के मध्य स्व-नियंत्रण और सहयोग को बढ़ावा दें। शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं के अनुसार, पाठ्यचर्या की विषय सामग्री के आदान-प्रदान के लिए कक्षा में बहुत-सी सहायक और अनुकूल युक्तियाँ उपयोग में लाए जाने की आवश्यकता है, जैसे – ब्रेल उपकरण, अनुकूल विज्ञान किट, श्रवण-सहायक यंत्र, संचार यंत्र, चलने में सहायक युक्ति, पढ़ने और लिखने के साधन इत्यादि।

चित्र 7.6 *— दृष्टि हानि वाले शिक्षार्थियों के लिए पठन सहायक साधन*

विज्ञान शिक्षा में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव व्यक्तिगत भिन्नताओं को आदर और मान देने पर आधारित होने चाहिए और शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक अन्वेषण, हस्तकौशल, प्रायोगीकरण और वैज्ञानिक परिघटनाओं की खोज के ऐसे अवसर उपलब्ध कराने चाहिए जो अंतत: प्रत्येक शिक्षार्थी के व्यक्तिगत विकास को उन्नत करें।

परंपरागत व्यवस्था में शैक्षिक भिन्नताओं की उपेक्षा की गई है और शिक्षार्थियों के विभिन्न समूहों के लिए समांतर ढाँचे और शैक्षिक उपागम विकसित किए गए हैं। समावेशित शिक्षा लाने के लिए वर्तमान शिक्षाशास्त्रीय उपागमों को प्रत्येक शिक्षार्थी की शैक्षिक आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिए, जिसमें विभिन्न गति से सीखने वाले शिक्षार्थी और विशेष शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थी भी सम्मिलित हों।

7.5.3 उपागम

शैक्षिक उपागम कक्षा में समरूपता के बजाय विषमरूपता पर आधारित होना चाहिए। समरूपता पर आधारित शैक्षिक उपागम विविधता को हमें आदर्शी मापदंडों से महसूस कराता है। वे शिक्षार्थी, जो स्थापित मापदंडों के स्तरों पर खरे नहीं उतरते, उनके बारे में माना जाता है कि उनकी कठिनाइयाँ और अधिगम विसंगतियाँ दूसरों से भिन्न हैं। उनके लिए विशिष्ट कार्यक्रमों और भिन्न उपागमों पर विचार किया जाता है। क्योंकि विविधता उसका भाग है, जिसे हम

सामान्य कहते हैं, हमारे शैक्षिक उपागम शिक्षार्थियों की क्षमताओं, अभिरुचियों, प्रेरणाओं और अनुभवों के अनुसार होने चाहिए, जो प्रत्येक के लिए अनन्य और वैयक्तिक होते हैं। इन विविधताओं के समाधान के लिए कुछ प्रभावी कार्यनीतियाँ हैं– पाठ्यचर्या अनुकूलन नीतियाँ, विविधता को समाहित करने के लिए शिक्षण-अधिगम नीतियाँ, जैसे — परिणाम आधारित शिक्षा, परियोजना पद्धति, बहुसंवेदिक (दृश्य-श्रव्य-गतिबोधक स्पर्शी, वी.ए.के.टी.) उपागम, आवश्यकतानुसार कार्य स्थान उपलब्ध कराकर शिक्षण-अधिगम का आयोजन, समूहों में कार्य, सहयोगात्मक अधिगम, सम-समूहों द्वारा सिखाना, टीम-शिक्षण, अंतर्कक्षीय समूहन, बहु-आयु समूहन, स्व-शिक्षण गाइड इत्यादि अथवा कक्षा में दिन-प्रतिदिन आने वाली चुनौतियों के लिए उपागमों का संयोजन। विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकता वाले शिक्षार्थियों के लिए भौतिक विज्ञान के किसी विशेष प्रकरण के शिक्षण-अधिगम से पहले कक्षा में उस प्रकरण के कार्य के वर्तमान स्तर (प्रज़ेंट लेवल ऑफ़ परफ़ॉरमेंस – पी.एल.ओ.पी.) पर आधारित व्यक्तिगत शिक्षा कार्यक्रम (इंडिविज्यूएलाज्ड एजुकेशन प्रोग्राम – आई.ई.पी.) विकसित करना उचित होगा। विज्ञान संप्रेषण को उन संदर्भों में 'कुल-संप्रेषण' पद्धति की उपेक्षा नहीं करनी चाहिए, जहाँ विद्यार्थियों के साथ संप्रेषण के लिए वाक् तथा अन्य विविध सहायक संप्रेषण तकनीक, जैसे— संकेत भाषा, अंगुलियों की भाषा, मनोभाव, विधियाँ इत्यादि उपयोग में लाई जाती हैं। इसी प्रकार वैकल्पिक और 'संवर्धी संप्रेषण' (ऑल्टरनेटिव एंड ऑग्मेंटेटिव कम्युनिकेशन – ए.ए.सी.) प्रणालियाँ समझने और अभिव्यक्ति में कठिनाई अनुभव करने वाले विद्यार्थियों को बाह्य सहायता के बिना या इसके साथ संप्रेषण में मदद करती हैं।

क्रियाकलाप 7.11

समावेशन सभी शिक्षार्थियों को प्रभावी अधिगम अवसर उपलब्ध कराने से ही संबंधित है। सभी को इस प्रकार के अवसर उपलब्ध कराने के विभिन्न तरीकों पर कक्षा में अपने विचारों का आदान-प्रदान कीजिए।

7.5.4 सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आई.सी.टी.)

विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों को आई.सी.टी., उसकी आधारभूत प्रकार्यात्मक इकाईयों जैसे 'माइक्रोचिप' और 'सॉफ़्टवेयर पैकेज' के नवाचार और अनुकूलन द्वारा उपलब्ध कराई जा सकती है। अधिकांश जानकारी का आदान-प्रदान, दृश्य अथवा श्रव्य प्रारूप में होता है जो संवेदन बाधा ग्रस्त विद्यार्थियों की पहुँच से बाहर होती है। इलेक्ट्रॉनिक जुगतों और हार्डवेयरों के अन्वेषण और जोड़तोड़ के लिए व्यक्ति में उच्च स्तर के पेशीय नियोजन, समन्वयन और क्रियान्वयन की आवश्यकता होती है, जिसका विशिष्ट आवश्यकताओं वाले अधिकांश

© NCERT not to be republished

शिक्षार्थियों, जैसे — प्रमस्तिष्क घात और अन्य तंत्रिका-संबंधी और चलनात्मक अपंगताओं, लेखन-वैकल्य, डिस्प्रैक्सिया, मानसिक मंदन, दृष्टि बाधा, मानसिक रोग, अभिसाधित कुष्ठ और बहु अपंगता ग्रस्त व्यक्तियों के मामले में अभाव रहता है। अत: विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं और अपेक्षाओं के अनुरूप देसी सॉफ़्टवेयरों के साथ अनुकूलित बाह्य और सहायक युक्तियों का विकास एवं उत्पादन किया जा रहा है। आई.सी.टी. के संदर्भ में विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं सहित विभेदी आवश्यकताओं के लिए इस प्रकार की युक्तियों के कुछ उदाहरण हैं– लेखन सहायक, संप्रेषण सहायक *स्वरलिपि;* कंप्यूटर के प्रभावी उपयोग के लिए कार्य साधन, वाग्ध्वनि संश्लेषक, इलेक्ट्रॉनिक ब्रेल आशुलिपि मशीन, वाणी निर्गम संप्रेषण सहायक (वॉइस आउटपुट कम्युनिकेशन एड – वी.ओ.सी.ए.), डिजिटल अभिगम्य सूचना सिस्टम (डिजिटल ऐक्सेसिबल इनफॉरमेशन सिस्टम – डी.ए.आई.एस.), डिजिटल पुस्तकें, स्क्रीन (परदा) पढ़ने वाले सॉफ़्टवेयर, मुद्रित सामग्री को बोल कर व्यक्त करने वाली मशीन, कंपन-स्पर्शी और वैद्युत-स्पर्शी साधन इत्यादि।

परियोजना 7.1

विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों के लिए उपयोग में लाई जा सकने योग्य युक्तियों के बारे में इंटरनेट पर विस्तृत जानकारी ढूँढिए।

7.5.5 व्यावसायिक विकास

यद्यपि सेवापूर्व और सेवारत शिक्षकों के शिक्षक-प्रशिक्षण कार्यक्रमों में अब विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों की शिक्षा से संबंधित विषय-वस्तु होती है, परंतु समावेशित कक्षाओं में जहाँ ऐसे शिक्षार्थी भी पढ़ रहे हैं, अभ्यास-शिक्षण वास्तविक समावेशित परिवेश में सही प्रकार से व्यवहार में नहीं हो रहा है। इससे शिक्षक शिक्षण-अधिगम के विभिन्न आयामों में प्रवीणता के अभाव का अनुभव करते हैं, जैसे — विविध समूहों की आवश्यकताओं पर ध्यान देना, पाठ्यचर्या अनुकूलन, सभी शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं के अनुसार विषय-वस्तु का आदान-प्रदान, विभेदित मूल्यांकन इत्यादि। शिक्षकों के लिए वैयक्तिक शिक्षा योजनाएँ (आई.ई.पी.) तैयार करना और इन योजनाओं को नियमित कक्षाओं के शिक्षण-अधिगम के अंतर्गत अथवा इसके समांतर कक्षाओं में लाकर शिक्षण-अधिगम हेतु समावेशित करना शिक्षकों लिए एक अन्य बड़ी चुनौती है। शिक्षा में विशेष प्रकार की अशक्तता के लिए विशेष शिक्षक प्रशिक्षित किए जाते हैं और उस मामले में जहाँ अन्य अशक्तताओं, जैसे — दृश्य या श्रव्य अशक्तता के लिए विशेष शिक्षक रखे जाते हैं, वे अपनी कक्षाओं में अन्य प्रकार की अशक्तता वाले शिक्षार्थियों की शैक्षिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए स्वयं को कुशल नहीं पाते। यह अत्यावश्यक है कि शिक्षकों के प्रशिक्षण की अमूल्य अवधियों में उनमें

© NCERT not to be republished

इस संदर्भ के उपयुक्त अभिवृत्ति और कौशल विकसित किए जाएँ। इन विद्यार्थियों की शिक्षा पर बहुअशक्तताओं के पारस्परिक प्रभाव के कारण शिक्षकों के लिए बड़ी चुनौतियाँ उत्पन्न होती हैं, क्योंकि न तो कोई अकेली अथवा पृथक कार्यनीति और न ही कार्यनीतियों के संयोजन कार्य करते हैं। इसलिए शिक्षक-प्रशिक्षक को इस प्रकार की चुनौतियाँ स्वीकार करने के लिए पर्याप्त सर्जनशील होने की आवश्यकता है। इसके लिए सामान्य शिक्षकों के गहन पूर्वाभिमुखीकरण और समावेशित विद्यालयों में अच्छी गुणवत्ता वाले और निपुण विशिष्ट शिक्षकों की नियुक्तियों की आवश्यकता है।

7.6 सारांश

शिक्षकों एवं शिक्षार्थियों के बीच शिक्षाशास्त्रीय बदलाव में निरोध लाने वाले प्रभावों पर विवेचनात्मक ढंग से फ़ोकस करके तथा उन पर विजय पाने के लिए लक्षित सहयोगात्मक प्रयासों को प्रोन्नत करने की आवश्यकता है, जिससे भौतिक के शिक्षण-अधिगम में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव की ओर आगे बढ़ने की गति द्रुत हो सके। विज्ञान शिक्षा की वर्तमान स्थिति में किसी गुणात्मक बदलाव के लिए ज्ञान को एक नियत भंडार के रूप में न देखकर ज्ञान निर्माण प्रक्रम के रूप में देखते हुए शिक्षाशास्त्रीय बदलाव लाने की तुरंत आवश्यकता है।

शिक्षार्थी में योग्यता विकसित करने के बजाय आविष्कारशीलता, सर्जनात्मकता और विवेचनात्मक सोच को प्रोत्साहित करना चाहिए। रटकर याद करने की क्षमता के विकास को निरुत्साहित किया जाना चाहिए। अन्वेषण के कौशलों को भाषा प्रयोगशाला कार्य एवं प्रेरक अधिगम परिवेश के डिज़ाइन के माध्यम से सहारा दिया जाना चाहिए। यह भी बहुत महत्वपूर्ण है कि विद्यार्थियों को गलतियाँ और भूल करने दी जाएँ, क्योंकि यह अधिगम प्रक्रम का एक अनिवार्य हिस्सा है। उनके मन से 'पूरे नंबर' और 'प्रथम पुरस्कार' न पाने का डर भी निकालना आवश्यक है। शिक्षण-अधिगम के सभी पहलुओं में सभी शिक्षार्थियों की भागीदारी सुनिश्चित करनी चाहिए। विद्यालयों को अन्वेषण निपुणता, आविष्कारशीलता और सर्जनात्मकता को प्रेरित करने पर लक्षित विभिन्न शैक्षिक गतिविधियों पर बहुत अधिक बल देना चाहिए, चाहे वे बाह्य परीक्षा तंत्र का भाग न भी हों।

शिक्षक को स्वयं को लोगों के उस समूह का सक्रिय सदस्य मानना चाहिए जो शिक्षाशास्त्र को अद्यतन बनाने का चेतन प्रयास करते हैं जिससे वह बदलती सामाजिक आवश्यकताओं और शिक्षार्थी की व्यक्तिगत आवश्यकताओं के अनुरूप हो सके। शिक्षाशास्त्रीय बदलाव लाने के लिए शिक्षक को कार्य में लचीलापन लाने की छूट होनी चाहिए और साथ ही उन्हें इसके लिए विद्यालय अधिकारियों का समर्थन प्राप्त होते रहना चाहिए। शिक्षक को प्रशासन के साथ अपने विचारों को सुस्पष्ट कर लेना चाहिए। उन्हें संबंधित अधिकारियों के समक्ष शिक्षाशास्त्रीय मुद्दों पर अपना दृष्टिकोण विश्वास दिलाने वाले और प्रमाणित तरीके से रखने के लिए स्वयं को सशक्त अनुभव करना चाहिए।

अभ्यास

7.1 हम भौतिक विज्ञान में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव की आवश्यकता क्यों महसूस करते हैं?

7.2 इस अध्याय में दिए गए भौतिक विज्ञान के विभिन्न पाठ्यचर्या क्षेत्रों के उदाहरण लेकर शिक्षाशास्त्रीय बदलावों के विभिन्न पहलुओं को समझाइए।

7.3 विज्ञान को 'ज्ञान निर्माण की प्रक्रिया' के रूप में आप कैसे तर्कसंगत ठहराएँगे?

7.4 आप विज्ञान की प्रकृति और ज्ञान निर्माण की प्रकृति संबंधी हमारी समझ के बदलाव में क्या संबंध या समानता देखते हैं?

7.5 उदाहरण देकर भौतिक विज्ञान में ज्ञान के निर्माण में शिक्षकों और शिक्षार्थियों की भूमिका की चर्चा कीजिए।

7.6 'ज्ञान के निर्माण में अधिगम संदर्भों से उपलब्ध अनुभवों का बहुत उपयोग होता है।' समझाइए।

7.7 कौन-से विविध तरीके हैं जिनमें 'प्रेक्षण' 'वैज्ञानिक अन्वेषण' को प्रभावित कर सकता है? भौतिकी से एक उदाहरण लेकर इसे स्पष्ट कीजिए।

7.8 एक अधिगम संदर्भ का वर्णन कीजिए जो शिक्षार्थी को एक मॉडल 'परिकल्पित' करने में मार्गदर्शन देता है।

7.9 आप अपने विद्यार्थियों को बेहतर प्रेक्षण के लिए कैसे तैयार करेंगे? भौतिकी अथवा रसायन के एक विषय को लेकर प्रश्न बनाएँ, जिसके लिए चाहिए –

i) निर्देशित प्रेक्षण

ii) मुक्तांत प्रेक्षण

7.10 शिक्षार्थियों में यह संकल्पना निर्मित सहज करने हेतु कि जब किसी वस्तु को उत्तल लेंस के प्रकाश केंद्र और F के मध्य रखते हैं, तो आवर्धित प्रतिबिंब बनता है, आप उन्हें अन्वेषणार्थ कैसे प्रेरित करेंगे?

7.11 'वैज्ञानिक अन्वेषण का अधिगम भली-भाँति नियोजित होना चाहिए और इसे विज्ञान में शिक्षण-अधिगम को विभिन्न उपागमों के पार्श्व प्रभाव के रूप में अपेक्षित नहीं किया जाना चाहिए।' इस कथन की विवेचनात्मक परख कीजिए।

7.12 विज्ञान पाठ्यचर्या विज्ञान अधिगम परिवेश से किस प्रकार संबंधित होती है? एक शिक्षक सभी शिक्षार्थियों की अभिरुचियों और उनकी सांस्कृतिक पृष्ठभूमियों पर विचार करने के लिए किस प्रकार पाठ्यचर्या में विभिन्न समायोजन कर सकता है?

© NCERT not to be republished

7.13 विज्ञान सीखने में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव बहुशाखित होता है। आप विज्ञान सीखने में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव के विभिन्न आयामों को एकीकृत कैसे करेंगे? इस मुद्दे पर अपनी स्वयं की समझ को विवेचनात्मक रूप से प्रतिबिंबित करें।

7.14 आप विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र से क्या समझते हैं? इस संबंध में एन.सी.एफ–2005 की क्या अनुशंसाएँ हैं? उत्तर का समर्थन भौतिक विज्ञान के एक उदाहरण से करते हुए विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र को सुसाध्य बनाने में विज्ञान शिक्षक की भूमिका की चर्चा कीजिए।

7.15 विज्ञान कक्षा में शिक्षार्थियों के अधिगम अनुभवों की योजना बनाने के लिए शिक्षाशास्त्रीय बदलाव के इस अध्याय से उन मार्गदर्शक सिद्धांतों की सूची बनाइए जिन्हें आप पहचान सकते हैं। क्या आप उन अनुभवों को डिज़ाइन करने में शिक्षार्थियों के कक्षा के बाहर के अनुभवों की भूमिका को देखते हैं? चर्चा करें।

7.16 भौतिक विज्ञान के शिक्षाशास्त्र में आप क्या अंतर पाते हैं जब हम विज्ञान की प्रकृति को वैज्ञानिक विधि और वैज्ञानिक अन्वेषण के संदर्भ में देखते हैं जिसमें विशेष चरणों के समुच्चय या विधि नहीं होती? व्याख्या कीजिए।

7.17 चर्चा करें, आप विज्ञान अधिगम के परिवेश में एक ऐसा शिक्षाशास्त्र कैसे सुनिश्चित करेंगे जो लिंग, वर्ग और विशेष शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों के लिए संवेदनशील है?

7.18 भौतिक विज्ञान के संदर्भ में समावेशित कक्षा का क्या अर्थ है? समावेशित शिक्षा के विभिन्न शिक्षाशास्त्रीय पहलुओं की चर्चा करें। भौतिक विज्ञान अधिगम पर्यावरणों के कुछ वैकल्पिक उदाहरण दीजिए जो आप विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले शिक्षार्थियों के लिए डिज़ाइन कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

अध्याय 8

भौतिक विज्ञान अधिगम के लिए उपागम तथा कार्यनीतियाँ

8.1 परिचय

8.2 1950 से 1980 तक का परिदृश्य

8.3 1980 के पश्चात् का परिदृश्य

8.4 भौतिक विज्ञान अधिगम के उपागम तथा कार्यनीतियाँ
- 8.4.1 किसी उपागम तथा कार्यनीति में अंतर
- 8.4.2 अधिगम के विभिन्न उपागम तथा कार्यनीतियाँ
- 8.4.3 उपयुक्त उपागमों तथा कार्यनीतियों का चयन
- 8.4.4 सभी उपागमों तथा कार्यनीतियों के आवश्यक घटक

8.5 निर्मितिवाद उपागम

8.6 5E अधिगम उपागम

8.7 सहयोगात्मक अधिगम उपागम (CLA)
- 8.7.1 सहयोगात्मक उपागम के चरण
- 8.7.2 सहयोगात्मक अधिगम उपागम द्वारा सार्थक अधिगम सुनिश्चित करना
- 8.7.3 सहयोगात्मक अधिगम उपागम के अनुप्रयोग की विधियाँ
- 8.7.4 सहयोगात्मक अधिगम उपागम की सीमाएँ

8.8 समस्या समाधान उपागम (PSA)
- 8.8.1 समस्या समाधान उपागम के चरण
- 8.8.2 समस्या समाधान उपागम में शिक्षक की भूमिका
- 8.8.3 समस्या समाधान उपागम– एक उदाहरण

8.9 संकल्पना मानचित्रण
- 8.9.1 संकल्पना मानचित्रण के चरण
- 8.9.2 संकल्पना मानचित्रों के उपयोग

8.10 अनुभवजन्य अधिगम
- 8.10.1 अनुभवजन्य शिक्षार्थी की क्षमताएँ
- 8.10.2 सुसाध्यक की भूमिका

© NCERT not to be republished

8.11 संज्ञानात्मक द्वंद्व
8.11.1 संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करना
8.11.2 संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करने की तकनीकें
8.12 अन्वेषण उपागम
8.13 अनुरूपता कार्यनीति
8.14 शिक्षार्थी के लिए स्व-अध्ययन सुगम बनाना
8.15 विज्ञान में संचारण
8.15.1 विज्ञान के प्रभावी संचारक के गुण
8.15.2 शिक्षार्थियों में संचारण कौशलों को विकसित करना
8.16 सारांश

8.1 परिचय

विज्ञान अधिगम का संबंध विद्यार्थियों तथा अध्यापकों के लिए विज्ञान विषय-वस्तु की अवधारणाओं, विज्ञान संकल्पनाओं की प्रकृति, विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लक्ष्यों, शिक्षण-अधिगम तथा अधिगम प्रक्रम की प्रकृति से है। परंपरागत अधिगम प्रक्रम में अध्यापक तथ्यों को प्रेषित करते हैं और यह मान लेते हैं कि विद्यार्थी ज्ञान का निश्चेष्ट अभिग्राहक है। यह शिक्षण-अधिगम प्रक्रम **शिक्षक-केंद्रित उपागम है।** विद्यार्थी विज्ञान अधिगम को पूर्वनिर्मित ज्ञान या तथ्यों के संचय के रूप में देखते हैं जिसे रटकर सीखने के प्रक्रम द्वारा संचयित किया जाता है। सीखने का यह निश्चेष्ट भाव विद्यार्थियों को उनके ज्ञान को सक्रिय रूप से निर्मित करने और संकल्पनाओं को समझकर उनका दैनिक जीवन में अनुप्रयोग करने से रोकता है। इस उपागम की रूपरेखा कुछ इस प्रकार है –

- अधिगम एक निश्चेष्ट प्रक्रम है।
- शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में शिक्षार्थी सक्रिय रूप से शामिल नहीं होते।
- शिक्षण का केंद्र शिक्षक तथा शिक्षण कार्यनीतियाँ हैं।
- शिक्षार्थियों को समझाने के लिए शिक्षक मुख्य रूप से व्याख्यान का उपयोग करते हैं।
- यह माना जाता है कि शिक्षक सब कुछ जानते हैं और शिक्षार्थी कुछ भी नहीं जानते।
- शिक्षक प्रयोग निर्देशित करते हैं तथा शिक्षार्थी देखते हैं।
- शिक्षक अपना दबदबा बनाकर रखते हैं तथा शिक्षार्थी उनकी आज्ञा का पालन करते हैं।

अधिगम का शिक्षक-केंद्रित उपागम अनेक व्यक्तियों द्वारा स्वीकार नहीं किया जाता है। क्योंकि इसके द्वारा विद्यार्थियों में निर्णय लेने तथा समस्या हल करने, सर्जनात्मकता तथा

© NCERT not to be republished

विवेचनात्मक चिंतन कौशलों जैसी महत्वपूर्ण बौद्धिक क्षमताओं को विकसित करना संभव नहीं है। विज्ञान के अधिगम के बारे में समझ मनोविज्ञान तथा ज्ञान-शास्त्र के विकास के साथ धीरे-धीरे परिवर्तित होती गई। जे.एस. ब्रूनर, डेविड पी. औसुबेल तथा जीन पियाज़े जैसे मनोवैज्ञानिकों द्वारा अधिगम के नए मॉडलों के प्रतिपादन ने विज्ञान-शिक्षा समुदायों का ध्यान इस बात पर केंद्रित किया कि विद्यार्थी विज्ञान कैसे सीखते हैं। इसी के परिणामस्वरूप विज्ञान शिक्षण-अधिगम को संप्रेषण मॉडल की अपेक्षा विद्यार्थियों द्वारा ज्ञान के निर्माण के रूप में देखा जाने लगा।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्चा की रूपरेखा – 2005 ने पाठ्यचर्या के उद्देश्यों के उपार्जन के लिए **शिक्षार्थी-केंद्रित उपागम** पर ज़ोर दिया है। पाठ्यचर्चा की विषय-वस्तु तथा इसके आदान-प्रदान को शिक्षार्थी के लिए प्रासंगिक होना चाहिए तथा उन्हें नवीन ज्ञान के निर्माता बनने में सहायता करनी चाहिए। उन्हें इस बात के लिए भी तैयार करना चाहिए कि वह जीवनपर्यंत सीखता रहे। इसके लिए शिक्षण-अधिगम प्रक्रम को शिक्षक-केंद्रित से शिक्षार्थी-केंद्रित बनाने का शिक्षाशास्त्रीय बदलाव लाने की आवश्यकता है। इस बदलाव के बारे में हम पहले ही अध्याय 7 *भौतिक विज्ञान में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव* में चर्चा कर चुके हैं। आवश्यकता इस बात की है कि पूर्व-निर्धारित परिणामों तथा कौशलों की अपेक्षा शिक्षार्थियों को इस योग्य बनाया जाए की उनमें व्याख्यात्मक तर्क, विवेचनात्मक चिंतन और अन्वेषण कौशलों का विकास हो सके।

सर्वप्रथम हम अधिगम के विभिन्न सिद्धांतों तथा उपागमों के विकास की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि पर एक विहंगम दृष्टि डालें।

8.2 1950 से 1980 तक का परिदृश्य

1950 के दशक तक शिक्षण पर अनुसंधानों के केंद्र के दो मूल विषय रहे – पहला, 'विधि प्रयोग' जिनमें अनुसंधानकर्ताओं ने किसी विषय विशेष में उपयोग किए जाने वाली शिक्षण की विधि के सापेक्ष गुणों की तुलना किसी अन्य विधि से की और दूसरा, अच्छे शिक्षक की व्यक्तिगत विशेषताओं की छान-बीन की। 1960 के दशक तक यह पूरी तरह स्थापित हो गया था कि शिक्षण को मानकीकृत विधियों के रूप में वर्णित या निर्धारित नहीं किया जा सकता। साथ ही यह भी स्वीकार कर लिया गया कि शिक्षकों के किसी विशिष्ट लक्षण के आधार पर उनकी परस्पर तुलना नहीं की जा सकती। यह अनुभव किया गया कि शिक्षण को समझने के लिए, हमें यह भी अध्ययन करना होगा कि कक्षा में क्या परिघटित होता है।

1960 से 1980 के दौरान यह जानने का चलन प्रारंभ हुआ कि विद्यार्थी विज्ञान कैसे सीखते हैं। ब्रूनर(1961) ने सर्वप्रथम संकल्पना की विशिष्टताओं की पहचान की तथा संकल्पना प्राप्ति मॉडल प्रस्तावित किया। ब्रूनर के मॉडल के अनुसार यदि कोई बच्चा किसी संकल्पना का किसी

© NCERT not to be republished

अपरिचित स्थिति में प्रयोग करके वैध निष्कर्षों पर पहुँच जाता है, तब हम कह सकते हैं कि उसने संकल्पना समझ ली है। 'अन्वेषण अधिगम' को भी ब्रूनर ने ही प्रस्तावित किया जिसे 1960 से 1980 के दौरान पाठ्यचर्या विकसित करने के लिए आधार के रूप में उपयोग किया गया। उन्होंने विद्यार्थियों को, 'कैसे सीखें' के लिए सहायता करने पर बल दिया।

औसुबेल ने भी अधिगम प्रक्रम को समझने का प्रयत्न किया। विद्यार्थी जिस ज्ञान के साथ कक्षा में आते हैं उसके महत्व का वर्णन करने वाले पहले व्यक्तिओं में से वह एक थे। उन्होंने प्रस्तावित किया कि छात्र विचार-विहीन नहीं होते। उनका अनुभवजन्य ज्ञान, इस बात पर गहरा प्रभाव डालता है कि विद्यार्थी कक्षा में कैसे सीखते हैं। सार्थक अधिगम तभी हो पाता है जब नई सूचना वर्तमान संकल्पना के साथ जोड़ी जाती है और उस जानकारी में समाकलित की जाती है जिसे शिक्षार्थी पहले से समझते हैं। विद्यार्थी विज्ञान की कक्षा में जो सीखते हैं और जिसे वे पहले से ही जानते हैं, उनके बीच संबंध स्थापित कर सकते हैं। हम औसुबेल के अधिगम सिद्धांत पर विस्तार से विचार-विमर्श इसी अध्याय के परिच्छेद 8.9 में करेंगे।

यह समझने के लिए कि बच्चे विज्ञान कैसे सीखते हैं, यह आवश्यक है कि हम बच्चों की ज्ञानात्मक क्षमताओं तथा कौशलों के विकास के बारे में विचार करें। व्यापक तथा गहन प्रयोगाश्रित प्रमाणों के आधार पर पियाज़े ने 'अवस्था विकास' सिद्धांत प्रस्तावित किया, जिसमें बच्चे की मानसिक वृद्धि चार इंद्रियगोचर अवस्थाओं से गुज़रती है। ये अवस्थाएँ पदानुगत हैं। उन्होंने प्रत्येक अवस्था को एक विशेष आयु वर्ग से संबद्ध किया। प्रत्येक अवस्था से संबंधित आयु प्रत्येक व्यक्ति के लिए भिन्न होती है। जैसे कि, कुछ संज्ञानात्मक विकास अंतिम अवस्था तक नहीं पहुँच पाते। ये अवस्थाएँ हैं —

(i) संवेदी मोटर अवस्था (0–2 वर्ष)
(ii) पूर्व-परिचालन अवस्था (2–7 वर्ष)
(iii) मूर्त अवस्था (7–11 वर्ष)
(iv) औपचारिक अवस्था (11–15 वर्ष)

पियाज़े का विश्वास था कि अधिगम पूर्णतया शिक्षार्थी की विकासात्मक अवस्थाओं से प्रभावित होता है। शिक्षार्थी शारीरिक, बौद्धिक, भावात्मक तथा सामाजिक वृद्धि की अभिज्ञेय अवस्थाओं से होकर गुज़रते हैं जो यह निर्धारित करती है कि वह क्या सीख सकते हैं और उसे वे किस गहराई तक सीख सकते हैं। शिक्षार्थी के सीखने का सर्वश्रेष्ठ समय वह होता है, जब वह आगामी विकास की निकटस्थ अवस्था पर होते हैं। पियाज़े के अनुसार अधिगमकर्ता के मस्तिष्क में किसी संकल्पना का अधिगम चार संज्ञानात्मक प्रक्रियाओं द्वारा होता है – आंतरिक चित्रण (विचारों का संगठित मानसिक निरूपण), आत्मसात्करण, समायोजन तथा संतुलन। ये प्रक्रम संज्ञानात्मक विकास की किसी भी अवस्था के लिए विशिष्ट नहीं हैं। कोई भी व्यक्ति

© NCERT not to be republished

प्रत्येक नवीन अनुभव को अपने पूर्व ज्ञान के संदर्भ में समझकर उसे आत्मसात् करता है। भ्रांति तब होती है जब कोई शिक्षार्थी किसी विशिष्ट अनुभव को अपने पूर्व अनुभव के साथ आत्मसात् करने (अपनाने) में स्वयं को असमर्थ पाता है। संतुलन को प्राप्त करने के लिए शिक्षार्थी नए अनुभव को आत्मसात्करण तथा समायोजन के प्रक्रम द्वारा अर्थपूर्ण बना लेता है। यह प्रक्रम किसी व्यक्ति से उसके पूर्व ज्ञान की पुन: संरचना करने या पूर्व ज्ञान को त्यागकर पूर्णतया नए ज्ञान का निर्माण करने की अपेक्षा रखता है। ये दो प्रक्रम अर्थात् आत्मसात्करण और समायोजन विज्ञान के अधिगम को समझने में महत्वपूर्ण प्रक्रियाएँ हैं।

लेव एस. वायगोतस्की के तर्क के अनुसार अधिगम की प्रकृति सामाजिक है। यह जानना अत्यधिक महत्वपूर्ण है कि अच्छे शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के द्वारा कोई बच्चा सीखने में कितना सक्षम है। उनका विश्वास था कि अधिगम संरचनाबद्ध हो सकता है, इसलिए जब शिक्षक या अन्य वयस्क अपने विकसित ज्ञान के उपयोग द्वारा अधिगम को अर्थपूर्ण दिशा-निर्देशन प्रदान करते हैं तो बच्चे सक्रिय रूप से अधिगमकर्ता बन जाते हैं। बच्चा/बच्ची अपने सहसमूह के साथियों, बड़े बच्चों, वयस्कों तथा समाज के उन अन्य सदस्यों से पारस्परिक क्रिया करके सीखता/सीखती है, जो उससे अधिक जानते हैं और अधिक अनुभव रखते हैं।

अपनी समझ की दूसरों से तुलना करके तथा अपने ज्ञान का दूसरों के ज्ञान के संदर्भ में परीक्षण करके शिक्षार्थी नए ज्ञान का विकास करते हैं। मान लीजिए कोई छात्र किसी ऐसी संकल्पना का सामना करता है जिसे वह समझ नहीं पाता, लेकिन उसी संकल्पना को वह सीख सकता है यदि उसे शिक्षण-अधिगम के अवसर प्रदान किए जाएँ और विशेषकर ऐसे उपकरण या सहायक सामग्री दी जाए, जो उसे समझने में सहायता करे। वायगोतस्की का विश्वास था कि यदि बच्चे को सहायता दी जाए तो वह बिना सहायता वाली स्थिति की अपेक्षा अधिक सीख सकता है। कोई बच्चा बिना सहायता के क्या परिणाम दिखा सकता है और सहायता या अच्छे प्रशिक्षण के साथ क्या परिणाम दिखा सकता है, इन दोनों के बीच का अंतर *निकटस्थ विकास का क्षेत्र* कहलाता है। अत: जब कोई शिक्षक शिक्षण की योजना बनाते हैं तो उन्हें बच्चे के लिए *निकटस्थ विकास के क्षेत्र* की जानकारी होनी चाहिए जिससे कि उसकी अधिकतम क्षमता को साकार किया जा सके।

8.3 1980 के पश्चात् का परिदृश्य

शोधकर्ताओं ने यह पाया है कि शिक्षण प्रक्रम में, शिक्षक महत्वपूर्ण नहीं है, शिक्षार्थी भी महत्वपूर्ण नहीं है, लेकिन अधिगम प्रक्रम महत्वपूर्ण है जो शिक्षण-अधिगम प्रक्रम की सफलता को मापता है। इस प्रक्रम से उन्हें दो महत्वपूर्ण निष्कर्ष प्राप्त हुए– (i) अभिनिश्चित करना कि बच्चा/बच्ची क्या जानता/जानती है और (ii) उसे तदनुरूप शिक्षण-अधिगम में व्यस्त करना। 1980 तथा 1990 के दौरान निर्मितिवाद की संकल्पना ने ज़ोर पकड़ा। पोसनर (1982), ड्राइवर

© NCERT not to be republished

(1994), नोवाक (1984) तथा अन्य विशेषज्ञों द्वारा, बच्चे ज्ञान का निर्माण कैसे करते हैं और शिक्षक बच्चों को अपनी संकल्पना के निर्माण में कैसे सहायता कर सकते हैं, जैसे विषयों पर अनेक अध्ययन किए गए। इन अध्ययनों ने शिक्षण-अधिगम के निर्मितिवाद अभिगम की कुछ मूल विशिष्टताओं को जुटाया –

- कोई भी बच्चा कक्षा में प्रवेश करते समय संकल्पनाओं से रहित नहीं होता। अधिगम में शिक्षार्थी की पूर्व संकल्पनाओं का पुनर्गठन समाविष्ट है।
- संकल्पनाओं की शिक्षा नहीं दी जा सकती, लेकिन निर्माण किया जाता है।
- प्रत्येक बच्चा/बच्ची अपने वर्तमान ज्ञान के आधार पर अपने ज्ञान का निर्माण करता/करती है।
- किसी भी संकल्पना के बारे में किसी बच्चे की व्यक्तिगत संकल्पना उसके लिए यथार्थत: सही और वैध होती है। हो सकता है यह वैज्ञानिक रूप से सही न हो। बच्चे की व्यक्तिगत संकल्पना भ्रांत अथवा सहज संकल्पनाएँ हो सकती हैं जिसे परिवर्तन या किंचित व्यक्तिगत परिवर्तन करना भी कठिन होता है।
- अर्थपूण अधिगम प्रामाणिक अधिगम कार्यों द्वारा होता है।
- सामाजिक ढाँचे में अधिगम सुसाध्य हो जाता है।

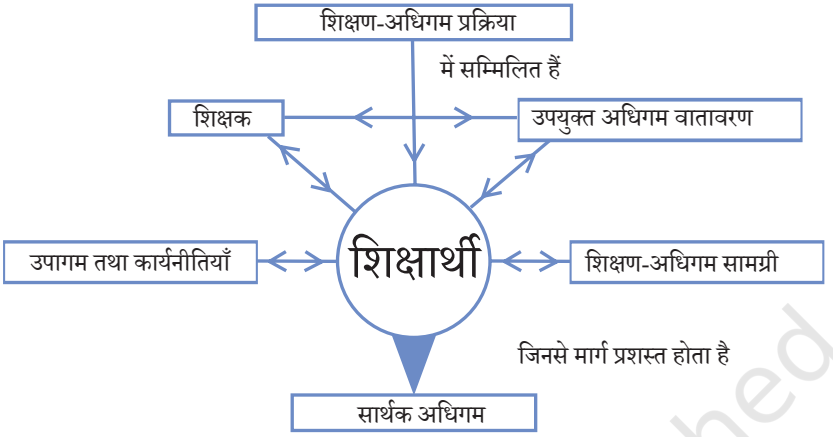
इस प्रकार, ज्ञान की अनेकत्व, प्रासंगिक तथा व्यक्तिपरक प्रकृति को अनुभव कर लेने के पश्चात् शिक्षक शिक्षार्थियों को शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में सक्रियात्मक रूप से व्यस्त करके अपने तरीके से वैज्ञानिक संकल्पनाओं का निर्माण करने में उनकी मदद कर सकते हैं।

8.4 भौतिक विज्ञान अधिगम के उपागम तथा कार्यनीतियाँ

विज्ञान का शिक्षण-अधिगम एक अत्यंत जटिल प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया के अंतर्गत शिक्षार्थी, शिक्षक, शिक्षण-अधिगम सामग्री तथा उचित उपागम एवं कार्यनीतियाँ और सार्थक अधिगम के लिए उपयुक्त अधिगम परिवेश आते हैं। शिक्षार्थी अधिगम प्रक्रिया के केंद्र पर होता है और शिक्षक अधिगम में सुसाध्यक की तरह कार्य करते हैं (चित्र 8.1)।

अधिगम के उपागम तथा कार्यनीतियाँ हमें यह निश्चय करने में सहायता करते हैं कि अधिगम प्रक्रिया को किस प्रकार प्रारंभ किया जाए जिससे शिक्षार्थियों का ध्यान इस प्रक्रिया में लगा रहे। संकल्पना का आदान-प्रदान किस प्रकार किया जाए और किन शिक्षण-अधिगम सामग्रियों का चयन किया जाए जिससे कि ये आदान-प्रदान आनंददायक तथा अर्थपूर्ण बन जाए। अधिगम अध्ययन दर्शाते हैं कि विभिन्न शिक्षार्थी अधिगम की भिन्न-भिन्न पद्धतियाँ अपनाते हैं और भिन्न प्रकार से सीखते हैं। वे कक्षा में अपने आस-पास के प्राकृतिक परिवेश के बारे में कुछ पूर्व ज्ञान के साथ आते हैं। इसलिए, शिक्षक को शिक्षार्थियों की अधिगम

आवश्यकताओं तथा अधिगम शैलियों को ध्यान में रखकर अधिगम के विभिन्न उपागमों के बारे में विचार करना होता है।



***चित्र 8.1** — शिक्षण-अधिगम प्रक्रम*

8.4.1 किसी उपागम तथा कार्यनीति में अंतर

उपागम शब्द का उपयोग विस्तृत अर्थ में होता है। इससे तात्पर्य है कि किसी वांछित लक्ष्य को प्राप्त करने के उद्देश्य से किसी निश्चित दिशा में सोच-विचार करना और कार्य करने की दिशा निर्धारित करना। उदाहरण के लिए, कोई शिक्षक शिक्षण-अधिगम के समय निर्मितिवादी उपागम का उपयोग कर सकते हैं। इसका अर्थ है कि वह शिक्षण-अधिगम के लिए कोई भी कार्यनीति या योजनाएँ बनाएँ, वह निर्मितिवाद के प्रतिमान के अनुसार होंगी। वह इस उपागम से निर्दिष्ट होने वाली उन नवीन शिक्षण तकनीकों तथा कार्यनीतियों में से किसी को भी अपना सकते हैं।

इसके विपरीत, कार्यनीति एक उचित तथा व्यवस्थित योजना है, जिसका अभिप्राय उद्देश्य प्राप्त करना है। शिक्षा में, कार्यनीति का अर्थ है उपयुक्त तकनीकों के उपयोग से शिक्षोशास्त्रीय प्रक्रमों का उचित चयन, ताकि ये सभी शिक्षक द्वारा चयनित उपागम के क्षेत्र के अंतर्गत ही रहें। कार्यनीतियों को शिक्षण-अधिगम स्थिति के अनुसार परिवर्तित अथवा संशोधित किया जा सकता है। इसके विपरीत, शिक्षण की विधि शिक्षण-अधिगम के लिए प्रचलित क्रियाओं का एक समूह है। शिक्षण की तकनीक शिक्षार्थी को शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में व्यस्त रखने का कौशल है। यह कार्य/उद्देश्य पूरा करने के लिए एक निश्चित विशिष्ट विधि है।

8.4.2 अधिगम के विभिन्न उपागम तथा कार्यनीतियाँ

सभी बच्चे सीखने के लिए उत्सुक और सक्षम होते हैं। वे बातचीत करने, सुनने, बोलने, हाथों से कार्य करने, प्रयोग करने, प्रेक्षण,और विचार-विमर्श करने जैसे विविध प्रकार के अनुभवों के

© NCERT not to be republished

द्वारा ज्ञान, कौशल तथा समझ अर्जित करते हैं। इसलिए, विज्ञान का एक अच्छा शिक्षाशास्त्र वस्तुत: अनेक उपागमों का विवेकपूर्ण मिश्रण होना चाहिए जो सभी बच्चों को विभिन्न प्रकार के क्रियाकलापों में व्यस्त रहने का अवसर दे सके।

उनकी अधिगम रुचि, क्षमताएँ, प्रेरणा तथा ज्ञान को नवीन स्थितियों में प्रयोग करने की क्षमता को प्रभावित करने वाले अनेक कारक हैं। इसलिए, अधिगम के उपागम विभिन्न पृष्ठभूमि के शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं के अनुकूल होने चाहिए।

एक ही संकल्पनाओं का आदान-प्रदान एक ही शिक्षक द्वारा अनेक उपागमों तथा कार्यनीतियों के माध्यम से किया जा सकता है। यह भी देखा गया है कि एक ही प्रकरण का आदान-प्रदान विभिन्न शिक्षकों द्वारा भिन्न-भिन्न उपागमों तथा कार्यनीतियों के माध्यम से किया जा सकता है। शिक्षण-अधिगम संबंधी सर्वोत्तम उपागम के चयन के लिए, शिक्षक ही सर्वश्रेष्ठ व्यक्ति है जो शिक्षार्थी के पूर्व ज्ञान, स्थिति की आवश्यकता, संदर्भ, प्रकरण, विषय तथा शिक्षार्थी की क्षमताओं के आधार पर इस विषय में निर्णय ले सकते हैं।

प्रत्येक शिक्षार्थी अपनी विशिष्ट गति से सीखता है और स्वयं बनाए गए अर्थों द्वारा अपने ज्ञान का निर्माण करता/करती है। शिक्षक किसी विशेष उपागम तथा कार्यनीति का चयन कर सकते हैं जो कक्षा में शिक्षार्थी की सक्रिय भागीदारी का सूत्रपात कर सकें।

शिक्षक के लिए आवश्यक है अधिगम के एक सुसाध्यक के रूप में वह उपयुक्त एवं प्रेरक अधिगम परिवेश का निर्माण करे ताकि विभिन्न शिक्षार्थी विभिन्न संकल्पनाओं को समझने के साथ-साथ वैज्ञानिक अभिवृत्ति विकसित कर सकें।

शिक्षण-अधिगम की कोई भी ऐसी उपागम या कार्यनीति नहीं है जो सभी स्थितियों में उपयुक्त या सर्वश्रेष्ठ हो। यह आवश्यक है कि शिक्षक शिक्षार्थियों के साथ संवाद करें, उनके साथ वार्ता करें, उनके वर्तमान ज्ञान के बारे में सोचें, उसको पहचान प्रदान कर स्वीकार करें। विज्ञान के अधिगम के लिए सबसे अधिक उपयुक्त उपागम या कार्यनीति का चयन करने, उसे तात्कालिक बनाने अथवा विकसित करने के लिए यह महत्वपूर्ण है कि विचाराधीन संकल्पना को शिक्षार्थियों के पूर्व ज्ञान से जोड़ा जाए।

8.4.3 उपयुक्त उपागमों तथा कार्यनीतियों का चयन करना

सभी उपागम तथा कार्यनीतियाँ कुछ परिस्थितियों में प्रभावी होती हैं तथापि कोई भी उपागम या कार्यनीति पूर्ण अथवा आदर्श नहीं है। कोई विशेष उपागम एक स्थिति में व्यावहारिक हो सकता है, लेकिन किसी अन्य स्थिति में असफल हो सकता है। उपागम तथा कार्यनीति के बारे में निश्चय करने से पहले आप कुछ अधिगम अनुभवों (के समूह) के बारे में अग्रलिखित दिशा-निर्देशों के अनुदिश सोच-विचार कर सकते हैं –

© NCERT not to be republished

- क्या इसमें शिक्षार्थी को परिचर्चा में सम्मिलित करने, उनके विचारों को सुनने, क्रियाकलाप तथा प्रयोग करने, प्रेक्षण लेने, पढ़ने, लिखने, विचार-विमर्श करने, उन्हें आगे पढ़ने के लिए पथ-प्रदर्शन करने का अवसर प्रदान करने का प्रावधान है?
- क्या यह शिक्षार्थियों को सीखने के लिए प्रोत्साहित करता है?
- क्या आप इस पर कार्य करते समय सहज अनुभव करते हैं? उपागम तथा योजना के बारे में स्वयं निश्चय करें। इसे दूसरों द्वारा सुझाए रूप में मत लीजिए।
- क्या यह शिक्षण-अधिगम अनुभवों के उद्देश्यों को पूरा करता है?
- क्या यह स्थानीय परिस्थितियों में व्यावहारिक है?

8.4.4 सभी उपागमों तथा कार्यनीतियों के आवश्यक घटक

किसी भी उपागम या कार्यनीति का चयन करते समय हमें जिन बातों को सदैव ध्यान में रखना चाहिए उनमें से कुछ हैं –

- बच्चों की सहायता करें कि वह कैसे सीखें।
- व्यक्तिगत अंतर तथा उनके सीखने की शैलियों को समझें और पहचानें।
- बच्चों की अधिगम आवश्यकताओं के प्रति सहानुभूतिपूर्ण तथा संवेदनशील रहें।
- शिक्षार्थियों की सक्रिय भागेदारी हो।
- विज्ञान के अन्वेषण तथा प्रक्रम कौशल विज्ञान शिक्षण-अधिगम के अनिवार्य अंग होने चाहिए। विभिन्न प्रक्रम कौशल हैं– किसी समस्या को परिभाषित करने की क्षमता, किसी प्रयोग को डिज़ाइन करना, युक्ति संगत तर्क देना, अनुमान लगाना तथा प्रेक्षणों पर आधारित निष्कर्ष निकालना, प्रश्न पूछना और उनके उत्तर स्वयं खोजना तथा प्राप्त जानकारी का स्पष्ट आदान-प्रदान करना।
- शिक्षार्थी का पूर्व ज्ञान।
- आदान-प्रदान की जा रही संकल्पना की प्रकृति।
- प्राप्त किए जाने वाला उद्देश्य।
- संसाधनों की उपलब्धता।
- उपागम को कार्यांवित करने में पर्याप्त लचीलापन लाने के लिए उपलब्ध अवसर।

8.5 निर्मितिवाद उपागम

जब कोई शिक्षक कक्षा में प्रवेश करता है तो दो प्रश्न उठते हैं– क्या पढ़ाया जाए? और कैसे पढ़ाया जाए? शिक्षक से अपेक्षा की जाती है कि भौतिक विज्ञान की विषय-वस्तु के साथ-साथ इसके शिक्षाशास्त्र का भी ज्ञाता हो। शिक्षार्थी के ज्ञान के निर्माण के लिए, शिक्षक निर्मितिवाद शिक्षाशास्त्र के क्षेत्र के अंतर्गत शिक्षण-अधिगम की विभिन्न कार्यनीतियों को मूल रूप में या

© NCERT not to be republished

उन्हें रूपांतरित कर अपना सकते हैं। अनेक निर्मितिवाद शिक्षाशास्त्र (ब्रुकस तथा ब्रुक्स 1993; स्टेफ़ी तथा गेल, 1995; लारोशेले, बेनार्ज़ तथा गैरीसन, 1998) उपलब्ध हैं जो कुछ उभयनिष्ठ सिद्धांतों को समान रूप से सम्मिलित करते हैं और इंगित करते हैं कि निर्मितिवाद शिक्षाशास्त्र में आठ आवश्यक कारक हैं —

(i) अधिगम विश्वसनीय तथा वास्तविक वैश्विक परिवेश में होना चाहिए।
(ii) अधिगम में सामाजिक सह-निर्धारण तथा मध्यगता सम्मिलित होनी चाहिए।
(iii) विषय-वस्तु तथा कौशलों को शिक्षार्थी के पूर्व ज्ञान के ढाँचे के अंदर समझा जाना चाहिए।
(iv) विषय-वस्तु तथा कौशलों को शिक्षार्थी के लिए प्रासंगिक होना चाहिए।
(v) शिक्षार्थियों का मूल्यांकन निर्माणात्मक रूप में होना चाहिए, जो उनके भविष्य के अधिगम अनुभवों को निर्धारित करने में सहायक हों।
(vi) शिक्षार्थियों को अपने अधिगम के संदर्भ में स्व-नियंत्रक, स्व-मध्यस्थ तथा स्व-अवगत बनने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।
(vii) शिक्षक मूल रूप से अधिगम के एक पथ-प्रदर्शक तथा सुसाध्यक के रूप में कार्य करना चाहिए न कि एक प्रशिक्षक की भाँति।
(viii) शिक्षक को विषय के बहु-परिदृश्यों तथा निरूपण के लिए प्रोत्साहन प्रदान करना चाहिए।

पिछले तीन दशकों में विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा निरूपण के ढाँचे के अंतर्गत कक्षा में शिक्षण-अधिगम के लिए अनेक शिक्षण मॉडल प्रस्तुत किए गए हैं। निर्मितिवाद शिक्षण की प्रक्रियाओं का कक्षा स्तर पर शिक्षण में क्रियान्वयन विश्वव्यापी चिंता का विषय है, क्योंकि यह अर्थपूर्ण अधिगम का पथ-प्रदर्शित करता है। अनेक अनुसंधानकर्ताओं ने संरचनात्मक कार्यनीतियों को विभिन्न क्रमिक रूपों में है जो निर्मितिवाद आधारित शिक्षण मॉडलों के रूप में सामने आते हैं। तथापि, सभी निर्मितिवाद शिक्षण मॉडल प्राय: पाँच मूल घटकों (टॉलमैन तथा हार्डी 1995) द्वारा नियंत्रित होते हैं। ये अवयव हैं –

(i) पूर्व ज्ञान को उत्प्रेरित करना
(ii) ज्ञान का उपार्जन करना
(iii) ज्ञान को समझना
(iv) ज्ञान का उपयोग करना
(v) ज्ञान पर चिंतन करना

निर्मितिवाद के अनेक शिक्षण मॉडल हैं, जैसे –

- नसबौम एंड नॉविक मॉडल (1982)
- जेनेरेटिव लर्निंग मॉडल (1985)
- आइडियेशनल कन्फ़्रन्टेशन (1985)
- ड्राइवर एंड ओल्डहैम मॉडल (1986)

© NCERT not to be republished

- नीडरर मॉडल (1987)
- निदाम्स फ़ाइव फ़ेज़ मॉडल। (1987)
- नील, स्मिथ एंड जॉनसन मॉडल (1990)
- प्राब्लम बेस्ड लर्निंग मॉडल (1992-1995)
- ग्लैसर एंड ललिक मॉडल (1993)
- विट्रॉक द्वारा प्रस्तावित मॉडल (1994)
- इंटरप्रिटेशन कंसट्रक्शन (ICON) मॉडल (1995)
- वॉयसेज मॉडल (1997)
- 5E मॉडल (1997)
- मॉडल प्रपोज़्ड बॉइ ह्यूसन एट ऑल (1999)
- मैटाकॉग्निटिव लर्निंग साइकिल मॉडल (2000)
- कंस्ट्रक्टिविस्ट लर्निंग डिज़ाइन मॉडल (2001)
- डयूअॅल सिचुएटेड लर्निंग मॉडल (DSLM), (2004)
- मोटिवेशनल मॉडल ऑफ़ कंस्ट्रक्टिविस्ट-इनफ़ार्मड टीचिंग (2005)

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा–2005 ने विद्यालयों में शिक्षण-अधिगम में निर्मितिवाद उपागम के उपयोग को प्रभावशाली रूप में अनुशंसित किया है। ब्लैक तथा मैकक्लिनटोक (1995) की व्याख्या के अनुसार इंटरप्रिटेशन कंस्ट्रक्शन (ICON) मॉडल के सात चरण हैं–

(i) प्रेक्षण
(ii) अर्थ निर्णय
(iii) संदर्भीकरण
(iv) संज्ञानात्मक शिक्षार्थन
(v) सहयोग
(vi) बहुविध अर्थनिर्णय
(vii) बहुविध अभिव्यक्ति

क्रियाकलाप 8.1

उपर्युक्त सात चरणों के विषय में विस्तार से जानने के लिए राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा–2005 की पृष्ठ संख्या 19 को ध्यानपूर्वक पढ़िए। इसके लिए आप वेबसाइट www.ncert.nic.in पर जा सकते हैं। भौतिक विज्ञान की किसी संकल्पना का चयन कर एक ऐसे ही अधिगम स्थिति डिज़ाइन कीजिए। अपने कार्य को अपने मित्रों के साथ साझा कीजिए और उनसे विचार-विमर्श कीजिए।

इस अध्याय के आगे के अनुच्छेदों में उदाहरणों की सहायता से अधिगम के निम्नलिखित मॉडलों/उपागमों/कार्यनीतियों के बारे में चर्चा की गई है–

(i) 5E अधिगम उपागम (5E लर्निंग मॉडल)
(ii) सहयोगात्मक अधिगम उपागम (कोलेबोरेटिव लर्निंग एप्रोच)
(iii) समस्या समाधान उपागम (प्रॉब्लम सोल्विंग एप्रोच)

© NCERT not to be republished

(iv) संकल्पना मानचित्रण (कंसेप्ट मैपिंग)

(v) अनुभवजन्य अधिगम (एक्सपीरिएंशियल)

(vi) संज्ञानात्मक द्वंद्व (कॉग्निटिव कंफ़्लिक्ट)

(vii) अन्वेषण उपागम (इंक्वायरी एप्रोच)

(viii) अनुरूपता उपागम (एनॉलॉजी एप्रोच)

जैसे-जैसे शिक्षार्थियों की आयु बढ़ती जाती है, वे कक्षा के और अधिक अनुभवों को एकत्र करते हैं और अर्थपूर्ण अधिगम के लिए अपनी स्वयं की योजनाएँ विकसित करते हैं। शिक्षक के थोड़े से सहयोग द्वारा उन्हें स्व-अध्ययन के लिए प्रेरित किया जा सकता है। हम इसे भी एक उदाहरण द्वारा समझेंगे। इसके बाद हम विज्ञान में संचारण के विभिन्न पक्षों पर भी विचार-विमर्श करेंगे।

8.6 5E अधिगम उपागम

यह एक निर्मितिवाद शिक्षण-अधिगम मॉडल है। इसके 5E निरूपित करते हैं– व्यस्त करना (Engage), अन्वेषण करना (Explore), व्याख्या करना (Explain), विस्तृत करना (Elaborate) तथा मूल्यांकन करना (Evaluate)। इस मॉडल में पाँच स्पष्ट, लेकिन अंत: संबंधित अवस्थाओं का उपयोग करके वैचारिक परिवर्तन प्राप्त किया जा सकता है। आइए इसे *ध्वनि कंपित वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है,* की संकल्पना के संदर्भ में समझें।

(i) **व्यस्त करना या ध्यान केंद्रित करना** – विद्यार्थियों से प्रश्न पूछ कर, समस्या को परिभाषित करके अथवा किसी रोचक घटना की ओर उनका ध्यान आकर्षित करके उन्हें व्यस्त रखना आवश्यक है ताकि अधिगम कार्यों पर उनका ध्यान केंद्रित किया जा सके। यह सीखने के लिए अभिप्रेरित करने की प्रक्रिया है।

शिक्षक विद्यार्थियों का ध्यान कंपित वस्तु द्वारा ध्वनि उत्पन्न करने वाली विभिन्न घटनाओं की ओर आकर्षित कराते हैं और उन्हें प्रेरित करते हैं कि वे ध्यानपूर्वक देखें। वह शिक्षार्थियों का ध्यान निम्न स्थितियों की ओर खींचते हैं।

- गाते समय या ध्वनि उत्पन्न करते समय अपनी गर्दन के सामने के भाग को स्पर्श करने पर क्या होता है?
- किसी धातु के कटोरे या घंटी आदि पर आघात करने के बाद वस्तु को धीमे-से स्पर्श करने पर क्या महसूस करते हैं? उसे नोट करें।
- विभिन्न वाद्य यंत्रों की वीडियो फ़िल्म को ध्यानपूर्वक देखकर यह जानना कि इन्हें कैसे बजाया जाता है।

प्लास्टिक पात्र का एक कर्णमृदंग

© NCERT not to be republished

- टिन या प्लास्टिक के किसी ऐसे डिब्बे के खुले सिरे पर अपना नाम ज़ोर से पुकारना, जिसके दूसरे सिरे को एक ताने हुए गुब्बारे से ढक दिया गया है और इस गुब्बारे पर रखे अन्न के कुछ दानों की गति को ध्यानपूर्वक देखना।

(ii) **अन्वेषण करना** – विद्यार्थी सभी इंद्रियों के द्वारा अन्वेषण करने का अवसर प्राप्त करते हैं। विद्यार्थियों को एक साथ कार्य करने का अवसर प्रदान करने पर वह एक सर्वनिष्ट अनुभव का आधार बनाते हैं जो उन्हें भागेदारी तथा संचारण की प्रक्रिया में सहायता करता है। अन्वेषण के दौरान विद्यार्थियों की पूछताछ की प्रक्रिया शिक्षण-अधिगम को दिशा प्रदान करती है।

विद्यार्थी यह प्रेक्षण करके कि विभिन्न स्थितियों में ध्वनि कैसे उत्पन्न होती है, कुछ अनुभवों को प्राप्त करते हैं। शिक्षक विद्यार्थियों को इस अन्वेषण में सहायता करते हैं कि उपर्युक्त सभी क्रियाकलापों में क्या सर्वनिष्ठ हैं। विद्यार्थी प्रेक्षण करते हैं कि 'सभी स्थितियों में ध्वनि उत्पन्न होती है।' शिक्षक पूछते हैं "इन सभी स्थितियों में आप दूसरी सर्वनिष्ठ बात क्या देखते हैं?" वे कहते हैं, "ये कंपन है"। विद्यार्थियों में से एक पूछता है, "जब मेज़ को थपथपाते हैं तो कोई कंपन दिखाई नहीं देता, तो ध्वनि कैसे उत्पन्न होती है?"

(iii) **व्याख्या करना** – शिक्षक चर्चा द्वारा विद्यार्थियों के विचारों की खोजबीन करते हैं। समसमूहों एवं अधिगम के सहजकर्ता के साथ पारस्परिक संवाद पर ध्यान देकर उनके प्रश्नों, लेखन, आलेख तथा क्रियाकलापों एवं प्रयोगों में उनके निष्पादन के बारे में पता चल सकता है। इससे शिक्षक को विद्यार्थियों के अधिगम की प्रगति को सहज बनाने में तथा आकलन को शिक्षण-अधिगम के साथ समाकलित करने में सहायता मिल सकती है।

शिक्षक विद्यार्थियों के साथ चर्चा करते हैं और यह व्याख्या करने में उनकी सहायता करते हैं कि मेज़ का कंपन क्यों नहीं देखा जा सकता। यांत्रिक ऊर्जा के द्वारा ही कंपन उत्पन्न किया जा सकता है, इसका मूर्त रूप से बोध कराने के लिए शिक्षक उन्हें निम्नलिखित दो क्रियाकलापों को करने में सहायता कर सकते हैं –

- एक स्वरित्र द्विभुज (ट्यूनिंग फ़ॉर्क) लीजिए और इसे रबर के किसी सख्त पैड पर ज़ोर से मारिए। क्या आप कोई ध्वनि सुन पाते हैं? अब कंपन करते स्वरित्र द्विभुज की दोनों भुजाओं के सिरों को पानी से भरे गिलास/बीकर में डुबोइए और ध्यानपूर्वक देखिए कि क्या होता है।

स्वरित्र द्विभुज के कंपन जल की सतह में विक्षोभ उत्पन्न करते हैं।

© NCERT not to be republished

- कंपन करते हुए स्वरित्र द्विभुज को लटकी हुई टेबल टेनिस की गेंद के समीप लाइए। आप क्या प्रेक्षित करते हैं?

शिक्षक उन्हें यह निष्कर्ष निकालने में सहायता करते हैं कि स्वरित्र द्विभुज की भुजाएँ कंपन कर रही हैं। कुछ स्थितियों में कंपन का आयाम इतना कम होता है कि हम उन्हें देख नहीं पाते। तथापि, हम इनका अनुभव कर सकते हैं।

(iv) **विस्तृत करना** – विद्यार्थी सीखी गई संकल्पनाओं को विस्तारित कर सकते हैं, अन्य संबंधित संकल्पनाओं से उनका संबंध कर सकते हैं और अपनी समझ को वास्तविक जीवन की स्थितियों में उपयोग में ला सकते हैं। शिक्षक एक सुसाध्यक की भाँति क्रिया करते हुए, विद्यार्थियों को स्वयं कार्य करके सोच-विचार में व्यस्त रखने के कुछ अतिरिक्त अवसर प्रदान करते हैं तथा अपनी समझ विकसित करने में उन्हें सहायता करते हैं।

शिक्षक विद्यार्थियों को ऐसे अन्य क्रियाकलापों/प्रयोगों/वास्तविक जीवन की स्थितियों को सुझाने के लिए प्रोत्साहित करते हैं जहाँ ध्वनि उत्पन्न होती है और कंपन को महसूस किया जा सकता है। विद्यार्थी इस संकल्पना के विषय में अपने दैनिक जीवन के अनुभवों को आपस में बाँटते हैं।

(v) **मूल्यांकन करना** – इस स्तर पर शिक्षक यह सुनिश्चित करते हैं कि क्या विद्यार्थियों ने संकल्पना का ज्ञान और उसके बारे में वांछित समझ प्राप्त कर ली है। शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के दौरान शिक्षण-अधिगम का सतत मूल्यांकन तथा आकलन करते रहते हैं।

विद्यार्थियों के ज्ञान निर्माण की जाँच उचित प्रश्नों तथा विज्ञान के अनेक प्रक्रम और अन्वेषण कौशलों एवं कक्षा के क्रियाकलाप में उनकी भागीदारी के प्रेक्षण द्वारा की जा सकती है। विद्यार्थियों के सहयोग से अधिगम सूचक तथा अधिगम सूचक को दर्शाने वाले विशिष्ट कार्य का प्रतिपादन करते हुए शिक्षक छात्रों द्वारा किए गए क्रियाकलापों के प्रत्येक भाग का मूल्यांकन करते हैं। वह विद्यार्थियों के लिए उनका स्व-आकलन एवं सम-समूह आकलन सहज बनाते हैं। यह प्रेक्षित करने के लिए कि ध्वनि कंपित वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है, शिक्षार्थी रबर का एक छल्ला, पेंसिल बाक्स और दो पेंसिल का उपयोग करते हुए एक क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप 8.2

5E निर्मितिवाद शिक्षण मॉडल का उपयोग करके कक्षा में इस संकल्पना को कि अम्लों तथा क्षारों को परस्पर मिलाने पर उदासीकरण की अभिक्रिया होती है (अथवा अपनी रुचि का कोई विषय/प्रकरण), का आदान-प्रदान कीजिए। मॉडल के प्रत्येक पहलू के लिए क्रियाकलाप का रूपांकन कीजिए।अपने सहपाठियों एवं शिक्षक-प्रशिक्षक के समालोचनात्मक विचार जानने के लिए कक्षा में इस क्रियाकलाप पर आप पावर प्वाइंट प्रस्तुतीकरण भी कर सकते हैं।

8.7 सहयोगात्मक अधिगम उपागम (CLA)

शिक्षा का एक महत्वपूर्ण लक्ष्य शिक्षार्थी को भावी जीवन में कार्य क्षेत्र के लिए तैयार करना है। इसके लिए उन्हें अपनी जिन क्षमताओं के विषय में अन्वेषण तथा विकास करने की आवश्यकता होती है, वे हैं –

- सहयोगपूर्वक कार्य करना।
- प्रभावी ढंग से विचार व्यक्त करना तथा अपने विचारों से दूसरों को सहमत करना।
- विवेचनात्मक चिंतन तथा समस्या समाधान करने का कौशल।

परंपरागत शिक्षण-अधिगम में अध्यापक शिक्षार्थियों को सूचना हस्तांतरित करते हैं, जिसे वह निश्चेष्ट श्रोता के रूप में ग्रहण कहते हैं, यांत्रिक रूप से लेखन करते हैं तथा परीक्षा में प्राप्त सूचना को उसी रूप में प्रस्तुत कर देते हैं। सहयोगात्मक अधिगम उपागम (CLA) में शिक्षार्थी अपने अधिगम की ज़िम्मेवारी स्वयं लेते हैं। इससे उनमें स्वयं सीखने के कौशल को प्रोत्साहन मिलता है। उन्हें अपने विचारों पर अपने समूह के सदस्यों से चर्चा करनी होती है ताकि वे अपने पूर्व अनुभवों से संबंध स्थापित कर सकें। शिक्षक शिक्षार्थियों में सहयोग की भावना विकसित कर शिक्षण-अधिगम प्रक्रम में उनकी सक्रिय भागीदारी के लिए सुगम स्थितियों का निर्माण करते हैं। शिक्षार्थियों के सीखने की विभिन्न शैलियों तथा उनकी विविध आवश्यकताओं को समझते और सम्मान करते हुए वह सीमित समय-सीमा में प्राप्त किए जाने वाले लक्ष्यों को बताते हैं। सहयोगात्मक अधिगम उपागम (CLA) द्वारा शिक्षार्थी में समग्र रूप से शैक्षिक तथा सामाजिक, दोनों प्रकार के कौशल विकसित होते हैं।

ज्ञान के निर्माण में, सामाजिक पक्ष भी इस रूप में सम्मिलित है कि जटिल कार्यों के लिए आवश्यक ज्ञान समूह स्थिति में निहित हो सकता है। इस संदर्भ में सहयोगात्मक अधिगम अर्थ के सह-निर्धारण एवं बहुल दृष्टिकोणों के विनिमय करने तथा विचारों के आंतरिक निरूपण को बाह्य वास्तविकता से बदलने के लिए अवसर प्रदान करता है। सहयोगात्मक ढाँचे में प्रत्येक शिक्षार्थी अर्थ का निर्माण उसी रूप में करता है, जैसा वह व्यक्तिगत तथा सामाजिक रूप में सीखता है। सहयोगात्मक अधिगम सीखने की प्रेरणा में वृद्धि करता है तथा समझ की गहराई को बढ़ाता है। इससे शिक्षार्थी अधिगम तथा जिस सामग्री के साथ वे समूह में कार्य करते हैं, के प्रति सकारात्मक मनोवृत्ति विकसित होती है, क्योंकि इन कार्यों में वे अपना सहयोग दे रहे होते हैं। अधिगम तब अधिक प्रभावी हो जाता है, क्योंकि शिक्षार्थी स्वयं किसी परस्पर विरोधी प्रेक्षण तथा विचारों के समाधान पर विचार करते हैं। यह उन्हें संकल्पनाओं को वास्तविक जीवन में अनुप्रयोग करने का अवसर प्रदान करने के साथ-साथ समस्या को अनेक विधियों से समाधान करना सीखने का अवसर देता है। जिन शिक्षार्थियों को सीखना रुचिकर नहीं लगता है

© NCERT not to be republished

वे भी अपने सम-समूह से स्वेच्छा से सीख लेते हैं, क्योंकि समकक्ष साथी उनकी उपागम संबंधी समस्याओं एवं उनके दृष्टिकोण को सही परिप्रेक्ष्य में देख पाते हैं।

समूह में कार्य करके, विद्यार्थी जाति, धर्म, क्षेत्रवाद की भावना से ऊपर उठकर एक-दूसरे के साथ मैत्रीपूर्ण संबंध स्थापित करने का अवसर प्राप्त करते हैं। विद्यार्थी सहयोग से तथा समूह में कार्य करने, धैर्य, प्रयास में दृढ़ता, दत्त कार्य को समय-सीमा में पूरा करने, अपने अधिगम के साथ-साथ अपने समूह के प्रति भी अपनत्व की भावना रखने जैसे गुणों को भी सीखते हैं। वे जान पाते हैं कि दूसरों की दृष्टि में उनका स्थान क्या है और वे अपनी सामाजिक तथा शैक्षिक क्षमता को भी पहचान जाते हैं।

8.7.1 सहयोगात्मक उपागम के चरण

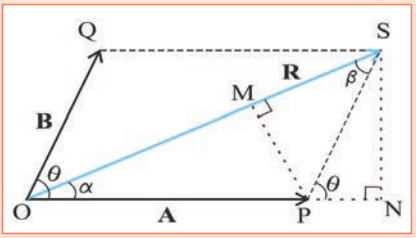
- उस समस्या, मुद्दे या संकल्पना की पहचान की जाती है जिन पर चर्चा उस समूह के संदर्भ में की जानी है। शिक्षण-अधिगम के परिवेश एवं शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के अनुसार संकल्पना छोटी या बड़ी, सरल या जटिल हो सकती है।
- शिक्षक द्वारा समूह (मान लीजिए 3 से 6 विद्यार्थी) के गठन में सहायता की जाती है। विद्यार्थियों को अपनी पसंद के अनुसार कार्य निर्धारित करने में भी सहायता की जाती है।
- समूह के समक्ष समस्या को स्पष्ट करने के लिए विचारों का आदान-प्रदान, विचार-विमर्श अथवा क्रियाकलाप या प्रयोग किए जाते हैं। विचारों के आदान-प्रदान से संकल्पनाओं पर विचार एवं पुनर्विचार करने में सहायता मिलती है।
- शिक्षक विद्यार्थियों को दी गई समय-सीमा में निर्धारित लक्ष्यों की प्राप्ति हेतु उन्हें परस्पर विचार-विमर्श में सहायता करते हैं।
- पूरे शिक्षण-अधिगम प्रक्रम के दौरान अधिगम साक्ष्यों का मूल्यांकन किया जाता है और शिक्षार्थियों के सभी समूहों को प्रतिपुष्टि प्रदान किया जाता है।

भौतिकी की कक्षा 11 में सदिशों के *संयोजन तथा वियोजन की संकल्पना की ग्राफ़ीय विधि तथा विश्लेषणात्मक विधि* द्वारा विवेचना करने के पश्चात् शिक्षक ने निम्न समस्या को सहयोगात्मक अधिगम उपागम से हल करने का निश्चय किया।

समस्या — दो सदिशों A तथा B के परिणामों के परिमाण और दिशा को उनके परिमाण तथा उनके बीच के कोण के पदों में ज्ञात कीजिए (चित्र 8.2)।

शिक्षक ने एक छात्रा को ब्लैकबोर्ड पर चित्र खींचने के लिए बुलाया तथा कक्षा की सहायता से समस्या को हल करना प्रारंभ किया।

© NCERT not to be republished



चित्र 8.2 — परिमाण तथा उनके मध्य के कोण के पदों में दो सदिश A तथा B का परिणामी

मान लीजिए OP तथा OQ एक-दूसरे से कोण θ बनाते हुए दो सदिशों A तथा B को प्रदर्शित करते हैं। सदिश संयोजन के समानांतर चतुर्भुज विधि का उपयोग करके प्राप्त होता है —

$OS = R = A + B$ और चित्र की ज्यामिती से हमें प्राप्त होता है

$OS^2 = ON^2 + SN^2$

$\sin\theta$ तथा $\cos\theta$ का मान त्रिकोणमिती से ज्ञात कर और ON तथा SN के मान $A + B\cos\theta$ एवं $B\sin\theta$ से क्रमश: प्रतिस्थापित करने पर हमें परिणामी सदिश प्राप्त होता है —

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

परिणामी सदिश की दिशा दी जा सकती है–

$$\sin\alpha = \frac{B}{R}\sin\theta$$

अथवा, $\tan\alpha = \frac{SN}{OP + PN} = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta}$

उन्होंने कक्षा को चार-चार छात्रों के समूह में गठित करने में सहायता प्रदान की तथा समस्या पर कार्य करने के लिए उन्हें 15 मिनट का समय दिया।

उन्होंने अवलोकित किया कि—

- छात्रों ने सक्रिय रूप से एक-दूसरे के साथ विचार-विनिमय प्रारंभ किया। समूह का एक सदस्य समस्या का हल लिख रहा था और दूसरे सभी सदस्य अपने उन विचारों तथा समस्या के चरणों का औचित्य स्पष्ट कर रहे थे, जिन्हें लिखा जाना था।
- यहाँ तक शर्मीले छात्र भी प्रश्न पूछने तथा अपने विचारों को समूह में प्रकट करने से नहीं हिचक रहे थे।
- अपने सम-समूहों द्वारा व्याख्या करने पर अपने विचारों को साझा करके विभिन्न गति से सीखने वाले छात्र भी $\sin\theta$ और $\cos\theta$ की त्रिकोणमिति का उपयोग कर संकल्पना को आसानी से समझ पा रहे थे।

© NCERT not to be republished

- समूह के सभी छात्रों की व्यक्तिगत समझ की एक-दूसरे से भागीदारी की गई जिससे उनकी सोच को और अधिक सुस्पष्टता मिली।
- इस उपागम द्वारा शिक्षक के समय तथा ऊर्जा की बहुत बचत हुई, लेकिन छात्रों के अधिगम की कीमत पर नहीं। समूह द्वारा स्वयं समूह के नेता का चुनाव किया गया तथा शिक्षक समूह के नेता की सहायता से समूह के कार्य को सुसाध्य बना रही थीं। कक्षा के 32 छात्रों के कार्य को जाँचने की अपेक्षा उन्होंने मात्र आठ छात्रों के कार्य को ही जाँचा। इन आठ छात्रों ने अपने समूह के सदस्यों को समस्या के उचित प्रकार से हल करने में सहायता प्रदान की।
- इस उपागम से छात्रों में अंतरवैयक्तिक कौशलों, जैसे — दल भावना, विचारों का आदान-प्रदान, दूसरे के विचारों को सुनना, एक-दूसरे के विचारों का सम्मान करना तथा समस्या समाधान जैसे कौशलों को विकसित करने का अवसर मिला।
- छोटे समूह में छात्रों की मनोवृत्तीय समस्याओं को हल करना आसान था, क्योंकि उन्होंने बड़ी कक्षा की अपेक्षा छोटे समूह में कम डर महसूस किया।
- संपूर्ण क्रियाकलाप के दौरान शिक्षक कक्षा में घूमते हुए उनके विचारों को सुनकर, अनुबोधन प्रश्न पूछकर एवं प्रोत्साहित कर समस्या का हल प्राप्त करने में छात्रों की सहायता प्रदान करते रहे।

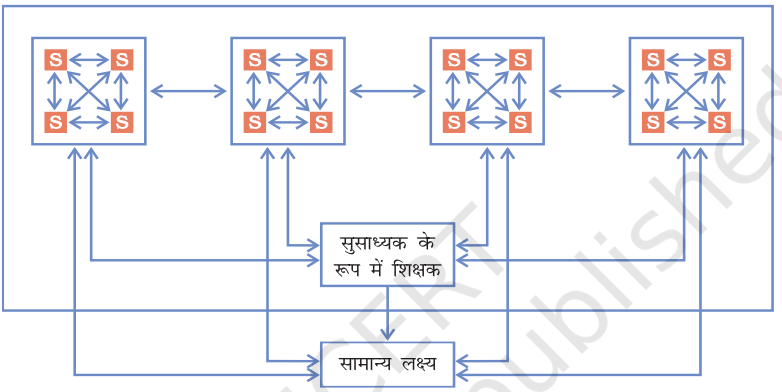
8.7.2 सहयोगात्मक अधिगम उपागम द्वारा सार्थक अधिगम सुनिश्चित करना

- सुनिश्चित कीजिए कि समूह विषमांग हो, जिसमें विभिन्न गति तथा शैली से सीखने वाले छात्र होने चाहिए।
- तथापि, समूह के स्वरूप को लचीला रखते हुए शिक्षार्थियों की पसंद का भी ध्यान रखना चाहिए।
- प्रत्येक बार समूह के सदस्यों को बदलते रहना चाहिए।
- समूह के नियम बनाने में उनकी सहायता कीजिए। यदि आपस में मतभेद है, तो सर्वसम्मति से ही किसी निर्णय पर पहुँचना चाहिए।
- ध्यान रखिए कि समूह का नेता समूह के कार्य को आगे बढ़ाएगा/गी और उन्हें संगठित रखेगा/गी। उसे अन्य सदस्यों पर हावी नहीं होना चाहिए।
- अपने रिकॉर्ड के लिए कक्षा के एक छात्र को आप समूह के सदस्यों के नाम तथा समूह के नेता का नाम एक कागज़ पर लिख कर देने के लिए कहें।
- मूल्याकंन करते समय, जहाँ तक संभव हो, समूह के प्रत्येक सदस्य को आप एक ही ग्रेड दें। इससे उच्च गति से सीखने वाले शिक्षार्थी अन्य शिक्षार्थियों को अच्छा प्रदर्शन करने के लिए प्रोत्साहित करेंगे।
- आपके लिए यह सुविधाजनक रहेगा यदि आप इस उपागम को सत्र प्रारंभ होने के दो-तीन महीने बाद आरंभ करें। इससे आपको सभी विद्यार्थियों के शैक्षिक तथा सामाजिक कौशलों

© NCERT not to be republished

को पहचानने के लिए पर्याप्त समय मिल जाएगा और उनके लिए समूह बनाना सुगम करने में सहायता प्राप्त होगी।

- सुनिश्चित कीजिए कि सभी समूहों के प्रत्येक सदस्य अपने कार्य के लिए स्वयं उत्तरादायी हो। समूह के सभी सदस्य एक-दूसरे के विचारों के लिए खुला दृष्टिकोण रखें तथा सभी को अपने विचार प्रकट करने एवं कार्य करने के समान अवसर मिलें (चित्र 8.3)।
- सभी सदस्यों को अपने विचारों को मुक्त भाव से व्यक्त करने तथा लक्ष्य प्राप्ति के लिए एक दूसरे के साथ मिलकर कार्य करने की स्वतंत्रता दी जानी चाहिए।



चित्र 8.3 *— किसी कक्षा में सहयोगात्मक उपागम के लिए व्यवस्था (* S *– विद्यार्थी)*

कक्षा में सहयोगी अधिगम व्यवस्था स्थापित करने के लिए शिक्षक रोहित ने विद्यार्थियों से विचार-विमर्श कर कुछ नियम निर्धारित करने का प्रयास किया। कक्षा में सर्वसम्मति से निम्न नियम उभर कर आए।

- अपने विचार पूर्ण वाक्यों द्वारा स्पष्ट रूप से व्यक्त करें।
- एक-दूसरे के विचारों को बिना रोक-टोक के ध्यानपूर्वक सुनें।
- दूसरों के प्रति नम्र रहें और अपनी बारी की प्रतीक्षा करें।
- एक-दूसरे के विचारों का सम्मान करें।
- एक-दूसरे के विचारों का मूल्यांकन करें और संबद्ध सदस्य को इससे अवगत कराएँ।
- सदस्य इसे अन्यथा लेने की अपेक्षा सुधार करने का प्रयत्न करें।
- आपसी विचार-विमर्श द्वारा बनाए गए नियमों का पालन करें। यदि आप कोई परिवर्तन करना चाहते हैं तो इसे सबकी सहमति से करें।
- यदि कोई क्रियाकलाप या प्रयोग समूह प्रतिवेश में करना है तो प्रत्येक सदस्य को बारी-बारी से इसे अपने हाथों से करने का अवसर मिलना चाहिए।

© NCERT not to be republished

8.7.3 सहयोगात्मक अधिगम उपागम के अनुप्रयोग की विधियाँ

सहयोगात्मक अधिगम उपागम के अनुप्रयोग करने की अनेक विधियाँ हैं। उदाहरणार्थ –

(i) विचारमंथन (Brainstorming)

- किसी समस्या की पहचान की जाती है।
- छोटे समूह बनाए जाते हैं।
- सभी सदस्यों को हल ढूँढने तथा अपने विचारों को व्यक्त करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है।
- किसी भी विचार की आलोचना नहीं की जाती। तथापि, विचारों को रूपांतरित किया जा सकता है।

उदाहरण— हम जल के अपव्यय को किस प्रकार कम कर सकते हैं?

विकसित होने वाले कौशल— विचार उत्पन्न करना, सर्जनात्मकता।

(ii) कार्य समूह (Task Group)

- किसी कार्य की पहचान की जाती है।
- छोटे समूह बनाए जाते हैं।
- कक्षा के प्रत्येक समूह को एक निश्चित कार्यविधि में निष्पादन के लिए एक विशिष्ट कार्य सौंपा जाता है।
- प्रत्येक समूह के कार्य का मूल्यांकन दूसरे समूह द्वारा किया जाता है।
- कार्य को संपादित करना सबका उत्तरदायित्व होता है।

उदाहरण— श्रेणी I, श्रेणी II एवं श्रेणी III के उत्तोलकों के मॉडल तैयार कीजिए।

विकसित होने वाले कौशल— उत्तरदायित्व लेना, कार्य का प्रतिनिधित्व करना, पहल करना, नियोजन कौशल, कार्य संपूरण, मूल्यांकन तथा भावात्मक कौशल।

(iii) अन्वेषण समूह

- शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के दौरान अध्यापक किसी असंगत घटना की कोई स्थिति उत्पन्न करते हैं।
- छात्रों को यह अनुभव करने में सहायता की जाती है कि इस स्थिति में कोई समस्या विद्यमान है, जिसके समाधान की खोज करनी है।
- विभिन्न समूह एक ही समस्या पर कार्य करते हैं और वे भिन्न-भिन्न परिकल्पनाओं, समाधान तथा निष्कर्ष पर पहुँच सकते हैं।
- अन्वेषण में सम्मिलित होने के लिए, शिक्षार्थी अपने विचारों पर चर्चा कर सकते हैं, विचार विनिमय कर सकते हैं, समीकरणों को व्युत्पन्न कर सकते हैं; कोई क्रियाकलाप/प्रयोग कर सकते हैं एवं संख्यात्मक प्रश्न हल कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

उदाहरण— यदि घर्षण बल अचानक समाप्त हो जाए तो हमारा जीवन किस प्रकार प्रभावित होगा?

विकसित होने वाले कौशल— समस्या समाधान कौशल, अन्वेषण कौशल, विश्लेषण, संश्लेषण तथा मूल्यांकन।

(iv) अनुशिक्षण समूह (Tutorial Group)

- शिक्षक विद्यार्थियों को योग्यतानुसार समूह बनाने में सहायता करते हैं।
- शिक्षक द्वारा किसी संकल्पना की पहचान की जाती है, जिसका अध्ययन समूह-प्रतिवेश में किया जा सकता है।
- शिक्षक किसी ऐसे विद्यार्थी की पहचान करते हैं जिसे संकल्पना की अच्छी समझ है तथा उसे दल के नेता की भूमिका देते हैं। शिक्षक प्रयास करें कि बारी-बारी से सभी शिक्षार्थियों को नेतृत्व का अवसर दिया जाए।
- समूह के नेता को अपने समूह/दल के प्रत्येक सदस्य के अधिगम को सुसाध्य बनाने में सहायता करने का कार्य सौंपा जाता है।
- समूह का नेता सदस्यों से प्रश्न पूछता/ती है तथा उन्हें अपनी अधिगम कठिनाइयों की चर्चा करने के लिए प्रोत्साहित करता/ती है।

उदाहरण— मीटर ब्रिज का उपयोग करके किसी अज्ञात प्रतिरोध का मान ज्ञात कीजिए।

विकसित होने वाले कौशल— सभी सदस्यों में संकल्पना से संबंधित मौलिक कौशल विकसित होते हैं।

सहकारी अधिगम तथा सहयोगात्मक अधिगम के बीच एक अंतर है। पहली स्थिति में सत्ता का केंद्र शिक्षक है, सामूहिक अधिगम के लिए समूह उत्तरदायी ठहराया जाता है। लेकिन, सहयोगात्मक अधिगम स्वशासन, अपनी रुचि और कौशलों के अनुसार उत्तरदायित्वों के निर्वहन को प्रोत्साहित करता है। कार्य के लिए प्रत्येक सदस्य की जवाबदेही होती है। यदि किसी कार्य को केवल एक तरीके से ही किया जा सकता है, तो पहली स्थिति का उपयोग सुविधाजनक है। उदाहरण के लिए, पाठ्यपुस्तक में दिए गए सूत्र का अधिगम अथवा रासायनिक समीकरण लिखना सीखने के लिए सहकारी अधिगम उपयुक्त हो सकता है। समस्या का समाधान, प्रयोग/क्रियाकलाप/परियोजना का निष्पादन करने के लिए सहयोगात्मक व्यवस्था की आवश्यकता होती है।

8.7.4 सहयोगात्मक अधिगम उपागम की सीमाएँ

- शिक्षक का प्रभुत्व कम हो जाता है। शिक्षकों से विद्यार्थियों को नियंत्रण स्वमेव ही प्राप्त हो जाता है, जिसके परिणामस्वरूप कुछ शिक्षक कक्षा पर अपने नियंत्रण में कमी का अनुभव कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

- यदि समूह के कार्य का उचित रूप से अनुवीक्षण नहीं किया गया तो शिक्षार्थियों की सोच में भ्रांत धारणा तथा सहज संकल्पनाएँ पनप सकती हैं।
- संभव है कि समूह में कुछ शर्मीले शिक्षार्थी सक्रिय रूप से भाग न ले। अत: प्रत्येक सदस्य की सक्रियता का अनुवीक्षण करना आवश्यक है।
- किसी अनुभवहीन शिक्षक द्वारा एक समय में सभी समूहों के द्वारा किए गए कार्य की जाँच करना तथा पुन: जाँच कठिन हो सकता है।
- अर्थपूर्ण अधिगम के लिए अत्यंत सतर्क योजना की आवश्यकता होती है। शिक्षार्थियों की आवश्यकताएँ, अभिरुचि, उनकी क्षमता, क्रियाकलाप के क्षेत्र एवं संकल्पना जिन पर समूह में चर्चा करनी है, कक्षा प्रबंधन एवं समूह गत्यात्मकता जैसे विभिन्न पक्षों पर विचार करने की आवश्यकता होती है।

क्रियाकलाप 8.3

पाठ्यपुस्तक में से कोई भी उपविषय छांटिए जिसे आप अभ्यास-शिक्षण के दौरान विद्यार्थियों से आदान-प्रदान करने की योजना बना रहे हैं। चार-पाँच प्रशिक्षार्थियों के समूह में विचार-विमर्श कीजिए कि आप इस संकल्पना का आदान-प्रदान करने के लिए शिक्षण-अधिगम अनुभवों को कैसे डिज़ाइन करेंगे।

लगभग दस मिनट के पश्चात्, समूह कार्य के बारे में निम्नलिखित दिशा में अपने अनुभवों की चर्चा कीजिए–

- क्या प्रत्येक को अपने विचार प्रकट करने का अवसर मिला?
- क्या आप महसूस करते हैं कि विचारों के आदान-प्रदान से शिक्षण-अधिगम अनुभवों की योजना का संवर्धन हुआ है?
- समस्त रूप में इस सहयोगात्मक कार्य के विषय में आपका अपना अनुभव कैसा रहा?

क्रियाकलाप 8.4

कक्षा में चार समूह बनाइए तथा सहयोगात्मक रूप से कार्य करते हुए अपने शहर या इसके समीप किसी नदी के प्रदूषण के कारणों की पहचान कीजिए। अपने साथियों से इस समस्या पर अपनी कक्षा में सहयोगात्मक अधिगम के अनुप्रयोग की उपर्युक्त विभिन्न विधियों से अर्थात् (i) विचारमंथन द्वारा (ii) कार्य समूह (iii) अन्वेषण समूह (iv) अनुशिक्षण समूह में विचार-विमर्श कीजिए। इस क्रियाकलाप को पूरा करने के बाद अपने अनुभवों तथा अपने विचारों को कक्षा के समक्ष प्रस्तुत कीजिए।

© NCERT not to be republished

8.8 समस्या समाधान उपागम (PSA)

ऐसे अधिगम अनुभव जो स्वतंत्र चिंतन तथा समस्या समाधान के लिए बहुमार्गी उपागम प्रदान करते हैं, वे शिक्षार्थियों में स्वतंत्रता तथा सर्जनात्मकता को प्रोत्साहित करते हैं। समस्या समाधान उपागम विद्यार्थियों को वास्तविक जीवन की समस्याओं के समाधान खोजने की प्रवृत्ति पर आधारित है। विद्यार्थियों को चिंतन, प्रश्न करने, स्थिति की दृश्य कल्पना करने, हल खोजने, क्रियाकलापों तथा प्रयोग करने और स्वयं निष्कर्ष पर पहुँचने जैसे प्रक्रियाओं के द्वारा अपने अधिगम को सक्रिय रूप से निर्माण करने का अवसर प्रदान करता है।

शिक्षक उन्हें समस्या को पहचानने में सहायता करते हैं। इसके लिए, वह कोई स्थिति उत्पन्न कर सकते हैं, प्रश्न कर सकते हैं, क्रियाकलाप अथवा प्रयोग कर सकते हैं, अथवा समस्या के अस्तित्व एवं पहचान का बोध कराने के लिए विद्यार्थियों से पूछताछ कर सकते हैं। वह समस्या समाधान के लिए आवश्यक परिवेश तैयार करते हैं। वह चिंतन प्रक्रिया प्रारंभ करने के उद्देश्य से उन्हें प्रश्न उठाने के लिए बढ़ावा देते हैं, उनके विचारों को सुनते हैं, उनके वर्तमान ज्ञान को पुन:स्मरण कराते हैं तथा आवश्यकता पड़ने पर उसका पुन:निर्माण करते हैं और उस ज्ञान का उपयोग कर समस्या समाधान करने में उनकी सहायता करते हैं। समस्या समाधान के कुछ मूर्त उदाहरण नीचे दिए गए हैं।

- **संख्यात्मक योग्यता से संबंधित समस्याएँ**
  1. कार्बन तथा ऑक्सीजन, प्रत्येक के 1.2 किलोग्राम को दहन करने पर कितनी कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त की जा सकती है?
  2. 20, 000 किलोग्राम उत्थापक द्रव्यमान का एक रोकेट 5.0 ms^{-2} के प्रारंभिक त्वरण से ऊपर की ओर प्रक्षेपित किया गया है। प्रक्षेप्य का प्रारंभिक प्रणोद (बल) परिकलित कीजिए।

- **प्रक्रियाओं के विकास से संबंधित समस्याएँ**
  1. सोडियम आयोडाइड सांद्र H_2SO_4 से निम्न अभिक्रिया करता है —
     $8NaI + 5H_2SO_4 \rightarrow 4Na_2So_4 + 4H_2O + 4I_2 + H_2S$
     आप अभिक्रिया द्वारा मुक्त गैसों को किस प्रकार पृथक कर सकते हैं?
  2. प्राय: समूह III के मूलकों की पहचान क्षारीय बफ़र माध्यम में की जाती है जिसे NH_4Cl तथा NH_4OH को मिलाकर तैयार किया जाता है। इस बफ़र का निर्माण करने के लिए NH_4Cl का कोई विकल्प सुझाइए।
  3. आपको क्राउन काँच तथा फ्लिंट काँच के विभिन्न कोणों के प्रिज़्म दिए गए हैं। सुझाइए कि
     (a) प्रिज़्मों का संयोजन किस प्रकार किया जाए जो श्वेत प्रकाश के किसी प्रकाशपुंज को बिना अधिक विक्षेप के विचलित करे।

© NCERT not to be republished

(b) एक प्रिज़्म श्वेत प्रकाश के किसी पुंज को बिना अधिक विचलन के विक्षेपित (तथा विस्थापित) कैसे कर सकता है?

- **संरचनाओं से संबंधित समस्या**

  NO_3 मूलक में आबंध बताइए।

- **वैकल्पिक संकल्पनाओं के संशोधन से संबंधित समस्याएँ**

  1. निम्न परिवर्तन पर विचार कीजिए –

     $S(g) + 2e^- = S^{2-}(g)$

     यदि यहाँ पर सल्फ़र $^{32}_{16}S$ अभिकारक की तरह उपयोग की गई है तो S^{2-} के साथ संबद्ध इलेक्ट्रॉनों, प्रोटॉनों तथा न्यूट्रॉनों की संख्या क्या है?

  2. क्या किसी लेंस के द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब का आमाप इसके द्वारक पर निर्भर करता है?

- **दैनिक जीवन में समस्या समाधान करना**

  भौतिक विज्ञान से संबंधित समस्या समाधान कौशल हमारे दैनिक जीवन की समस्याओं को हल करने में उपयोगी हो सकते हैं। हमारे आस-पास के परिवेश से विभिन्न प्रकार की समस्याएँ जुड़ी हो सकती है, जैसे — किसी 50 किलोग्राम द्रव्यमान वस्तु को 20 मीटर की ऊँचाई तक ले जाने पर उसकी गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन में वृद्धि परिकलित कीजिए, इसको निम्न प्रकार रूपांतरित करके संदर्भ विशिष्ट बनाया जा सकता है– शनिवार की रात को आपने जो गरिष्ठ रात्रिभोज लिया था, उसके प्रभाव को कम करने के विचार से रविवार की सुबह आप 20 मीटर ऊँची पहाड़ी पर चढ़ते हैं। इस स्थिति में अपनी गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में होने वाले परिवर्तन को परिकलित कीजिए। हमारे पर्यावरण से संबंधित कई समस्याओं के समाधान विद्यार्थियों में अन्वेषण तथा विचारों में विभिन्नता प्रोत्साहित करके किए जा सकते हैं।

8.8.1 समस्या समाधान उपागम के चरण

- विद्यार्थी अनुभव करते हैं कि समस्या विद्यमान है। वे परिस्थिति को समस्या की भाँति देखते हैं तथा समस्या का तर्काधार प्रस्तुत करते हैं। वे समस्या से संबंधित विभिन्न मुद्दों की पहचान करते हैं तथा ज्ञात और अज्ञात में विभेद करते हैं।

विद्यार्थी विचार करते हैं; निर्णय लेते हैं कि वह अपने पूर्व ज्ञान तथा समझ का अनुप्रयोग कर किसी अज्ञात समस्या को कैसे, कब और कहाँ से प्राप्त कर सकते हैं, इस प्रक्रिया में कौन उनकी सहायता कर सकता है, कौन-से प्रयोग/क्रियाकलाप/परिकलन करना आवश्यक है, किन अधिगम संसाधनों का उपयोग करना होगा आदि।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थी समस्या की परिस्थिति को, समस्या समाधान की प्रक्रिया को तथा समस्या के अपेक्षित हल की अपने मस्तिष्क में स्पष्ट कल्पना करते हैं। इसके लिए वे चित्र/ग्राफ़/प्रवाह चित्र (फ़्लों-चार्ट)/संकल्पना चित्रण (कॉन्सेप्ट-मैप) बना सकते हैं।
- विद्यार्थी समस्या हल करने का प्रयत्न करते हैं। वह समस्या समाधान के लिए प्रेक्षण करते हैं एवं आँकड़े एकत्रित करते हैं। इस प्रक्रिया में वे अपने ज्ञान निर्माण के लिए अपनी समझ का उपयोग करते हैं।
- विद्यार्थी निष्कर्ष निकालते हैं।
- विद्यार्थी आँकड़ों को प्रस्तुत करते हैं।
- विद्यार्थी निष्कर्ष का व्यापकीकरण करते हैं।

विभिन्न समस्याओं के लिए चरणों के विभिन्न अनुक्रमों की आवश्यकता हो सकती है। अध्ययन दर्शाते हैं कि यदि एक ही समस्या को कक्षा में विभिन्न समूहों के सामने रखा जाए, तो वे उस समस्या को अपने पूर्व ज्ञान की समझ से जोड़ते हुए, भिन्न-भिन्न तरीकों से हल करते हैं।

8.8.2 समस्या समाधान उपागम में शिक्षक की भूमिका

समस्या समाधान में शिक्षक की भूमिका इस प्रकार हो सकती है–

- समस्या को परिभाषित करने में विद्यार्थियों की सहायता करना।
- विद्यार्थियों को समस्या समाधान की अपनी योजना पद्धति बनाने के लिए प्रोत्साहित करना। विद्यार्थी समस्या पर कार्य करते समय तथा संभावित हल खोजने के प्रयास में अपने चिंतन से सीखते हैं।
- यदि समस्या का समाधान समूह में ढूँढा जा रहा हो तो सभी की भागीदारी को सुनिश्चित कीजिए। विद्यार्थियों के समूह में कार्य का प्रेक्षण करने के लिए कक्षा में घूमते रहिए। देखिए कि सभी विद्यार्थी समस्या पर कार्य कर रहे हों।
- जिस समूह ने अपना कार्य सबसे पहले संपन्न कर लिया हो, उसे किसी ऐसे समूह की सहायता करने के लिए प्रोत्साहित करें जो समस्या का हल ढूँढने के लिए जूझ रहा हो, जिससे कि वे दत्त-कार्य को दी गई समय-सीमा में पूरा कर पाए।
- जब सभी विद्यार्थी कार्य पूरा कर लें, तो कुछ विद्यार्थियों को अन्य सहपाठियों के साथ समस्या पर अपने विचारों का आदान-प्रदान करने का अवसर दें। अध्ययन के लिए चुनी गई परिघटना की व्याख्या करने के लिए वे श्यामपट्ट (ब्लैकबोर्ड) का उपयोग कर सकते हैं अथवा क्रियाकलाप के प्रमुख भाग को दोहरा कर प्रदर्शित कर सकते हैं।
- विद्यार्थियों के प्रत्येक समूह के योगदान को स्वीकार करते हुए समस्या पर स्पष्टत: तथा विचारशील रूप में परिचर्चा कीजिए।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थियों के कार्य को एकत्रित कीजिए। आप निम्न प्राचलों पर आकलन कर सकते हैं
  - ➲ विवेचन तथा औचित्य
  - ➲ कार्य का संपादित होना
  - ➲ समाधान का सही होना
  - ➲ समूह में सहभागिता
  - ➲ समस्या को समझने के प्रयास में अनूठापन
  - ➲ समस्या समाधान के बहु-आयामी उपागम

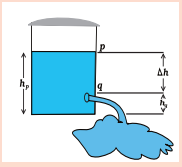
यदि कोई समस्या किसी क्रियाकलाप या प्रयोग करने से संबद्ध हो, तब क्रियाकलाप पर आधारित प्रश्नों को निम्न आधार पर डिज़ाइन किया जा सकता है—

- आपके विचार में क्या होगा?
- ऐसा क्यों घटित होगा?
- वास्तव में क्या घटित हुआ?
- ऐसा क्यों घटित हुआ?
- क्या आप अपने भविष्य कथन और वास्तविक घटना में कोई अंतर पाते हैं?
- आप अपने तर्कों की और अधिक व्याख्या कैसे करेंगे?

8.8.3 समस्या समाधान उपागम – एक उदाहरण

आइए, एक उदाहरण द्वारा समझें कि किसी क्रियाकलाप को करने से संबंधित समस्या का समाधान करने के लिए शिक्षक विद्यार्थियों के लिए एक सुसाध्यक का कार्य किस प्रकार करते हैं।

सारणी 8.1 — समस्या समाधान उपागम का एक उदाहरण

शिक्षार्थियों ने क्या किया?	शिक्षक ने क्या किया?	शिक्षार्थियों द्वारा उपयोग किए गए संसाधन/यंत्र	समस्या हल करने के चरण
शिक्षार्थियों ने देखा कि जल से भरे एक बड़े डिब्बे में पेंदी से थोड़ा-सा उपर एक छिद्र था जिसमें कार्क लगा हुआ था। जैसे ही छिद्र से कार्क को हटाया गया, इसमें से जल प्रवाहित होना प्रारंभ हो गया।	जब बर्नूली के समीकरण पर विचार-विमर्श समाप्त हो गया, तो शिक्षक कक्षा में टिन का एक बड़ा डिब्बा लाए। उन्होंने डिब्बे का लगभग 3/4 भाग जल से भर लिया।	• प्रेक्षण करना तथा स्थिति का चित्र खींचना।  	अनुभव करना कि समस्या विद्यमान है। चित्र खींचना

© NCERT not to be republished

शिक्षार्थियों के प्रश्न/ उनके चिंतन की अभिव्यक्ति			
• मैं बर्नूली का समीकरण जानती/ जानता हूँ। क्या मैं प्रवाह हो रहे जल की चाल ज्ञात करने के लिए यहाँ इसे लागू कर सकती/ सकता हूँ?–हाँ। • क्या जल का प्रवाह धारा-रेखी है? –हाँ। • धारा-रेखी प्रवाह जल की ऊपरी सतह से प्रारंभ होता है। क्या यह छोटे छिद्र से होकर भी जारी रहता है? –हाँ। • क्योंकि q पर छिद्र का व्यास इस डिब्बे के ऊपरी सिरे के व्यास की तुलना में बहुत कम है, क्या मैं ऊपरी हिस्से के p पर जल की चाल की उपेक्षा कर सकता हूँ?–हाँ।	• शिक्षक ने पूछा– "क्या हम छिद्र से प्रवाहित होने वाले जल की चाल ज्ञात कर सकते हैं?" • शिक्षक ने बताया कि शिक्षार्थी मापने के लिए एक मीटर स्केल का उपयोग कर सकते हैं। • उन्होने कक्षा में तीन समूह बनाने में सहायता की। • शिक्षक ने समस्या के बारे में सोचने में सहायता की। • उन्होंने चिंतन और सीखने के अवसर उत्पन्न किए। • उन्होंने उनकी चिंतन प्रक्रिया को आधार प्रदान किया। • उन्होंने बिना कोई सही या गलत का निर्णय दिए शिक्षार्थियों का कार्य करते हुए प्रेक्षण किया।	• धारा-रेखी प्रवाह तथा बर्नूली के समीकरण के बारे में पहले की समझ।	• समस्या को परिभाषित करना। • समस्या को मन में स्पष्ट रूप से देखना। • स्थिति का विश्लेषण करके ज्ञात राशियों को पहचानना।

© NCERT not to be republished

• **क्या जल का प्रवाह आयतन की दर नियत है, अर्थात् Av = नियतांक है?** यहाँ A पाइप के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल है, v, चाल है। –हाँ।	• शिक्षक ने सभी शिक्षार्थियों के कार्य का प्रेक्षण किया और उनकी चिंतन में सहायता की।	• सांतत्य समीकरण $Av=0$	• अज्ञात राशियों की पहचान करना।
• हमें v_q ज्ञात करना है। • क्या मैं बर्नूली समीकरण का अनुप्रयोग कर सकती / सकता हूँ, यह मानते हुए कि $v_p = 0$ है? –हाँ।	• शिक्षक ने शिक्षार्थियों को अपने चिंतन की वैधता तथा परिकल्पना की जाँच करने में प्रोत्साहित किया।	• बर्नूली समीकरण की समझ।	• स्थिति का अन्वेषण करना। • पूर्व समझ का अनुप्रयोग करना।
• बिंदु p तथा q दोनों ही वायुमंडलीय दाब पर हैं। मेरे विचार में दोनों बिंदुओं पर दाब समान है।	• समस्या को सरल चरणों में बाँटने में उनकी सहायता की।		• स्थिति को फिर से स्पष्ट रूप से समझ कर समस्या पर दोबारा विचार करना।
• बर्नूली के समीकरण $P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ से हमें प्राप्त होता है $P_p + \rho g h_p + 0 = P_q + \rho g h_q + \frac{1}{2}\rho v_q^2$	• शिक्षक ने सुसाध्यक की भाँति कार्य किया।		• समस्या को हल करने के लिए ज्ञात राशियों को एक साथ रखना।
• यहाँ $P_p = P_q = P_{\text{वायुमंडलीय}}$ इसलिए, $P_{\text{वायुमंडलीय}} + \rho g h_p + 0 = P_{\text{वायुमंडलीय}} + \rho g h_q + \frac{1}{2}\rho v_q^2$ $\therefore v_q^2 = 2g(h_p - h_q) = 2g\Delta h$	• शिक्षक ने पूछा– क्या आप अपने परिणाम की जाँच करने के लिए किसी अन्य विधि से q पर जल की चाल ज्ञात कर सकते हैं?		

© NCERT not to be republished

• किस राशि का मापन करना है? • छिद्र से प्रवाह हो रहे जल की चाल है $v_q = \sqrt{2g\Delta h}$ • विद्यार्थियों ने डिब्बे की पेंदी से h को 5cm मापा और परिकलित किया $v_q = \sqrt{2 \times 9.8 \times 5 \times 10^{-2}}$ $v_q = \sqrt{0.48} ms^{-1}$ • अपनी चिंतन प्रक्रिया को रिकॉर्ड किया और अपनी कक्षा के समक्ष प्रस्तुत किया। • कक्षा में सभी को बताया।	• उसने उन्हें समस्या पर फिर से चिंतन करने को प्रेरित किया।	• मापक स्केल	• मापना। • परिणाम प्राप्त करना। • रिकॉर्ड करना। • आँकड़े पर विचार करना। • संसूचित करना।

शिक्षक ने पाया कि शिक्षार्थियों के एक अन्य समूह का विचार था कि वे इसी समस्या का समाधान केवल *पृथ्वी-जल-डिब्बे के निकाय* की संकल्पना पर विचार करते हुए यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण के आधार पर कर सकते हैं। इस समूह ने तर्क दिया कि दी गई स्थिति में पानी की स्थिति ऊर्जा (PE) में कमी होती है, $mg\,(h_p - h_q) = mg\Delta h$

क्योंकि किसी वियुक्त निकाय में ऊर्जा संरक्षित रहती है, जल की स्थितिज ऊर्जा में कमी उसकी गतिज ऊर्जा में बढ़ोत्तरी के संगत है। शीर्ष पर पानी की गतिज ऊर्जा (KE) को छिद्र q पर बहने वाले पानी की गतिज ऊर्जा (KE) $\frac{1}{2}mv_q^2 = mg\Delta h$ की अपेक्षा नगण्य माना जा सकता है। अत: KE में वृद्धि = PE में ह्रास(कमी)

अर्थात् $v_q^2 = \sqrt{2g\Delta h}$

शिक्षक ने पाया कि शिक्षार्थियों का एक समूह समस्या हल करने में सक्रिय नहीं था।

उन्होंने पूछा कि क्या वे समस्या को परिभाषित कर सकते हैं और सोच सकते हैं कि यहाँ पर बर्नूली समीकरण लागू किया जा सकता है। उन्होने उन्हें समस्या पर कार्य करने के लिए प्रोत्साहित किया। वह समस्या हल करने के बारे में उनकी कठिनाई को जानना चाहते थे। वह समूह समस्या पर सोचने के लिए स्वयं क्रियाकलाप करना चाहता था। शिक्षक ने उनको अनुमति दे दी। इस-समूह ने कुछ भिन्न प्रकार से समस्या को हल किया।

© NCERT not to be republished

सभी तीनों समूहों ने अपने परिणामों को कक्षा में प्रस्तुत किया। प्रत्येक समूह ने एक-दूसरे के परिणामों की वैधता जानने का प्रयत्न किया।

शिक्षक ने पाया कि ऐसे सामान्य क्रियाकलाप से भी शिक्षार्थियों में वास्तविक दुनिया के प्रेक्षणों में रुचि पैदा हो गई। कक्षा के सामने क्रियाकलाप से संबंधित अनेक प्रश्न उभर कर आए–

- मैंने अपने घर में ऊपर रखी टंकी से ऐसी ही स्थिति में पानी के रिसाव को देखा है। क्या मैं इसी समीकरण का उपयोग करके टंकी से बहते हुए पानी की चाल ज्ञात कर सकता/सकती हूँ? अर्थात् $v_q = \sqrt{2g\Delta h}$?
- यदि छिद्र थोड़ा ऊपर या नीचे हो, तो क्या फिर भी v_q का मान वही रहेगा?
- यदि ऐसा ही कोई छिद्र डिब्बे की पेंदी में इस प्रकार बना दिया जाए कि जल दोनों छिद्रों से एक साथ प्रवाहित हो तो क्या उनसे बहते पानी की चाल समान होगी?

शिक्षार्थियों ने समस्या पर विचार करते समय कैसे सीखा?

- समस्या पर विचार करते समय शिक्षार्थी के मन में अनेक प्रश्न उभर कर आए। समस्या के हल करने की प्रक्रिया ने उन्हें स्वयं अपने प्रश्नों के उत्तर प्राप्त करने तथा उनके अपने हलों के बारे में सोचने के लिए प्रोत्साहित किया।
- उन्होंने स्थिति का ध्यानपूर्वक अध्ययन किया और समस्या को हल करने लिए अपने विद्यमान ज्ञान का उपयोग किया ताकि प्रेक्षित तथ्यों की व्याख्या हो सके। इससे उन्हें नवीन स्थिति में अपने निष्कर्षों के व्यापकीकरण की जाँच करने के लिए अवसर प्राप्त हुआ और उनमें अनेक नए क्रियाकलाप व प्रयोग करने के लिए रुचि उत्पन्न हो गई।
- शिक्षार्थियों ने अपने प्रेक्षण द्वारा यह अनुभव किया कि बर्नूली समीकरण केवल पाठ्यपुस्तकों में ही सीमित नहीं है, वरन् हमारे दैनिक जीवन की स्थितियों में भी लागू होती है।
- उन्होंने न केवल तथ्यों को सीखा, वरन् यह तथ्य जानने की विधि भी खोज निकाली कि बर्नूली समीकरण द्रव के धारा-रेखी प्रवाह के लिए मान्य है।

दैनिक जीवन के अनुभवों पर आधारित समस्या पर विचार करने से शिक्षार्थियों को अपने परिवेश को अधिक विवेचनात्मक रूप से प्रेक्षित करने के लिए प्रोत्साहन मिलता है। इससे उन्हें विज्ञान के प्रक्रिया कौशलों को विकसित करने का अवसर मिलता है। समस्या समाधान उपागम (प्रॉब्लम सॉल्विंग एप्रोच — पी.एस.ए.) का अनुप्रयोग कक्षा को सक्रिय अधिगम परिवेश में बदलने की अनेक संभावनाएँ प्रस्तुत करता है जिनमें आपस में एक-दूसरे से प्रश्न करना, व्याख्या करना, अन्वेषण डिज़ाइन करना, विचारों को संप्रेषित करना, सहयोग तथा विमर्शन सक्रिय रूप में समावेशित रहते हैं। समस्या का उपयुक्त हल खोजने में के लिए विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करने में शिक्षकों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है।

यह देखा गया है कि शिक्षक अपने पारंपरिक चॉक तथा वार्ता विधि के सुखद क्षेत्र से बाहर निकलने में कठिनाई महसूस करते हैं। विद्यार्थियों द्वारा किसी समस्या को हल करने के

© NCERT not to be republished

लिए आवश्यक संकल्पनाओं को सीख लेने के पश्चात्, समस्या पर कार्य करने के लिए उन पर विश्वास किया जाना चाहिए। यदि व्यावहारिक तथा संभाव्य तरीके से उचित क्रियाकलापों तथा अधिगम परिवेश की योजना बनाई जाती है तो यह विधि शिक्षार्थी में विवेचनात्मक तथा बहुआयामी चिंतन को बढ़ावा देती है।

क्रियाकलाप 8.5

मधुर कक्षा 8 का विद्यार्थी है। जब वह विद्यालय के निकट एक व्यस्त चौराहे से होकर गुज़रता है तो उसकी आँखों से पानी बहने लगता है। वह उस विशेष क्षेत्र के समीप घुटन-सा महसूस करता है। वह इसके बारे में आपको बताता है। समस्या की पहचान करने और इसका हल खोजने में उसकी मदद करने के लिए आप वायु प्रदूषण के कारण, इसके प्रभाव तथा प्रदूषण दूर करने के संभाव्य उपाय से सबंधित मुद्दों पर चर्चा करना कैसे सुगम बनाएँगे? सोचिए और अपने सहपाठियों से मिलकर विचार-विनिमय कीजिए।

8.9 संकल्पना मानचित्रण

संकल्पना मानचित्र ऐसे ग्राफ़ीय साधन हैं जिनके द्वारा किसी संकल्पना से संबद्ध जानकारी को संगठित रूप में प्रदर्शित किया जाता है। संकल्पना मानचित्र किसी विषय से संबंधित महत्वपूर्ण संकल्पनाओं के बीच में परस्पर संबंध तथा उनके प्रवाह की दिशा की समझ को प्रदर्शित करता है। इनसे विज्ञान में अर्थपूर्ण अधिगम को विकसित करने में सहायता मिलती है। इसे संकल्पना मानचित्र के निम्नलिखित घटकों का अध्ययन करके समझा जा सकता है।

(i) **संकल्पना** – संकल्पना किसी घटना या वस्तु के विभिन्न आयामों का मानसिक चित्रण माना जा सकता है। कोई घटना या वस्तु एक संकल्पना है, क्योंकि इसमें कुछ ऐसे गुण होते हैं या इसके साथ कुछ विचार जुड़े होते हैं, जिनसे उसकी पहचान होती है। इसके अतिरिक्त, संकल्पना का कोई एक लेबल/नाम भी होता है।

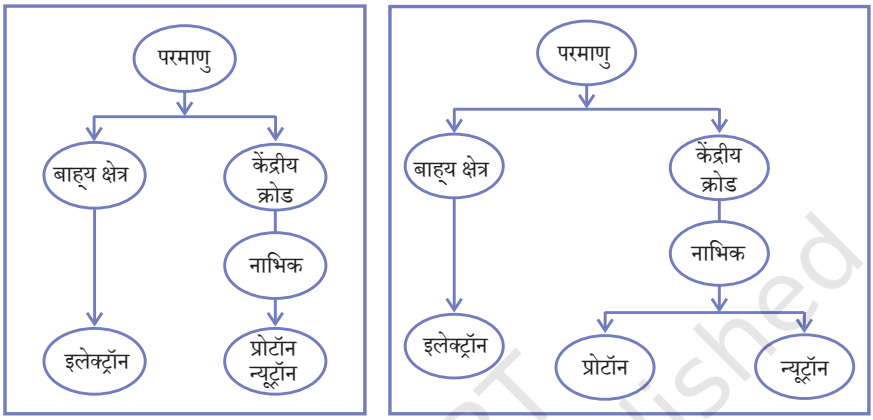
उदाहरण के लिए— बॉल-पॉइंट-पेन एक संकल्पना है, क्योंकि इसमें कुछ गुण होते हैं, जैसे यह लंबा होता है, इसमें एक रिफ़िल होता है और इसे लिखने के लिए उपयोग किया जाता है। साथ ही इसका एक लेबल (नाम) 'बॉल-पॉइंट-पेन' भी होता है।

संकल्पना मानचित्र में प्राय: संकल्पनाएँ किसी वृत या बॉक्स के अंदर दर्शाई जाती हैं। पहले चरण में किसी उपविषय में मुख्य संकल्पनाओं को पहचान कर उनकी सूची बनाई जाती है। इसके पश्चात् इन संकल्पनाओं को दो विमीय क्रम-विन्यास में घटते क्रम में श्रेणीबद्ध किया जाता है अर्थात् अधिक सामान्य संकल्पनाओं को शीर्ष पर रखा जाता है और कम सम्मिलित

© NCERT not to be republished

संकल्पनाएँ नीचे की ओर आती हैं। पदानुक्रम के समान स्तर पर आने वाली संकल्पनाएँ एक ही क्षैतिज तल पर रखी जाती हैं।

उदाहरण के लिए– परमाणु की संरचना प्रकरण का आदान-प्रदान करने के लिए संकल्पनाओं का विन्यास चित्र 8.4 (a), (b) में दर्शाए अनुसार हो सकता है।



(a) *(b)*

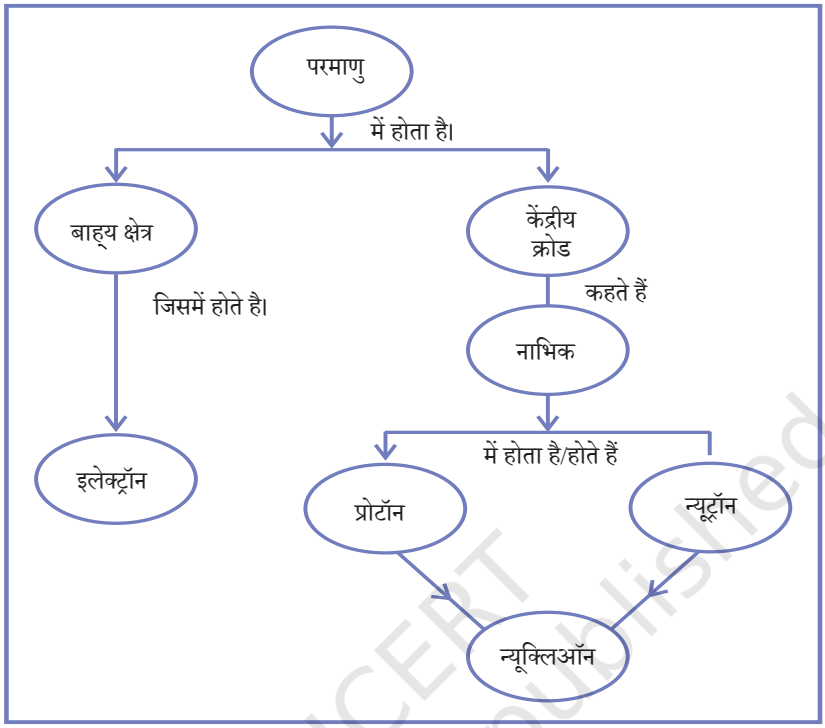
***चित्र 8.4** — (a) तथा (b) संकल्पना मानचित्रण बनाने का प्रक्रम*

(ii) **अनुबंधन (linkages)** – ये प्राय: तीरों या रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किए जाते हैं। ये दो संकल्पनाओं को उचित रूप से जोड़ते हैं।

(iii) **अनुबंधनों के लिए लेबल** – अधिकांश अनुबंधनों के लिए लेबल कोई शब्द या वाक्यांश होता है। यद्यपि कभी-कभी गणित के किसी विषय के लिए संकल्पना मानचित्र में हम कोई प्रतीक, जैसे, +, –, × या ÷ का भी उपयोग करते हैं। लेबल दो संकल्पनाओं के बीच संबंध की ओर ध्यान आकर्षित करते हैं (चित्र 8.5)। अनुबंधनों के लिए ये लेबल तर्क-वाक्य (प्रेपॅज़िशन) कहलाते हैं। दो या अधिक संकल्पनाओं में यदि सार्थक संबंध दिखाई देता है तो उन्हें तिरछे-अनुबंधनों द्वारा दर्शाया जा सकता है।

अत: हम पाते हैं कि संकल्पना मानचित्र में विलगित संकल्पनाओं का संग्रह नहीं किया जाता है। वह सोच-समझकर लेबल किए गए अनुंबधनों द्वारा अंत: संबंधित होती हैं। तिरछे अनुबंधन विशेष रूप से महत्वपूर्ण सबंध होते हैं जो संबद्ध तथा परस्पर संबंधित संकल्पनाओं का एक 'जाल' बनाते हैं। ये तिरछे अनुबंधन केवल सामान्य संकल्पनाओं का विशिष्ट संकल्पनाओं से संबंध ही व्यक्त नहीं करते, वरन् ज्ञानात्मक संरचना में मान्य संकल्पनाओं को स्थिरण तथा स्थायित्व भी प्रदान करते हैं। वे वैचारिक संरचना के विभिन्न उपक्षेत्रों में परस्पर संबंध स्थापित करने का प्रयास करते हैं। अनुबंधनों को प्रदर्शित करने वाली रेखाओं की संख्या की कोई सीमा

© NCERT not to be republished



चित्र 8.5 *— संकल्पना प्रतिचित्रण*

नहीं होती। वस्तुत: अनुबंधनों की अधिक संख्या समेकलित विचारों तथा सीखने वाले की समझ की गहराई को व्यक्त करते हैं।

संकल्पना मानचित्रण (जो आदर्श रूप में 1984 में नोवेक द्वारा विकसित किया गया) को ऑसुबेल द्वारा प्रस्तुत उपागम की प्रशाखा के रूप में माना जाता है। नोवेक ने स्वयं कहा है, "संकल्पना मानचित्रण पर मेरा और मेरे शिक्षार्थियों का कार्य ऑसुबेल के अर्थपूर्ण अधिगम (1963, 1968) के सिद्धांत पर आधारित है। इसी मूल सिद्धांत ने हमारे अनुसंधान समूह को ऐसी पद्धति की खोज करने को प्रेरित किया, जिसके द्वारा शिक्षार्थी अपने ज्ञान को सुस्पष्ट तथा तार्किक रूप में प्रस्तुत कर सकें।"

ऑसुबेल का अर्थपूर्ण अधिगम सिद्धांत

डेविड पी. ऑसुबेल ने शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में उपयोग किए जाने वाले परंपरागत व्याख्यान विधि की प्रभावशीलता में सुधार करने का प्रयत्न किया। उन्होंने अर्थपूर्ण शाब्दिक अधिगम सिद्धांत को प्रस्तुत किया। अर्थपूर्ण अधिगम सिद्धांत शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया के तीन पक्षों से संबंधित है— (1) ज्ञान (पाठ्यचर्या विषय-वस्तु) किस प्रकार संगठित है, (2) नए अधिगम संजोने (सीखने)

© NCERT not to be republished

में मस्तिष्क कैसे कार्य करता है और (3) शिक्षक विद्यार्थियों को नई शिक्षण-अधिगम सामग्री प्रस्तुत करते समय पाठ्यचर्या तथा अधिगम के बारे में इन विचारों को किस प्रकार प्रयुक्त करते हैं। ऑसुबेल (1963) का विश्वास था कि जिस प्रकार विषय-वस्तु को संगठित किया जाता है और जिस प्रकार व्यक्ति ज्ञान को अपने मस्तिष्क में संगठित (ज्ञानात्मक संरचना) करते हैं, इन दोनों में समरूपता है। उन्होंने इस बात पर बल दिया कि प्रत्येक शैक्षिक विषय संकल्पनाओं की एक संरचना (और/अथवा तर्क-वाक्य) होती है जो कि श्रेणीबद्ध रूप में संगठित होती है। दूसरे शब्दों में, यह कहा जा सकता है कि प्रत्येक विषय के शीर्ष पर विविध प्रकार की अनेक विस्तृत संकल्पनाएँ हैं जिनमें संगठन के निम्न स्तर पर कई संकल्पनाएँ सम्मिलित होती हैं। जैसे-जैसे हम विपरीत अनुक्रम की ओर (नीचे से ऊपर) जाते हैं, संकल्पनाओं के अमूर्तीकरण का स्तर बढ़ता जाता है। इस प्रकार हम किसी विषय की कल्पना इस प्रकार कर सकते हैं कि यह संकल्पनाओं के एक पिरैमिड से बना है, जिसमें सभी संकल्पनाएँ एक-दूसरे से संबंधित हैं; सर्वाधिक मूर्त संकल्पनाएँ पिरैमिड के आधार की ओर हैं तथा सबसे अधिक अमूर्त संकल्पनाएँ शीर्ष पर स्थित हैं।

8.9.1 संकल्पना मानचित्रण के चरण

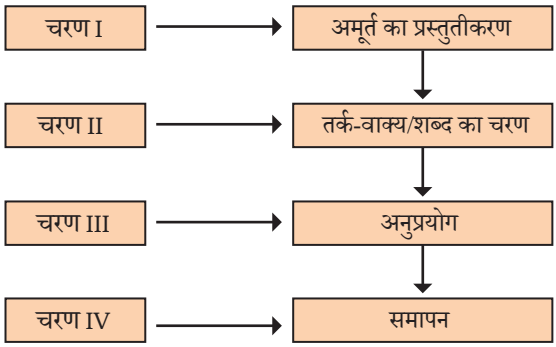
चरण I – अमूर्त का प्रस्तुतीकरण

- शिक्षार्थियों के समक्ष कोई परिभाषा या व्यापकीकरण प्रस्तुत किया जाता है जो कि उनकी वर्तमान ज्ञानात्मक संरचना से जुड़ा होता है।
- शिक्षार्थियों से विभिन्न संकल्पनाओं तथा उप-संकल्पनाओं को पहचानने तथा उनके नाम लिखने के लिए कहा जाता है।
- शिक्षार्थियों से नए तथा अद्वितीय उदाहरणों की माँग करके उनकी इन संकल्पनाओं की समझ का आकलन किया जाता है।

चरण II – तर्क वाक्य/शब्द का चरण

- शिक्षक संकेत व सुझाव देकर शिक्षार्थी को संकल्पनाओं को पदानुक्रम में व्यवस्थित करने के लिए दिशानिर्देश देते हैं ताकि वे स्थूल/सामान्य संकल्पनाओं को शीर्ष पर तथा कम अंतर्भाव की संकल्पनाओं को आधार पर रख पाएँ जिससे संपूर्ण संरचना पिरैमिड की भाँति दिखाई दे।
- विभिन्न संकल्पनाएँ एक-दूसरे से रेखाओं (तीर के चिह्नों) का उपयोग करके तार्किक रूप से अनुबंधित (जोड़ी) की जाती हैं।
- इन रेखाओं को शब्द/शब्दों/वाक्यांशों द्वारा संपूरित किया जाता है जो उन्हें परिभाषित करते हैं तथा विभिन्न संकल्पनाओं के बीच अर्थपूर्ण संबंध दर्शाते हैं।
- संपूर्ण संकल्पना मानचित्र को संकल्पनाओं के जाल की तरह देखा जाता है।

© NCERT not to be republished



चित्र 8.6 — संकल्पना मानचित्रण के चरण

चरण III – अनुप्रयोग

शिक्षार्थी नए उदाहरण प्रस्तुत करने अथवा खोजने के लिए तथा वर्तमान ज्ञान पर विमर्श करने के लिए अपने ज्ञान का अनुप्रयोग करते हैं।

चरण IV – समापन

शिक्षार्थी विचार-विमर्श की अवधि में उभरे प्रमुख विचारों का सारांश प्रस्तुत करते हैं (चित्र 8.6)।

8.9.2 संकल्पना मानचित्रों के उपयोग

हमारे विद्यालयों में संकल्पना मानचित्रों की क्षमता के विषय में गहनता से विचार करने की आवश्यकता है, क्योंकि यह शिक्षार्थियों, शिक्षकों, पाठ्यचर्या विकसित करने वालों तथा मूल्यांकन करने वालों के लिए अत्यंत उपयोगी है। संकल्पना मानचित्रों के कुछ उपयोगों का यहाँ विशेष रूप से वर्णन किया गया है।

(i) **शिक्षार्थी के लिए** — शिक्षार्थी द्वारा संकल्पना मानचित्रों का उपयोग संकल्पनाओं को अर्थपूर्ण रूप से ग्रहण करने के लिए किया जा सकता है। इसे विभिन्न प्रक्रियाओं द्वारा संपादित किया जा सकता है, जैसे –

- किसी विशेष विषय क्षेत्र (जैसे पाठ्य सामग्री) से संबंधित ज्ञान का चित्रण प्रस्तुत करने से शिक्षार्थियों को पठन सामग्री के बारे में अच्छी सोच/समझ विकसित करने में सहायता मिलती है, विशेष रूप से जब विषय क्षेत्र कुछ जटिल हो। पाठ्य सामग्री की मूल संकल्पनाओं को विस्तृत करने के लिए आवश्यक संकल्पनात्मक ढाँचे की रूपरेखा प्रदान की जा सकती है।
- शिक्षार्थियों को एक या अधिक संबंधित क्षेत्रों में संकल्पनाओं के बीच नए संबंध विकसित करने में सहायता करना, इस प्रकार नए अर्थ उत्पन्न करना।
- परीक्षाओं के लिए तैयारी करते समय सामग्री का सारांश तैयार करना।

© NCERT not to be republished

- शिक्षार्थियों को चिंतन तथा क्रियाशील अधिगम के लिए प्रोत्साहित करना ताकि वे सर्वाधिक युक्तियुक्त संबंधों के निर्माण का प्रयत्न करें।
- शिक्षार्थियों को उनके ज्ञान में अंतरालों का बोध करने में सहायता करना।
- सूचना के आदान-प्रदान में भाषा की प्रत्यक्ष भूमिका से शिक्षार्थियों को अवगत कराना।
- संकल्पनाओं के आयाम को आगे विस्तृत या संकुचित करने, उन्हें एक साथ रखकर या फिर से अलग करके, उनसे जुड़े चिंतन को प्रोत्साहित करना।
- शिक्षार्थियों को विचारों के आदान-प्रदान की सुविधा प्रदान करना जिससे वह अपने सहपाठियों से विचारों को बाँट सकें, क्योंकि संकल्पना मानचित्रों द्वारा उनकी संकल्पनाओं को सुस्पष्ट रूप से प्रस्तुत करना संभव हो पाता है।
- किसी प्रयोग या क्रियाकलाप को उसकी प्रक्रिया या विषय-वस्तु के पदों में विश्लेषण करना ताकि कार्यकारी स्मरण शक्ति पर बोझ को कम किया जा सके।
- किसी विशेष संकल्पना के लेबल का उपयोग करके अभ्यास प्रदान करना, यह विशेषकर संघर्षरत शिक्षार्थियों के ध्यानाकर्षण के लिए उपयोगी होता है।
- एक अध्ययन (प्रभा, 2005) से स्थापित हुआ है कि शिक्षण-अधिगम उपागम के रूप में संकल्पना मानचित्रण के अनुप्रयोग से शिक्षार्थियों को लेंस तथा दर्पणों द्वारा बिंब की विभिन्न स्थितियों के लिए प्रतिबिंब बनने के किरण आरेखों को खींचने में सहायता मिलती है। यह प्रकाश के परावर्तन तथा अपवर्तन की परिघटना का समग्रतात्मक विचार प्रदान कर सकता है।

(ii) **शिक्षकों के लिए** – संकल्पना मानचित्र से शिक्षकों के लिए अनेक प्रकार से सहायता हो सकती है, जैसे कि –

- मुख्य संकल्पनाओं, उनके पूर्वापेक्षाओं तथा संगत उदाहरणों की पहचान करके पाठ योजना को डिज़ाइन करने में सहायता करना।
- कुछ यूनिट का विहंगम परिदृश्य प्रदान करने के लिए एक साधन की तरह काम करना।
- प्राप्त किए जाने वाले अधिगम उद्देश्य को संकेतित करके किसी शिक्षण-अधिगम लक्ष्य की परिचालक परिभाषा प्रदान करना।
- शिक्षार्थियों को अपने विचारों के वैकल्पिक ढाँचे की (भ्रांत धारणाओं तथा सहज संकल्पनाओं) पहचान में मदद करने के लिए एक अत्यंत प्रभावशाली साधन की भांति कार्य करना।
- संकल्पनाओं के ऐसे सुसंगत कार्यक्रम को विकसित करना जो विषयों के विभिन्न क्षेत्रों से संबद्ध संकल्पनाओं को समाकलित करे और जिसकी सहायता से अंतरविषयक शिक्षण-अधिगम की योजना बनाई जा सके।

© NCERT not to be republished

इस प्रकार, किसी पाठ के शिक्षण-अधिगम से पहले शिक्षार्थियों के पूर्व ज्ञान उजागर करने के लिए, गृह कार्य के लिए, संकल्पनाओं के समेकन के लिए, पाठ को संक्षिप्त करने एवं इसका पुनरवलोकन करने के लिए, शिक्षण के दौरान समूह में चर्चा के लिए, व्यक्तिगत दत्त कार्य के मूल्यांकन आदि के लिए संकल्पना मानचित्रण को एक क्रियाकलाप की भाँति उपयोग किया जा सकता है।

(iii) **प्रयोगशाला के जटिल परिवेश में संकल्पना मानचित्र एक प्रभावशाली साधन की भाँति**– प्रयोगशाला के जटिल परिवेश में वैज्ञानिक संकल्पनाओं के अर्थपूर्ण अधिगम के लिए सैद्धांतिक संकल्पनाओं तथा प्रयोगात्मक प्रेक्षणों के बीच संबंध को मापदंड माना जा सकता है। संकल्पना मानचित्रों का उपयोग करके संकल्पनाओं के सैद्धांतिक भाग के बीच समाकलन तथा अनुबंधनों को समझने के लिए नए प्रयोगों को डिज़ाइन किया जा सकता है। संकल्पना मानचित्रों को प्रयोगशाला क्रियाकलाप के पश्च-कार्य के रूप में बनाया जा सकता है।

क्रियाकलाप 8.6

(i) माध्यमिक और उच्चतर माध्यमिक स्तर की प्रत्येक पाठ्यपुस्तक में से कोई एक-एक प्रकरण चुनकर उसके लिए संकल्पना मानचित्र विकसित कीजिए। अपने कार्य को अपने मित्रों से साझा कर उस पर विचार-विमर्श कीजिए।

(ii) आपने जो संकल्पना मानचित्र विकसित किया है, उसका उपयोग करके आप (a) इस विषय पर विद्यार्थियों के ज्ञान में अंतराल की पहचान कैसे करेंगे? (b) दिए गए विषय पर भ्रांत धारणाओं तथा सहज संकल्पनाओं की पहचान कैसे करेंगे?

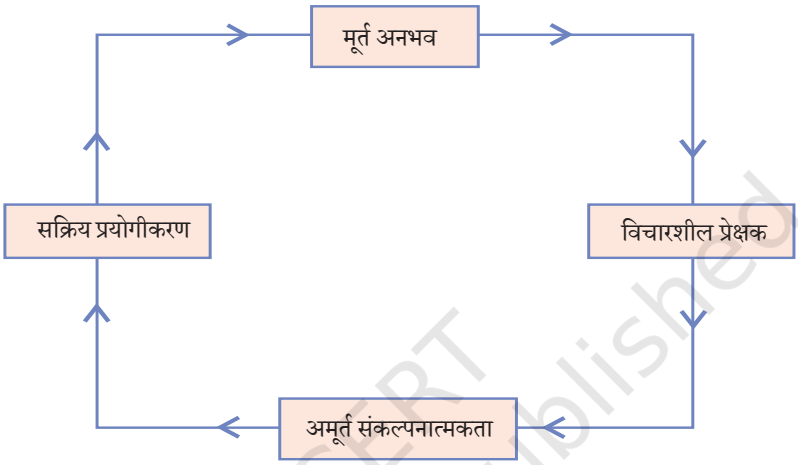
8.10 अनुभवजन्य अधिगम

अशोक कक्षा (8) का विद्यार्थी है। उसने कक्षा में किण्वन प्रक्रम के बारे में अध्ययन किया है। उसे बताया गया था कि जिस डबलरोटी को वह खाता है, उसमें सरंध्रता किण्वन प्रक्रम के कारण होती है। वह इस प्रक्रम को समझने के लिए डबलरोटी बनते हुए देखना चाहता था। वह अपने माता-पिता के साथ निकट की बेकरी में गया। वहाँ पर उसने डबलरोटी बनाने के विभिन्न चरणों को देखा। पूरे प्रक्रम के प्रेक्षण के बाद उसने बेकरी वाले से विभिन्न चरणों पर चर्चा की जिससे किण्वन की प्रक्रिया के बारे में उसका अधिगम स्पष्ट हो गया। इस प्रकार का अधिगम अनुभवजन्य अधिगम है।

अनुभवजन्य अधिगम प्रत्यक्ष अनुभवों से सीखने की प्रक्रिया है। तथापि, अनुभवजन्य अधिगम केवल क्षेत्र कार्य (फ़ील्ड वर्क) करना या अधिगम को वास्तविक जीवन की परिस्थितियों

© NCERT not to be republished

से जोड़ना नहीं है। यह वह सिद्धांत है जो अधिगम की ज्ञानात्मक प्रक्रिया को परिभाषित करता है और शिक्षार्थी का कुछ अनुभवों से सामना होने पर चार प्रकार की क्षमताओं को विकसित करने के महत्व पर बल देता है, अर्थात् मूर्त अनुभव, विचारशील प्रेक्षण, अमूर्त संकल्पनात्मकता तथा सक्रिय प्रयोगीकरण। कोल्ब एवं फ्राई (1975) द्वारा सुझाए गए ये चार स्तर चित्र 8.7 में दर्शाए गए क्रम में हैं।



चित्र 8.7 — अनुभवजन्य अधिगम में चार स्तर

मूर्त अनुभव के बाद उस अनुभव पर व्यक्तिगत चिंतन होता है। इसके पश्चात् अनुभव के वर्णन के लिए सामान्य नियम व्युत्पन्न हो सकते हैं या इसे समझने में ज्ञात सिद्धांतों का अनुप्रयोग हो सकता है (अमूर्त संकल्पनात्मकता)। इस प्रकार, भविष्य के अनुभवों में संशोधन करने की विधि विकसित होने लगती है (सक्रिय प्रयोगीकरण), जो अंतत: अगले मूर्त अनुभव की ओर ले जाती है। विषय पर निर्भर करते हुए ये सब घटनाएँ कुछ क्षणों में घटित हो सकती हैं अथवा इसमें कई सप्ताह या महीने भी लग सकते हैं। यह पूरी प्रक्रिया शिक्षार्थी को नए कौशल, नई अभिवृत्तियाँ या चिंतन की पूर्णतया नई विधियाँ सीखने की क्षमता प्रदान करती है।

क्रियाकलाप 8.7

अपने शिक्षार्थियों को दूध के पास्तुरीकरण के प्रक्रम के बारे में अधिक जानकारी देने के लिए आपने अपने निकटवर्ती दुग्ध पास्तुरीकरण संयंत्र का शैक्षणिक भ्रमण आयोजित किया। पास्तुरीकरण संयंत्र में शिक्षार्थियों द्वारा प्राप्त की गई ज्ञानात्मक प्रक्रियाएँ तथा उनके अनुभव यहाँ सूचीबद्ध किए गए हैं। इन अनुभवों को अनुभवजन्य अधिगम के चार स्तरों में वर्गीकृत कीजिए और सारणी 8.2 को भरिए।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थियों ने बड़े-बड़े साइलो (दूध एकत्रित/भंडारित करने के टैंक) देखे जिन्हें साफ़ तथा विसंक्रमित किया जा रहा था।
- उन्होंने दूध में मिलावट के लिए जाँच करने के प्रक्रम को देखा।
- उन्होंने पास्तुरीकरण किए जाने के प्रक्रम को देखा।
- विद्यार्थी दूध में मिलावट की जाँच स्वयं कर सकते थे।
- वे दूध में मिलावट की जाँच करने के लिए छोटी किट अपने घर ले जा सकते थे।
- उन्होंने दूध के पैकिंग तथा विपणन से संबंधित प्रश्न पूछे।
- उन्होंने पास्तुरीकरण के प्रक्रम की संकल्पना को समझा।
- उन्होंने देखा कि भिन्न-भिन्न सुवास का दूध किस प्रकार तैयार किया जाता है।
- उन्होंने वहाँ पर उपलब्ध विभिन्न सुवास के दूध को चखा।
- उन्होंने पास्तुरीकरण पर वृत्तचित्र देखा।
- उन्होंने जाना कि जीवाणुओं को नष्ट करने के लिए दूध को 720°C तक गर्म करना चाहिए।
- वापस आकर उन्होंने अपने अनुभवों से दूसरे विद्यार्थियों को अवगत कराया।

सारणी 8.2 — अनुभवजन्य अधिगम के चार चरण

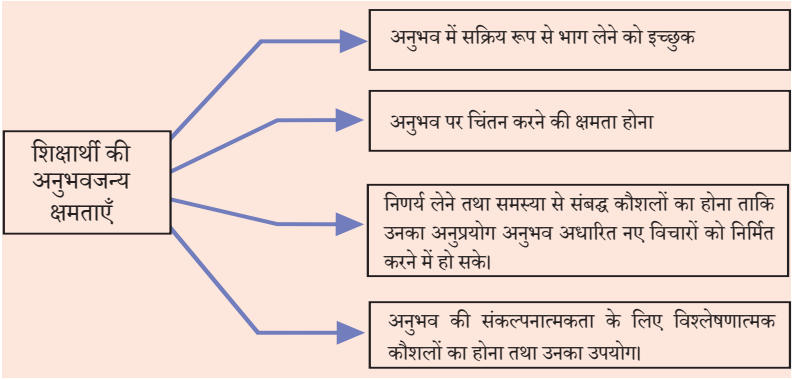
मूर्त अनुभव	विचारशील प्रेक्षण	अमूर्त संकल्पनात्मकता	सक्रिय प्रयोगीकरण
विद्यार्थियों ने साइलो देखे	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

8.10.1 अनुभवजन्य शिक्षार्थी की क्षमताएँ

चार स्तरों पर आधारित अपने मॉडल द्वारा कोल्ब (Kolb) ने तर्क दिया कि प्रभावी अधिगम के लिए शिक्षार्थी के पास चार विभिन्न क्षमताएँ होनी आवश्यक हैं जिन्हें चित्र 8.8 द्वारा प्रदर्शित किया गया है।

अनुभवजन्य अधिगम औपचारिक शिक्षा में भी हो सकता है। इसके लिए क्रियाकलापों की योजना बनाने तथा शिक्षार्थी को सम्मिलित करने के लिए उचित कार्यनीति विकसित करनी होंगी। शिक्षण-अधिगम की औपचारिक व्यवस्था में विज्ञान पार्क का उपयोग इसका एक उदाहरण है। किसी विज्ञान पार्क में शिक्षार्थी विभिन्न मॉडलों और प्रदर्शों से खेल सकते

© NCERT not to be republished



***चित्र 8.8** — शिक्षार्थी की अनुभवजन्य क्षमताएँ*

हैं और साथ ही साथ विज्ञान के जिन मूल सिद्धांतों पर ये आधारित हैं, उन्हें भी सीख सकते हैं। कुछ स्थितियों में शिक्षार्थी सर्वेक्षण कार्य में, वैज्ञानिकों से साक्षात्कार करने में, क्रियाकलापों के लिए विभिन्न रसायनों तथा पदार्थों को एकत्रित करने में तथा लिखित कार्य जैसे क्रियाकलापों में व्यस्त हो सकते हैं।

8.10.2 सुसाध्यक की भूमिका

अनुभवजन्य अधिगम की प्रक्रिया ऐसे अनुभवों को प्रदान करने पर निर्भर है जिनके द्वारा अधिगम को सुसाध्य बनाया जा सकता है। कोई उत्कृष्ट सुसाध्यक इस सिद्धांत में विश्वास रखता/ती है कि "अपने कथन से आप जितना सिखाते हैं, उससे अधिक शिक्षार्थी आपके व्यवहार से सीखते हैं जबकि वह उससे कहीं अधिक आपके व्यक्तित्व से सीखते हैं।" और इस तथ्य को नहीं भूलना चाहिए कि अधिगम प्रक्रिया के लिए सबसे अधिक महत्वपूर्ण शिक्षार्थी के अपने अनुभव हैं, तथापि किसी अच्छे सुसाध्यक के व्यापक अनुभव भी स्थिति में सुधार लाने में महत्वपूर्ण योगदान करते हैं। अनुभवजन्य अधिगम के लिए एक प्रभावी सुसाध्यक वही है जिसका अपने कार्य के प्रति उत्साह प्रबल हो और वह अपने शिक्षार्थी को अधिगम स्थिति में तल्लीन करने में सक्षम हो। वह उन्हें अपने साथियों से तथा रचित अधिगम परिवेश द्वारा नये ज्ञान प्राप्त करने के अवसर दें। सुसाध्यक शिक्षार्थियों को अपने अनुभवों से संबद्ध रखते हुए उनकी कल्पनाशक्ति को प्रोत्साहित करते हैं।

क्रियाकलाप 8.8

आपको अपने विद्यालय के शिक्षार्थियों को विज्ञान क्लब के क्रियाकलाप के द्वारा 'कंपोस्ट बनाने' की संकल्पना से अवगत करना है। अनुभवजन्य अधिगम के चार स्तरों के अंतर्गत क्रियाकलापों

© NCERT not to be republished

का एक सेट डिज़ाइन कीजिए जो आपके विद्यार्थियों को अर्थपूर्ण अधिगम प्रदान कर सके। अपने कार्य की विवेचनात्मक समीक्षा के लिए कक्षा में इसका प्रस्तुतीकरण कीजिए।

8.11 संज्ञानात्मक द्वंद्व

कक्षा छह का कोई विद्यार्थी सार्थक, आकाश देख रहा था। उसने देखा कि सूर्य पूर्व में उदय होता है और जैसे-जैसे दिन बीतता है, यह पश्चिम की ओर चला जाता है। तथापि, उसने अपनी विज्ञान की कक्षा में पढ़ा कि सूर्य स्थिर है और पृथ्वी इसके चारों ओर परिक्रमा करती है। वह उलझन में था। सार्थक निश्चय नहीं कर पा रहा था कि वास्तविक तथ्य क्या है। उसका दृढ़ विश्वास था कि सूर्य गतिशील है जैसा कि वह इसे प्रतिदिन देखता है और शिक्षक ने इसके विपरीत तथ्य सामने रखा है।

प्रकृति कैसे कार्य करती है, शिक्षार्थी इस संबंध में अपनी संकल्पना बना लेते हैं। कोई असंगत व्यापकीकरण शिक्षार्थी के मस्तिष्क में दृढ़ स्थान बना ले तब इसे बदलना कठिन हो जाता है। निजी संकल्पना शिक्षार्थी के अपनी समझ के ढाँचे में बहुत कुछ वैध लगती है और यह उसकी वैकल्पिक संकल्पना हो सकती है (भ्रांत धारणा या सहज संकल्पना)। वैकल्पिक संकल्पना का होना, जो कि वैज्ञानिक संकल्पना से सार्थकत: भिन्न हो सकती है, संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करता है। विज्ञान अधिगम में संकल्पना परिवर्तन को प्रोत्साहित करने के लिए संज्ञानात्मक द्वंद्व कार्यनीति के रूप में उपयोग करने की परंपरा चली आ रही है। हम अनुभाग 5.3.1 में **समझने, चुनौती देने तथा सहज** संकल्पनाओं के परिवर्तन के बारे में चर्चा कर चुके हैं।

संकल्पनात्मक परिवर्तन

अधिगम को पहले से विद्यमान ज्ञान में केवल नए ज्ञान को जोड़कर देखना ही नहीं है, बल्कि यह किसी व्यक्ति की संकल्पना में परिवर्तन के रूप में देखा जाता है। संकल्पनात्मक परिवर्तन का एक मॉडल एपल्टन (1997) द्वारा दिया गया। यह मॉडल पियाज़े के सिद्धांत पर आधारित है और यह उन संभावनाओं को बताता है जो तब घटित होती हैं, जब कोई शिक्षार्थी नए अनुभवों/सूचनाओं का सामना करता है। जब किसी नई सूचना का प्रक्रमण होता है तो निम्न तीन संभावनाएँ हो सकती हैं।

(i) **सर्वसम अनुरूप** – नई सूचना/संकल्पना/अनुभव वर्तमान रूपरेखा/योजना के अनुरूप हो अर्थात् उसमें ठीक फ़िट हो जाए। इसका अर्थ है कि शिक्षार्थी वर्तमान ज्ञान के आधार पर नई सूचना को समझे अथवा इसकी अनुभूति करे। हो सकता है यह वर्तमान ज्ञान वैज्ञानिक संदर्भ सही न हो।

(ii) **सन्निकट अनुरूप** – नई सूचना किसी वर्तमान विचार के सन्निकट अनुरूप हो सकता है। ऐसे शिक्षार्थी नए विचारों का सामना करते हैं, लेकिन पुराने विचारों को नहीं छोड़ पाते। इस वर्ग के शिक्षार्थी नए विचारों को अपना लेते हैं, लेकिन समायोजित नहीं कर पाते। वे उस स्थिति तक नहीं पहुँचते, जहाँ ज्ञानात्मक द्वंद्व हो सकता है।

© NCERT not to be republished

(iii) **अपूर्ण अनुरूप** – नई सूचना किसी भी वर्तमान विचार के अनुरूप नहीं होती जिसके परिणामस्वरूप संज्ञानात्मक द्वंद्व होता है। जब शिक्षार्थी अपूर्ण अनुरूप का अनुभव करता है तो वह और अधिक सूचना प्राप्त करके द्वंद्व का निवारण करने का प्रयत्न करता है। संकल्पना परिवर्तन के एपल्टन के मॉडल में परिवर्तन की मुख्य तकनीक संज्ञानात्मक द्वंद्व है।

8.11.1 संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करना

संज्ञानात्मक द्वंद्व निम्नलिखित स्थितियों के कारण हो सकता है –

(i) **असंगत घटनाओं का सामना करने से** – जब शिक्षार्थी किसी नई संकल्पना/घटना का सामना करते हैं तो वह इसे किसी वैकल्पिक संकल्पना के आधार पर समझने का प्रयत्न कर सकते हैं, जिसे हो सकता है उसने पहले से विकसित कर रखी हो। तब वह कोई ऐसा हल प्राप्त कर सकते हैं जो वास्तव में घटित नहीं होता है। इस प्रकार की घटना 'असंगत घटना' कहलाती है। इस प्रकार का संज्ञानात्मक द्वंद्व शिक्षार्थी की ज्ञानात्मक संरचना से संबंधित किसी विश्वसनीय भौतिक वास्तविकता तथा यथार्थ भौतिक वास्तविकता के बीच होता है।

यदि हम पानी से भरा एक गिलास लें और विद्यार्थी से पूछें कि यदि पीतल की एक गेंद अथवा सरल लोलक का गोलक इसमें डालें तो क्या होगा, तो वे उत्तर दे सकते हैं कि कुछ पानी बाहर छलक जाएगा। यदि कोई इस उत्तर का कारण पूछे तो वह कह सकते हैं कि 'कोई भी दो वस्तुएँ एक साथ एक ही स्थान में नहीं रह सकतीं।' यह धारणा उनकी संज्ञानात्मक संरचना में पहले से ही है। अब यदि कोई पानी से भरे गिलास में एक-एक करके कुछ पिन (मान लिया 10) डाले और विद्यार्थियों से इसे प्रेक्षित करने को कहे तो वे देखेंगे कि पानी बाहर नहीं छलकता। यह उनकी इस धारणा में कि पिनें डालने पर पानी गिलास से बाहर छलकेगा, संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न कर देगा।

(ii) **वैकल्पिक संकल्पनाओं से सामना होने पर जिनमें परस्पर द्वंद्व हो** – यह स्थिति तब उत्पन्न होती है जब शिक्षार्थी किसी ऐसी स्थिति का सामना करे, जहाँ वह उसी घटना की पहले से विद्यमान दो विभिन्न संज्ञानात्मक संरचनाओं, जिनमें परस्पर द्वंद्व है, के आधार पर व्याख्या कर सके।

मेज़ पर एक डस्टर विरामावस्था में है। विद्यार्थी के पास इस स्थिति की व्याख्या करने के लिए दो वैकल्पिक संकल्पनाएँ हैं।

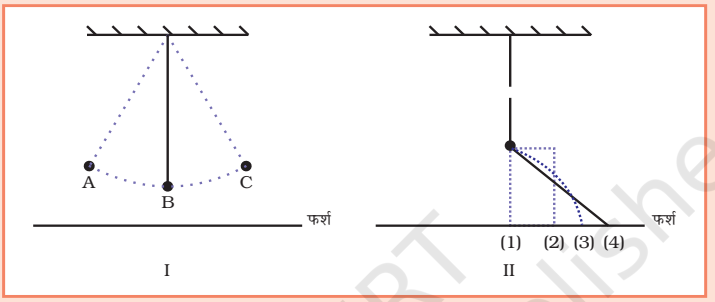
- एक वैकल्पिक संकल्पना न्यूटन की गति के नियम पर आधारित है, जिसके अनुसार विराम अवस्था में वस्तु पर कोई बल कार्य नहीं करता।
- दूसरी संकल्पना है कि पृथ्वी पर सभी वस्तुओं (डस्टर भी) पर गुरुत्व बल कार्य करता है।

यदि कोई उपर्युक्त दो संकल्पनाओं का उपयोग करके समस्या का उत्तर ढूँढने का प्रयत्न करे तो उसे संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न होगा।

© NCERT not to be republished

(iii) **एक समान द्वंद्व का होना** – शिक्षार्थी एक ही संकल्पना से दो वैकल्पिक संकल्पनाओं का गठन कर सकते हैं। जब शिक्षार्थियों को किसी संकल्पना के बारे में विचार-विमर्श करने की अनुमति दी जाती है, तो शिक्षार्थियों की स्वयं विकसित विभिन्न संकल्पनाओं में द्वंद्व उत्पन्न होने की संभावना होती है।

समस्या – कोई सरल लोलक चित्र 8.9 में दर्शाए अनुसार दोलन कर रहा है। गोलक A से B और फिर C तक दोलन करता है। मान लीजिए जब गोलक स्थिति B पर पहुँचता है तो धागा टूट जाता है। गोलक के फ़र्श तक पहुँचने के पथ को दर्शाइए।



चित्र 8.9 *— (I), (II) किसी सरल लोलक के गोलक का पथ*

जब उपर्युक्त स्थिति प्रस्तुत की गई तो विद्यार्थियों ने विभिन्न भविष्यकथन किए।

भविष्यकथन I – मुक्त रूप से गिरती किसी वस्तु की भाँति यह चित्र 8.9 (II) में दर्शाए स्थिति (1) पर ऊर्ध्वाधरत: नीचे गिरेगा।

भविष्यकथन II – जड़त्व के कारण गोलक कुछ समय के लिए प्रारंभिक पथ की ओर गति करेगा, उसके बाद यह उर्ध्वाधरत: चित्र 8.9 (II) में दर्शाए स्थिति (2) पर गिरेगा।

भविष्यकथन III – गोलक एक परवलयिक पथ बनाकर चित्र 8.9 (II) में दर्शाए स्थिति (3) पर नीचे गिरेगा।

भविष्यकथन IV – गोलक चित्र 8.9 (II) में दर्शाए अनुसार स्थिति (4) पर गिरेगा।

शिक्षार्थियों को वैज्ञानिक विवेचन के साथ निष्कर्ष पर पहुँचने के लिए आपस में तर्क-वितर्क करने की अनुमति दी जाती है।

8.11.2 संज्ञानात्मक द्वंद्व उत्पन्न करने की तकनीकें

कुछ तकनीकें हैं –

- दुविधा उत्पन्न करने वाले प्रश्न पूछना।
- समस्या को मन में स्पष्ट रूप से देखने में उनकी मदद कीजिए। कोई विशेष स्थिति अथवा आंकिक समस्या प्रस्तुत की जा सकती है
- कोई क्रियाकलाप प्रदर्शित करना। इस पर विचारमंथन अथवा समूह में विचार-विमर्श का प्रबंध करना।

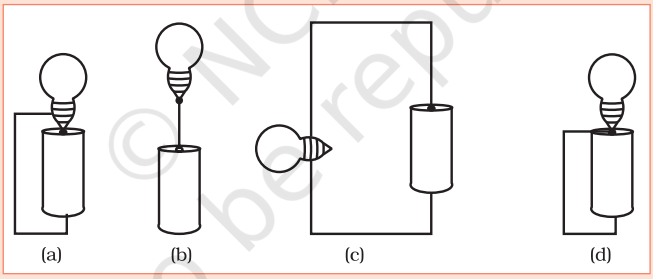
© NCERT not to be republished

- कंप्यूटर अनुकार स्थिति का आयोजन करना। विद्यार्थियों को प्रश्न पूछने की अनुमति देना।
- विद्यार्थियों को पारस्परिक विचार-विमर्श करने की अनुमति देना।

प्रकरण *विद्युत* पर शिक्षण-अधिगम प्रारंभ करने से पहले माध्यमिक विद्यालय के एक शिक्षक विकास ने कक्षा 10 में निम्नलिखित अध्ययन किया। प्रत्येक शिक्षार्थी को एक बल्ब, तार का टुकड़ा तथा एक सेल दिया गया था (चित्र 8.10)। उन्हें इनको संयोजित करने को कहा गया था जिससे कि बल्ब जलने लगे। विद्यार्थियों को कहा गया था कि वे तार को नहीं काटें।

चित्र 8.10 *— एक बल्ब, तार का एक टुकड़ा और एक सेल*

विद्यार्थी बंद परिपथ की संकल्पना से परिचित थे। तथापि, केवल दस प्रतिशत विद्यार्थी ही इसे ठीक-ठीक [चित्र 8.11(a)] संयोजित कर पाए। अन्य विद्यार्थियों ने चित्र 8.11 (b), (c) और (d) में दर्शाए अनुसार संयोजन किए।



चित्र 8.11 *— (a), (b), (c) और (d) एक सेल तथा बल्ब को जोड़ने के लिए विद्यार्थियों द्वारा बनाए गए विभिन्न परिपथ*

शिक्षक ने विद्यार्थियों को स्वयं प्रेक्षण करने के लिए प्रोत्साहित किया कि क्या b, c तथा d स्थितियों में बल्ब जलता है। जिन विद्यार्थियों ने चित्र b में दर्शाए अनुसार संयोजन किए थे, उनके पास टॉर्च या फ़्लैश लाइट के मॉडल थे। जिन्होंने c और d की भाँति संयोजित किया उनकी संकल्पना थी कि केवल तार के छूने से बल्ब में विद्युत धारा प्रवाहित होगी। विद्यार्थियों को अपने मॉडलों तथा प्रेक्षणों के बीच द्वंद्व के समाधान के लिए विचार-विमर्श करने की अनुमति दी गई। उन्होंने प्रेक्षण किया कि चित्र 8.11(a) की स्थिति में बल्ब जलता है, क्योंकि धारा प्रवाह के लिए बंद पथ मिल जाता है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप करने तथा विचार-विमर्श करने के पश्चात् उन्होंने जाना कि वे सही नहीं थे जिसके कारण उन्हें अपने वर्तमान मॉडलों से असंतोष हुआ। इस संज्ञानात्मक असंगति से एक बंद विद्युत परिपथ के उनके वर्तमान ज्ञान का नए ज्ञान के रूपांतरण के लिए प्रेरणा मिली अर्थात् ज्ञान का पुनर्निर्माण हुआ।

8.12 अन्वेषण उपागम

कक्षा 8 में धातुओं तथा अधातुओं पर विचार-विमर्श चल रहा था। एक विद्यार्थी ने प्रश्न उठाया, 'अधातुओं का क्या अर्थ है?' शिक्षक रामप्रकाश ने विद्यार्थियों को कक्षा में उपलब्ध विभिन्न साधारण वस्तुएँ, जैसे— कील, कोयले का टुकड़ा, चॉक, पेन, पेंसिल, इरेज़र (रबर), चम्मच, चाभी का छल्ला, पेपर वेट, धातु तथा प्लास्टिक का लंच बॉक्स, रूमाल आदि एकत्रित करने के लिए प्रोत्साहित किया। शिक्षक ने उन्हें यह प्रेक्षित करने में सहायता की कि विभिन्न वस्तुएँ भिन्न-भिन्न पदार्थों की बनी हैं और उनसे विभिन्न पदार्थों की सूची बनाने के लिए कहा, जिनसे ये वस्तुएँ बनी हैं।

विद्यार्थियों ने अपने प्रेक्षण के आधार पर बताया कि चम्मच स्टील की बनी है तथा इरेज़र रबर का बना है। क्योंकि रबर तथा स्टील भिन्न-भिन्न पदार्थ हैं, उन्हें विभिन्न वर्गों में रखना चाहिए। रामप्रकाश ने विद्यार्थियों की बातचीत सुनी, 'रबर नर्म है';''स्टील कठोर है', 'मैं रबर को तोड़ सकता हूँ, लेकिन लोहे की कील को आसानी से नहीं तोड़ सकता।'

रामप्रकाश ने कक्षा को पाँच समूह बनाने में सहायता की। शिक्षक ने उन्हें वस्तुओं के विभिन्न भौतिक गुणों को ज्ञात करने में भी सहायता दी, जैसे— कौन-सी वस्तुएँ ज़ोर से चोट करने पर घंटी जैसी ध्वनि (ध्वनिज) उत्पन्न करती हैं, किन पदार्थों को पीटकर पतली चादर (आघातवर्ध्यनीयता) में परिवर्तित किया जा सकता है, किन पदार्थों (एलुमिनियम) को खींचकर तार में (तन्यता) परिवर्तित किया जा सकता है, कौन-से पदार्थ विद्युत का चालन (वैद्युत चालकता) कर सकते हैं, कौन-से पदार्थ में प्राकृतिक चमक (चमकीले) होती है। भौतिक गुणों की जाँच करने के लिए उन्हें कुछ वस्तुएँ और पदार्थों, जैसे— हथौड़ा, सेल, संयोजन तार आदि उपलब्ध कराए गए। विद्यार्थियों ने अपने प्रेक्षणों को एक सारणी में रिकॉर्ड किया।

© NCERT not to be republished

सारणी 8.3 — विभिन्न पदार्थों/वस्तुओं के भौतिक गुण

वस्तु/पदार्थ	आकृति में परिवर्तन (पतला/चपटा हो गया/टुकड़ों में टूट गया।)	विद्युत के सुचालक/ हीन चालक	घंटी जैसी ध्वनि उत्पन्न करती है या नहीं	चमकदार / निष्प्रभ	तार में खींचा जा सकता है या नहीं
1. लोहे की कील (जंग रहित) 2. -------- 3. -------- 4. -------- 5. -------- 6. -------- 7. -------- 8. -------- 9. -------- 10. --------	चपटी हो गई	सुचालक	लोहे की बनी वस्तु से आघात करने से घंटी जैसी ध्वनि उत्पन्न होती है।	चमकदार	तार में खींचा जा सकता है

रामप्रकाश ने उन्हें यह नहीं बताया कि कौन-से धातु हैं और कौन-से अधातु। तब उसने शिक्षार्थियों की उन पदार्थों को अलग करने में सहायता की जो घंटी जैसी ध्वनि उत्पन्न करते हैं; तार में खींचे जा सकते हैं; पीटकर चादर के रूप में परिवर्तित किए जा सकते हैं; चमकीले हैं और उन्हें अपनी प्रेक्षण सारणी 8.4 में धातुओं के वर्ग में रिकॉर्ड करने को कहा और जिनमें उपरोक्त भौतिक गुण नहीं हैं, उन्हें अधातुओं के वर्ग में रखने को कहा। उन्होंने प्रश्न पूछकर उन्हें पदार्थों को धातुओं तथा अधातुओं में वर्गीकृत करने के लिए प्रोत्साहित किया।

सारणी 8.4 — धातुएँ तथा अधातुएँ

वस्तुएँ	पदार्थ	धातु	अधातु
कील	लोहा	√	—
इरेज़र	रबर	—	√
.....			

© NCERT not to be republished

उपरोक्त शिक्षण-अधिगम उपागम में आप देखते हैं कि शिक्षक पदार्थों के प्रकार/पदार्थों का उनके गुणों के आधार पर वर्गीकरण पर व्याख्यान नहीं देते। उन्होंने कक्षा में उन्हें प्रेक्षण करने, चिंतन करने, वर्गीकरण करने, रिकॉर्ड करने, निष्कर्ष निकालने तथा पदार्थों को भौतिक गुणों के आधार पर उनके वर्गीकरण के बारे में जानकारी को संप्रेषित करने की स्थिति उत्पन्न की।

इस प्रकार, अन्वेषण पर आधारित शिक्षण-अधिगम उपागम विचारों की छान-बीन, प्रयोगीकरण तथा विवेचनात्मक चिंतन को प्रोत्साहित करता है। आवश्यकता यह है कि अन्वेषण विद्यार्थियों के वास्तविक जीवन के अनुभवों को उनके अधिगम प्रक्रिया से जोड़ने वाला हो।

अन्वेषण उपागम केवल प्रश्न पूछना और उत्तर देना नहीं है। शिक्षार्थियों को उपकरणों तथा मापक युक्तियों का उपयोग करके आँकड़े एकत्रित करने तथा व्याख्या के लिए प्रश्न पूछने, संप्रेषण के लिए चित्रों तथा ग्राफ़ों के उपयोग करने एवं विभिन्न स्रोतों से विचारों के स्पष्टीकरण के लिए तैयार करने में उनकी मदद करनी चाहिए। अन्वेषण प्रेक्षण से प्रारंभ होता है और तर्क-वितर्क एवं ज्ञान के निर्माण के लिए, विवेचना, परिकल्पना, प्रयोगीकरण तथा क्रियाकलापों और विचारों को प्रभावशाली ढंग से संप्रेषित करके आगे ले जाया जाता है।

क्रियाकलाप 8.9

1. कक्षा 7 के विद्यार्थियों के लिए 'लोहे पर जंग लगना' की संकल्पना को सुसाध्य बनाने के लिए अन्वेषण उपागम पर आधारित क्रियाकलापों को डिज़ाइन कीजिए।
2. क्या आप सोचते हैं कि विद्यार्थियों को अन्वेषण में सम्मिलित करने के बहुत-से तरीके हो सकते हैं? विज्ञान अधिगम के इस पक्ष पर कक्षा में विचार-विमर्श कीजिए।

8.13 अनुरूपता कार्यनीति

अनुरूपता (एनॉलोजी) दो संकल्पनाओं के बीच समानताओं को पहचानने की एक प्रक्रिया है। शिक्षार्थियों को किसी नई संकल्पना का परिचय इसे किसी सुविदित संकल्पना, जिसे वे पहले से ही जानते हैं, से संबंधित करके किया जा सकता है। यह शिक्षार्थियों को उनके विचारों के निर्माण में सहायता कर सकती है। सुविदित संकल्पना अनुरूप है और अपरिचित विज्ञान संकल्पना लक्ष्य है। अनुरूप कार्यनीति अनुरूप तथा लक्ष्य के बीच एक सेतु का कार्य करती है। प्रभावशाली अनुरूपताएँ विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करती हैं, विद्यार्थियों के चिंतन को स्पष्ट करती हैं, विद्यार्थियों को वैकल्पिक संकल्पनाओं के प्रभाव से मुक्ति में सहायता करती हैं और शिक्षार्थियों को अमूर्त संकल्पनाओं को स्पष्ट रूप से देखने में मदद करती हैं। अनुरूपता तभी प्रभावशाली होगी, जब विद्यार्थी उनसे सुपरिचित हों तथा इसकी विशिष्टताएँ एवं प्रयोजन लक्ष्य के संगत हों। इसका उपयुक्त उपयोग अर्थपूर्ण अधिगम तथा संकल्पनात्मक विकास को बढ़ावा दे सकता है।

© NCERT not to be republished

ग्लिन (1995) द्वारा प्रस्तुत अनुरूपताओं द्वारा शिक्षण 'टीचिंग विद एनॉलोजी' (TWA) मॉडल में निम्नलिखित छह चरण सम्मिलित हैं –

(i) लक्ष्य संकल्प का परिचय देना;

(ii) अनुरूप संकल्पना का पुनरवलोकन करना;

(iii) लक्ष्य तथा अनुरूप की संगत विशिष्टताओं को पहचानना;

(iv) समानताओं का मानचित्रण;

(v) जिस सीमा के पार अनुरूपता लागू नहीं होती है, उसे इंगित करना तथा

(vi) निष्कर्ष निकालना।

शिक्षक-अधिगम प्रक्रिया में प्राय: कैमरे की अनुरूपता नेत्र की संरचना (लक्ष्य संकल्पना) के साथ, सौर मंडल की अनुरूपता परमाणु मॉडल (लक्ष्य संकल्पना) के साथ, स्थिर वैद्युत बल की अनुरूपता गुरुत्वाकर्षण बल के साथ जैसी स्थितियों में उपयोग करते हैं।

सौर मंडल तथा परमाणु की संरचना के बीच निम्न समानताओं को देखा जा सकता है।

अनुरूप		लक्ष्य	
	सौर मंडल (सुविदित विचार)		रदरफ़ोर्ड का परमाणु मॉडल (वैज्ञानिक ज्ञान)
(i)	सूर्य	(i)	नाभिक
(ii)	ग्रह	(ii)	इलेक्ट्रॉन
(iii)	सूर्य और ग्रह एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।	(iii)	नाभिक और इलेक्ट्रॉन एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।
(iv)	सूर्य का द्रव्यमान सभी ग्रहों के कुल द्रव्यमान से अधिक है।	(iv)	नाभिक इलेक्ट्रॉनों की अपेक्षा बहुत भारी है।

इस प्रकार, अनुरूपता कार्यनीति में अनुरूप तथा लक्ष्य के बीच संबंधों का मानचित्रण करते हैं। तथापि, अनुरूप के उपयोग की अपनी सीमाएँ हैं। यदि संबंध स्पष्टतया स्थापित नहीं किया जाता है और असमानताओं तथा असंभावनाओं पर उचित रूप से प्रकाश नहीं डाला जाता है तो ये वैकल्पिक संकल्पनाओं को दूर करने की बजाय उन्हें पैदा कर देती हैं। सावधानी रहे कि विद्यार्थी जिस संकल्पना के लिए अनुरूप का उपयोग करते हैं, उसकी बजाय अनुरूप को ही याद न रख लें।

क्रियाकलाप 8.10

रदरफ़ोर्ड के परमाणु मॉडल को प्रस्तुत करने के लिए सौरमंडल की अनुरूपता का उपयोग कर ग्लिन कार्यनीति के विभिन्न स्तरों को स्पष्ट कीजिए।

© NCERT not to be republished

8.14 शिक्षार्थी के लिए स्व-अध्ययन सुगम बनाना

शिक्षार्थियों के लिए स्व-अध्ययन सुगम बनाना शिक्षण-अधिगम की दत्त कार्य विधि या अध्ययन कौशल का शिक्षण या गृह कार्य देने से भिन्न है। स्व-अध्ययन को सुसाध्य करना शिक्षार्थी-केंद्रित होता है। यह उन्हें ज्ञान प्राप्त करने तथा सीखने के लिए स्वतंत्र शिक्षार्थी बनने में मदद करता है।

सामान्यतया गृह कार्य किए जा चुके कार्य को दोहराने के लिए दिया जाता है, जैसे कि, कक्षा में जो भी चर्चा की गई है शिक्षार्थी कुछ विशेष कौशलों को विकसित करने के लिए उन्हें फिर से दोहराते हैं या पाठ्यपुस्तक के अभ्यासों को हल करते हैं। स्व-अध्ययन को सुगम बनाने का कार्य आगे सीखने वाली संकल्पनाओं को ध्यान में रखकर किया जा सकता है, जिससे शिक्षार्थी को संकल्पना को और गहराई से सीखने और अपने अंदर इस प्रकार का आत्मविश्वास उत्पन्न करने का प्रोत्साहन मिले कि वह स्वयं सीख सकते हैं।

पाठ्यपुस्तकें पढ़ना, तथ्यों, शब्दावली तथा सूत्रों को रटना और नोट बनाना स्व-अध्ययन का अर्थ नहीं है। जब शिक्षार्थी विज्ञान को गहराई से समझ लेते हैं तो वह मुख्य संकल्पनाओं से जुड़े विभिन्न विचारों के अंत: संबंधों को देखते हैं। इस प्रक्रिया में उसके पूर्व विचारों को चुनौती मिलती है और वह अपने अनुभव से नए ज्ञान का निर्माण करते हैं। अर्थपूर्ण अधिगम के लिए शिक्षार्थी को निम्नांकित प्रश्नों पर विचार करना आवश्यक है – मैं क्या जानता हूँ? मैं जिन संकल्पनाओं को जानता हूँ, उन्हें कैसे जानता हूँ? इस नई संकल्पना का मेरी पूर्व संकल्पना-आधारित विचारों से क्या संबंध है? इस ज्ञान का वास्तविक जीवन में मैं कैसे उपयोग कर सकता हूँ?

शिक्षक प्रेरक अधिगम स्थितियों को डिज़ाइन कर शिक्षार्थियों को अपनी ज्ञानवृद्धि का स्वयं उत्तरदायित्व लेने और प्रेरित एवं स्वतंत्र शिक्षार्थी बनने के लिए बढ़ावा दे सकते हैं। कुछ शिक्षकों को उच्चतर माध्यमिक स्तर का पाठ्यक्रम बहुत विस्तृत और पाठ्यपुस्तकें बहुत मोटी प्रतीत होती हैं, जिसे दिए गए समय में पूरा करना कठिन है। अनेक बार शिक्षक पाठ्यक्रम को पूरा करने में तनाव तथा समय का भारी दबाव अनुभव करते हैं। उचित योजना बनाकर शिक्षक शिक्षार्थियों को अपने स्वयं के अधिगम के लिए ज़िम्मेदार (कार्यभारी) बना सकते हैं। शिक्षक को शिक्षार्थियों की क्षमताओं पर विश्वास विकसित करने की आवश्यकता है और साथ ही उनमें यह आत्मविश्वास पैदा करने की भी आवश्यकता है कि वे अनेक विषयों को स्वयं सीख सकते हैं। यदि पाठ्यपुस्तकों का ध्यानपूर्वक विश्लेषण किया जाए तो शिक्षक पाएँगे कि कई संकल्पनाओं के वे अंश, जो उनके अनुप्रयोग से संबंधित हैं; शिक्षार्थियों को स्व-अध्ययन के लिए नियत कार्य के रूप में दिए जा सकते हैं। स्व-अध्ययन को बढ़ावा देने तथा उसका मॉनीटर करने के लिए निम्नलिखित चरणों को अपनाया जा सकता है –

© NCERT not to be republished

- उन संकल्पनाओं या संकल्पनाओं के अनुप्रयोगों की पहचान करना जिन्हें शिक्षक समझते हैं कि विद्यार्थी स्वयं सीख सकते हैं। संकल्पना को पहचानने के लिए शिक्षक निम्न दिशा में सोच सकते हैं।

  होगी? वे क्या जानते हैं?

  - क्या विद्यार्थी उन मूल संकल्पनाओं से परिचित हैं जिनकी किसी समस्या को हल किए जाने के लिए या किसी समीकरण को व्युत्पन्न करने अथवा आंकिक समस्या को हल करने अथवा किसी क्रियाकलाप या प्रयोग को करने के लिए आवश्यकता होगी? वे क्या जानते हैं?
  - क्या उन्होंने इस संकल्पना के बारे में पूर्व कक्षा में या अन्य विषयों में (जैसे, वे परमाणु, नाभिक, पदार्थ की द्वैत प्रकृति के बारे में अपनी रसायन शास्त्र की कक्षा में अध्ययन करते हैं) पढ़ लिया है?
  - क्या आपने विद्यार्थियों को संकल्पना से संबधित क्रियाकलाप या प्रयोग करने में सहायता की है और उन्हें परिचर्चा में शामिल किया है, जिससे आप आश्वस्त हैं कि वे संकल्पना को समझते हैं?
- आप विद्यार्थियों को संकल्पना को प्रदर्शित करने के लिए संकल्प मानचित्रण/प्रवाह चार्ट/ ग्राफ़/चित्र बनाने के लिए सहायता कर सकते हैं।
- आप उन्हें अध्ययन के लिए उपयोग किए जाने वाले चरणों को छाँटने और चयन करने में सहायता कर सकते हैं। आप उन्हें उपलब्ध करा सकते हैं –
  - विचाराधीन संकल्पना के लिए संदर्भ पुस्तक/पाठ्यपुस्तक का नाम तथा पृष्ठ संख्या, प्रासंगिक तथा समीक्षा की हुई वेबसाइट की लिस्ट।
  - उस क्रियाकलाप या प्रयोग का संक्षिप्त विवरण जिसे करने की आवश्यकता है।
  - जिन चित्रों को आलेखित किया जाना है।
  - क्रियाकलाप को संपन्न करने की अपेक्षित समय अवधि।

संकल्पना की पहचान करना—पतले लेंसों के लिए सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

वे क्या जानते हैं — विद्यार्थियों का निम्नलिखित पूर्व ज्ञान है जिसे वे पतले लेंसों के लिए सूत्र व्युत्पन्न करने के लिए उपयोग में ला सकते हैं

(i) बिंब तथा प्रतिबिंब की दूरियों के बीच संबंध को माध्यम के अपवर्तनांक तथा गोलीय पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या के पदों में इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

जहाँ v = प्रतिबिंब की दूरी

u = बिंब की दूरी

© NCERT not to be republished

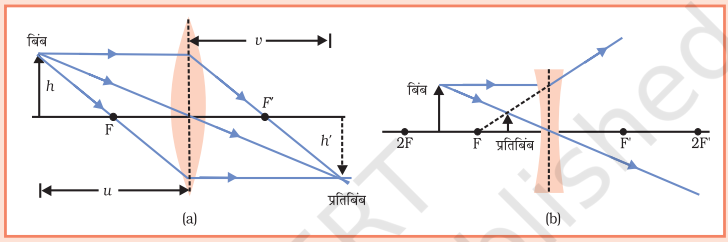
n_2 तथा n_1 = दो माध्यमों के अपवर्तनांक

R = वक्रता त्रिज्या

(ii) अपवर्तन के नियमों का उपयोग करके, उत्तल तथा अवतल लेंसों में किरणों के पथों का अनुरेखन करना तथा यह देखना कि किरणें कैसे अपवर्तित होती हैं और बिंब की विभिन्न स्थितियों के लिए प्रतिबिंब कैसे विभिन्न स्थानों पर बनते हैं।

(iii) उत्तल तथा अवतल लेंसों का प्रयोग करके तथा प्रकाश के तीन स्रोतों (लेज़र टॉर्च) का उपयोग करके क्रियाकलाप करना, जैसाकि चित्र 8.12(a) तथा (b) से स्पष्ट है।

(iv) विद्यार्थी यह जानते हैं कि किरण पथ के अनुरेखन के लिए वे निम्नलिखित में से किन्हीं दो किरणों का चयन कर सकते हैं।



चित्र 8.12 *— किसी (a) उत्तल तथा (b) अवतल लेंस से किरण पथ का अनुरेखन*

- बिंब से उत्सर्जित होने वाली वह किरण जो लेंस के मुख्य अक्ष के समांतर होती है, अपवर्तन के पश्चात् लेंस के दूसरे मुख्य फ़ोकस F (उत्तल लेंस में) से गुजरती है, अथवा लेंस के प्रथम मुख्य फ़ोकस F (अवतल लेंस में) से अपसारित होती प्रतीत होती है।
- लेंस के प्रकाशिक केंद्र से होकर जाने वाली प्रकाश किरण अपवर्तन के पश्चात् बिना किसी विचलन के निर्गत होती है।
- लेंस के प्रथम मुख्य फ़ोकस से होकर जाने वाली प्रकाश किरण (उत्तल लेंस में) अथवा इस बिंदु पर आकर मिलती प्रतीत होने वाली (अवतल लेंस में) प्रकाश किरण अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर निर्गत होती है।

चित्र 8.12 (a), (b) अवतल तथा उत्तल लेंस के लिए किरण-पथ के अनुरेखन के नियम दर्शाते हैं। आप अध्ययन हेतु उनके मार्गदर्शन के लिए एक निर्देश शीट तैयार कर सकते हैं। कार्य करने के तरीके में लचीलापन प्रदान करना चाहिए। उन्हें स्व-अध्ययन शीट (Self Study Sheet—SSS) उपलब्ध कराने से यह सुनिश्चित करना आसान हो जाएगा कि सभी विद्यार्थी कार्य अवश्य ही संपादित कर लेते हैं।

वे इसे कैसे जानते हैं – कक्षा में परिचर्चा की जा चुकी है।

© NCERT not to be republished

स्व-अध्ययन शीट (Self Study Sheet — SSS)

क्या करना है – पतले लेंस का सूत्र व्युत्पन्न करना।

कैसे करना है –

- उभयोत्तल लेंस द्वारा किसी बिंब की स्थिति तथा बनने वाले प्रतिबिंब के लिए किरण आरेख खींचिए जिसमें पहले गोलीय पृष्ठ पर अपवर्तन के साथ-साथ, दूसरे गोलीय पृष्ठ पर अपवर्तन भी दर्शाया गया हो।
- किरण आरेख खींचते समय, कक्षा में किए गए क्रियाकलाप को स्मरण कीजिए जिसमें लेंस से होकर प्रकाश की किरण के अपवर्तन को दर्शाया गया था।

समय सीमा – एक दिन

कार्य को प्रस्तुत करने का ढंग – नोट बुक में अथवा चार्ट पेपर पर अथवा पॉवर प्वाइंट प्रस्तुतीकरण।

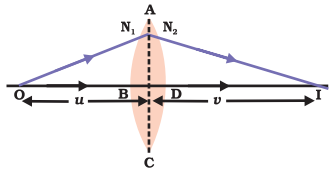
महत्वपूर्ण – अपने शब्दों में लिखिए।

प्रत्येक विद्यार्थी भिन्न-भिन्न प्रकार से कार्य कर सकते हैं।

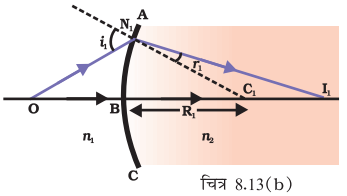
आगे चित्र 8.13 किसी विद्यार्थी का पतले लेंस सूत्र व्युत्पन्न करना सीखने की एक विधि दर्शाता है। यह सूत्र को व्यत्पुन्न करना सीखने की अनेक विधियों में से एक विधि हो सकती है। अन्य विद्यार्थी इसे संकल्पना मानचित्रण द्वारा व्यक्त करने के लिए किसी भिन्न संकल्पना जाल की कल्पना कर सकते हैं।

इस कार्यनीति में अधिगम प्रस्तुति और साथ ही साथ अधिगम प्रक्रिया का भी आकलन किया जाना चाहिए। शिक्षक शिक्षार्थियों से उस चिंतन प्रक्रिया के बारे में बात कर सकते हैं। जिसका उपयोग वे कार्य का विश्लेषण करने और कार्य करने में करते हैं। स्व-अध्ययन को बढ़ावा देने से शिक्षार्थियों को अपने स्वयं के अधिगम की ज़िम्मेदारी लेने का प्रोत्साहन मिलता है। तथापि, शिक्षक को शिक्षार्थी की पूर्व अधिगम आवश्यकताओं से भली-भाँति अवगत होना चाहिए। उन्हें उसके साथ सह-शिक्षार्थी की भूमिका निभाने की आवश्यकता पड़ सकती है और उसे अधिगम के विभिन्न संसाधनों को पता लगाने में सहायता करनी पड़ सकती है। संबद्ध संकल्पना पर विवेचनात्मक चर्चा करने की भी आवश्यकता पड़ सकती है जो शिक्षक द्वारा अनुवर्ती कार्य के रूप में हो सकती है। शिक्षार्थियों को, क्या, कब, कैसे और कहाँ अधिगम कार्य को पूरा किया जाए, के संबंध में छूट दी जानी चाहिए। इसके लिए शिक्षक की ओर से यथेष्ट योजना बनाने की आवश्यकता है। पाठ का वह भाग/इकाई, जिसे स्व-अध्ययन द्वारा सीखा जा सकता है, यूनिट योजना में दर्शाया जा सकता है।

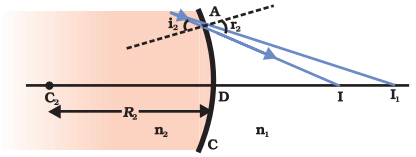
© NCERT not to be republished



चित्र 8.13(a)



चित्र 8.13(b)



चित्र 8.13(c)

चित्र 8.13 (b) को पृष्ठ ABC के लिए लागू करने पर

$$\frac{n_2}{v}=\frac{n_2}{u}=\frac{n_2-n_1}{R}$$

चित्र 8.13 (c) को पृष्ठ ADC के लिए लागू करने पर

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_2}{BI_1}=\frac{n_2-n}{BC_1}$$

+

$$-\frac{n_2}{DI_1}+\frac{n_2}{DI}=\frac{n_2-n_1}{DC_2}$$

पतले लेंसों के लिए $BI_1 = DI_1$

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_1}{DI_1}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{BC_1}+\frac{1}{DC_2}\right)$$

$OB \to \infty$ $DI = f$

$$\frac{n_1}{f}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{BC_1}+\frac{1}{DC_2}\right)$$

चिह्न परिपाटी प्रयुक्त करने से

$$\frac{1}{f}=(n_{21}-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

होता है → लेंस-मेकर सूत्र

का उपयोग होता है

उपयुक्त वक्रता त्रिज्या के पृष्ठ का चयन कर वांछित फ़ोकस दूरी के लेंस को डिज़ाइन करने में

तथा

$$\frac{n_1}{f}=(n_2-n_1)\left(\frac{1}{BC_1}+\frac{1}{DC_2}\right)$$

प्राप्त होता है

$$\frac{n_1}{OB}+\frac{n_1}{DI}=\frac{n_1}{f}$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

होता है → पतले लेंस का सूत्र

© NCERT not to be republished

चित्र 8.12 *— किसी विद्यार्थी का पतले लेंस सूत्र व्युत्पन्न करना सीखने का एक तरीका*

क्रियाकलाप 8.11

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर भौतिक विज्ञान की किसी संकल्पना को संपादित करने के लिए शिक्षार्थी के लिए स्व-अध्ययन शीट तैयार कीजिए। अपने कार्य में अपने मित्रों को सहभागी बनाइए और चर्चा कीजिए।

8.15 विज्ञान में संचारण

कक्षा 11वीं के विद्यार्थियों ने विद्युत पर चार प्रकरणों का एक नाटक तैयार किया और इसे विद्यालय की प्रार्थना सभा में प्रस्तुत किया। शिक्षक के निमित्त मात्र मार्गदर्शन में विद्यार्थियों द्वारा नाटक स्वयं लिखा गया। नाटक लिखने की प्रक्रिया में विद्यार्थियों ने अनेक संदर्भ पुस्तकों तथा इंटरनेट पर सामग्री की तलाश की और आवश्यक तथ्य एकत्रित करने के लिए वरिष्ठ नागरिकों से परस्पर विचार-विमर्श किया। पहले प्रकरण में उन्नीसवीं शताब्दी के दौरान दृश्यों को दिखलाया गया, जिसमें उस युग में नागरिकों की कठिनाइयों को दर्शाया गया जब विद्युत उपलब्ध नहीं था। दूसरे अंक में बीसवीं शताब्दी के प्रारंभ का दृश्य था जब विद्युत की खोज हुई। उस समय जीवन की सुविधा के लिए बहुत-से वैद्युत तथा इलेक्ट्रॉनिक उपकरण तथा युक्तियाँ उपलब्ध नहीं हुई थीं। तीसरे प्रकरण में बीसवीं शताब्दी के अंत के भाग को दर्शाया गया था। चौथे अंक में आजकल उपयोग किए जाने वाले अनेक प्रकार के वैद्युत तथा इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों द्वारा जीवन में मिलने वाली सुख-सुविधाओं को दर्शाया गया था। पृष्ठभूमि में दृश्यों का वर्णन एक छात्रा प्रस्तुत कर रही थी। नाटक बाइसवीं शताब्दी में अधिक सुविधाजनक जीवन के उसके भविष्य कथन से समाप्त हुआ।

© NCERT not to be republished

विज्ञान की पाठ्यचर्या से संबंधित क्रियाकलापों की कुछ विस्तारित योजनाएँ विद्यार्थियों को एक अधिगम प्लेटफ़ॉर्म प्रदान करती हैं। विद्यार्थियों को अभिनय और ड्रामे के द्वारा अपने विचारों की अभिव्यक्ति करने की योजना बनाने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। जब किसी नाटक की योजना बनाई जाती है तो विद्यार्थियों को अपने विचार व्यक्त करने का, विचार-विमर्श का, आलेख तैयार करने का और विविध तैयारियाँ करने का अवसर मिलता है, जो ऐसे अनुभव हैं जिन्हें किसी नियमित कक्षा के शिक्षण-अधिगम में प्रदान नहीं किया जा सकता। यदि उचित रूप से योजना बनाई जाए तो विज्ञान विषयों/संकल्पनाओं पर ड्रामा तथा एकांकी नियमित कक्षा के शिक्षण-अधिगम के समतुल्य हो सकती है। शिक्षक सभी विद्यार्थियों के बीच कार्य बाँटने में उनकी सहायता कर सकते हैं जिससे कि सभी को समानरूप से सम्मिलित किया जा सके।

8.15.1 विज्ञान के प्रभावी संचारक के गुण

विज्ञान के प्रभावी शिक्षण-अधिगम के लिए विज्ञान शिक्षक में संचारण कौशलों के अच्छे स्तर की आवश्यकता है। विज्ञान संचारण के उच्च स्तरीय कौशलों अर्थात् प्रभावी संचारण के लिए यह आवश्यक है कि संचारक –

- ऐसी भाषा का प्रयोग करें जिसे विद्यार्थी समझ सकें और सुविधा का अनुभव कर सकें।
- जो कुछ वह संचारित करना चाहते हैं, उसे स्वंय भली-भाँति समझें।
- पारस्परिक संचारण में विश्वास करें जिसका अर्थ है कि श्रोताओं से केवल उन्हें बात ही नहीं करनी चाहिए, बल्कि उन्हें सुनना भी चाहिए।
- अपने विद्यार्थियों को अच्छी प्रकार जाने तथा उनकी आवश्यकताओं तथा चिंताओं के बारे में संवेदनशील रहें।
- विद्यार्थियों के पुनर्निवेशन (फ़ीडबैक) पर ध्यान दें तथा संचारण की विषय-वस्तु निर्धारित करते समय इसका उपयोग करें।
- अपने प्रस्तुतीकरण में तथ्यों/आँकड़ों का उपयोग करने से पहले उनकी परिशुद्धता तथा यथातथ्यता की सदैव जाँच कर लें।
- संचारण के लिए अवसर, समय तथा स्थान का चयन सावधानीपूर्वक तथा विद्यार्थियों की सुविधा अनुसार करें।

विज्ञान में संचारण अत्यंत वस्तुनिष्ठ प्रक्रिया है। पाठ्यचर्या के प्रभावी संपादन के लिए संचारण को निम्नलिखित मानदंडों के अनुरूप होना चाहिए।

- संचारण सरल तथा आसानी से समझ में आने योग्य होना चाहिए। संचारण के लिए जो भी माध्यम (मौखिक या लिखित) उपयोग किया जाए, वह शिक्षार्थी की आयु-स्तर के अनुसार होना चाहिए। जो भी संचारित किया जाए, शिक्षार्थी उससे स्वयं को संबद्ध कर सके।

© NCERT not to be republished

- संचारण शिक्षार्थियों की रुचि जाग्रत कर सके और उन्हें सीखने के लिए ग्रहणशील बना सके। यह शिक्षार्थियों को स्वयं ही अधिगम प्रक्रिया में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित करेगा।
- संचारण शिक्षार्थियों के वर्तमान ज्ञान को समृद्ध करे। वास्तव में, प्रभावी दो-तरफ़ा संचारण शिक्षार्थी के ज्ञान रिक्तियों की पहचान कर सकता है और साथ ही साथ वैकल्पिक संकल्पनाओं को भी ढूँढ सकता है। इसके अतिरिक्त, संचारण शिक्षार्थी को वैज्ञानिक स्पष्टीकरण के आधार पर संकल्पनाओं को पुन: निर्माण करने में सहायता कर सकता है।
- संचारण विभिन्न विषय-वस्तु / संकल्पनाओं में परस्पर संबंध स्थापित करने, जोड़ने तथा शिक्षार्थियों को समग्रतात्मक एवं क्रियात्मक ज्ञान प्रदान करने के लिए प्रयोग किया जा सकता है, जिसका वे समस्या समाधान के लिए प्रभावी उपयोग कर सकते हैं।

8.15.2 शिक्षार्थियों में संचारण कौशलों को विकसित करना

शिक्षण-अधिगम दो-तरफ़ा प्रक्रिया है। विज्ञान संचारण के प्रभावी कौशलों को शिक्षार्थियों में भी विकसित करने की आवश्यकता है। संचारण कौशलों को विकसित करने का काम केवल भाषा शिक्षक पर ही नहीं छोड़ा जा सकता। वास्तव में प्रत्येक शिक्षक को स्वयं एक अच्छा संचारक होना आवश्यक है और साथ ही अपने शिक्षार्थियों को अपने चिंतन तथा विचारों को प्रभावशाली ढंग से व्यक्त करने के लिए प्रोत्साहित करना भी आवश्यक है। इसके लिए विभिन्न विधाएँ प्रयोग की जा सकती हैं, जिससे कि शिक्षार्थी उन संचारण माध्यमों का चयन कर सकें जिन्हें वे अपनी आवश्यकताओं और क्षमताओं के अनुरूप पाते हैं। इनमें से कुछ का वर्णन यहाँ किया गया है।

1. मौखिक अभिव्यक्ति द्वारा संचारण

(i) **वाद-विवाद** – वाद-विवाद कक्षा में सरल विषयों पर प्रारंभ किया जा सकता है। यहाँ पर शिक्षक किसी मॉनीटर की भाँति कार्य कर सकते हैं तथा शिक्षार्थियों द्वारा चयनित विषय पर उन्हें अपने विचारों को स्पष्ट करने में सहायता कर सकते हैं। धीरे-धीरे उन्हें विद्यालयी तथा अंतरविद्यालयी स्तर पर आयोजित प्रतियोगिताओं में भाग लेने के लिए प्रोत्साहित करके उनके संचारण कौशलों में और अधिक सुधार कर सकते हैं और शिक्षार्थी में उच्चस्तरीय मंचों पर अपने विचारों को व्यक्त करने का आत्मविश्वास पैदा कर सकते हैं।

(ii) **विचार-विमर्श** – कक्षा में पारस्परिक क्रियाओं के समय शिक्षक को, शिक्षार्थियों को जो कुछ वे किसी विशेष विषय के बारे में समझते हैं, उसे कहने के लिए प्रोत्साहित

© NCERT not to be republished

करना चाहिए। उदाहरण के लिए कक्षा आठवीं में *अम्ल, क्षार तथा लवण* के शिक्षण-अधिगम के समय शिक्षक शिक्षार्थियों से निम्न प्रकार के प्रश्न पूछ कर चर्चा प्रारंभ कर सकते हैं।

- हमारे घरों में उपयोग किए जाने वाले (अम्लीय पदार्थ) कौन-कौन से हैं?
- आप कैसे जानते हैं कि वे अम्ल हैं?
- क्या सभी अम्लों को चखा जा सकता है?
- अम्ल क्षारों से किस प्रकार भिन्न हैं? आदि

शिक्षक द्वारा सकारात्मक प्रबलन प्रदान करके तथा साथ ही साथ उचित संकेतों तथा अनुबोधनों का उपयोग करके शिक्षार्थियों को स्वतंत्रतापूर्वक विचार-विमर्श में सहायता की जा सकती है और वैध निष्कर्षों पर पहुँचा जा सकता है।

(iii) समूह प्रस्तुतीकरण – सहयोगात्मक अधिगम उपागम का उपयोग करके, शिक्षार्थियों को अपने विचारों को संचारित करने तथा चित्रों, ग्राफ़ों, प्रेक्षण सारणी, उपयोग करते हुए प्रयोगों के परिणाम का सारांश आदि का प्रयोग करके प्रभावी समूह प्रस्तुतीकरण की क्षमता को विकसित करने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। प्रस्तुतकर्ता शिक्षार्थी को दर्शकों के सामने प्रदर्शन करते समय समूह के सदस्यों के साथ अच्छे समन्वय कौशलों के साथ-साथ सहयोगशील सामाजिक कौशलों का उपयोग करना चाहिए। समूह में इन संक्षिप्त रिपोर्ट का मौखिक प्रस्तुतीकरण करते समय अपने विचारों को भली-भाँति संप्रेषित करने तथा वांछित जगहों पर आवश्यकतानुसार दर्शकों का ध्यान आकर्षित करने के लिए, शिक्षार्थियों द्वारा स्वयं बनाई गई दृश्य सामग्री का उपयोग कर सकते हैं।

(iv) विज्ञान नाटक तथा प्रार्थना सभा कार्यक्रम – विभिन्न विषयों पर विज्ञान व्यंगिका (स्किट) तथा नाटकों की योजना बना सकते हैं, जैसे कि –

- पोलीथीन के थैलों के स्थान पर कागज़ तथा जूट के थैले प्रयोग करना;
- अपशिष्ट/कचरे का उत्पादन कम करना;
- प्लास्टिक का पुन:चक्रण तथा इसके उपयोग;
- ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत;
- ऊर्जा संकट; और
- मानव क्रियाकलापों द्वारा किसी नदी का प्रदूषण।

यह शिक्षार्थियों को विभिन्न वैज्ञानिक तथा सामाजिक मुद्दों के बारे में जागरूकता उत्पन्न करने तथा इनके प्रति संवेदनशील बनाने में सहायता करेंगे। प्रार्थना सभा इस प्रकार के नाटकों तथा व्यंगिकाओं के मंचन के लिए एक अत्यंत महत्वपूर्ण मंच हो सकता है, जहाँ सारे विद्यालय को सम्मिलित किया जा सकता है।

© NCERT not to be republished

2. लिखित अभिव्यक्ति द्वारा संचारण

(i) **विद्यालय पत्रिकाओं के लिए लेखन** – विद्यार्थियों को विद्यालय पत्रिका के लिए विज्ञान समाचारों/अनुसंधानों/संबंधित विषय पर लिखने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। लेख वैज्ञानिक रूप से परिशुद्ध होना चाहिए और स्पष्ट भाषा, उचित चित्रों, ग्राफ़ तथा फ़ोटोग्राफ़ के साथ रोचक ढंग से प्रस्तुत किया जाना चाहिए।

(ii) **कक्षा में नियमित रूप से लिखने के लिए प्रोत्साहित करना**– शिक्षक-अधिगम प्रक्रम के दौरान शिक्षार्थियों को विभिन्न विषयों पर, जैसे– प्रतिदिन के जीवन में विज्ञान के उपयोग, मिश्रण के घटकों को पृथक करना, तत्त्वों के वर्गीकरण की आवश्यकता, हम बीमार क्यों पड़ते हैं, वैश्विक तापन आदि पर लिखकर अपने विचार व्यक्त करने के लिए प्रोत्साहित करें। लिखने के पश्चात्, शिक्षार्थियों से कक्षा में अपने विचार विनिमय करने को कहा जा सकता है।

(iii) **पोस्टर बनाना/ नारे (Slogan) लिखना**– ये किसी विद्यार्थी की अनुभूति की सर्जनात्मक अभिव्यक्ति है और जो सभी को आकर्षित करने के लिए संचारण का एक प्रभावशाली तरीका हो सकता है।

ऐसे क्रियाकलापों के अतिरिक्त शिक्षार्थियों में संचारण कौशल विकसित करने के लिए कई अंतर-कक्षा, अंतर-सदन, अंतर-विद्यालय प्रतियोगिताएँ आयोजित की जा सकती हैं। विज्ञान में संचारण को प्रोत्साहित करने के लिए विज्ञान-क्लब इस प्रकार के कई क्रियाकलापों का आयोजन कर सकता है। हम विज्ञान-क्लब के बारे में अध्याय 13, *भौतिक विज्ञान में आजीवन अधिगम* में और अधिक विस्तार से अध्ययन करेंगे।

विज्ञान शब्दावली

विज्ञान में शब्दावली का विशेष अर्थ होता है। कोई विशिष्ट शब्दावली अपने आप में विज्ञान नहीं है। यह एक साधन है जिसके द्वारा विज्ञान की समझ को संचारित किया जाता है। *आसवन, ऊष्मागतिकी, रेडियो ऐक्टिव* जैसे शब्द विज्ञान में अत्यंत यथातथ्य अर्थ रखते हैं। कभी-कभी कोई शब्द विज्ञान में अलग अर्थ रखता है और सामान्य भाषा में अलग, जैसे —'अंत: शक्ति', 'कार्य' आदि। विज्ञान शिक्षक शिक्षार्थियों को शब्दों के वैज्ञानिक अर्थ से अवगत कराने के लिए चिंतित रहते हैं। तथापि, शिक्षार्थियों को बहुत अधिक शब्दों से परिचय कराने पर उन्हें ऐसा लगता है कि विज्ञान कठिन है – यह कठिन शब्दों की विशिष्ट शब्दावली है। कभी-कभी वे वैज्ञानिक शब्दों को गलत भाव में उपयोग करते हैं, जैसे *दाब* की जगह *बल*, *नाभिक* के स्थान पर *परमाणु*।

© NCERT not to be republished

विज्ञान शिक्षक को विद्यार्थियों का ध्यान विशिष्ट शब्दों की ओर आकर्षित करना पड़ता है जिससे कि उन्हें इन शब्दों के अर्थ समझने में सहायता की जा सके। इसे इस प्रकार किया जा सकता है –

- शब्द को उनके पूर्व अनुभवों से जोड़कर;
- शब्द के अर्थ के साथ उनके प्रत्यक्ष अनुभव को प्रदान करके;
- अंकीय / इलेक्ट्रॉनिक माध्यम उपयोग करके; और
- चित्र, मॉडल, विश्वकोश, फ़ोटोग्राफ़ आदि उपयोग करके।

शिक्षक मारिया को विद्यार्थियों को *विवर्तन* की संकल्पना से परिचित करना था। उन्होने उन्हें घने काले बादलों के किसी टुकड़े द्वारा सूर्य के प्रकाश को अवरुद्ध करने की घटना से संबंधित अपने प्रेक्षणों की याद दिलाई। शिक्षक ने बताया कि ऐसी स्थिति में बादल की सीमा पर दिखाई देने वाली प्रकाश की चमकीली पट्टी, जिसे प्राय: सिल्वर लाइन भी कहते हैं, विवर्तन के कारण ही उत्पन्न होती है। उन्होंने विद्यार्थियों का ध्यान इस तथ्य की ओर भी आकर्षित किया कि हम विवर्तन के कारण ही भवनों अथवा दीवार के कोनों के दूसरी ओर से आ रही ध्वनि को सुन पाते हैं। इसके बाद उन्होंने कॉम्पैक्ट डिस्क (CD) के द्वारा उत्पन्न बहुवर्णी पैटर्न दिखलाया जो कि प्रकाश के विवर्तन के कारण देखा जाता है। इन उदाहरणों की सहायता से विद्यार्थी विवर्तन की मूल संकल्पना विकसित कर सके। फिर उन्होंने दो रेज़र ब्लेडों से बने छिद्र से होकर एक बल्ब के तंतु से बने विवर्तन बैंड देखने में उनकी सहायता की (आवश्यक सावधानी बरत कर)। रेज़र ब्लेडों को एक पतली एकल झिरी के रूप में समायोजित किया गया था। शिक्षक ने समझाया कि विवर्तन की परिघटना तब घटित होती है, जब कोई तरंग किसी ऐसी झिरी या स्लिट के दूसरी ओर फैलती है जिसकी चौड़ाई प्रकाश के तरंगदैर्ध्य तर की अपेक्षा काफ़ी कम होती है।

ध्यान दीजिए कि शिक्षक ने किस प्रकार विवर्तन शब्द को प्रत्यक्ष अनुभवों से जोड़कर उसे अर्थ प्रदान किया। इससे शिक्षार्थियों को विवर्तन का किसी विशिष्ट परिघटना के साथ संबंध को जोड़ने में सहायता मिली। आगामी दो कक्षाएँ उसी संकल्पना (एकल झिरी द्वारा विवर्तन तथा विवर्तन पर आधारित आंकिक प्रश्नों को हल करना) पर संचालित की गईं। शब्द विवर्तन को बारंबार प्रयोग किया गया। विद्यार्थियों ने क्रियाकलाप करके तथा समस्याएँ हल करके व्यापक रूप में शब्द के अर्थ को समझ लिया। किसी अमूर्त संकल्पना को प्रस्तुत करने के लिए कभी-कभी विस्तृत प्रक्रिया की आवश्यकता होती है।

क्रियाकलाप 8.12

हरित ऊर्जा पर पाँच मिनट की वार्ता तैयार कीजिए और इसे कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

क्रियाकलाप 8.13

कुछ अणुओं जैसे H_2O, CH_4 की संरचना दिखलाते हुए एक नृत्य कार्यक्रम प्रस्तुत कीजिए।

क्रियाकलाप 8.14

ठोस, द्रव तथा गैसों में ऊष्मा के संचारण पर एक प्रहसन/व्यंगिका तैयार कीजिए और उसका मंचन कीजिए।

परियोजना 8.1

भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के विभिन्न उपागमों के बारे में अपने विचारों को ब्लॉग (Blog) द्वारा व्यक्त कीजिए।

परियोजना 8.2

विद्यालय की विज्ञान पत्रिका के लिए कक्षा में विचार-विमर्श कीजिए और उसे तैयार करने की योजना बनाइए तथा विभिन्न लेखों के लिए अपने सहपाठियों से योगदान के लिए आग्रह कीजिए। पत्रिका की पांडुलिपि को अपने शिक्षक-प्रशिक्षक को प्रस्तुत कीजिए।

© NCERT not to be republished

8.16 सारांश

प्रत्येक शिक्षक को शिक्षण-अधिगम के विभिन्न उपागमों एवं कार्यनीतियों का ज्ञान एवं उसकी समझ होनी चाहिए ताकि वह शिक्षार्थियों की अधिगम आवश्यकताओं के अनुसार सर्वश्रेष्ठ उपागम और कार्यनीति का चुनाव कर सकें। इस प्रकार, किसी संकल्पना के आदान-प्रदान के दौरान उभरने वाली अधिगम की किसी भी स्थिति का अधिकतम लाभ उठा सकते हैं। तथापि, उपर्युक्त वर्णित उपागम तथा कार्यनीतियाँ सर्वांगपूर्ण नहीं हैं। किसी विज्ञान शिक्षक को यह पर्याप्त स्वतंत्रता है कि शिक्षण-अधिगम स्थितियों की आवश्यकता के अनुसार किसी कार्यनीति का उपाय निकाले, चयन करे तथा एक कार्यनीति से दूसरी कार्यनीति पर बदल कर आ जाए। उपागम और कार्यनीति के सभी चरणों को निश्चित क्रम में अक्षरश: अपनाने के बजाय संकल्पनाओं के आदान-प्रदान में लचीलापन रखने के लिए वह शिक्षार्थियों को भी प्रोत्साहित कर सकते हैं। शिक्षार्थी-केंद्रित कक्षा की सबसे महत्वपूर्ण विशिष्टता यह है कि इसमें उपागम तथा कार्यनीति को परिस्थितियों की प्रकृति के अनुसार समायोजित एवं परिवर्तित किया जा सकता है, क्योंकि यह कल्पना नहीं की जा सकती कि शिक्षार्थी के चिंतन पैटर्न तथा कक्षा में संवाद किस दिशा में प्रगति करेंगे।

प्राय: शिक्षक व्यक्तिगत रूप में किसी विशिष्ट कक्षा के संदर्भ में (जिसमें स्थान, अधिक संख्या में विद्यार्थी, परीक्षाओं का दबाव आदि जैसे प्राचल शामिल हैं) शिक्षार्थियों की आवश्यकताओं के अनुरूप पाठ्यचर्या के आदान-प्रदान की नई विधियों को अपनाने का प्रयास करते हैं। ये प्रयास अकसर व्यावहारिक, सर्जनात्मक तथा अद्वितीय होते हैं। तथापि, ये प्रयास लोगों को मालूम नहीं चलता है। क्योंकि यह विद्यालय तथा शिक्षकों के बड़े समुदाय तथा स्वयं शिक्षकों द्वारा महत्वपूर्ण नहीं आँके जाते। शिक्षण की इन नवीन तथा सर्जनात्मक प्रथाओं को हमारी व्यवस्था द्वारा प्रोत्साहन तथा समर्थन देने की आवश्यकता है जिससे कि ये हमारे व्यवहार का एक हिस्सा बन जाएँ। चूँकि शिक्षक एक-दूसरे से पारस्परिक क्रिया करते हैं और एक-दूसरे से सीखते भी हैं, अत: विभिन्न कक्षागत प्रक्रियाएँ और शिक्षण-अधिगम के अनुभवों को आपस में बाँटने से विद्यालय के अकादमिक प्रबंध को विकसित करने के अवसर प्राप्त हो सकते हैं। यह नए विचारों को भी प्रोत्साहित करेगा तथा नवाचार और प्रयोगीकरण को आगे बढ़ाएगा।

अभ्यास

8.1 अधिगम के विभिन्न सिद्धांतों तथा उपागमों के विकास की 1950 से अब तक की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि की चर्चा कीजिए। आप इन सिद्धांतों तथा उपागमों में परिवर्तन की आवश्यकता का औचित्य किस प्रकार समझाएँगे?

8.2 'सभी बच्चे सीखने को समर्थ तथा उत्सुक हैं।' इस बात को ध्यान में रखते हुए आप भौतिक विज्ञान की किसी विशेष संकल्पना के शिक्षण-अधिगम के लिए उपागमों तथा योजनाओं के निश्चय करने तथा उपयोग करने में किन कारकों को ध्यान में रखेंगे ?

8.3 शिक्षक को भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के विभिन्न उपागम और कार्यनीतियों को जानने की आवश्यकता क्यों है? किसी संकल्पना के आदान-प्रदान के लिए उचित उपागम के चयन हेतु आप किन कारको को ध्यान में रखेंगे? निर्मितिवाद उपागम के विशिष्ट लक्षणों की उदाहरण सहित विवेचना कीजिए।

8.4 सहयोगात्मक अधिगम उपागम की विशेषताओं पर प्रकाश डालते हुए इसकी विस्तारपूर्वक व्याख्या कीजिए। अधिगम की विभिन्न स्थितियों में इस उपागम को आप कैसे प्रयोग में लाएँगे? उदाहरण सहित स्पष्ट कीजिए।

8.5 मान लीजिए आपको कक्षा 10 के विद्यार्थियों को प्रकरण *धातु की अभिक्रियाशीलता श्रेणी* पर संकल्पनाओं का आदान-प्रदान करना है। इसके लिए आप कक्षा में किस उपागम को उपयुक्त पाएँगे? अपने उत्तर का औचित्य बताइए।

© NCERT not to be republished

8.6 आठवीं कक्षा में *वायुमंडलीय दबाव* संकल्पना के आदान-प्रदान के लिए आप समस्या समाधान उपागम का उपयोग किस प्रकार करेंगे? उन विचार-वस्तु एवं क्रियाकलापों की पहचान कीजिए जिन्हें लेकर समस्या समाधान उपागम के हर चरण पर कार्य करना है।

8.7 निम्नलिखित स्थितियों में संकल्पना मानचित्रण का उपयोग किस प्रकार किया जा सकता है?

(i) शिक्षार्थियों के ज्ञान में अंतरालों को पहचानना।

(ii) शिक्षार्थियों की सहज संकल्पनाओं को पहचानना। कोई विषय चुनिए और उदाहरणों सहित व्याख्या कीजिए।

8.8 संकल्पना मानचित्र को आप अपने शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में विभिन्न उद्देश्यों के लिए किस प्रकार उपयोग करेंगे? उदाहरणों द्वारा विचार-विमर्श कीजिए।

8.9 मान लीजिए आप कक्षा सातवीं के लिए प्रकरण *अम्लों तथा क्षारों के परीक्षण के लिए सूचकों का* प्रयोग तथा कक्षा दसवीं के लिए प्रकरण *विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव* पर पाठ को सुसाध्य बनाना चाहते हैं। इस प्रकरण का आदान-प्रदान करने के लिए आप समस्या समाधान उपागम और अन्वेषण उपागम में से किसे अधिक उचित पाएँगे? चयन किए गए उपागम में उचित क्रियाकलापों का उपयोग करके, जिन्हें आप लेना चाहते हैं, अपने उत्तर के औचित्य को सिद्ध कीजिए।

8.10 भौतिक विज्ञान की कुछ संकल्पनाओं का उदाहरण लेकर शिक्षण-अधिगम की संज्ञानात्मक द्वंद्व और अनुरूपता कार्यनीति की सुस्पष्ट व्याख्या कीजिए।

8.11 मान लीजिए आप अपने विद्यालय में विज्ञान-क्लब के प्रभारी हैं। उन क्रियाकलापों को सूचीबद्ध कीजिए जिन्हें आप विद्यार्थियों के संचारण कौशलों को निखारने के लिए विज्ञान-क्लब के क्रियाकलापों के रूप में आयोजित करेंगे।

8.12 प्राय: यह देखा गया कि जो विद्यार्थी प्राथमिक तथा उच्च प्राथमिक स्तरों पर निष्क्रिय रूप से सीखते हैं, वे माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक स्तरों पर विज्ञान सीखने में कठिनाइयों का अनुभव करते हैं। इस कथन के संदर्भ में (i) अपने ज्ञान का स्वयं निर्माण करना (ii) विद्यार्थियों को स्व-अधिगम के महत्व का औचित्य सिद्ध कीजिए।

8.13 आपको अपने विद्यालय में विज्ञान प्रदर्शनी आयोजित करनी है। इस कार्य को करने के लिए जिन कार्यों को आपको करना होगा उनका एक संकल्पना मानचित्र बनाइए। संकल्पना मानचित्र यह याद रखने में कि कौन-कौन-सा काम करना है और कब करना है, आपको अपने कार्य को व्यवस्थित करने में किस प्रकार मदद कर सकता है? क्या आप सोचते हैं कि संकल्पना मानचित्र आपके दैनिक जीवन की समस्याएँ हल करने में प्रयोग किए जा सकते हैं? संकल्पना मानचित्रों के इस पक्ष पर विचार-विमर्श कीजिए।

© NCERT not to be republished

8.14 *सजीव तथा निर्जीव* की संकल्पना का आदान-प्रदान कर लेने के पश्चात् किसी शिक्षक ने विद्यार्थियों से पूछा कि आग सजीव है या निर्जीव? एक विद्यार्थी ने तर्क किया और यह कहते हुए कि आग सजीव है अपने विचार सामने रखे। संकल्पना को समझने के लिए विद्यार्थी की अपनी विधि थी, जैसे –

- आग एक स्थान से दूसरे स्थान तक जा सकती है।
- आग, आग को पैदा कर सकती है।
- आग को ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है (ऑक्सीजन के बिना आग नहीं जल सकती)।
- आग को जलते रहने के लिए भोजन की आवश्यकता होती है, (सूखी लकड़ी, पत्तियाँ, कागज़, आदि)।
- आग उद्दीपक के प्रति प्रतिक्रिया दिखलाती है (यदि कोई आग पर आघात करे तो चिंगारियाँ निकलती हैं)।

अत: आग सजीव है। विद्यार्थी के अर्थ बनाने की यह विधि देखकर शिक्षक विद्यार्थी के ज्ञान का निर्माण करने के लिए शिक्षण-अधिगम योजनाओं में क्या नवीनता अपना सकते हैं?

"आप किसी व्यक्ति को कुछ पढ़ा नहीं सकते, आप स्वयं सीखने में उसकी सहायता कर सकते हैं।"
— गैलीलियो गैलिली (1564-1642) इटली के भौतिकविद् तथा खगोलज्ञ

© NCERT not to be republished

अध्याय 9

सामुदायिक संसाधन एवं प्रयोगशाला

9.1 परिचय

9.2 आस-पास के परिवेश से अधिगम संसाधन

9.3 सामुदायिक संसाधनों का उपयोग करना
- 9.3.1 समुदाय को कक्षा में लाना
- 9.3.2 कक्षा को समुदाय में ले जाना – क्षेत्र-भ्रमण

9.4 अधिगम संसाधनों का एकत्रीकरण करना

9.5 उपकरणों को कार्यसाध्य बनाना

9.6 रसायनों के कुछ सस्ते स्रोत

9.7 विज्ञान किट

9.8 अधिगम संसाधन के रूप में प्रयोगशाला
- 9.8.1 प्रयोगशाला कार्य के उपागम
- 9.8.2 प्रयोगशाला कार्य की योजना बनाना और व्यवस्था करना
- 9.8.3 प्रयोगशाला के भीतर समूह में कार्य करना
- 9.8.4 शिक्षार्थियों को प्रयोगशाला कार्य का नियमित रिकॉर्ड रखने के लिए प्रेरित करना
- 9.8.5 प्रयोगशाला में सुरक्षा
- 9.8.6 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला
- 9.8.7 भौतिकी प्रयोगशाला

9.9 संसाधनों के उपयोग में आने वाली बाधाओं से निपटना

9.10 सारांश

© NCERT not to be republished

9.1 परिचय

भारतीय समाज की अनेकतापूर्ण एवं विविधतापूर्ण प्रकृति से यह बात निश्चित रूप से प्रबल होकर उभरती है कि न केवल ऐसी विविध पाठ्यपुस्तकें, अपितु अन्य सामग्रियाँ भी तैयार की जाएँ, जिन्हें बच्चे उपयोग में ला सकें, जिनका वे आनंद भी लें और जिनसे वे सीख भी

सकें। शिक्षक अपने अनुभव और योजना के अनुसार बहुत-सी उपयोगी अधिगम सामग्रियाँ जुटा सकते हैं ताकि विभिन्न उपागमों और कार्यनीतियों का उपयोग करके संकल्पनाओं के आदान-प्रदान के लिए प्रभावी अधिगम अनुभव का डिज़ाइन तैयार किया जा सके। इसे जब विद्यार्थी अपने अनुभवों से जोड़ते हैं तो अपने अधिगम के प्रति उन्हें एक स्वामित्वभाव का एहसास होता है। इसके अतिरिक्त, भौतिक विज्ञान अधिगम का प्रेरक पर्यावरण अनेक अधिगम संसाधनों की माँग करता है। हो सकता है ये सब सामग्रियाँ विद्यालय में उपलब्ध न हों। इस स्थिति में शिक्षक को समुदाय में उपलब्ध संसाधनों का सहारा लेना पड़ सकता है। ऐसे अनेक सामुदायिक संसाधन हैं जिनका उपयोग शिक्षार्थियों के भौतिक विज्ञान के ज्ञान का निर्माण करने और इस निर्मित ज्ञान को, कक्षा की चारदीवारी के परे विश्व में प्रासंगिकता एवं सार्थकता तलाश करने की सुविधा प्रदान करने के लिए किया जा सकता है। सामुदायिक संसाधन भौतिक भी हो सकते हैं अथवा मानव रूप में भी हो सकते हैं। इन संसाधनों का दो प्रकार से उपयोग किया जा सकता है – या तो समुदाय को कक्षा में लाया जा सकता है या फिर कक्षा को समुदाय में ले जाया जा सकता है। वास्तव में शिक्षक, विद्यार्थी, प्रशासक एवं समुदाय मिलजुल कर विविध सामुदायिक संसाधनों का उपयोग कर सकते हैं। इस अध्याय में हम उन अधिगम संसाधनों की चर्चा करेंगे जो शिक्षार्थी के निकटस्थ परिवेश में उपलब्ध हैं और जिनका उपयोग वह समुदाय की सहायता से कर सकते हैं। अध्याय के उत्तरवर्ती भाग में हम अधिगम संसाधनों के रूप में उपकरण को कार्यसाध्य बनाना, विज्ञान किट तथा प्रयोगशाला की चर्चा भी करेंगे।

शिक्षार्थियों को कक्षा की चारदीवारी के परे प्रासंगिक परिस्थितियों में अधिगम के अनुभव का अवसर देने से उन्हें आदान-प्रदान की जा रही संकल्पना का संदर्भ भी पता चलेगा और उनमें पर्यावरणीय एवं सांस्कृतिक भाव भी जाग्रत होगा। यह एक योजनाबद्ध अध्ययन-भ्रमण कार्यक्रम हो सकता है या फिर केवल कक्षा से बाहर आना। शहरी विद्यालयों की पहुँच विज्ञान-केंद्र, संग्रहालय, राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं, आदि तक हो सकती है। चाहे विद्यालय शहरी क्षेत्र में हो या ग्रामीण क्षेत्र में, सभी विद्यालय अपने भौतिक परिवेश और आस-पास के परिवेश का उपयोग शिक्षार्थियों की विज्ञान में रुचि बढ़ाने के लिए अधिगम संसाधन के रूप में कर सकते हैं। कक्षा के अधिगम का शिक्षार्थियों के कक्षा से बाहर के निजी अनुभवों के साथ एकीकरण, उनके अधिगम को प्रासंगिक बनाता है। इससे शिक्षार्थी की विज्ञान कक्षा में सर्जनात्मकता, सहभागिता और रुचि को बढ़ावा मिलता है, जिसमें उन्हें रटने की प्रवृत्ति से हटकर विज्ञान को महसूस करने में मदद मिलती है।

भौतिक विज्ञान के अर्थपूर्ण अधिगम में सीमित संसाधन और विद्यालय का किसी विशेष भौगोलिक क्षेत्र में होना अवरोध नहीं बनना चाहिए। सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आई.सी.टी.) ने यह संभव बना दिया है कि दुनिया के किसी भी कोने में बैठे व्यक्ति से संपर्क

© NCERT not to be republished

साधा जा सके। हमारे देश में ऐसे अनेक विशेषज्ञ विद्यमान हैं जो स्वास्थ्य, परिवहन, संचार, कंप्यूटर प्रौद्योगिकी, मशीन, कला, संगीत, उद्योग इत्यादि क्षेत्रों में कार्यरत हैं, जो वैज्ञानिक पहलुओं से भी संबंधित हैं। उनकी विशेषज्ञता का उपयोग शिक्षण-अधिगम अनुभवों को समृद्ध बनाने के लिए किया जा सकता है। इसके लिए शिक्षक को उपलब्ध संसाधनों की सूचना और जानकारी होनी चाहिए और यह भी पता होना चाहिए कि उन्हें किस व्यक्ति से संपर्क करना है। स्थानीय संसाधनों की पहचान के लिए वह विद्यार्थियों की सहायता भी ले सकते हैं। सामुदायिक संसाधनों के उपयोग का एक अतिरिक्त लाभ यह भी है कि इससे विद्यालय और समुदाय के बीच संबंध मज़बूत होते हैं। शिक्षार्थियों के अनुभवों को इन संसाधनों के कल्पनाशील उपयोग के साथ जोड़ते हुए योजना बनाने की शिक्षक की क्षमता, विद्यालय में दी जाने वाली शिक्षा की गुणवत्ता को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करती है। सर्वप्रथम हम अधिगम के विभिन्न सिद्धांत तथा उपागमों के विकास की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि पर एक विहंगम दृष्टि डालें।

9.2 आस-पास के परिवेश से अधिगम संसाधन

शिक्षार्थी के आस-पास का परिवेश एक प्राकृतिक अधिगम संसाधन है, जिसका उपयोग पाठ्यचर्या के विकल्पों के निर्माण में किया जा सकता है। आस-पास के परिवेश में भौतिक, प्राकृतिक एवं सामाजिक-सांस्कृतिक जगत सम्मिलित हैं। यदि शिक्षार्थी विज्ञान को अपने निकटस्थ परिवेश के मूल संदर्भ में सीखते हैं तो उपार्जित ज्ञान को वे महत्वपूर्ण पाते हैं।

ज्ञान का निर्माण एक सतत प्रक्रिया है जो विद्यालय के बाहर भी चलती रहती है। इसका अर्थ है कि अधिगम भी एक सतत प्रक्रिया है और इसका अभिप्राय उससे अधिक व्यापक है जो कुछ विद्यालय में सर्जन किया जाता है। भौतिक विज्ञान शिक्षक को समझना चाहिए कि विद्यार्थी का परिवेश अधिगम अवसरों से भरा पड़ा है। अधिगम प्रक्रिया के लिए वे प्रत्येक मनोगम्य स्थिति का उपयोग कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, स्कूल के मैदान में कुछ चीज़ें लगभग सदैव ही उपलब्ध होती हैं, जैसे कि, मृदा, पौधे, वृक्ष, कीट, पक्षी, धूप और छाया, साइकिलें एवं मोटर वाहन। इन चीज़ों, स्थितियों और पदार्थों से बहुत-से क्रियाकलापों का आयोजन किया जा सकता है। यह दर्शाने के लिए कि सूर्य ऊर्जा का स्रोत है, शिक्षार्थी एक प्रयोगशाला में थर्मामीटर की सहायता से धूप और छाया के तापमान का अंतर माप सकते हैं। वे एक ही स्थान और एक ही समय पर यह क्रियाकलाप एक सप्ताह तक दोहरा सकते हैं और अपने स्वयं के आँकड़ों के आधार पर ग्राफ़ तैयार करना और आँकड़ों का विश्लेषण करना सीख सकते हैं। प्रक्षेपण कोणों का प्रक्षेपण-परास पर प्रभाव उद्यान के रबर के नल से निकलने वाली जलधारा की सहायता से दिखाया जा सकता है। कमरे के एक कोने का उपयोग अधिगम सामग्री को व्यवस्थित करने,

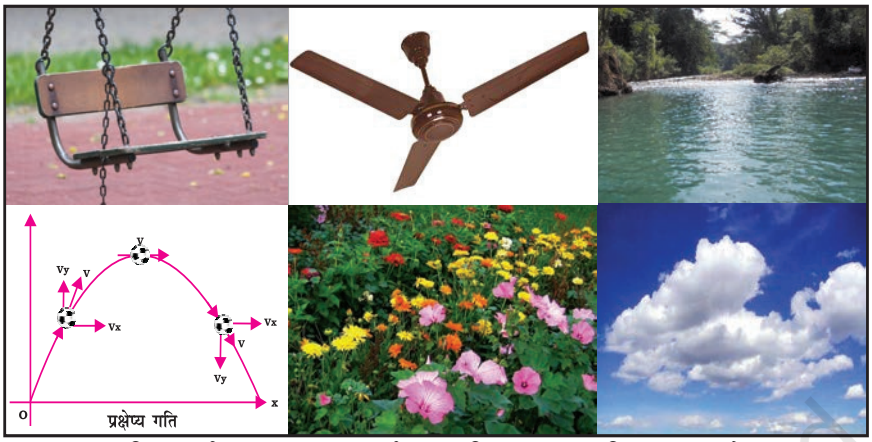
© NCERT not to be republished

उपयुक्त संदर्भ ग्रंथों तथा शिक्षार्थियों द्वारा संकलित अन्य स्व:अधिगम सामग्री (मृदाओं एवं वस्त्र के नमूने, चुंबकीय खिलौने आदि) को रखने के लिए किया जा सकता है। जब कुछ शिक्षार्थी अपने दिए गए पाठ को निर्धारित समय से पूर्व पूरा कर लेते हैं तो वे इस कोने से कोई सामग्री उठाकर अपने को व्यस्त रख सकते हैं। शिक्षार्थियों द्वारा लाई गई सामग्री को बार-बार बदला जा सकता है और उनके स्थान पर नई सामग्री रखी जा सकती है।

वास्तव में, स्कूल के मैदान/कक्षा/रसोई घर/स्नानगृह/बाज़ार में, यहाँ तक कि सड़क पर भी अनेक अधिगम अवसर उपलब्ध होते हैं। शिक्षक कक्षा से बाहर के अनुभवों का उपयोग करके शिक्षार्थियों को प्रत्यक्ष अनुभव के अवसर प्रदान कर सकते हैं। इससे उनके अधिगम तथा पर्यावरण के बोध में वृद्धि होगी। इसके लिए व्यापक प्रकार की सामग्रियाँ उपयोग में लाई जा सकती हैं। आस-पास के पर्यावरण में उपलब्ध सामग्री के कुछ उदाहरण और वे संकल्पनाएँ जिनकी व्याख्या इनके आधार पर की जा सकती है, नीचे दिए गए हैं –

- **साइकिल टायर** – घर्षण, गियर, उत्तोलक।
- **सीमेंट लगी सतह/पक्का फ़र्श/घास** – घर्षण, ऊष्मा अवशोषण।
- **फिसलपट्टी** – गुरुत्व, घर्षण।
- **झूला** – दोलनी गति।
- **मेरी गो राउंड (चक्रदोला)** – अपकेंद्री एवं अभिकेंद्री बल।
- **ध्वजदंड** – छाया के आकार और स्थिति में परिवर्तन।
- **फुटबॉल/क्रिकेट/हॉकी** – प्रक्षेप्य गति, संवेग परिवर्तन की दर।
- **बिजली का पंखा** – विद्युत ऊर्जा का यांत्रिक ऊर्जा में रूपांतरण, घूर्णन गति।
- **पोखर/तालाब/नदी** – उत्प्लावकता, आर्किमिडीज़ का सिद्धांत, पारितंत्र।
- **तारों को निहारना** – तारामंडल।
- **इंद्रधनुष** – परावर्तन, प्रकाश का पूर्ण आंतरिक परावर्तन।
- **मेघ** – जल चक्र, प्रकाश की गति ध्वनि से तीव्र होती है, तड़ित, मेघ गर्जन।
- **ऋतुएँ** – पृथ्वी का झुकाव।
- **बगीचे के फूल** – रंग (विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम)।
- **खाने वाला नमक** – घुलनशीलता, सांद्रण, आदि।
- **धूप** – ऊष्मा, ताप।
- **चंद्रमा की कलाएँ** – दीप्त एवं अदीप्त पिंड, पृथ्वी के चारों और चंद्रमा का चक्कर काटना।
- **दिवस एवं रात्रि** – पृथ्वी की घूर्णन गति।

© NCERT not to be republished



शिक्षार्थी के आस-पास का पर्यावरण अधिगम एक प्राकृतिक संसाधन है।

आबिदा, जो किसी स्कूल में विज्ञान शिक्षक है, अपने विद्यार्थियों को यह सिखाना चाहती है कि फूलों में कई रंगीन वर्णक होते हैं। वह विद्यार्थियों को स्कूल के मैदान में ले गई और उनसे कहा कि वे चटकीले रंगों वाले फूलों का प्रेक्षण करें और फिर उनसे चर्चा की कि फूलों का रंग कोई एक रंग नहीं होता है, अपितु यह कई रंगों के संयोजन से बनता है। किंतु उसके विद्यार्थियों को यह बात कुछ जमी नहीं। इसलिए आबिदा ने अपने विद्यार्थियों की सहायता से फूलों का सत्त निकाला। कक्षा में उसने वर्णलेखिकी विधि से फूलों के उस सत्त में विद्यमान रंगीन वर्णकों को पृथक किया। इससे विद्यार्थियों को यही क्रियाकलाप विभिन्न फूलों के सत्त को लेकर दोहराने का प्रोत्साहन मिला और उन्होंने यह देखा कि प्रत्येक फूल में वास्तव में एक से अधिक रंग होते हैं।

आइए, अब हम कुछ संकल्पनाओं की बात करें और इन संकल्पनाओं का निदर्शन करने के लिए आस-पास के पर्यावरण से पदार्थों अथवा घटनाओं के उदाहरण लें।

- **घिरनियाँ** – कपड़े धोने की मशीनों, जनित्रों इत्यादि में लगी होती हैं।
- **प्रक्षेप्य** – खिलाड़ी की लंबी कूद, पानी का फुवारा, आतिशबाजी, फुटबॉल, बास्केट बॉल और गॉल्फ़ बॉल का प्रेक्षप-पथ आदि।
- **लेंस एवं दर्पण** – कैमरा, धूप के चश्मे, संस्पर्श लेंस, नाई का दर्पण, वाहन चालक का पार्श्व दर्पण, स्नानगृह में लगा दर्पण इत्यादि।
- **रेशे** –जूट, ऊन, कपास।
- **ऊर्जा के एक रूप का दूसरे रूप में पारस्परिक रूपांतरण** – हमारे चारों ओर की लगभग सभी मशीनें।
- **ठोसों, द्रवों और गैसों में तरंगों का संचरण** – स्लिंकी (एक प्रकार का बड़ा स्प्रिंग) में अनुदैर्ध्य तथा अनुप्रस्थ तरंगों का संचरण, जलाशयों में छोटी लहरें, हाल/कुएँ में प्रतिध्वनि इत्यादि।

© NCERT not to be republished

- **कुछ प्राकृतिक pH सूचक,** जिनका शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में उपयोग किया जा सकता है, नीचे दिए गए हैं।
  - **चुकंदर** – क्षारकीय विलयन चुकंदर के रस का रंग लाल से नीला लोहित (पर्पल) कर देता है।
  - **प्याज़** – एक गंधयुक्त सूचक की भाँति उपयोग में लाया जा सकता है। एक प्रबल क्षारकीय विलयन में हमें प्याज की गंध नहीं आती। इसके अतिरिक्त लाल प्याज़ जो अम्लीय विलयन में हल्की लाल होती है, क्षारकीय विलयन में हरी हो जाती है।
  - **हल्दी** – इसमें एक पीला वर्णक कर्क्युमिन होता है जो pH 7.4 पर तो पीला होता है परंतु pH 8.6 पर लाल हो जाता है।
  - **रंग बदलने वाली लिपस्टिक** – रंग बदलने वाली लिपस्टिक का pH परास ज्ञात करने के लिए इसका परीक्षण कीजिए। अधिकांश प्रसाधन सामग्री में pH परिवर्तन के साथ रंग परिवर्तन होता है।
  - **लाल पत्तागोभी pH सूचक रंग** – फ़िल्टर पेपर (या कॉफी फ़िल्टर) लीजिए और इसे लाल पत्तागोभी के सांद्र रस में डुबाइए। कुछ घंटों के बाद पेपर को हटाइए और सूखने दीजिए। पेपर को पतली पट्टियों में काट लीजिए और विभिन्न विलयनों का pH जाँचने के लिए इन्हें उपयोग में लाइए।

pH	0	2	4	6	8	10	12
रंग	लाल	हल्का गुलाबी	गहरा गुलाबी	बैंगनी	नीला	नीला–हरा	(हरिताभ पीला)

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 9.1

अपनी कक्षा के साथियों के साथ संस्थान/महाविद्यालय का एक चक्कर लगाइए तथा उन वस्तुओं/स्थानों की सूची बनाइए जिनको आप उच्चतर प्राथमिक/माध्यमिक/उच्चतर माध्यमिक स्तर पर भौतिक विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लिए उपयोग में ला सकते हो।

क्रियाकलाप 9.2

एक स्लिंकी का उपयोग करके अनुप्रस्थ एवं अनुदैर्ध्य तरंगें उत्पन्न कीजिए। चर्चा कीजिए कि आप स्लिंकी का उपयोग करके माध्यमिक और उच्चतर माध्यमिक स्तर पर भौतिकी के शिक्षण-अधिगम के समय तरंगों की विभिन्न संकल्पनाओं का आदान-प्रदान कैसे करेंगे?

मैं एक शिक्षक हूँ और कक्षा 10 के विद्यार्थियों के विज्ञान अधिगम को सुसाध्य बनाता हूँ। विषय *अम्ल, क्षारक* एवं *लवण* की संकल्पनाएँ विकसित करते समय मैंने कुछ ऐसे प्राकृतिक सूचक लिए जो प्राय: प्रयोगशाला में उपलब्ध नहीं होते।

- मैंने एक चम्मच हल्दी ली और इसमें ज़रा-सा पानी डाल कर इसका पेस्ट बनाया। मैंने हल्दी का यह पेस्ट ब्लाटिंग पेपर/फ़िल्टर पेपर पर लगा कर हल्दी का सूचक पत्र बनाने में अपने विद्यार्थियों की मदद की। इसको सुखा कर लंबी पट्टियाँ काट लीं।
- मैंने पत्तागोभी की पत्तियों, हाइड्रेंजिया, पिटुनिया, हेरानियम जैसे कुछ फूलों के रंगीन पुष्पदलों का प्राकृतिक सूचक की भाँति उपयोग किया।

मैंने विद्यार्थियों को इन प्राकृतिक सूचकों को उपयोग करके विभिन्न क्रियाकलाप निष्पादित करना सुसाध्य बनाया। परंतु कक्षा में कुछ विद्यार्थी दृष्टिबाधित हैं। मैंने पाया कि इन विद्यार्थियों में वे सभी योग्यताएँ हैं जो सामान्य दृष्टि वाले विद्यार्थियों में होती हैं। मुझे ऐसा महसूस हुआ कि इन बच्चों को विज्ञान की प्रयोगात्मक कक्षाओं, विशेषकर रसायन से वंचित नहीं रहना चाहिए। कक्षा में सबको शामिल करने की नीयत से, ताकि सभी विद्यार्थी एक साथ सीख सकें, मैंने कुछ क्रियाकलाप ऐसे पदार्थों का उपयोग करके किए जिनकी गंध उनकी अम्लीय या क्षारकीय प्रकृति पर निर्भर करती है। ये घ्राणेन्द्रिय आधारित सूचक कहलाते हैं। मैंने विशिष्ट शैक्षिक आवश्यकताओं वाले विद्यार्थियों को इनकी सहायता से अम्लों और क्षारों को पहचानने में सहायता की। कक्षा के अन्य विद्यार्थियों ने इन विद्यार्थियों को परीक्षणों में शामिल प्रक्रिया को समझने में सहायता की।

— एक शिक्षक का अनुभव

शिक्षार्थियों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए कि वे प्रेक्षण, वर्गीकरण, श्रेणी निर्धारण, प्रश्न पूछ कर, तर्कों द्वारा, बहस करके और अपने आस-पास के प्राकृतिक जगत् तथा लोगों के साथ अन्योन्य क्रिया करके अपने ज्ञान का निर्माण एवं पुन:निर्माण करें। पाठ्यचर्यात्मक अनुभवों को अभिकल्पित करते समय एक विज्ञान शिक्षक को इसके लचीलेपन, प्रासंगीकरण एवं बहुलता की दिशा में विचार करना चाहिए।

© NCERT not to be republished

विज्ञान के शिक्षण-अधिगम को शिक्षार्थी के आस-पास पर्यावरण से जोड़ने के लिए इन्हें कक्षा के क्रियाकलापों के विस्तार के रूप में लिया जा सकता है और घर से करके लाने वाले कुछ क्रियाकलापों की पहचान की जा सकती है। ऐसे अनेक क्रियाकलापों का सुझाव दिया जा सकता है, जैसे कि–

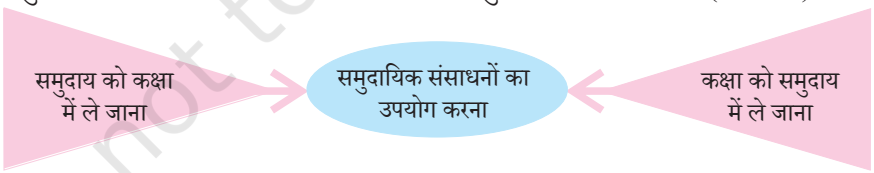
- अपने चारों ओर घटित होने वाले कुछ (भौतिक/रासायनिक) परिवर्तनों को सूचीबद्ध कीजिए।
- हमारे दैनिक जीवन में प्रयुक्त होने वाले अम्लों, क्षारकों और लवणों की सूची बनाइए।
- हमारे दैनिक जीवन में प्रयुक्त होने वाले उत्तोलकों/मशीनों, घिरनियों, गियरों का पता लगाइए, उनका अवलोकन कीजिए तथा उनके उदाहरण लिखिए।
- घर में विद्यमान उन वस्तुओं की सूची बनाइए जो ऊष्मा एवं विद्युत के सुचालक अथवा कुचालक हैं।
- कुछ ठोसों और द्रवों के मापन (लंबाई, आयतन, क्षेत्रफल) कीजिए।

क्रियाकलाप 9.3

उच्च प्राथमिक/माध्यमिक स्तर पर किसी विज्ञान पाठ्यपुस्तक का अवलोकन कीजिए। समूह में चर्चा करके ऐसे क्रियाकलापों की सूची बनाइए जो सूक्ष्म अवलोकन द्वारा तथा आस-पास के पर्यावरण में उपलब्ध सामग्रियों का उपयोग करके किए जा सकते हों और जिन्हें विद्यार्थियों द्वारा घर पर किए जा सकने वाले क्रियाकलाप माना जा सकता हो। अन्य समूहों द्वारा बनाई नई सूचियों के साथ अपनी सूची साझा कीजिए।

9.3 सामुदायिक संसाधनों का उपयोग करना

सामुदायिक संसाधनों को विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में प्रयुक्त किया जा सकता है। इसके लिए समुदाय को कक्षा में लाना होगा अथवा कक्षा को समुदाय में ले जाना पड़ेगा (चित्र 9.1)।



***चित्र 9.1** — सामुदायिक संसाधनों का उपयोग करना*

9.3.1 समुदाय को कक्षा में लाना

शिक्षक को भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम प्रक्रमों में अभिभावकों एवं समुदाय को सक्रिय रूप से जोड़ने के अवसर तलाशने चाहिए। समुदाय के विभिन्न सदस्यों के पास बहुमूल्य ज्ञान की

© NCERT not to be republished

प्रचुर विविधता भी होती है। इनमें से अनेक सदस्य अपने ज्ञान और अनुभवों को शिक्षार्थियों के साथ बाँटने के लिए तैयार भी हो सकते हैं। इन सदस्यों को स्कूल में आमंत्रित किया जा सकता है और शिक्षार्थी इनसे पारस्परिक विचार-विनियम कर सकते हैं। शिक्षक को समुदाय के उन विविध व्यक्तियों और संगठनों के बारे में जानकारी रखनी चाहिए जिनसे शिक्षार्थियों को महत्वपूर्ण ज्ञान प्राप्त कराने के लिए संपर्क किया जा सकता है। शिक्षार्थी उनके कार्यस्थलों का दौरा भी कर सकते हैं। सदस्यों की विशेषज्ञता अलग-अलग समुदायों में अलग-अलग होती है। कुछ उदाहरण हैं –

- **इलेक्ट्रीशियन** – घरेलू विद्युत परिपथों को स्थापित करना, लघुपथन, फ्यूज़, स्विच, इस्तरी एवं टोस्टर के तापन अवयव (ऐलीमेंट) इत्यादि।
- **बढ़ई** – लीवर, आनत समतल, फ़न्नी (वेज), बल आघूर्ण इत्यादि।
- **संगीतज्ञ** – अपने वाद्य यंत्र (तार, झिल्ली या वायु स्तंभ) के अनुरूप वे बता सकते हैं कि विभिन्न प्राचलों (लंबाई, मोटाई) के परिवर्तन से ध्वनि कैसे परिवर्तित होती है। यदि संभव हो तो वे एक ही प्रकार के दो तीन वाद्य यंत्र कक्षा में लाकर इस बात को प्रदर्शित कर सकते हैं।
- **पशुचिकित्सक** – विभिन्न पशुओं के शरीर का ताप कैसे मापा जाता है; विभिन्न जीवों की रूपाकृतियाँ जो उनको अपने विशिष्ट पर्यावरण के साथ अनुकूलन में सहायता करती हैं।
- **कुम्हार** – घूर्णी गति, अभिकेंद्री बल इत्यादि।

9.3.2 कक्षा को समुदाय में ले जाना – क्षेत्र-भ्रमण

कई मामलों में शिक्षार्थियों को अधिगम के सामुदायिक संसाधनों तक ले जाया जा सकता है। जब शिक्षण-अधिगम अनुभवों को समृद्ध करने की दृष्टि से ऐसा आयोजन किया जाता है तो यह क्षेत्र-भ्रमण अथवा अध्ययन भ्रमण कहलाता है। यह अधिगम को यथार्थ, मूर्त और रोचक बनाता है। शिक्षार्थियों को अवसर मिलता है कि वे संकल्पना और उनके पर्यावरण से उनके संबंध की खोज कर सकें। वे इस अवसर का उपयोग कर अपने भौतिक जगत, पदार्थों, प्रौद्योगिकी एवं अन्य लोगों के साथ अन्योन्य क्रिया करते हुए विभिन्न कौशलों को सीख सकते हैं। इससे वस्तुओं, घटनाओं, लोगों एवं संकल्पना के अवयवों की जानकारी द्वारा शिक्षार्थियों को ज्ञान सर्जन में सहायता मिलती हैं। आइए, अब विज्ञान शिक्षण-अधिगम में क्षेत्र-भ्रमण के विभिन्न लाभों पर दृष्टिपात करें।

क्षेत्र-भ्रमणों के लाभ

- यह विद्यार्थियों को प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त करने में सहायता करता है जो कि कक्षा की चारदीवारी के भीतर संभव नहीं है।
- इससे विद्यार्थियों का सामान्य ज्ञान समृद्ध होता है। यह कक्षा अधिगम का पूरक होता है।
- यह विद्यार्थियों के दृष्टिकोण को विस्तृत करता है, उनकी अंतर्दृष्टि में गहराई लाता है तथा अंतर्दृष्टि व्यापक बनाता है।

© NCERT not to be republished

- यह वे नए विचार और दृष्टिकोण प्रदान करता है जिनके आधार पर परियोजनाओं की शुरुआत की जा सकती है।
- यह संकल्पनाओं की गहनता को समझने में भी सहायता करता है तथा विषय-वस्तु में स्पष्टता लाता है। यह अमूर्त विचारों को मूर्त बनाने में भी सहायक होता है।
- इससे विद्यार्थियों में पर्यावरण की जाँच-पड़ताल की अभिवृत्ति का विकास होता है।
- यह प्रेक्षण, संकलन, वर्गीकरण तथा आँकड़ों का विश्लेषण जैसे वैज्ञानिक प्रक्रियाओं संबंधी कौशलों को विकसित करता है।
- इससे यह चेतना जागती है कि विज्ञान केवल पुस्तकों में नहीं है, वह तो हमारे चारों ओर विद्यमान है।
- क्षेत्र-भ्रमण से समुदाय का शिक्षार्थियों, शिक्षकों एवं विद्यालय से संबंध स्थापित होता है तथा बच्चे के अधिगम में समुदाय के दायित्व की सहभागिता को बढ़ावा मिलता है।
- यह सामुदायिक ज्ञान की प्रामाणिकता को स्वीकार करता है इत्यादि।

क्षेत्र-भ्रमणों का आयोजन

योजना बनाना – शिक्षार्थियों द्वारा संपूर्ण योजना शिक्षक के मार्गदर्शन में बनाई जा सकती है। पहले एक मार्गदर्शक प्रपत्र तैयार किया जा सकता है। इसमें अधिगम विवरण, भौतिक विवरण तथा प्रशासनात्मक विवरण शामिल होने चाहिए।

अधिगम विवरण – इसमें उन स्थानों का विवरण शामिल है जहाँ जाना है, इकट्ठे किए जाने वाले आँकड़े, उस स्थान पर कार्यरत व्यक्तियों से पूछे जाने वाले प्रश्न, अध्ययन की जाने वाली कोई प्रक्रिया इत्यादि।

भौतिक विवरण – यात्रा का मार्ग, समय-सारणी, व्यक्तिगत उपकरण, नाश्ते, खाने, आदि की व्यवस्थाएँ, प्राथमिक चिकित्सा किट, ले जाने के लिए अन्य सामग्री, जैसे— छाता, कैमरा आदि।

प्रशासनिक विवरण – शिक्षक को विद्यालय के प्रशासन से अनुमति लेने के लिए भ्रमण के उद्देश्य और परिणाम की विस्तृत जानकारी उन्हें देनी चाहिए।

नियोजित क्षेत्र-भ्रमण की जाँच सूची हो सकती है –

- क्षेत्र-भ्रमण के उद्देश्य;
- क्षेत्र-भ्रमण की तिथि;
- प्रस्थान का समय;
- वापसी का दिन और समय;
- विद्यार्थियों के साथ जाने वाले प्रभारी का नाम;
- विद्यार्थियों के व्यवहार संबंधी नियम;

© NCERT not to be republished

- सामग्री जो विद्यार्थी भ्रमण में साथ ले जाएँगे, जैसे — पानी की बोतल, छाता, भ्रमण डायरी इत्यादि;
- भ्रमण की लागत; और
- माता-पिता से अनुमति।

परिहवन सुविधा का नियोजन भी पहले ही कर लेना चाहिए।

शिक्षार्थियों को भ्रमण के लिए ले जाने से पहले शिक्षक तथा एक शिक्षार्थी प्रतिनिधि को उस स्थान का दौरा करके आना चाहिए। उनको यह पता लगाना चाहिए कि वहाँ जाने से अधिगम के कुछ उद्देश्य पूरे होंगे या नहीं। वहाँ जाने का मुख्य उद्देश्य ज्ञान प्राप्त करना होना चाहिए और मौज-मस्ती गौण उद्देश्य होना चाहिए। अधिगम को अधिक प्रभावी बनाने के लिए कार्यक्रम का उद्देश्य सभी शिक्षार्थियों को स्पष्ट होना चाहिए।

अधिगम अनुभवों को लाभकारी बनाने के लिए शिक्षक को क्षेत्र-भ्रमण के अनुगामी क्रियाकलापों की योजना भी बना लेनी चाहिए। क्षेत्र-भ्रमण से लौटने के बाद शिक्षार्थी अपने प्रेक्षणों और अनुभवों को लेकर आपस में चर्चा कर सकते हैं, प्रश्न पूछ सकते हैं और फ़ोटोग्राफ़ विनिमय कर सकते हैं। शिक्षक को चाहिए कि वह शिक्षार्थियों को कार्यक्रम की रिपोर्ट प्रस्तुत करने के लिए प्रोत्साहित करे और वे स्पष्ट शब्दों में बताए कि क्षेत्र-भ्रमण कार्यक्रम में उन्होंने क्या सीखा है। क्षेत्र-भ्रमण का मूल्यांकन नियोजित उद्देश्यों के प्रकाश में किया जा सकता है। इसके संबंध में अध्याय 11 [खंड 11.4(C)3] में विस्तार से चर्चा की गई है।

समुदाय द्वारा संपोषित संसाधन शिक्षार्थियों को अत्यंत प्रभावकारी अधिगम अनुभव उपलब्ध करा सकते हैं। इन संसाधनों का अगर ठीक से उपयोग किया जाए तो ये हमें विज्ञान को दृश्य-श्रव्य संकेतों (शब्दों) के रूप में वर्णित विषय से हटकर विज्ञान को एक अनुभव के रूप में समझाने में सहायता करेगी। ये समुदाय संसाधन स्थान-स्थान पर अलग हो सकते हैं। इस प्रकार के कुछ संसाधनों की सूची नीचे दी गई है—

- जल वैद्युत/ताप ऊर्जा संयंत्र
- **विज्ञान संग्रहालय** – वास्तविक वस्तुएँ, कार्यकारी मॉडल, दर्पण, लेंस इत्यादि।
- **ताराघर** – सौर मंडल, दूरबीन, रात्रि आकाश अवलोकन।
- **जंतर मंतर** – सौर घड़ियाँ
- **राष्ट्रीय भौतिकी प्रयोगशाला** – समय का मानक
- **चलचित्र गृह** – ध्वनिकी
- **अस्पताल** – कान, नाक, गले, दाँतों आदि की जाँच के लिए उपयोग किए जाने वाले दर्पण, अल्ट्रासाउंड।

© NCERT not to be republished

- **चश्मा बनाने/बेचने वाला** – पढ़ने के लिए इस्तेमाल होने वाले लेंस, लेंसों को सान पर चढ़ाना तथा उनका लेपन।
- **बाज़ार** –
  - जूतों की दुकान – खिलाड़ियों के जूतों के सोल, घर्षण।
  - कपड़ों की दुकान – पौधों से प्राप्त तंतु (कपास, जूट), जंतुओं से प्राप्त तंतु (ऊन), कीटों से प्राप्त तंतु (रेशम)।
  - कोलाइडी विलयनों के उदाहरणों के रूप में – पेंट (विलयन), कीमती पत्थर (ठोस विलयन), जेलियाँ (जेल), फोम रबर (ठोस विलयन) जैसी वस्तुएँ।
- **विद्युत लेपन यूनिट** – वस्तुओं पर विद्युत लेपन कैसे किया जाता है; पर्यावरणीय मुद्दों को ध्यान में रखते हुए अपशिष्ट पदार्थ का निपटान कैसे किया जाता है?
- **निर्माण स्थल** – भवनों में तड़ित चालक कैसे लगाए जाते हैं?
- **नाई की दुकान** – समांतर दर्पणों में प्रतिबिंब।
- अग्निशमन दल
- रेलवे स्टेशन
- डाकघर
- **पुलिस के अवरोधक वाहन** – गतिमान वाहनों की चाल का मापन।
- बेकरी
- रासायनिक उद्योग
- **पहाड़ी का ढलान** – भूक्षरण प्रभाव।
- **समुद्र तट** – तरंगों की क्रियाएँ।
- **कबाड़खाना** – विद्युत चुंबकीय क्रेन।

क्रियाकलाप 9.4

विज्ञान/भौतिकी/रसायन की किसी पाठ्यपुस्तक का विश्लेषण कीजिए और यह निर्णय कीजिए कि शिक्षण-अधिगम अनुभवों को समृद्ध करने के उद्देश्य अपने ज्ञान को साझा करने के लिए समुदाय के किन सदस्यों को कक्षा में आमंत्रित किया जा सकता है। उनकी एक सूची तैयार कीजिए। आपके मित्र यह क्रियाकलाप किसी अन्य पाठ्यपुस्तक को लेकर कर सकते हैं और आप लोग आपस में अपने विचारों का आदान-प्रदान कर सकते हैं।

क्रियाकलाप 9.5

कक्षा 6 से 12 तक के अपने शिक्षार्थियों के लिए वैज्ञानिक महत्व के किसी स्थान का क्षेत्र-भ्रमण आयोजित करने की योजना विभिन्न अधिगम, भौतिक एवं प्रशासनिक विवरणों सहित तैयार कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 9.6

अपनी कक्षा के सभी विद्यार्थियों और शिक्षक-प्रशिक्षक के साथ शैक्षिक महत्व के किसी स्थान का क्षेत्र-भ्रमण करें।

9.4 अधिगम संसाधनों का एकत्रीकरण करना

विद्यालय में कक्षा वह पहला स्थल है जिसके साथ कोई शिक्षार्थी अपने आपको जोड़ता है और जिसे वह अपने निकटतम महसूस करता है। अत: संसाधनों के एकत्रीकरण की पहली शुरुआत सीधी कक्षा से ही की जा सकती है। संसाधनों का यह एकत्रीकरण एक विज्ञान कोने के रूप में विकसित किया जा सकता है। विज्ञान कोने का विकास छोटे कस्बों, गाँवों अथवा उन संसाधन अभावग्रस्त क्षेत्रों के लिए और भी अधिक महत्वपूर्ण हो जाता है, जहाँ सुव्यवस्थित विज्ञान प्रयोगशाला स्थापित करना कठिन होता है। इसके लिए कक्षा में एक या दो मेज़ों की व्यवस्था की जा सकती है। बच्चों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए कि वे ऐसी सामग्री लेकर आएँ जो उनके विचार से प्रदर्शन या चर्चा के लिए उपयुक्त हो। यह सामग्री सक्रिय रूप में कार्यक्षम हो ताकि शिक्षार्थी इससे प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त कर सकें। इसके अतिरिक्त, इस सामग्री को बच्चों की अधिगम आवश्यकताओं, अभिरुचियों तथा जिज्ञासाओं के अनुसार लगातार अद्यतीकरण करते रहना चाहिए और बदलते रहना चाहिए।

माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक स्तर पर सैद्धांतिक नियमों की खोज अथवा उनके पुष्टिकरण के साधन के रूप में योजनाबद्ध प्रयोग करना पाठ्यचर्या का एक अभिन्न अंग है। अत: माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक विद्यालयों के लिए सुव्यवस्थित प्रयोगशालाओं की आवश्यकता होती है। तथापि अभी भी ये प्रयोगशालाएँ प्रभावी शिक्षण-अधिगम के लिए वांछित स्तर पर उपलब्ध नहीं हैं। सभी बच्चों को अपनी विज्ञान पाठ्यचर्या में दिए गए उपकरणों और प्रयोगों का आवश्यक कार्यानुभव प्रदान करने के प्रयास के भाग के रूप में, कम से कम विद्यालय समूह (क्लस्टर) स्तर पर बनाया गया संसाधन केंद्र, एक क्लस्टर प्रयोगशाला का काम कर सकता है। क्लस्टर के सभी विद्यालय अपनी समय-सारणी इस प्रकार बना सकते हैं कि सप्ताह में आधे दिन उनकी विज्ञान प्रयोगशाला कक्षा क्लस्टर स्तर प्रयोगशाला में हो।

विशिष्ट उपकरण, जैसे कि, टेलिस्कोप, यदि क्लस्टर केंद्र पर रख दिए जाएँ तो विद्यालय उन्हें सहभागिता के साथ उपयोग में ला सकते हैं। तब यह संसाधन केंद्र के रूप में उपयोग किया जा सकता है, जहाँ से सबंधित संकल्पना के शिक्षण-अधिगम काल में शिक्षक सामग्री उधार ले सकते हैं और काम हो जाने के बाद वापस उसे केंद्र को लौटा सकते हैं ताकि अन्य ज़रूरतमंद शिक्षक उसे उधार ले सकें। वास्तव में, शिक्षण सहायक सामग्री एवं शिक्षकों द्वारा बनाए गए

© NCERT not to be republished

अथवा विज्ञान प्रदर्शनी में चुने गए अन्य विज्ञान मॉडल एवं प्रदर्श जैसी अधिगम सामग्री भी क्लस्टर केंद्र पर रखी जा सकती है। इस प्रकार एक शिक्षक द्वारा एकत्र किए गए संसाधनों का उपयोग अन्य लोगों द्वारा किया जा सकेगा और एक उपकरण के अनेक सेट बन जाएँगे जो कि पूरी कक्षा के उपयोग में आएँगे। शिक्षार्थियों को निकटवर्ती विद्यालयों, महाविद्यालयों, प्रशिक्षण महाविद्यालयों, संस्थानों की प्रयोगशालाओं में कार्य करने की अनुमति प्रदान की जा सकती है। शिक्षकों को इस प्रकार के अवसरों का उपयोग करने के लिए उपायकुशल होने की आवश्यकता है।

प्रभावी अधिगम के लिए सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आई.सी.टी.)के उपयोग पर ज़ोर बढ़ रहा है। अनेक विद्यालयों के पास अब कंप्यूटर हैं और कुछ क्षेत्रों में रेडियो एवं टी.वी. आधारित शिक्षा की शुरुआत हो चुकी है। कुछ विशिष्ट विद्यालयों में अब दूर-सम्मेलन (टेलीकॉंफ्रेंसिंग) सुविधा भी संभव है। ये सूचना और संचार प्रौद्योगिकी सुविधाएँ भी विद्यालयों में मिल-बाँटकर उपयोग में ला सकते हैं।

देश के अनेक भागों में ग्रामीण क्षेत्रों में सामुदायिक पुस्तकालय कार्य कर रहे हैं तथा बहुत-से ज़िला मुख्यालयों पर सरकारी पुस्तकालय कार्य कर रहे हैं। ज्ञान-संवर्धन के लिए विद्यालय लाइब्रेरी के साथ क्लस्टर स्तरीय/ब्लॉक स्तरीय पुस्तकालयों का एक नेटवर्क बनाया जा सकता है।

विभिन्न अधिगम संसाधनों का एकत्रीकरण, विभिन्न विद्यालयों एवं एजेंसियों की भागीदारी बढ़ाने के लिए, विद्यालय की समग्र पाठ्यचर्या योजना का एक अंग हो सकता है।

क्रियाकलाप 9.7

किसी निकटवर्ती विद्यालय में जाइए और देखिए कि वहाँ के भौतिक विज्ञान के शिक्षक किस प्रकार विभिन्न अधिगम संसाधनों को एकत्रित करते हैं। शिक्षक से मिलिए और चर्चा कीजिए कि भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम अनुभवों को समृद्ध करने के लिए विभिन्न अधिगम संसाधनों की खोज और उनका एकत्रीकरण कैसे किया जाए।

9.5 उपकरणों को कार्यसाध्य बनाना

बहुत- से विद्यालयों में उपयुक्त उपकरण नहीं होते और उनको क्रियाकलापों, प्रदर्शनों तथा प्रयोगों को कराने के लिए सीमित कोष उपलब्धता के कारण सामग्री एवं उपकरण खरीदने के लिए वित्तीय प्रतिबंधों का भी सामना करना पड़ता है। परंतु इसका अर्थ यह नहीं है कि कोई रास्ता शेष नहीं रह गया है। एक उद्यमी शिक्षक स्थानीय संसाधनों का विवेचनात्मक अवलोकन करके स्थानीय, कम खर्चीली, आसानी से प्राप्त सामग्री के उपयोग द्वारा विज्ञान शिक्षण-अधिगम के लिए नवाचारी क्रियाकलापों की संभावनाएँ तलाश कर सकता/ती है। वह शिक्षार्थियों को कार्यसाध्य उपकरण बनाने के लिए प्रोत्साहित कर सकता/ती है। थोड़ी-सी सर्जनात्मकता और कल्पनाशक्ति का उपयोग करके शिक्षक, शिक्षार्थियों

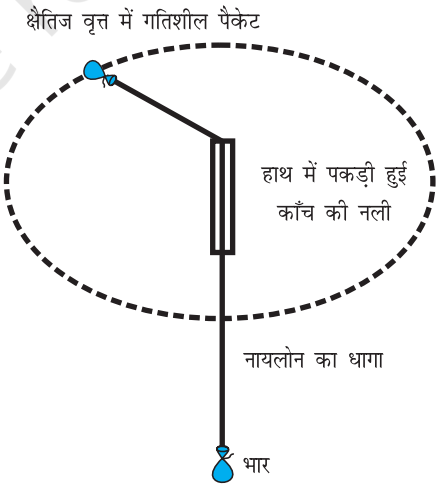
© NCERT not to be republished

की सहायता से, दैनिक उपयोग की वस्तुओं, घरेलू अपशिष्ट अथवा फेंकी गई सामग्री तथा आस-पास के परिवेश से संकलित पदार्थों को मूल्यवान अधिगम संसाधनों में परिवर्तित कर सकते हैं। इस प्रकार के अधिगम संसाधन मनोरंजक और प्रभावी तो होंगे ही, साथ ही विद्यालय पर कोई वित्तीय बोझ भी नहीं डालेंगे। परंतु यह केवल तभी संभव है, जब इनके उपयोग से किए जा रहे प्रयोग गुणात्मक प्रकृति के हों और इसमें बहुत अधिक परिशुद्धता की आवश्यकता न हो।

स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्री को एकत्र करने और कामचलाऊ प्रबंध करने की प्रक्रिया में शिक्षार्थियों को भी सम्मिलित किया जा सकता है। इससे बच्चों में नयी वस्तुएँ तलाशने का उत्साह जागेगा। इससे उन्हें सर्जन, आत्म-अभिव्यक्ति और आत्मविकास के अवसर प्राप्त होंगे। वे विज्ञान अधिगम को अपने पर्यावरण से जोड़ सकेंगे। आगे चलकर यह उनमें वैज्ञानिक मनोदशा की जड़ें मज़बूत करेगा।

आस-पास के पर्यावरण के अधिगम संसाधनों का उपयोग स्कूली शिक्षा के सभी स्तरों पर किया जा सकता है। स्कूली शिक्षा के प्राथमिक एवं उच्च प्राथमिक स्तर पर विज्ञान के लगभग सभी क्रियाकलाप एवं प्रदर्शन आस-पास के पर्यावरण के संसाधनों का उपयोग करके किए जा सकते हैं। माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर भी भौतिक विज्ञान के अनेक क्रियाकलाप, प्रदर्शन एवं कुछ प्रयोग इस प्रकार के कार्यसाध्य उपकरणों का उपयोग करके किए जा सकते हैं।

1. **अपकेंद्री बल** – किसी बॉल पेन का बाहरी आवरण (नलिका) लीजिए। इसके छिद्र से लगभग 50 से 100 सेमी लंबाई का एक मज़बूत धागा गुज़ारिए। धागे के दोनों सिरों पर बालू की छोटी थैली या अन्य कोई ठोस पिंड बाँध दीजिए (चित्र 9.2)। पेन की नलिका को अपने हाथ में ऊर्ध्वाधर रूप से पकड़िए। अब अपने हाथ से इसे घुमाइए। बालू की छोटी थैली घूमने लगती है और धागा ऊपर उठने लगता है। अलग-अलग साइज़ की बालू की थैलियों के लिए अलग-अलग चालों पर यह प्रयोग दोहराइए। नीचे वाली थैली ऊपर क्यों उठती है? चाल परिवर्तन का क्या प्रभाव होता है और क्यों? यह सरल कार्यसाध्य उपकरण आपको उस बल को समझने में सहायता करेगा, जो घूर्णी गति करते हुए किसी पिंड पर प्रभावी होता है।

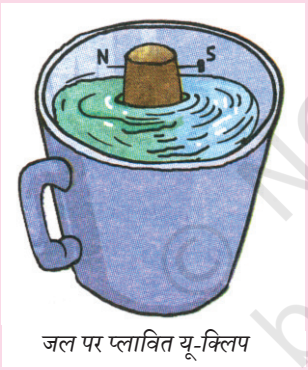


चित्र 9.2 — अभिकेंद्र बल को प्रदर्शित करने वाला एक प्रयोग

2. **पृष्ठ-तनाव** – एक कार्यालय में काम आने वाले यू-आकृति का क्लिप लीजिए। इसको समाचार-पत्र के एक छोटे टुकड़े पर रखिए। एक प्याले को पूरा पानी से भर लीजिए। समाचार-पत्र के टुकड़े को क्लिप सहित क्षैतिज रूप से इस प्रकार जल के पृष्ठ पर रखिए कि क्लिप गीला न हो। प्याले को यदि कुछ मिनटों तक बिना हिलाए-डुलाए रहने दिया जाए तो हम देखेंगे कि समाचार-पत्र का टुकड़ा तो जल अवशोषित कर लेता है और डूब जाता है, जबकि यू-क्लिप जल के पृष्ठ पर तैरता रहता है। समझाइए कि यह क्यों तैरता रहता है? प्याले को हिलाने डुलाने पर स्थिति परिवर्तन से क्लिप क्यों डूब जाता है?

जल पर प्लावित यू-क्लिप

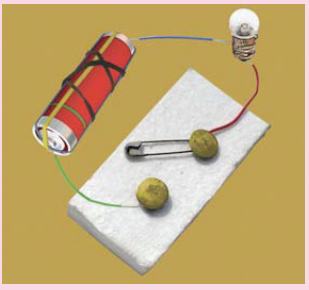
3. **चुंबकीय दिक्सूचक** – एक दंड चुंबक की सहायता से लोहे की एक सुई को चुंबकित कीजिए। अब इस चुंबकित सुई को एक कॉर्क या फ़ोम के टुकड़े में घुसा दीजिए। कटोरी या कप में भरे पानी पर इस कॉर्क को प्लावित कीजिए। यह सुनिश्चित कीजिए कि सुई पानी को न छुए। अब आपका दिक्सूचक (कंपास) प्रयोग के लिए तैयार है। जब कॉर्क जल पर प्लवित है तो देखिए कि सुई किस दिशा में इंगित कर रही है। कॉर्क को इसमें लगी सुई सहित, विभिन्न दिशाओं में घुमाकर छोड़िए। हर बार नोट कीजिए कि जब कॉर्क घूर्णन करना बंद कर देता है तो सुई किस दिशा को इंगित करती है। जब कॉर्क घूमना बंद कर देता है तो क्या सुई हमेशा एक ओर दिशा में इंगित करती है?



जल पर प्लावित यू-क्लिप

4. **विद्युत-स्विच** – किसी सरल विद्युत परिपथ में स्विच की संकल्पना की व्याख्या के लिए सेफ़्टीपिन का उपयोग करके एक कार्यसाध्य स्विच बनाया जा सकता है।

आप दो ड्राइंगपिनों, एक सेफ़्टीपिन (अथवा एक पेपर क्लिप), तार के दो टुकड़ों तथा थर्मोकोल की एक छोटी शीट या लकड़ी के बोर्ड का इस्तेमाल करके एक स्विच बना सकते हैं। एक ड्राइंगपिन को सेफ़्टीपिन के एक सिरे के वलय में घुसाकर इसे थर्मोकोल की शीट पर लगा दीजिए, जैसा कि बगल के चित्र में दर्शाया गया है। सुनिश्चित कीजिए कि सेफ़्टीपिन स्वतंत्रतापूर्वक घूम सके। अब दूसरे ड्राइंगपिन को थर्मोकोल शीट पर



एक कामचलाऊ विद्युत-स्विच

© NCERT not to be republished

इस बात का ध्यान रखते हुए जड़ दीजिए कि सेफ़्टीपिन का स्वतंत्र सिरा इसे छू सके। इस क्रियाकलाप में इस भांति लगा सेफ़्टीपिन स्विच का कार्य करेगा।

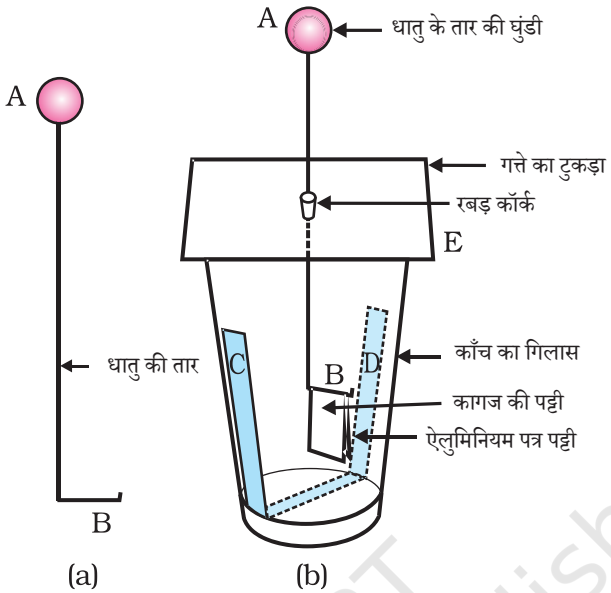
5. **एक छोटी बोतल से स्पिरिट लैंप** – एक खाली छोटी बोतल जिस पर धातु का ढक्कन हो, एक कामचलाऊ स्पिरिट लैंप का काम कर सकती है। बोतल के ढक्कन के ठीक बीचोबीच लगभग 5 से 8 मी.मी. व्यास का छिद्र बनाइए। अब एक पुरानी इस्तेमाल योग्य न रही साइकिल की ट्यूब का नोज़ल लीजिए। इस नोज़ल को बोतल के धातु के ढक्कन में फ़िट कीजिए। रूई के धागों से बनी एक बत्ती इस नोजल में इस प्रकार फ़िट कीजिए कि इसका निचला सिरा बोतल की तली तक पहुँचे। स्पिरिट (विकृतिकृत एल्कोहल) को ईंधन की तरह इस्तेमाल में लाइए।

6. **उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी** – मेज़ पर सेलोटेप की सहायता से 1.5 मी. लंबाई का लकड़ी का एक मीटर पैमाना (अथवा मापक टेप) लगाइए। एक ही आकार के तीन काँच के या धातु के गिलास मेज़ पर उलट कर रखिए, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। एक आलू को दो बराबर टुकड़ों में काटिए और उनको अलग-अलग दो गिलासों पर रखिए। चाकू से एक आलू के टुकड़े पर खाँचा बनाइए ताकि इसमें अवतल/उत्तल लेंस दर्पण लगाया जा सके। इसी प्रकार दूसरे टुकड़े में खाँचा बनाकर उसमें सफ़ेद कागज़ का एक छोटा टुकड़ा लगाइए जो पर्दे का काम कर सके। तीसरे गिलास पर एक छोटी मोमबत्ती लगाइए। इस व्यवस्था का उपयोग उत्तल लेंस/अवतल लेंस दर्पण से बनने वाले प्रतिबिंबों की प्रकृति, साइज़ और स्थिति को अध्ययन करने तथा उनकी फ़ोकस दूरी ज्ञात करने के लिए किया जा सकता है। इसी प्रकार एक उत्तल लेंस का उपयोग कर अवतल लेंस की फ़ोकस दूरी तथा एक अवतल दर्पण की फ़ोकस दूरी भी ज्ञात की जा सकती है।

उत्तल लेंस की फ़ोकस दूरी ज्ञात करने की एक तात्कालिक व्यवस्था

क्रियाकलाप 9.8

चित्र 9.3 को ध्यानपूर्वक देखिए और एक कामचलाऊ ऐलुमिनियम पत्र विद्युतदर्शी बनाइए। दर्शाइए कि कक्षा में आप इसका उपयोग पिंडों पर आवेश दर्शाने के लिए किस प्रकार करेंगे?



चित्र 9.3 — एक कामचलाऊ विद्युतदर्शी

9.6 रसायनों के कुछ सस्ते स्रोत

हमने देखा कि हमारे आस-पास के पर्यावरण की बहुत-सी सामग्रियों का उपयोग भौतिकी के क्रियाकलापों तथा प्रयोगों के लिए कामचलाऊ उपकरण बनाने में किया जा सकता है। हमारे आस-पास के पर्यावरण में ऐसे अनेक सस्ते रसायन हैं जिनका उपयोग रसायन के क्रियाकलापों और प्रयोगों के लिए किया जा सकता है। यदि साधारण घरेलू उत्पादों का उपयोग प्रयोगों और क्रियाकलापों के लिए किया जाता है तो शिक्षार्थियों को अपने दैनिक जीवन में रसायन के अनुप्रयोगों का महत्व समझने का अवसर प्राप्त होता है। सुपरिचित पदार्थ एक ऐसा अधिगम संदर्भ प्रदान करते हैं जो शिक्षार्थियों के लिए अधिक रुचिकर हो सकता है। साथ ही शिक्षण-अधिगम की शुरुआत शिक्षार्थियों के वर्तमान ज्ञान से होती है, जिससे उनके संकल्पनात्मक विकास में सुविधा हो जाती है। नीचे रसायनों के कुछ सस्ते स्रोत सुझाए गए हैं। शिक्षार्थी इनमें से कुछ पदार्थों को स्वेच्छा से ला सकते हैं।

सारणी 9.1 — रसायनों के कुछ सस्ते स्रोत

रसायन	सूत्र	विवरण
ऐलुमिनियम	Al	ऐलुमिनियम पन्नी
ताँबा	Cu	विद्युत तार

© NCERT not to be republished

कार्बन	C	भोजन पकाने में इस्तेमाल होने वाला चारकोल, जल शोधित्रों में उपयोग होने वाला सक्रियित चारकोल।
लोहा	Fe	लोहे की कीलें, इस्पात ऊर्ण (स्टील वूल), पेंच, ढिबरियाँ, इत्यादि।
हाइड्रोजन परऑक्साइड	H_2O_2	हाइड्रोजन परऑक्साइड जीवाणुरोधक के रूप में इस्तेमाल होता है और दवाइयों की दुकान पर मिल जाता है।
आयोडीन	I_2	टिंचर ऑफ़ आयोडीन घावों के उपचार में जीवाणुरोधक की भाँति उपयोग किया जाता है और दवाइयों की अधिकांश दुकानों पर मिल जाता है।
फ़ेरिक ऑक्साइड	Fe_2O_3	सेरामिक जंग का उपयोग चीनी मिट्टी के बर्तनों पर लाल रंग करने में किया जाता है।
मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड	$Mg(OH)_2$	कुछ एंटासिड (प्रत्यम्ल) गोलियों में तथा मिल्क ऑफ़ मैग्नीशिया में मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड होता है।
मैग्नीशियम सल्फ़ेट	$MgSO_4.7H_20$	एप्सम लवण एक सारक (लैक्सेटिव) दवाई है, यह दवाइयों की दुकानों पर मिल जाता है।
मेथेनॉल	CH_3OH	मेथेनॉल का उपयोग पेंट विलायक के रूप में होता है। किसी भी पेंट की दुकान पर यह 'वुड ऐल्कोहल' के नाम से मिल जाता है।
खनिज तेल	हाइड्रोकार्बनों का जटिल मिश्रण	बेबी ऑयल अनिवार्यत: एक खनिज तेल है।
पैराफ़िन	$CnH_{2n+2}(n>19)$	मोमबत्ती
पोटैशियम कार्बोनेट	K_2CO_3	पोटैशियम कार्बोनेट का उपयोग ऊर्वरक के रूप में होता है यह कृषि आपूर्ति भंडार से प्राप्त किया जा सकता है।
पोटैशियम परमैंग्नेट	$KMnO_4$	जल को शुद्ध करने और उसके धुँधलेपन को समाप्त करने के लिए किया जाता है। इसे जलजीवशाला में भी प्रयुक्त किया जाता है।
सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट	$NaHCO_3$	खाने का सोडा शुद्ध सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट होता है।
सोडियम कार्बोनेट	Na_2CO_3	कपड़े धोने का सोडा घरों में पाया जाने वाला पदार्थ है।
सोडियम टेट्राबोरेट डेकाहाइड्रेट	$Na_2B_4O_7.10H_2O$	बोरेक्स या सुहागा सभी किराने की दुकानों पर उपलब्ध होता है।

© NCERT not to be republished

सुक्रोज	$C_{12}H_{22}O_{11}$	शक्कर
सल्फ़्यूरिक अम्ल	H_2SO_4	बैटरी में डलने वाला अम्ल, जिसे ऑयल ऑफ़ विट्रॉयल भी कहा जाता है, सल्फ़्यूरिक अम्ल ही होता है। इसे मोटर गैराज या स्वचालित वाहन विक्रय दुकानों से प्राप्त किया जा सकता है।
टंगस्टन	W	तापदीप्त प्रकाश बल्बों का तंतु टंगस्टन का ही बना होता है।

क्रियाकलाप 9.9

यह जानने के लिए कि निम्नलिखित अम्ल एवं क्षारक संग्रह विलयन कैसे तैयार किए जाते हैं, किसी रसायन प्रयोगशाला पुस्तिका को पढ़िए। प्रयोगशाला में इन विलयनों को तैयार कीजिए और कक्षा में अपने कार्य की रिपोर्ट प्रस्तुत कीजिए।

5.0 M ऐसीटिक अम्ल

6.0 M हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

6.0 M सोडियम हाइड्रॉक्साइड

2.0 M सल्फ़्यूरिक अम्ल

1.0 M नाइट्रिक अम्ल

विलयनों को तैयार करते समय क्या सावधानियाँ बरतनी चाहिए?

9.7 विज्ञान किट

विज्ञान शिक्षा का एक मुख्य सरोकार माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तरों पर प्रायोगिक-कार्य एवं प्रयोगीकरण में धीरे-धीरे आ रही कमी है। क्रियाकलाप आधारित शिक्षण-अधिगम की संकल्पना को अनेक प्राथमिक विद्यालयों में अभी भी व्यावहारिक रूप लेना बाकी है। प्रयोगशाला सुविधाओं का अभाव और शिक्षकों में इस अहसास की कमी कि क्रियाकलाप एवं प्रयोग स्वयं करके देखने के लिए और विज्ञान अधिगम के लिए आधारभूत होते हैं, इसके कुछ कारण हो सकते हैं। विद्यालय में प्रयोगशाला सुविधाओं का अभाव विद्यार्थियों के लिए विषय चयन के विकल्प बहुत कम कर देता है जिससे उनको अधिगम एवं भावी जीवन के निर्माण के समान अवसर नहीं मिल पाते। अत: यह महत्वपूर्ण हो जाता है कि इस प्रकार के विद्यालयों को प्रयोग कराने की सुविधा प्रदान करने के लिए संसाधन उपलब्ध कराए जाएँ। ऐसे विद्यालय बहुत हद तक विज्ञान किटों द्वारा लाभांवित हो सकते हैं। विज्ञान किट न केवल उन विद्यालयों के लिए उपयोगी होते हैं, जहाँ विज्ञान प्रयोगशाला की सुविधाएँ उपलब्ध नहीं हैं, बल्कि वे सभी स्कूलों के लिए उपयोगी होते हैं, क्योंकि उपयोग करने में ये सुविधाजनक भी होते हैं। विज्ञान किट का उपयोग,

© NCERT not to be republished

दैनिक विज्ञान शिक्षण-अधिगम के साथ विज्ञान को अपने हाथों से करके स्वयं के अनुभव करने से जोड़ने के लिए शिक्षक एवं शिक्षार्थियों, दोनों ही को प्रोत्साहित कर सकता है। अधिगम के विभिन्न स्तरों के लिए विभिन्न विज्ञान किटों के डिज़ाइन, विकास एवं उत्पादन का काम एन.सी.ई.आर.टी. सहित देश के अनेक संगठनों और संस्थानों ने अपने हाथ में लिया हुआ है।

विज्ञान के प्रभावी शिक्षण-अधिगम के लिए यह आवश्यक हो जाता है कि कक्षा परिस्थितियों के अंदर ही कुछ क्रियाकलाप और प्रयोग किए जाएँ। इन क्रियाकलापों और प्रयोगों को करने के लिए कुछ विशिष्ट उपकरणों तथा सामग्रियों की आवश्यकता होती है। जब यह सब सामान एक स्थान पर, जैसे कि एक बॉक्स में उपलब्ध हो जाता है, तो इसे विज्ञान किट कहा जाता है। किट से संबंधित अधिकांश उपकरण एवं सामग्री आसानी से बाज़ार में उपलब्ध हो जाते हैं, जबकि उनमें से कुछ को स्वयं बनाकर तैयार भी किया जा सकता है। विज्ञान किटों के डिज़ाइन और उसके सामान की सूची तैयार करते समय यह सुनिश्चित करने का प्रयास किया जाता है कि वे उपकरण भारी और शिक्षार्थियों के लिए असुरक्षित न हों। आइए, इनके विभिन्न लाभों का अवलोकन करें।

विज्ञान किट के लाभ

- यह प्रयोग करने के लिए आवश्यक संपूर्ण सामग्री एक ही स्थान पर उपलब्ध कराता है और इसका मूल्य भी कम होता है। इसके साथ पुस्तिका भी उपलब्ध होती है।
- इससे आवश्यक सामग्री और उपकरण एकत्र करने में लगने वाला समय बचता है। क्योंकि शिक्षक को क्रियाकलाप और प्रयोग करने के लिए हर बार सामान नहीं जुटाना पड़ता है।
- थोड़े से उपकरणों और सामान से बड़ी संख्या में क्रियाकलाप और प्रयोग किए जा सकते हैं।
- ये आसानी से इधर से उधर ले जाए जा सकते हैं तथा कक्षा के अंदर और कक्षा के बाहर भी उपयोग में लाए जा सकते हैं।
- प्राय: इन किटों को उपयोग में लाने के लिए गैस, जल या विद्युत आपूर्ति जैसे किसी अतिरिक्त ऊर्जा स्रोत की आवश्यकता नहीं होती। इसलिए इनका उपयोग छोटे कस्बों, ग्रामीण क्षेत्रों अथवा अन्य ऐसे स्थानों पर भी किया जा सकता है, जहाँ आधारभूत संरचनात्मक सुविधाएँ उपलब्ध नहीं हैं।
- किटों में रखे जाने वाले पदार्थ एवं उपकरण सरल प्रकार के होते हैं तथा स्थानीय रूप से मिल जाते हैं और उपयोगकर्ता द्वारा अपनी आवश्यकता के अनुसार बनाए और सुधारे भी जा सकते हैं। इस प्रकार किट सर्जनशीलता के विकास के अवसर प्रदान कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थी उपकरणों को बनाने, उन्हें काम में लाने तथा प्रयोग करने में सक्रिय रूप से भाग लेते हैं। स्वयं करके सीखने से उनका आत्मविश्वास भी बढ़ता है।
- किट के अवयव अलग-अलग उद्देश्यों के लिए कई बार उपयोग में लाए जा सकते हैं, इसलिए किटों के बहुउद्देशीय उपयोग होते हैं।

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् कार्यशाला विभाग ने विभिन्न विज्ञान किट विकसित किए हैं। ये हैं – उच्च प्राथमिक विज्ञान किट, माध्यमिक कक्षाओं के लिए विज्ञान किट, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक कक्षाओं के लिए माइक्रोस्केल रसायन प्रयोगशाला किट (पृथक-पृथक) ठोस प्रावस्था मॉडल किट, आण्विक मॉडल किट इत्यादि।

माइक्रोस्केल रसायन प्रयोगशाला किट का उपयोग करके रसायन विज्ञान के प्रयोगों को रसायनों की अल्प मात्रा का प्रयोग करके और प्रयोग की गुणवत्ता एवं प्रामाणिकता से समझौता किए बिना किए जा सकते हैं। यह किट बहुत कम स्थान घेरता है। इसके द्वारा किए जाने वाले प्रयोग बहुत शीघ्रतापूर्वक किए जा सकते हैं, क्योंकि तैयारी का समय बचता है। सामान एवं उपकरणों की कीमत काफ़ी हद तक कम हो जाती है। ये प्रदूषण एवं जोखिमों से मुक्त हैं। पारंपरिक प्रयोगशाला रैकों और बोतलों के स्थान पर एक छोटा बॉक्स होता है जिसमें प्रयोगशाला के सभी पात्र और उपकरण छोटे-छोटे आकार के लगे होते हैं। बॉक्स के ऊपरी पटल पर घूमने वाले रैक लगे होते हैं जिनमें ऐसी छोटी-छोटी प्लास्टिक की बोतलें रखी जा सकती हैं। इन बोतलों से रसायन की एक बार में आवश्यकतानुसार केवल कुछ बूँदें ही प्राप्त की जा सकती हैं। इस किट पर एक समय में चार विद्यार्थी काम कर सकते हैं। किट के साथ एक विस्तृत पुस्तिका भी मिलती है जिसमें प्रत्येक वस्तु के उपयोग तथा प्रत्येक प्रयोग का विस्तृत विवरण दिया गया है।

माइक्रोस्केल रसायन प्रयोगशाला किट एवं विज्ञान किट

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, किटों को लोकप्रिय बनाने के लिए विविध अभिविन्यास एवं प्रशिक्षण कार्यक्रम भी आयोजित करती है।

© NCERT not to be republished

मेरा नाम थोयबा है। मैं मणिपुर में कक्षा छह एवं सात के विद्यार्थियों के लिए विज्ञान अधिगम सुसाध्य बनाने का कार्य करती हूँ। मैंने अपने विद्यार्थियों एवं भौतिकी तथा रसायन प्रयोगशाला प्रभारी की सहायता से कक्षा में क्रियाकलाप करने के लिए कुछ सामग्री एवं उपकरण जुटाए हैं और उनको एक बैग में रख लिया है। बैग को विज्ञान प्रयोगशाला में रखा गया है। यह संकल्पनाओं पर चर्चा करते समय क्रियाकलाप का प्रबंध करने एवं इसका निष्पादन करने की सुविधा प्रदान करता है। कभी-कभी समूह में कार्य करने की सुविधा प्रदान करने के लिए विद्यार्थियों के बैठने के स्थान को पुन: व्यवस्थित करना पड़ता है। मैंने बैग में निम्नलिखित सामग्री एकत्रित की हैं।

मीटर स्केल, मापक टेप, चार्ट पेपर, मोमबत्ती, दियासलाई, धागा, रबर बैंड, गुब्बारे, लगभग 2 सेमी. व्यास की एक गोलाकार ठोस वस्तु, एक चौड़े दाँतों का कंघा, साबुन, सुई, कॉर्क, फ़िल्टर पेपर, समतल दर्पण, अवतल एवं उत्तल दर्पण प्रिज़्म, अवतल लेंस क्रमश: 10,15 और 20 सेमी फ़ोकस दूरी वाले उत्तल लेंस सेल, 3–4 सेलों की बैटरी, संयोजी तार, टॉर्च का बल्ब, LED, काम चलाऊ स्विच, टेस्टर, चुंबक, लोह-चूर्ण, चुंबकीय दिक्सूचक, चुंबकीय खिलौने, खिलौना कार, लोहे की कीलें, बीकर, कॉर्कयुक्त परखनलियाँ, स्पिरिट लैंप, मापक सिलेंडर, समकोण पर मुड़ी काँच नलिका, कीप, नमक, शक्कर, ऑक्सैलिक अम्ल, चूने का पानी, कॉपर सल्फ़ेट और मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड।

जब भी आवश्यकता होती है मैं बैग में और भी सामग्री रख लेती हूँ और बदलती रहती हूँ। विद्यार्थी स्वेच्छा से बहुत से पदार्थ इकट्ठा करते हैं, जैसे कि, मृदाओं, वस्त्रों, पत्तियों, खाद्य पदार्थों, आदि के नमूने। इससे मेरा समय बचता है। मैंने यह अनुभव किया है कि विद्यार्थी शिक्षण-अधिगम प्रक्रिया में अब और अधिक सक्रिय रूप से भाग लेने लगे हैं।

— एक शिक्षिका का अनुभव

क्रियाकलाप 9.10

आण्विक मॉडल किट एक स्वत: अधिगम किट है। इसमें रंगीन प्लास्टिक के साँचे में ढले गोले होते हैं जो विभिन्न परमाणुओं का निरूपण करते हैं। इनमें कई भुजाएँ होती हैं। ये भुजाएँ नलिकाओं द्वारा इन्हें दूसरे परमाणुओं से जोड़ने के लिए बंधों का कार्य करती हैं। सरल कार्बनिक, अकार्बनिक अणुओं एवं ठोसों की संरचना को समझने के लिए आण्विक मॉडल किट को उपयोग में लाना सीखिए। कक्षा में चर्चा कीजिए कि आप रसायन के शिक्षण-अधिगम में इस किट का उपयोग कैसे कर सकते हैं।

9.8 अधिगम संसाधन के रूप में प्रयोगशाला

प्रयोगशाला कार्य को विज्ञान के एक सक्षम अधिगम संसाधन के रूप में उपयोग में लाया जा सकता है। प्रयोगशाला कार्य, करके सीखने के सिद्धांत पर आधारित है और यह विज्ञान शिक्षा का एक अभिन्न अंग होता है। यह ज्ञान की उत्पत्ति और विज्ञान की विविध अवधारणाओं की बेहतर समझ में सहायता करता है। प्रयोगशाला कार्य के माध्यम से प्राप्त प्रत्यक्ष अनुभव

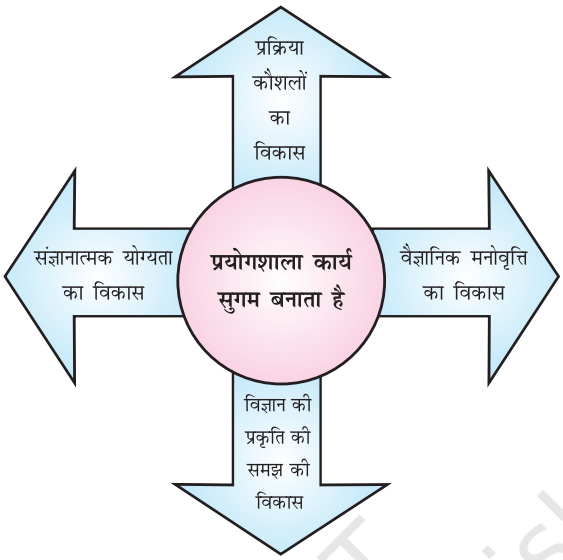
© NCERT not to be republished

शिक्षार्थियों के मस्तिष्क पर स्थायी प्रभाव डालते हैं। यह शिक्षक को यह अवसर भी प्रदान करते हैं कि वह शिक्षार्थियों को विज्ञान के विभिन्न प्रक्रिया-कौशलों, जैसे कि, प्रेक्षण, वर्गीकरण, आँकड़ों का विश्लेषण, रिकॉर्ड करना, निष्कर्ष निकालना, सामान्यीकरण एवं संप्रेषण आदि में निपुण कर सकें। इस प्रकार प्राप्त प्रक्रिया कौशल, शिक्षार्थियों की अभिरुचि, जिज्ञासा तथा उनके मूल्यों के विकास में सहायता करते हैं जिनसे वैज्ञानिक मनोवृत्ति का सर्जन होता है। शिक्षार्थी जब विभिन्न प्रकार के उपकरणों को काम में लाते हैं, उनका परिचालन करते हैं तथा उनसे नवाचारी प्रयोग करते हैं तो वे इस दौरान सीखते हैं। इससे शिक्षार्थियों को एक ऐसा वातावरण प्राप्त होता है जिसमें वे अपनी उपाय कुशलता, सूत्रपात करने की क्षमता, व्यवस्थापरकता, सहकारिता एवं सहयोग भावना जैसे गुणों को प्रदर्शित कर सकते हैं। कार्य करने की कुछ स्वतंत्रता पाकर वे अपने संगी-साथियों के साथ मिलकर कार्य करने में आनंद का अनुभव करते हैं, जिसमें उन्हें अज्ञात के प्रति जिज्ञासा तथा खोज की उपलब्धि का अहसास होता है। यद्यपि शिक्षार्थी पूरे विज्ञान की खोज दोबारा नहीं कर सकते, तथापि उनको किसी प्रयोगशाला क्रियाकलाप के द्वारा प्रेक्षण, अन्वेषण एवं तर्कपूर्ण विवेचन के लिए प्रोत्साहित करने से उन्हें विज्ञान की कुछ अमूर्त संकल्पनाओं एवं सिद्धांतों की रचना करने, अपने आस-पास के जगत् के विषय में जिज्ञासा जगाने तथा विज्ञान और उसके महत्व की अनुभूति प्राप्त करने में सुगमता हो जाती है। इस प्रकार, प्रयोगशाला कार्य (i) संज्ञानात्मक योग्यताओं अर्थात् कक्षा में विवेचित सिद्धांतों और नियमों की; (ii) विज्ञान के प्रक्रिया कौशलों की; (iii) वैज्ञानिक मनोवृत्ति की; तथा (iv) विज्ञान की प्रकृति संबंधी समझ को विकसित करने की सुविधा प्रदान करता है। ये कार्य चर्चा से पहले या बाद में भी किए जा सकते हैं और चर्चा के दौरान भी। प्रयोगशाला का उपयोग इन उद्देश्यों की प्राप्ति की ओर केंद्रित होना चाहिए।

जिस प्रकार का अनुभव प्रयोगशाला प्रदान करती है उसे अन्य किसी भी दूसरे अभ्यास द्वारा प्राप्त नहीं किया जा सकता है। सुनियोजित प्रयोगशाला अनुभवों में युवा पीढ़ी को विज्ञान पाठ्यक्रमों की ओर आकर्षित करने की महान संभावनाएँ हैं।

शिक्षार्थियों को केवल लीक पर चलकर क्रियाकलाप कराना और उनका बँधे-बँधाए अंदाज़ में प्रयोग करना, उनमें विज्ञान के अन्वेषण कौशलों के विकास में प्रतिफलित नहीं होते। हमने अध्याय 7 *भौतिक विज्ञान में शिक्षाशास्त्रीय बदलाव* में सुस्पष्ट रूप से अन्वेषण उपागम के महत्व को समझ लिया है। अन्वेषण कौशलों के विकास को विज्ञान के प्रक्रिया कौशलों के अवश्यंभावी उप-उत्पाद के रूप में नहीं लिया जा सकता। प्रयोगशाला में प्रश्न करने, तर्कपूर्ण परिचर्चा में शिक्षार्थियों को शामिल करने, स्वयं के प्रश्नों पर अन्वेषण करने एवं अन्वेषण एवं कार्य में लचीलेपन के अवसर प्रदान किए जाने चाहिए। समय की सीमित उपलब्धता तथा परिपूर्ण कक्षाओं को ध्यान में रखते हुए अन्वेषण की व्यापक रूपरेखा बनानी चाहिए। यह बात

© NCERT not to be republished



चित्र 9.4 — प्रयोगशाला कार्य का उद्देश्य

ध्यान में रखी जानी चाहिए कि लैबोरेटरी (LABORATORY) शब्द के पहले पाँच अक्षरों पर ज़ोर रहना चाहिए ना कि सात अक्षरों पर।

9.8.1 प्रयोगशाला कार्य के उपागम

निगमनात्मक उपागम— यह संभवत: सर्वसामान्य उपागम है तथा इसका उपयोग विज्ञान की संकल्पनाओं, नियमों, सिद्धांतों के सत्यापन के लिए किया जाता है। संकल्पना के सैद्धांतिक पक्ष (उदाहरणार्थ: ओम का नियम, आर्किमिडीज़ का सिद्धांत) पर पहले चर्चा की जाती है और फिर इससे संबंधित प्रयोग किए जाते हैं। इस प्रकार शिक्षार्थी को अपने अमूर्त विचारों को संगठित करने का अवसर मिल जाता है (जहाँ आवश्यक हो वहाँ गणित का उपयोग करके) और वह संकल्पना का अर्थ समझ सकते हैं तथा अपने पूर्वज्ञान से प्रयोगशाला कार्य की प्रासंगिकता बैठा सकते हैं।

आगमनात्मक उपागम— संकल्पनाओं, सिद्धांतों और नियमों की चर्चा कक्षा में करने से पहले शिक्षार्थियों को अवसर दिया जाता है कि वे स्वयं प्रयोग करके इन अवधारणाओं को विकसित करें। प्रयोगशाला कार्य करते समय शिक्षार्थी प्रतिरूपों, विभिन्न राशियों के बीच संबंधों तथा संकल्पनाओं के अनुप्रयोगों की तलाश करते हैं। प्रयोगशाला कार्य के पश्चात् उनके विचारों को कक्षा-परिचर्चा में बल दिया जाता है। उनकी समझ को दृढ़ करने के लिए कक्षा-परिचर्चा प्रयोगशाला कार्य के तुरंत बाद ही की जाती है।

© NCERT not to be republished

समस्या समाधान उपागम— शिक्षार्थियों को अन्वेषी प्रकृति के ऐसे मुक्त क्रियाकलाप और प्रयोग करने के अवसर प्रदान किए जा सकते हैं जिनमें उन्हें अपने विचारों के अन्वेषण की स्वतंत्रता हो। उच्चतर माध्यमिक स्तर तक पहुँचते-पहुँचते विद्यार्थी प्राथमिक तकनीकी एवं अन्वेषण कौशल सीख जाते हैं। अपने लिए समस्या ढूँढने, परिकल्पना विकसित करने, समस्या को हल करने के लिए अन्वेषण और प्रयोग अभिकल्पित करने, आँकड़े इकट्ठा करने, उन्हें व्यवस्थित, विश्लेषित करने और अपने निष्कर्षों का रिपोर्ट तैयार करने के लिए उन्हें प्रोत्साहित करना चाहिए। इससे उन्हें स्वतंत्र रूप से अध्ययन करने, अपने अधिगम को स्वयं व्यवस्थित करने और आत्मविश्वास विकसित करने का अवसर मिलता है। उदाहरण के लिए विद्यार्थियों का एक समूह यह जानना चाहता है कि *क्या गाढ़े तेलों के अपवर्तनांक का मान अधिक होता है या फिर, ओम के नियम से संबंधित अन्वेषण में परिणाम अलग-अलग प्राप्त होने के कौन-कौन से कारक हो सकते हैं और किस सीमा तक?* उनको उनकी समस्या पर काम करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। यहाँ यह उल्लेख करना महत्वपूर्ण होगा कि निर्णयात्मक परिणामों पर पहुँचना प्रमुख अभिप्राय नहीं है, शिक्षार्थियों का अन्वेषण की प्रक्रिया में लगे रहना अधिक महत्वपूर्ण है। *विज्ञान की प्रकृति* के संदर्भ (अध्याय 1) में हम यह पहले ही समझ चुके हैं।

9.8.2 प्रयोगशाला कार्य की योजना बनाना और व्यवस्था करना

उपलब्ध सामग्री एवं समय का सर्वोत्तम उपयोग करने के लिए शिक्षक को प्रयोगशाला कार्य की योजना समुचित समय पूर्व कर लेनी चाहिए। शिक्षक अपनी योजना निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखते हुए बना सकते हैं।

- क्या कार्यकलाप/प्रयोग/परियोजना कार्य का उद्देश्य विद्यार्थियों को स्पष्ट है?
- मैं उनको प्रयोग करने की सुविधाएँ कैसे प्रदान करूँगी/गा?
- क्या सामग्री/उपकरण प्रयोगशाला में उपलब्ध हैं?
- प्रयोग की व्यवस्था बनाने में मैं शिक्षार्थियों को कैसे शामिल करूँगी/गा?
- क्या यह जाँचने के लिए कि सभी उपकरण ठीक प्रकार से कार्य करते हैं या नहीं, मैंने स्वयं प्रयोग करके देख लिया है?
- क्या कार्यविधि आसान है और यह निर्धारित समयावधि में की जा सकती है?
- उनके निष्कर्षों के अनुप्रयोग से शिक्षार्थियों के अधिगम में किस प्रकार वृद्धि होगी?
- प्रयोगशाला प्रयोगों को मैं कक्षा-अधिगम के साथ किस प्रकार समेकित करूँगी/गा?

प्रयोगशाला में प्राप्त होने वाले अधिगम अनुभव से शिक्षार्थियों को अधिगम के लिए कुछ चुनौती मिलनी चाहिए। उनकी रुचि तभी होगी, जब वे प्रयोग का उद्देश्य समझेंगे और उन्हें दैनिक जीवन में उसके अनुप्रयोगों का अहसास कराया जा सकेगा।

© NCERT not to be republished

प्रयोगशाला के विभिन्न कार्यों की योजना और व्यवस्था में विद्यार्थियों को सम्मिलित किया जा सकता है। भौतिक विज्ञान में प्रयोगों के नियोजन एवं प्रबंधन के संबंध में निम्नलिखित निर्देशों पर विचार किया जा सकता है।

- यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि विद्यार्थियों को जिन उपकरणों पर काम करना है उनके संचालन का और वे जो प्रायोगिक कार्य करने जा रहे हैं, उससे संबंधित सही सैद्धांतिक ज्ञान उन्हें है। इसके लिए सैद्धांतिक और प्रायोगिक शिक्षण-अधिगम परिस्थितियों को उचित रूप से समेकित और समन्वित किया जाना चाहिए।

मुक्तांत क्रियाकलाप एवं प्रयोग विद्यार्थियों को अपने विचारों की छान-बीन करने की स्वतंत्रता देता है।

- विद्यार्थियों को प्रयोगशाला कार्य के लिए तैयार होकर आना चाहिए। उन्हें प्रयोगशाला पुस्तिका एवं अन्य पूरक सामग्री की सहायता लेने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। उन्हें स्वयं के प्रश्नों के उत्तर खोजने में मदद करनी चाहिए।
- सभी शिक्षार्थियों को अपने हाथ से काम करने का अवसर प्रदान करने के लिए पर्याप्त उपकरण व्यवस्थित किए जाने चाहिए। यह भी जाँच की जानी चाहिए कि उपकरण सही रूप से कार्य कर रहे हैं।
- प्रयोगशाला कार्य के दौरान, शिक्षार्थियों के साथ प्रयोगों के सैद्धांतिक पक्ष पर विस्तार से तर्कपूर्ण चर्चा तथा उनके कार्य का सतत मूल्यांकन अत्यंत महत्वपूर्ण होता है। इससे शिक्षक यह जान सकते हैं कि शिक्षार्थियों की कौन-सी संकल्पनाएँ गलत हैं और कौन-सी सहज हैं और तदनुसार वह उनके ज्ञान के निर्माण और पुन:निर्माण में सहायता प्रदान कर सकते हैं।
- प्रयोगशाला के सुरक्षा नियम, समय-सारणी, प्रयोगों की सूची, समूह प्रतिरूप आदि प्रदर्शित करने के लिए एक सूचनापट्ट रखा जाए। इसे अद्यतन रखना चाहिए।

© NCERT not to be republished

- प्रयोगशाला कार्य को सुचारू रूप से चलाने के लिए अच्छा अनुशासन आवश्यक है।
- प्रयोगशाला में सभी संभव सुरक्षा मानकों को बनाए रखना तथा विद्यार्थियों में सुरक्षा के प्रति जागरूकता की प्रवृत्ति पैदा करना आवश्यक है।
- अग्निशमक यंत्र, रेत की बाल्टी, रबर के दस्ताने, सूखे और गीले अपशिष्ट पदार्थों के लिए अलग-अलग कूड़ेदान इत्यादि सुरक्षा उपकरण सहज उपलब्ध होने चाहिए।
- प्राथमिक चिकित्सा बॉक्स भी अवश्य तैयार रहना चाहिए और सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि इसमें दवाइयों की समय पर आपूर्ति होती रहे।
- याद रखिए कि उपकरणों की सुरक्षा की अपेक्षा विद्यार्थियों और शिक्षकों की सुरक्षा अधिक महत्वपूर्ण है।

सामान्यत: सत्र के आरंभ में ही शिक्षक विद्यार्थियों को प्रयोगशाला में ले जाकर प्रयोगशाला में उपलब्ध सामान्य सुविधाओं, उपस्करों, उपकरणों, रसायनों, काँच के सामान आदि से परिचित करा देते हैं तथा उन्हें बताते हैं कि प्रयोगशाला में काम करने के दौरान वे क्या करें और क्या न करें।

अनुच्छेद 9.8.5 में हम सुरक्षा-उपायों की चर्चा करेंगे।

9.8.3 प्रयोगशाला के भीतर समूह में कार्य करना

प्रयोगशाला में उपलब्ध उपकरणों के अनुसार विद्यार्थियों को विभिन्न समूहों में बांटा जा सकता है। नीचे दो विकल्प दिए गए हैं –

1. एक समय में सभी विद्यार्थी एक ही उपकरण पर कार्य कर सकते हैं (सारणी 9.2)। यह व्यवस्था शिक्षक के लिए सुविधाजनक है, क्योंकि पूरी कक्षा को एक साथ ही सामान्य दिशानिर्देश दिए जा सकते हैं। परंतु यह तभी संभव है जब कक्षा में विद्यार्थियों की संख्या कम हो।

कक्षा 10

सारणी 9.2 — बैच–1 के लिए प्रयोगशाला योजना

तिथि	प्रयोग का नाम
... (प्रथम सप्ताह) ... (द्वितीय सप्ताह)	जल का क्वथनांक ज्ञात करना। ऊर्ध्वपाती ठोस को गर्म करने पर इसकी अवस्था में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन करना।
... (तृतीय सप्ताह)	दो स्प्रिंग तुलाओं का उपयोग करके गति के तृतीय नियम का अध्ययन करना।
... (चतुर्थ सप्ताह)	आर्किमिडीज़ के सिद्धांत का सत्यापन करना।

© NCERT not to be republished

2. यदि विद्यार्थियों की संख्या अधिक हो तो शिक्षक प्रयोग कार्यों को सुसाध्य बनाने के लिए चार-पाँच शिक्षार्थियों के समूह बना सकते हैं। प्रत्येक समूह चक्रीय क्रम में अलग-अलग प्रयोग कर सकते हैं। प्रत्येक समूह में एक प्रयोग को या तो विद्यार्थी अकेले करती/ता है या फिर किसी सहपाठी के साथ अर्थात् एक ही प्रयोग को विद्यार्थियों के दो या अधिक जोड़े अलग-अलग कर सकते हैं (सारणी 9.3)।

प्रयोग-1 के पूरा हो जाने के बाद, समूह-1 प्रयोग-2 पर चला जाता है, समूह-2 प्रयोग संख्या-3 पर, इस प्रकार यह क्रम चलता है। इस प्रकार की व्यवस्था में शिक्षक को प्रत्येक समूह के लिए भिन्न प्रकार के दिशानिर्देश देने होते हैं। प्रयोगशाला में होने वाली विभिन्न गतिविधियों का पर्यवेक्षण भी साथ-साथ ही करना होता है।

कक्षा 12

सारणी 9.3 — विद्यार्थियों के चार समूहों के दल (बैच) के लिए प्रयोगशाला कार्य योजना

समूह	अनुक्रमांक	प्रयोग का नाम
I	1–5	ओम के नियम का सत्यापन
II	6–10	मीटर ब्रिज के उपयोग द्वारा प्रतिरोधों के संयोजन के नियमों का सत्यापन करना।
III	11–15	पोटेंशियोमीटर का उपयोग करके दिए गए प्राथमिक सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात करना।
IV	16–20	अर्ध-विक्षेप विधि से गैल्वेनोमीटर का प्रतिरोध ज्ञात करना।

अपने संदर्भ एवं अनुवर्ती क्रिया निर्धारण के लिए शिक्षक को प्रत्येक विद्यार्थी को प्रयोग आवंटित करने की तिथि और उसके समापन की तिथि का रिकॉर्ड रखना चाहिए।

9.8.4 विद्यार्थियों को प्रयोगशाला कार्य का नियमित रिकॉर्ड रखने के लिए प्रेरित करना

- विद्यार्थियों को निर्देश दिए जाने चाहिए कि वे निम्नलिखित का रखरखाव ठीक से करें और उन्हें लेकर प्रयोगशाला में आएँ —
  - (i) एक सहायक रिकॉर्ड पुस्तिका जिसमें प्रयोग संबंधित प्राथमिक कार्य किए जाएँ, जैसे— किरण आरेख/परिपथ आरेख बनाना, प्रेक्षण-सारणी, रासायनिक अभिक्रियाएं लिखना आदि। किए गए प्रयोग के प्रेक्षण पहले इस पुस्तिका में ही रिकॉर्ड किए जाने चाहिए। विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया जाए कि वे अपने प्रेक्षण ओर परिणाम की व्याख्या अपने शब्दों में ही रिकॉर्ड करें।
  - (ii) प्रयोगशाला नोटबुक जिसमें प्रयोगों का व्यवस्थित और विधिपूर्वक रिकॉर्ड रखा जाए।

© NCERT not to be republished

- विद्यार्थियों को यह बात अपने मन में बैठा लेनी है कि प्रेक्षणों को रिकॉर्ड करने के लिए उपयुक्त योजना बनानी है। जहाँ भी संभव हो, प्रेक्षणों को चित्रों और आरेखों की सहायता से निरूपित किया जाना चाहिए।
- शिक्षक को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि सहायक रिकॉर्ड पुस्तिका में प्रेक्षण प्रयोगशाला में ही रिकॉर्ड किए जाएँ।
- विद्यार्थियों को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए कि वे प्रेक्षणों और निष्कर्षों के बीच अंतर करना सीखें। साथ ही, उनको परिणाम की व्याख्या के लिए संबद्ध संकल्पनाओं, सिद्धांतों और नियमों की समझ भी होनी चाहिए।
- सहायक रिकॉर्ड पुस्तिका में अपने विज्ञान शिक्षक से प्रेक्षणों, गणना एवं परिणाम की जाँच कराने के बाद विद्यार्थी को किए गए प्रयोग को प्रयोगशाला नोटबुक में निर्णायक रिकॉर्ड दर्ज कर लेना चाहिए। अनुक्रमणिका भी उचित ढंग से भर ली जानी चाहिए। यह भी सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि प्रयोगशाला रिकॉर्ड पुस्तिका नियमित रूप से प्रस्तुत की जाए।
- प्रशंसा के कुछ शब्दों से विद्यार्थियों को नियमित बने रहने की प्रेरणा मिल सकती है।
- विद्यार्थियों को शामिल करते हुए विभिन्न प्रयोगों के अधिगम सूचकों (Learning Indicator — L.I) की पहचान की जा सकती है और प्रयोग के विशिष्ट कृत्यों का मूल्यांकन प्रत्येक प्रयोग के दौरान किया जा सकता है। प्रत्येक प्रयोग के दौरान ही मौखिक परीक्षण भी किया जाना चाहिए। ग्रेड भी दिए जा सकते हैं। अध्याय 11 में *अधिगम सूचकों एवं निष्पत्ति आधारित मूल्यांकन पर* चर्चा की गई है [अनुच्छेद 11.4 (B)] देखिए।

9.8.5 प्रयोगशाला में सुरक्षा

विज्ञान शिक्षक के महत्वपूर्ण दायित्वों में एक दायित्व विद्यार्थियों में व्यक्तिगत सुरक्षा की आदतों और सुरक्षा के प्रति जागरूकता की प्रवृत्ति का विकास करना है। विद्यार्थियों को प्रयोगशाला में सुरक्षा के लिए संकटों के संबंध में बताए गए निर्देशों द्वारा सीखना है, न कि उनका अनुभव करके। उनको प्रयोगशाला के नियमों की एक तर्कसम्मत व्याख्या सकारात्मक ढंग से बताई जानी चाहिए। कोई विशिष्ट संकट आने की संभावना से पहले ही उन्हें इसके बारे में चेतावनी दी जानी चाहिए। प्रयोगशाला की व्यवस्था इस प्रकार होनी चाहिए कि शिक्षक कक्षा के सभी विद्यार्थियों की गतिविधियों पर ध्यान रख सके। जल, गैस, विद्युत का मेन स्विच तथा अग्निशमक यंत्रों की स्थिति उचित और सुविधाजनक स्थान पर होनी चाहिए। कभी कहीं कोई घटना घटे तो ये सभी स्थल शिक्षक की तुरंत पहुँच के भीतर रहने चाहिए।

© NCERT not to be republished

भौतिक प्रयोगशाला में अनुसरणीय सुरक्षा नियमावली
1. प्रयोगशाला में शिक्षक की उपस्थिति में ही प्रवेश करें तथा सुरक्षा के सभी निर्देशों का पालन करें। 2. प्रत्येक प्रयोग एवं क्रियाकलाप के लिए शिक्षक ने जो सावधानियाँ सुझाई हैं, उनका हमेशा पालन कीजिए। 3. सभी दरवाज़े एवं खिड़कियाँ बंद करके काम नहीं कीजिए। 4. गीले हाथों से बिजली के स्विच नहीं छुएँ। 5. जल एवं रसायन सामग्रियों को उचित स्थान पर फेंकिए, टेबल अथवा फ़र्श पर नहीं। 6. यदि प्रयोगशाला में आग लगती है अथवा कहीं से धुआँ उठता है अथवा कोई दुर्घटना होती है तो इसकी सूचना तुरंत संबंधित शिक्षक को दे देनी चाहिए। 7. किसी भी उपकरण से खेले नहीं, इससे कोई दुर्घटना हो सकती है। 8. गुप्त रूप से कोई भी प्रयोग नहीं कीजिए।

सबसे बड़ी बात यह है कि शिक्षक को कक्षा में एक ही स्थान पर नहीं रहना चाहिए। उन्हें कक्षा में घूमते रहना चाहिए और जो शिक्षार्थी उपकरण को उचित रूप से उपयोग नहीं कर पा रहे हों या प्रयोग ठीक से न कर पा रहे हों, उनका मार्गदर्शन करना चाहिए। प्रयोगशाला कार्य करते समय सभी यथोचित सावधानियाँ बरती जानी चाहिए। पाठ की योजना इस प्रकार बनाई जानी चाहिए कि कोई भी खतरा कम से कम हो। भौतिकी एवं रसायनशास्त्र प्रयोगशालाओं में हो सकने वाले कुछ सामान्य संभावित खतरे की चर्चा नीचे की गई है।

1. यांत्रिक एवं काँच-पात्रों से जुड़े खतरे

जिन उपकरणों में गति करने वाले पुर्जे लगे हों उनका गलत उपयोग करने पर अथवा उन्हें उचित ढंग से न चलाए जाने पर संकट पैदा हो सकता है। जहाँ तक संभव हो उपकरणों के गतिशील भागों की उचित सुरक्षा का प्रबंध किया जाना चाहिए।

बचाव के कुछ उपाय—

- विद्यार्थियों को यह निर्देश दिया जाना चाहिए कि वे सोनोमीटर जैसे उपकरणों में लटके हुए खाँचेदार भारी वज़नों के प्रति सावधान रहें।
- काँच के बड़े धारकों को गर्दन से पकड़कर उठाना चाहिए। इन उपकरणों को भंडार में रखते समय उचित सावधानी बरतनी चाहिए।
- जो अभिकर्मक एक-दूसरे के साथ तीव्र अभिक्रिया करते हों, उनको एक-दूसरे से जितनी अधिक दूरी पर रखा जा सकता हो, उतनी दूरी पर रखना चाहिए। गोलाकार धारकों में रखे गए द्रव लेंस की भाँति कार्य कर सकते हैं और प्रकाश के पर्याप्त फ़ोकस के कारण अग्नि का कारण बन सकते हैं। अत: उन्हें अँधेरे में रखना चाहिए।

© NCERT not to be republished

- टूटे हुए काँच के टुकड़ों को प्लास्टिसिन की सहायता से हटाना चाहिए।
- काँच की नलिका को रेती या काँच काटने वाले चाकू से काटना चाहिए, हाथों को कपड़े के द्वारा बचाकर रखना चाहिए। एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाते हुए इसे ऊर्ध्वाधर रूप से पकड़ना चाहिए।
- जहाँ भी संभव हो, काँच के पदार्थों को कम खतरे वाले विकल्पों के द्वारा प्रतिस्थापित किया जाना चाहिए, जैसे कि, प्लास्टिक के प्याले और मापक सिलेंडर।
- काँच की डाटें जो बोतलों में फँस जाती हैं, उन्हें मुलायम कपड़े में लिपटे लकड़ी के गुटकों से सावधानीपूर्वक ठक-ठका कर और यदि बोतल में रखा पदार्थ उपयुक्त हो तो उसकी गर्दन पर गर्म पानी डालकर ढीला किया जा सकता है।
- ऐसे प्रयोग जिनमें विलयनों को गर्म करना शामिल होता है, पायरेक्स काँच के पात्रों में किए जाने चाहिए न कि साधारण काँच के पात्रों में।

2. विद्युतीय खतरा

विद्युतीय उपकरणों के उपयोग में प्रत्यक्ष खतरा बिजली का झटका लगने का और आग लगने का होता है। मानव देह के वैद्युत प्रतिरोध में अलग-अलग व्यक्तियों में बहुत अधिक अंतर होता है और एक ही व्यक्ति के लिए भी भिन्न-भिन्न दशाओं में भिन्न होता है। यदि त्वचा गीली हो तो शरीर से प्रवाहित होने वाली 100 mA धारा भी घातक हो सकती है। उच्च विद्युत धारा से जलने की घटना भी घटित हो सकती है।

बचाव के कुछ उपाय

- भौतिकी प्रयोगशाला का वैद्युत प्रदाय एवं विद्युत-निर्गम-स्थलों की संख्या पर्याप्त होनी चाहिए, ठीक ढंग से विद्युत रोधी होने चाहिए, ठीक ढंग से कार्य कर रहे हों, उचित रूप में भूसंपर्कित होनी चाहिए और इसका समय-समय पर प्रशिक्षित विद्युतकर्मियों से निरीक्षण कराते रहना चाहिए।
- जहाँ विद्युत निर्गम पॉइंट उपलब्ध नहीं हैं, वहाँ यथासंभव कम से कम लंबाई की और विशिष्ट वोल्टता एवं धारा के लिए उपयुक्त विद्युत रोधी विस्तार तारों का उपयोग किया जा सकता है।
- उपकरण में ऑन/ऑफ़ सूचक प्रकाश-संकेतक लगा होना चाहिए।
- मापक यंत्रों की परास इन पर ठीक से अंकित होना चाहिए और विद्यार्थियों को परास का अभिप्राय ठीक से समझ आना चाहिए।
- "स्विच्ड ऑन" विद्युत उपस्करों और उपकरणों के साथ कार्य करते समय धातु की अंगूठियाँ, नेकलेस पहनने से, धातु के द्विभुज पैमानों, पेंसिलों आदि के उपयोग से बचना चाहिए।

© NCERT not to be republished

- वैद्युत उपकरणों, युक्तियों एवं यंत्रों की मरम्मत सदैव प्रशिक्षित विशेषज्ञ से ही करानी चाहिए।
- हाथों और बेंच को सूखा रखना चाहिए और प्रयोग में अनावश्यक रूप से लंबे लटकते हुए तारों और तारों में कामचलाऊ जोड़ों से बचना चाहिए।

3. विष-जन्य खतरे

अच्छा यही होगा कि हम सभी रसायनों को विषैला मानें, क्योंकि विषैले पदार्थों की परास उससे बहुत बड़ी है जितना कि औपचारिक रूप से घोषित किया गया है।

बचाव के कुछ उपाय

- सभी रसायनों को उपयुक्त ढंग से नामांकित करके रखना चाहिए।
- प्रदाहक एवं संक्षारक पदार्थों के उपयोग का सावधानीपूर्वक पर्यवेक्षण किया जाना आवश्यक है।
- मुँह से पिपेट में द्रव खींचते समय रसायनों के मुँह में चले जाने की बहुत संभावना रहती है। विद्यार्थियों पर चौकसी रखी जानी चाहिए।
- साँस लेते समय विषैले पदार्थों की गैसें, वाष्प, सूक्ष्मकण एवं धूम्र शरीर में प्रवेश कर सकते हैं। इसलिए प्रयोगशाला में आर-पार वायु संचार की व्यवस्था होना तथा प्रयोग की सही तकनीक का अपनाया जाना परम महत्व का है।
- कुछ प्रयोगों में विशेष सावधानी बरतने की आवश्यकता होती है, जैसे कि, जहाँ भी संभव हो बेंजीन के स्थान पर मेथिल-बेंजीन का प्रयोग किया जाना चाहिए, क्लोरीन गैस को खुली बेंच पर अधिक मात्रा में नहीं बनाना चाहिए।
- बच्चे स्वभाव से जिज्ञासु होते हैं। यह सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि वे विषैले पदार्थों को छुए या सूँघे नहीं। उनको इन पदार्थों के हानिकारक प्रभावों के बारे में सचेत किया जाना चाहिए।

क्या करें यदि...

पूरी सावधानियाँ बरतने और जोखिमों को कम करने के बावजूद यदि दुर्घटना हो ही जाए तो क्या करना चाहिए? सबसे महत्वपूर्ण सुझाव यह होगा कि बिना घबराए, शांत रह कर तुरंत और तरीके से कार्रवाई करें।

यदि दुर्घटना हो जाने के बाद कार्यविधि के बारे में विचार किया जाए तो बहुत देर हो जाएगी। अपना प्राथमिक चिकित्सा बॉक्स तैयार रखिए। सामान्य दुर्घटनाओं और किसी अच्छे चिकित्सक द्वारा मान्य उनके उपचारों की एक सूची प्राथमिक चिकित्सा अलमारी की एक ओर लटका कर रखनी चाहिए, ताकि कोई दुर्घटना हो जाए तो तुरंत सही दवाई उपयोग में लाई जा सके। तथापि, प्राथमिक चिकित्सा का उद्देश्य डॉक्टर के इलाज का स्थान लेना नहीं है, बल्कि

© NCERT not to be republished

यह सुनिश्चित करना है कि और अधिक बिगाड़ न हो। इसके लिए निम्नलिखित कदम उठाए जाने चाहिए –

- ज़ख्मी व्यक्ति (यों) को खतरे से अलग कीजिए। इसके लिए विद्युत, गैस या जल प्रदाय को बंद करना या फिर उसे आग से अलग करना आदि हो सकता है।
- तुरंत प्राथमिक चिकित्सा कीजिए।
- यदि आवश्यक हो तो कक्षा को नियंत्रित करने के लिए अपने सहकर्मियों की सहायता लीजिए।
- विद्यालय के कार्यालय को दुर्घटना की सूचना दीजिए ताकि चिकित्सा व देखभाल का प्रबंध किया जाए।
- दुर्घटना के पश्चात्, तथ्यों का उल्लेख करते हुए प्रशासन को एक रिपोर्ट प्रस्तुत कीजिए।
- कुछ अन्य कार्रवाई भी आवश्यक हो सकती है, जैसे कि, अग्निशमन दस्ते को बुलाना, कक्षा खाली कर विद्यार्थियों को खुली हवा में ले जाना आदि।
- अंत में यह याद रखना चाहिए कि **उपचार से बचाव बेहतर है।**

आइए, अब रसायन विज्ञान प्रयोगशाला एवं भौतिकी प्रयोगशाला को एक अधिगम संसाधन के रूप में सर्वोत्तम रूप से उपयोग करने के लिए उनके रखरखाव के संबंध में चर्चा करते हैं। उससे पहले निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप 9.11

अपने पड़ोस के किसी विद्यालय में जाइए और देखिए कि भौतिकी/रसायन विज्ञान की शिक्षक किस प्रकार अपने प्रयोगशाला-कार्य की योजना बनाते हैं और उसकी व्यवस्था करते हैं। उनसे बातें करके सूचना प्राप्त कीजिए कि वह अपने विद्यार्थियों की सुरक्षा के लिए क्या-क्या सावधानियाँ लेते हैं। अपनी रिपोर्ट को कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

क्रियाकलाप 9.12

एक पोस्टर बनाइए जिसमें भौतिकी/रसायन विज्ञान की प्रयोगशाला में कार्य करने के दौरान व्यक्ति को सावधानी लेने के लिए विभिन्न उपायों के बारे में संदेश दिए गए हों।

9.8.6 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में रसायनों का उपयुक्त एवं सुरक्षित भंडारण, पानी और गैसों की उपयुक्त आपूर्ति, जल-निकास उचित तंत्र तथा काम करने के लिए उपयुक्त मेज़ें होनी चाहिए

© NCERT not to be republished

जिनका ऊपरी पटल जल एवं अम्ल रोधी हो और जिन पर विविध उपकरणों और यंत्रों का उपयोग करके प्रयोग करने की सुविधा हो। प्रयोगशाला में अभिकर्मकों की रैकें, धूम्र अलमारी, निर्वातक पंखों से युक्त अच्छे वायुसंचार आदि की व्यवस्था होनी चाहिए।

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला का प्रबंधन कैसे किया जाना चाहिए और प्रयोग एवं कार्यकलाप करने के लिए आवश्यक कार्यस्थान के अतिरिक्त रसायनों, उपकरणों तथा ऊष्मक युक्तियों को कैसे काम में लाना चाहिए, आदि विषयों पर हम चर्चा करेंगे।

(i) **रसायन** – रसायन प्रयोगशाला में प्रयोग करने के लिए बड़ी संख्या में रसायन उपलब्ध कराए जाते हैं। ये रसायन ठोस, द्रव या उनके विलयनों के रूप में मिलते हैं। किसी कक्षा के विद्यार्थियों को प्रयोग करने के लिए जो भी रसायन चाहिए उनको एक दिन पहले तैयार कर लेना चाहिए। शिक्षक को यह भी देखना चाहिए कि रसायन पर्याप्त मात्रा में हों। आइए, हम एक प्रयोग का उदाहरण लें जिसमें 'दिए गए सोडियम हाइडॉक्साइड विलयन की सांद्रता को ऑक्ज़ेलिक अम्ल के प्रामाणिक विलयन के साथ अनुमापन करके ज्ञात करना है।'

जिन रसायनों की आवश्यकता है वे हैं – ऑक्ज़ेलिक अम्ल, सोडियम हाइड्रॉक्साइड एवं फ़िनालाफ्थेलीन। तीनों ही रसायन प्रयोग में विलयन के रूप में प्रयुक्त होते हैं। इसलिए शिक्षक को जानना चाहिए कि इन रसायनों के विलयन कैसे बनाए जाएँ, इन विलयनों की नारमलता (प्रसामान्यता) अथवा सांद्रता क्या हो, विद्यार्थियों के किसी विशिष्ट समूह के लिए कितने रसायनों की आवश्यकता होगी। साथ ही यह भी जानना होगा कि विलयनों का भंडारण किस प्रकार करें और प्रायोगिक कक्षा के समय विद्यार्थियों को विलयनों का वितरण कैसे किया जाए। यह जानना भी उतना ही महत्वपूर्ण है कि बचे हुए विलयन का क्या किया जाए।

(ii) **उपकरण** – प्रयोग के लिए आवश्यक उपकरणों में शामिल हैं – ब्युरेट, पिपेट, शंक्वाकार फ़्लास्क, ब्युरेट स्टैंड, कीप, मापक-फ़्लास्क तथा एक श्वेत ग्लेज़्ड टाइल। काँच के उपकरण बिलकुल स्वच्छ होने चाहिए। शिक्षक को इस बात पर ध्यान देना चाहिए कि विद्यार्थियों के समूह के लिए वांछित उपकरण प्रयोगशाला में उपलब्ध हों। उन्हें यह पता होना चाहिए कि वह काँच के उपकरणों का उपयोग करने से पहले उन्हें साफ करके सुखाने के लिए विद्यार्थियों को किस प्रकार निर्देश दें। उपकरणों को व्यवस्थित करना प्रत्येक प्रयोग का एक अन्य आवश्यक अंग है। अनुमापन के इस विशिष्ट प्रयोग में शामिल हैं –

- ब्युरेट को ब्युरेट स्टैंड में ऊर्ध्वाधर रूप में क्लैंप में लगाएँ।
- ब्युरेट में सोडियम हाइडॉक्साइड विलयन भरना और इसके नोज़ल से वायु के बुलबुले (यदि कोई हो) को दूर करना।

© NCERT not to be republished

- ब्युरेट का प्रारंभिक पाठ्यांक नोट करना। यह शून्य भी हो सकता है और विद्यार्थी के लिए उपयुक्त कोई अन्य पाठ्यांक भी।
- ब्युरेट के पाठ्यांकों का प्रेक्षण करना बहुत महत्वपूर्ण होता है। विद्यार्थी की आँख ठीक विलयन के मिनिस्कस (नवचंद्रक) के तल में होनी चाहिए।
- पिपेट को मानक ऑक्ज़ेलिक अम्ल विलयन से भरना और फिर इस विलयन को शंक्वाकार फ़्लास्क में स्थानांतरित करना।
- अनुमापन प्रारंभ करने से पहले शंक्वाकार फ़्लास्क में फ़ीनॉलफ़्थेलिन डालना। इस अनुमापन प्रयोग में फ़ीनॉलफ़्थेलिन सूचक का कार्य करता है। शिक्षक को इसका ज्ञान होना चाहिए कि अनुमापन प्रारंभ करने से पहले कितना सूचक शंक्वाकार फ़्लास्क में डालना है। उदाहरणार्थ, इस प्रयोग में दो-तीन बूँदें पर्याप्त होंगी।
- इस प्रकार के प्रयोग में अंतिम बिंदु का प्रेक्षण बहुत महत्वपूर्ण होता है। इस प्रकरण में फ़्लास्क के ऑक्ज़ेलिक अम्ल वियलन में धीरे-धीरे सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन मिलाने पर अंत में एक हल्का, स्थायी गुलाबी रंग प्राप्त होता है।

प्रयोग के इन सभी चरणों में उपकरण का उपयुक्त उपयोग सम्मिलित है जिससे शिक्षक को भली-भाँति परिचित होना चाहिए।

(iii) **ऊष्मक युक्तियाँ** – रसायनशास्त्र प्रयोगशाला में अनेक प्रयोगों के दौरान पदार्थों/विलयनों को गर्म करने की आवश्यकता होती है, विशेषकर, लवणों और उनके मिश्रणों में उपस्थित धनायनों एवं ऋणायनों की पहचान के लिए किए जाने वाले रासायनिक विश्लेषण में। ऊष्मा सामान्यत: रासायनिक अभिक्रिया की गति को बढ़ा देती है।

उपलब्ध ऊष्मक युक्तियाँ हो सकती हैं – गैस बर्नर (प्राय: बुंसन बर्नर), स्प्रिट लैंप अथवा केरोसिन लैंप। शिक्षक को इन ऊष्मक युक्तियों के विषय में विस्तृत जानकारी होनी चाहिए। उन्हें यह पता होना चाहिए कि अप्रदीप्त (नीले रंग की धूम्रविहीन) ज्वाला प्राप्त करने के लिए बुंसन-बर्नर में वायु प्रवाह को किस प्रकार नियंत्रित करना है। यदि वायु का प्रवाह ठीक से समायोजित नहीं होगा या बर्नर का वायुद्वार बंद कर दिया जाएगा तो यह पीले रंग की धुएँदार लौ देगा। ऐसी लौ गर्म करने के लिए बहुत उपयुक्त नहीं होती और गर्म किए जाने वाले परखनली, फ़्लास्क या बीकर को काला कर देती है। कभी-कभी लौ पीछे हट जाती है और बर्नर के आधार के निकट नोज़ल पर जलने लगती है। इससे बर्नर बहुत गर्म हो जाता है। ऐसा वायुद्वार के पूरी तरह खुला होने पर होता है। ऐसी स्थिति में बर्नर को बंद कीजिए, इसे ठंडा कीजिए और दोबारा फिर से जलाइए और उपयुक्त अप्रदीप्त लौ प्राप्त करने के लिए वायुद्वार को समायोजित कीजिए।

© NCERT not to be republished

विभिन्न ऊष्मक युक्तियों का उपयोग करने में यह जानना समान रूप से महत्व का है कि इनमें ज्वाला को बुझाया कैसे जाए। किसी जलते हुए ऊष्मक युक्ति को फूँक कर नहीं बुझाना चाहिए। बुंसन बर्नर के मामले में गैस की आपूर्ति बंद की जाती है। स्प्रिट लैंप में जलती हुई बत्ती को एक धातु के ढक्कन से ढक दिया जाता है तथा केरोसिन लैंप के मामलों में बाह्य नलिका को एक धातु या एस्बस्टस की शीट से ढक दिया जाता है।

(iv) **काँच की नलिकाएँ एवं काँच की छड़ें** – रसायनशास्त्र के प्रयोगों में काँच की नलिकाएँ एवं काँच की छड़ें दोनों ही उपयोग में आती हैं। काँच की छड़ें रसायनों और उनके विलयनों को मिश्रित, विलोड़ित एवं स्थानांतरित करने के लिए उपयोग में लाई जाती हैं। काँच की नलिकाएँ विलयनों में गैस प्रवाहित करने के काम आती हैं। कई बार वांछित लंबाई की काँच नलिका या काँच की छड़ प्राप्त करने के लिए हमें उन्हें काटना और उनके काटे सिरों को गोल करने की ज़रूरत होती है। काँच की नलिकाओं को वांछित आकार देने के लिए उन्हें गर्म करके मोड़ना भी पड़ता है। अत: शिक्षक को काँच की छड़ों और नलिकाओं को काटने, मोड़ने और फिर इनके काटे गए सिरों को गोल/चिकने करने की तकनीक से सुपरिचित होना चाहिए।

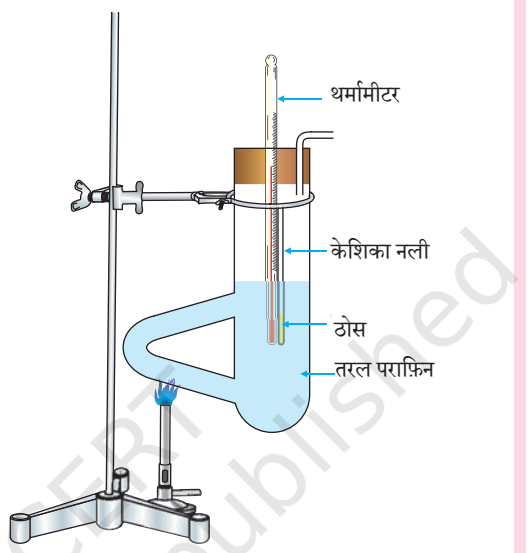
(v) **भार मापक तुला** – रसायनशास्त्र में बहुत से प्रयोगों में पदार्थों के सन्निकट भार अथवा यथार्थ भार जानने की आवश्यकता होती है। पदार्थों के भार ज्ञात करने के लिए विभिन्न प्रकार की भौतिक एवं रासायनिक तुलाएँ उपयोग में लाई जाती हैं। आजकल डिजिटल तुलाएँ भी उपयोग में हैं। रासायनिक तुलाएँ पदार्थों के यथार्थ भार बताती हैं। आमतौर पर रसायन प्रयोगशाला में प्रयोग की जाने वाली विश्लेषिक तुला दशमलव के चार अंकों तक सही भार बताती हैं। शिक्षक को इन तुलाओं के रख-रखाव और उपयोग की विस्तृत जानकारी होनी चाहिए। तुलाओं के उपयोग में बरती जाने वाली कुछ महत्वपूर्ण सावधानियाँ इस प्रकार हैं –

- प्रत्येक तुला की एक भार-क्षमता होती है। इसलिए भार लेते समय तुला पर उसकी क्षमता से अधिक भार मत रखिए।
- कभी भी गर्म पदार्थ या गर्म धारक को तुला पर मत तौलिए।
- तुला के पलड़ों को साफ़-सुथरा रखिए।
- किसी वस्तु का भार ज्ञात करने से पहले तुला की जाँच कर लीजिए। यदि आवश्यक हो तो समायोजित कर लें।
- वस्तु का भार नोट करने से पहले भारों पर अंकित उनका भार बहुत सावधानीपूर्वक देख लें।

© NCERT not to be republished

(vi) **विभिन्न प्रयोगों के लिए उपकरणों को व्यवस्थापित करना** – रसायनशास्त्र के विभिन्न प्रयोगों में भिन्न-भिन्न प्रकार के उपकरणों का उपयोग होता है। शिक्षक को इन उपकरणों को व्यवस्थित रूप से उपयोग करने में निपुण होना चाहिए।

उदाहरणार्थ, किसी ठोस कार्बनिक यौगिक का गलनांक ज्ञात करने के प्रयोग में यौगिक को एक केशिका नली में भरा जाता है और फिर इसे एक प्रयोगशाला थर्मामीटर के साथ लगा दिया जाता है। फिर इस व्यवस्था को एक थीले नलिका में लगाया जाता है जैसा कि चित्र 9.5 में दर्शाया गया है। इस उपकरण को व्यवस्थित करने और उपयोग करने में बहुत-सी सावधानियाँ बरतनी पड़ती हैं। उपरोक्त प्रयोग के लिए निम्नलिखित सावधानियाँ बरती जानी चाहिए।



चित्र 9.5 — थीले नलिका

(i) काँच के सभी उपकरण साफ-सुथरे होने चाहिए।

(ii) कार्बनिक पदार्थ युक्त केशिका नली का निचला सिरा तथा थर्मामीटर का बल्ब एक ही तल में रखिए।

(iii) वह कॉर्क जिसके द्वारा थीले नलिका में थर्मामीटर लगाया गया है उसके किनारे में एक खाँच बना देना चाहिए ताकि द्रव को गर्म करने पर वाष्प इससे होकर बाहर निकल सके अन्यथा अंदर विकसित होने वाली उच्च वाष्प दाब से ये नलिका या फ़्लास्क फट सकते हैं।

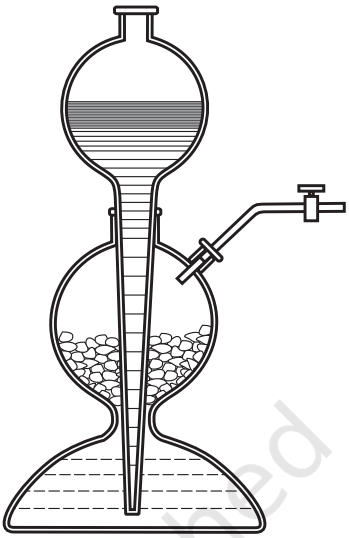
(iv) थीले नलिका में द्रव पार्श्व भुजा के ठीक ऊपरी सिरे तक भरना चाहिए।

(v) आमतौर पर, यहाँ उल्लिखित द्रव के रूप में सांद्र सल्फ़्यूरिक अम्ल का उपयोग किया जाता है जिसे 280°C तक गर्म किया जा सकता है। तथापि, सल्फ़्यूरिक अम्ल के स्थान पर द्रव पैराफ़िन का उपयोग अधिक सुरक्षित है जिसे बिना किसी खतरे के 220°C तक गर्म किया जा सकता है। सिलिकॉन तेल (यदि उपलब्ध हो तो) इन प्रयोगों के लिए सर्वाधिक उपयुक्त द्रव होते हैं।

(vii) **विलयन** – रसायनशास्त्र प्रयोगशाला में अनेक रसायनों का उपयोग विलयनों के रूप में होता है। अनुमापनात्मक विश्लेषण संबंधी प्रयोगों में कई प्रकार के विलयनों का उपयोग होता है। इन्हें मानक विलयन, मोलर विलयन, नार्मल विलयन, आदि नाम से पुकारा जाता है। शिक्षक को जानना चाहिए कि ये विलयन किस प्रकार तैयार

© NCERT not to be republished

किए जाते हैं। इन विलयनों को तैयार करने की विधियों का विस्तृत विवरण प्रयोगशाला पुस्तिका (मैन्युअल) में दिया गया है। शिक्षकों को प्राथमिक एवं द्वितीयक मानकों के विषय में भी बिलकुल स्पष्ट ज्ञान होना चाहिए। यह जानना भी महत्वपूर्ण है कि फ़िनॉलफ्थेलीन, मेथिल ऑरेंज जैसे, अम्ल-क्षार अनुमापन तथा अन्य अनुमापात्मक विश्लेषण के प्रयोगों के लिए प्रयुक्त होने वाले संसूचक कैसे तैयार किए जाते हैं।



कीप उपकरण

(viii) **किप के उपकरण का उपयोग** – पदार्थों की प्रकृति ज्ञात करने और उनके अवयवों की पहचान करने के लिए गुणात्मक विश्लेषण किया जाता है। उदाहरणार्थ, अकार्बनिक लवणों या लवणों के मिश्रणों के गुणात्मक विश्लेषण में धनायनों (जैसे कि Cu^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, आदि) एवं ऋणायनों (जैसे कि CO_3^{2-}, Cl^-, SO_4^{2-}, आदि) को पहचानना होता है। कुछ धनायनों के विश्लेषण में उनके विलयनों में H_2S गैस गुज़ारनी होती है। आमतौर पर H_2S गैस तैयार करने के लिए कीप के उपकरण का उपयोग किया जाता है। शिक्षक को जानना चाहिए कि गैस तैयार करने के लिए कीप का उपकरण कैसे व्यवस्थित किया जाता है चाहे यह कार्य प्रयोगशाला सहायक के ज़िम्मे ही क्यों न हो।

(ix) **प्रायोगिक रसायनशास्त्र की मूलभूत अवधारणाएँ** – शिक्षक को स्कूल प्रयोगशाला में किए जाने वाले सभी प्रयोगों की मूलभूत अवधारणाओं में निपुण होना चाहिए। प्रयोग के दौरान पूछे जाने वाले किसी भी प्रश्न या समस्या का हल उसके पास होना चाहिए। कुछ उदाहरण यहाँ दिए जा रहे हैं –

- ब्युरेट एवं पिपेट में कोई द्रव भरने से पहले इन्हें उसी द्रव से धोया क्यों जाता है?
- पिपेट में फूँक मार कर द्रव की आखिरी बूँद तक क्यों नहीं निकाली जाती है?
- हम HCl, H_2SO_4 अथवा HNO_3 का सीधे मानक विलयन क्यों नहीं बना सकते हैं?
- ऋणायनों के परीक्षण में तनु H_2SO_4 को तनु HCl पर वरीयता क्यों दी जाती है?
- सिल्वर नाइट्रेट विलयन को गहरे रंग की बोतल में क्यों रखा जाता है?
- तृतीय समूह के धनायनों के गुणात्मक विश्लेषण में उनका अवक्षेपन करने से पहले विलयन उबालकर H_2S गैस को हटाना क्यों आवश्यक होता है?

© NCERT not to be republished

इसी प्रकार के अनेक अन्य प्रश्न हो सकते हैं जिनके उत्तर विद्यार्थी अपने शिक्षक की सहायता से ज्ञात कर सकते हैं।

9.8.7 भौतिकी प्रयोगशाला

भौतिकी प्रयोगशाला की अनिवार्य सुविधाएँ हैं विद्युत निर्गम पॉइंट की समुचित संख्या, प्रकाशिकी संबंधी प्रयोगों के लिए अंधकारमय कक्ष, सब प्रकार के उपकरणों और यंत्रों को संभाल कर रखने के लिए यथेष्ट स्थान, परियोजना कार्य के लिए स्थान तथा पर्याप्त प्रकाश एवं उचित वायु संचार व्यवस्था।

भौतिकी प्रयोगशाला को कई प्रकार से अधिगम संसाधन की भाँति उपयोग में लाया जा सकता है, जैसे कि पूर्ववर्ती प्रयोगों का सत्यापन करने में, कक्षा में विवेचित संकल्पनाओं, नियमों और सिद्धांतों के विकास के लिए परिचर्चा करते हुए अथवा परिचर्चा से पहले या बाद में समस्या का हल, परियोजना कार्य करने में आदि। भौतिकी प्रयोगशाला की देखभाल इस प्रकार की सभी आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए की जानी चाहिए।

अधिकांशत: हम भौतिकी प्रयोगशाला का उपयोग कुछ परिणामों के सत्यापन के लिए करते आ रहे हैं जो भौतिकी प्रयोगशाला पाठ्यक्रम के तत्त्व के रूप में निहित हैं। पूर्ववर्ती अध्यायों में हमने विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में पूछताछ और अन्वेषण के महत्व के बारे में जानकारी प्राप्त की है। इन उद्देश्यों के लिए भी प्रयोगशाला संसाधनों को प्रभावी रूप से उपयोग में लाने की आवश्यकता है। बहुत से विद्यालयों में विद्यार्थी शिक्षक अनुपात इतना अधिक है कि कभी-कभी शिक्षकों के लिए यह संभव नहीं होता कि वे विद्यार्थियों को अलग-अलग प्रयोग कार्य के अवसर देते हुए प्रयोगशाला गतिविधियाँ आयोजित कर सकें। इन स्थितियों में समूह-कार्य को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। शिक्षक को प्रयोगशाला की गतिविधियों को कार्यांवित करने और भौतिकी प्रयोगशाला में कार्य करने के लिए आवश्यक कौशलों में समुचित रूप से प्रशिक्षित होना चाहिए।

भौतिकी प्रयोगशाला में कार्य के लिए आवश्यक कौशल

भौतिकी प्रयोगशाला में कार्य के लिए कुछ कौशल हैं – विविध मापक यंत्रों, जैसे कि, वर्नियर केलिपर्स, स्क्रूगेज़, चल सूक्ष्मदर्शी, आदि का उपयोग करके माप लेना, वैद्युत युक्तियों को आपस में जोड़ना, वैद्युत संयोजनों की सोल्डरिंग, वैद्युत मीटरों को उपयोग में लाना, दर्पणों और लेंसों से कार्य करते हुए इनसे बनने वाले प्रतिबिंब की आवश्यक माप लेना, विभिन्न प्रकार की घड़ियों को उपयोग में लाना, विभिन्न प्रकार की तुलाओं द्वारा भार मापना, स्थायी चुंबकों में ध्रुवों का निर्धारण करना, अस्थायी चुंबक बनाना, सेलों और बैटरियों को उपयोग करना तथा आलेख बनाना और उनकी व्याख्या करना। ऐसे कौशलों में प्रवीणता प्राप्त करनी चाहिए और साथ ही इसी प्रकार के अन्य कौशलों का अधिगम शिक्षार्थियों के लिए सुगम बनाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

शिक्षकों को प्रयोग के दौरान होने वाली विभिन्न प्रकार की त्रुटियों के परिकलन का ज्ञान भी होना चाहिए। इनको व्यक्तिगत या संयोगगत त्रुटियों, कमरे के ताप, दाब आदि जैसे बाह्य कारणों से होने वाली त्रुटियों तथा उपकरण की यांत्रिक त्रुटियों के रूप में पहचाना जा सकता है और उनका ध्यान रखा जा सकता है।

क्रियाकलाप 9.13

1. भौतिकी प्रयोगशाला को एक अधिगम संसाधन के रूप में उपयोग करने और संभालने के लिए आवश्यक कौशलों की दृष्टि से अपना स्वयं का मूल्यांकन कीजिए। आप में कौन-कौन से कौशल हैं और कौन-कौन से अन्य कौशल आपको सीखने हैं?
2. इन कौशलों को प्राप्त करने के लिए अपने महाविद्यालय अथवा निकटवर्ती स्कूल की प्रयोगशाला में संबंधित कार्यकलाप/प्रयोग कीजिए। आप इन कौशलों में दक्षता प्राप्त करने के लिए अपने सहपाठियों और शिक्षक-प्रशिक्षक की सहायता ले सकते हैं। अपनी रिपोर्ट कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

उपकरण – प्रयोगशाला में उपकरण उपयुक्त क्रम में व्यवस्थित करके रखने चाहिए। किसी भी प्रकार की क्षति से बचाव के लिए सभी उपकरणों को ध्यानपूर्वक और सावधानी से संचालित करना चाहिए। प्रयोगशाला में उपयोग किए जाने वाले अधिकांश साधित्रों, उपकरणों, युक्तियों, यंत्रों और सामग्रियों के साथ कुछ निर्देश भी आते हैं कि उनको कैसे, कब, क्यों और कहाँ इस्तेमाल करना है और इस्तेमाल में क्या सावधानियाँ बरतनी हैं। ये कार्यनिर्देश शिक्षार्थियों के लिए अधिगम अनुभव अभिकल्पित करते समय बहुत सहायक हो सकते हैं। चाहे शिक्षक को पूर्ण विश्वास हो कि वह प्रयोगशाला में किए गए कार्य के बारे में सब कुछ जानते हैं, तब भी उसे इन निर्देशों को देख लेना चाहिए। किसी विशिष्ट उपकरण के उपयोग के लिए निर्दिष्ट सावधानियों का सख्ती से पालन किया जाना चाहिए। शिक्षक को विभिन्न प्रयोगों को व्यवस्थित रूप से लगाने में अच्छी तरह दक्ष होना चाहिए।

भौतिकी प्रयोगशाला में कार्य की रूपरेखा विकसित करने के लिए एक **प्रयोगशालापूर्व सत्र** एक अच्छा विचार हो सकता है। यह शिक्षार्थियों को कार्यकलाप, उसमें उपयोग किए जाने वाले उपकरणों से जुड़े मुद्दों तथा उनकी स्वयं की सुरक्षा के प्रति भी तैयार करता है। प्रयोगशालापूर्व सत्र संकल्पना का संदर्भ निर्मित करने में सहायक हो सकता है और अभिगम उपागम (निगमनात्मक, आगमनात्मक अथवा समस्या समाधानक) पर फ़ोकस बना सकता है। उदाहरण के लिए, ओम के नियम के प्रकरण में समस्या समाधानक उपागम का अनुपालन करें तो चर्चा में शामिल हो सकते हैं—ओम के नियम को स्पष्ट करने से जुड़े मुद्दे, अन्वेषण के लिए आवश्यक उपकरण और व्यवस्थाएँ, उन उपकरणों और व्यवस्था की उपलब्धता और उपयोग के तरीके, कामचलाऊ व्यवस्थाओं का निर्माण (यदि आवश्यक हो) आदि।

© NCERT not to be republished

ठीक प्रयोगशालापूर्व चर्चा की तरह ही **प्रयोगशाला पश्चात् सत्र** शिक्षार्थियों में भौतिकी की विषय-वस्तु एवं प्रक्रियाओं की जानकारी को बढ़ाने, उनकी भ्रांति और सहज संकल्पनाओं को और उनके द्वारा सामना की जाने वाली कठिनाईयों को पहचानने तथा यह जानने में कि क्या वे अपने लक्ष्य में सफल हुए हैं, वे अपने निष्कर्षों एवं परिणामों पर कैसे पहुँचे हैं, वे अपने परिणामों की व्याख्या कैसे करते हैं आदि में सहायक हो सकते हैं। हम इनमें से कुछ के संबंध में पहले ही अध्याय *5 शिक्षार्थियों का अन्वेषण* पाठ में अध्ययन कर चुके हैं। ऐसी प्रयोगशाला पश्चात् चर्चा *शिक्षार्थियों के अन्वेषण* में सहायक हो सकती है। शिक्षार्थियों को विभिन्न सावधानियों का अनुपालन यांत्रिक रूप से न करके उनमें पीछे के तर्क प्रदान करने चाहिए।

भौतिकी प्रयोगशाला में काम करने के उपर्युक्त निर्देश सर्वांगपूर्ण नहीं हैं। वह रूपरेखा जिसमें भौतिकी प्रयोगशाला अधिगम एक संसाधन के रूप में प्रयुक्त हो रही है, आवश्यक संसाधनों की प्रकृति, एक साथ काम करने वाले शिक्षार्थियों की संख्या, आदि ऐसे कारक हैं जिनके कारण ऐसे अन्य मुद्दे खड़े हो सकते हैं जिनकी चर्चा यहाँ नहीं हुई है।

क्रियाकलाप 9.14

उच्चतर माध्यमिक स्तर के पाठ्यक्रम से भौतिकी/रसायनशास्त्र का कोई भी प्रयोग चुनिए। अपने मित्रों के साथ, समूह में इस प्रयोग पर विद्यार्थियों के साथ किए जाने वाले प्रयोगशालापूर्व एवं प्रयोगशाला पश्चात् सत्रों की योजना बनाने के लिए चर्चा कीजिए।

क्रियाकलाप 9.15

किसी निकटवर्ती विद्यालय की भौतिकी एवं रसायन विज्ञान प्रयोगशाला का दौरा यह देखने के लिए कीजिए कि वहाँ इनका उपयोग एक अधिगम संसाधन के रूप में कैसे किया जा रहा है। अपने कार्य की रिपोर्ट कक्षा में प्रस्तुत कीजिए।

क्रियाकलाप 9.16

किसी वैज्ञानिक यंत्र विक्रेता की दुकान पर जाकर विभिन्न परास वाले विविध मापक यंत्रों का अवलोकन कीजिए। अपने प्रेक्षण के विषय में अपने सहपाठियों से चर्चा कीजिए।

9.9 संसाधनों के उपयोग में आने वाली बाधाओं से निपटना

सलमा, मारिया एवं राहुल जो सभी बहुत उत्साही शिक्षक हैं, चाहते हैं कि वे अपने विद्यार्थियों के शिक्षण-अधिगम के दौरान कार्यकलाप एवं प्रयोग करें तथा नवाचारी कार्यनीतियाँ अपनाएँ। परंतु कभी-कभी क्योंकि उन्हें शिक्षण-अधिगम स्थितियों में बहुत-सी समस्याओं का सामना करना पड़ता था तो उन्हें कुंठा होती थी। एक दिन वे इन सभी समस्याओं पर चर्चा कर रहे थे। मारिया ने कहा,"ये

© NCERT not to be republished

सभी समस्याएँ हमारी समस्याएँ हैं और इनका हल हमें स्वयं ही ढूँढना होगा। उन्होंने समस्याओं को रास्ते में आने वाली बाधाओं के रूप में लिखना शुरू किया। इससे उन्हें यह समझने में सहायता मिली कि कार्य की सही योजना बनाने से इन बाधाओं को दूर किया जा सकता है। परिवर्तन लाने के लिए एक सकारात्मक मन:स्थिति आवश्यक होती है। परस्पर चर्चा करने के दौरान, उन्होंने योजना बनाई कि वे उन समस्याओं का सामना कैसे कर सकते हैं। ”

हम क्या कर सकते हैं...

बाधाएँ	कैसे सामना करें
1. यदि कक्षा में क्रियाकलाप किए जाते हैं तो मेरा पाठ्यक्रम पीछे रह जाता है।	हम अपने क्रियाकलापों की योजना काफ़ी पहले से बना सकते हैं और विद्यार्थियों को इसमें शामिल कर सकते हैं। इससे यह बाधा दूर हो सकती है। प्रत्येक क्रियाकलाप के बाद प्रेक्षणों का अभिलेखन, निष्कर्ष एवं परिचर्चा होनी चाहिए। वास्तव में, इससे विद्यार्थी प्रेरित होते हैं और संकल्पनाओं का विकास अधिक तेज़ी से होता है।
2. विद्याथी-शिक्षक का विषम अनुपात हमारी कक्षा में प्रत्येक विद्यार्थी को संसाधनों के उपयोग का अवसर ही नहीं देता।	हम कक्षा को छोटे-छोटे समूह बनाने में सहायता कर सकते हैं। हम समूह के प्रत्येक सदस्य का योगदान सुनिश्चित कर सकते हैं।
3. जब शिक्षक/विद्यार्थी संसाधन का उपयोग कर रहे हों तो विद्यार्थियों के बीच होने वाली अनुशासनहीनता।	उन्हें सक्रिय रूप से सम्मिलित करने की आवश्यकता है। हम उन्हें प्रश्न पूछने और उत्तर देने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं। हम कुछ विद्यार्थियों को महत्वपूर्ण कार्य दे सकते हैं, जैसे कि यंत्रों, सामग्रियों एवं उपकरणों को वितरण करना और इकट्ठा करना।
4. हमें क्रियाकलाप और प्रयोग अकेले अपने बलबूते पर बिना किसी प्रयोगशाला सहायक या अप्रशिक्षित प्रयोगशाला सहायक की सहायता से कराने पड़ते हैं।	हम स्वयं प्रयोगशाला सहायक को प्रशिक्षित कर सकते हैं और उसे कार्य में प्रवीणता प्राप्त करने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं।
5. संसाधनों का उपयोग होने में हमारे ऊपर समय का प्रतिबंध रहता है। कभी-कभी उपलब्ध समय (एक पीरियड) स्कूल के विशिष्ट संसाधन का उपयोग करने के लिए पर्याप्त नहीं होता।	क्रियाकलाप कराने के लिए हम सप्ताह में एक दिन दो पीरियड इकट्ठे माँग सकते हैं। हमें जो 'व्यवस्था पीरियड' मिलते हैं, उनका उपयोग भी हम इस कार्य के लिए कर सकते हैं।
6. यह हमें पता ही नहीं लगता कि हमारे स्कूल की प्रयोगशाला में कौन-से उपकरण और सामग्री उपलब्ध हैं।	प्रत्येक विशिष्ट विभाग में उपलब्ध संसाधनों की सूची किसी प्रमुख स्थान/बुलेटिन बोर्ड पर प्रदर्शित की जा सकती है ताकि उनका अधिकतम उपयोग हो सके।

© NCERT not to be republished

7. हमें प्रयोगशाला/संसाधन कक्ष में वांछित साधन तलाश करने में बहुत समय लगता है।	हम पहले से ही अपनी आवश्यकताओं की सूची प्रयोगशाला प्रभारी/प्रयोगशाला सहायक को दे सकते हैं (एक दिन पूर्व या उसी दिन प्रथम पीरियड से पहले)। जब मेरी कक्षा प्रारंभ होती है तो हम उपकरण एवं सामग्री उनसे ले सकते हैं।
8. हमारे मन में अग्नि/ज्वाला/सोडियम धातु/ विषैली गैसों/वैद्युत तारों तथा हानिकारक रसायनों जैसे जोखिम भरे संसाधनों को लेकर आशंकाएँ हैं।	हम विद्यार्थियों को पहले से ही इन संसाधनों के उपयोग से होने वाले खतरों के प्रति सूचित व सावधान कर सकते हैं, उन्हें प्रशिक्षित कर सकते हैं और वह सब सावधानियाँ बता सकते हैं जो उन्हें लेनी हैं।
9. हमें कागज़ ज़ीरोक्स कराने/कागज़ प्राप्त करने में कठिनाई होती है।	कागज़ का उपयोग कम करने के लिए हम ऑनलाइन सूचना और संचार प्रौद्योगिकी साधन जैसे कि ब्लॉग, विकीक्लास, ट्वीटर, ग्रुप ई-मेल आदि का उपयोग कर सकते हैं।
10. अधिकांश अवसरों पर हमें पुस्तकालय में विद्यार्थियों के साथ संदर्भ कार्य सामूहिक रूप से करने का अवसर नहीं मिल पाता। ऐसा लाइब्रेरियन या विद्यार्थियों की व्यस्तता के कारण होता है।	जब भी हम व्यस्त न हों और हमारी कक्षा के विद्यार्थी पुस्कालय में हों, तब हम सामूहिक रूप से संदर्भ कार्य के लिए पुस्तकालय जा सकते हैं। हम विद्यार्थियों को स्वायत्त शिक्षार्थी बनने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं।
11. हम स्कूल की चारदीवारी के अंदर ही शिक्षण-अधिगम में व्यस्त रहते हैं, क्योंकि कक्षा/विद्यालय परिसर के बाहर जाने के अवसर हमें कम ही मिलते हैं।	हम विद्यालय के अधिकारियों के साथ मिलकर वर्ष भर के लिए एक विद्यालय कैलेंडर बना सकते हैं। इस कैलेंडर में प्रत्येक कक्षा के लिए क्षेत्र-भ्रमण कार्यक्रमों की एक सारणी भी शामिल हो सकती है।

विज्ञान शिक्षकों को विभिन्न अधिगम संसाधनों के उपयोग के लिए अनेक कठिनाइयाँ आ सकती हैं। अलग-अलग स्थानों पर इन बाधाओं की प्रकृति और समस्याएँ अलग हो सकती हैं। केवल संबंधित शिक्षक ही, अपने सामने आने वाली बाधाओं को विभिन्न दृष्टिकोण से समझ सकते हैं। शिक्षक को भौतिक विज्ञान के प्रभावी शिक्षण-अधिगम के लिए विभिन्न अधिगम संसाधनों को पहचान कर मार्ग में आने वाली सभी समस्याओं को हल करते हुए उनके उपयोग के प्रति समर्पित होने की आवश्यकता है।

क्रियाकलाप 9.17

भौतिक विज्ञान के किसी सेवारत शिक्षक से बातचीत कीजिए कि अधिगम के विभिन्न संसाधनों को उपयोग में लाने में उन्हें किन-किन बाधाओं का सामना करना पड़ता है तथा वे इन बाधाओं से सामना करने की युक्ति किस प्रकार निकालते हैं?

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 9.18

अपने अभ्यास-शिक्षण के दौरान अधिगम संसाधनों को उपयोग करने में आपको किन बाधाओं का सामना करना पड़ा? आपने उनको कैसे दूर किया? अपने अनुभवों पर कक्षा में चर्चा कीजिए।

9.10 सारांश

यह महत्वपूर्ण है कि विद्यालय और शिक्षार्थी के स्वाभाविक जगत के बीच के अंतराल को सेतु बद्ध किया जाए। समुदाय एवं पर्यावरण के विभिन्न संसाधनों के साथ अन्योन्य क्रिया करके शिक्षार्थी चीज़ों के बारे में स्वयमेव अन्वेषण करते हैं, संगी-साथियों और बड़ों के साथ परस्पर क्रिया करते हैं तथा अपने आपको अभिव्यक्त करने के लिए विज्ञान की शब्दावली और भाषा का उपयोग करते हैं। इससे विज्ञान की संकल्पनाओं को समझने में मदद मिलती है और रट कर याद करने की प्रवृत्ति कम होती है। साथ ही इससे उनमें तनाव कम होता है और आत्मविश्वास बढ़ता है। विद्यार्थी दुनिया को जैसा देखते हैं, उसी के अनुसार अपने ज्ञान की संरचना करते हैं। विद्यालय में और विद्यालय के बाहर प्राप्त ज्ञान उनके ज्ञान की रूपरेखा का अंग बन जाता है और वे इसका उपयोग अपने दैनिक जीवन में करना सीख जाते हैं। कक्षा के कार्यकलापों को पाठ्यपुस्तक में लिखी बातों तक ही सीमित रखना विद्यार्थियों की अभिरुचि और क्षमतावृद्धि में गंभीर बाधा उत्पन्न करता है। शिक्षार्थियों का आस-पास के पर्यावरण एवं समुदाय अपरिमित और प्रेरक अधिगम संभावनाओं से परिपूर्ण होता है। शिक्षक को चाहिए कि वह शिक्षण-अधिगम अनुभवों को समृद्ध करने और विद्यार्थियों को स्वतंत्र चिंतन के अवसर प्रदान करने के लिए इन सब संभावनाओं की तलाश करें। तथापि, शिक्षण-अधिगम गतिविधियों को सतही होने से बचाने तथा रास्ते में आने वाली बाधाओं से बचते हुए अधिगम के विभिन्न सामुदायिक संसाधनों को शामिल करने के रास्ते तलाश करने के लिए अत्यंत सावधानीपूर्वक योजना बनाने की आवश्यकता है। शिक्षक, उन अधिगम संसाधनों का उपयोग करके संकल्पनाओं के आदान-प्रदान के लिए अनेक उपागमों और कार्यनीतियों पर विचार कर सकते हैं। एक अच्छा सुझाव यह है कि सत्र के प्रारंभ में ही भौतिक विज्ञान की संकल्पनाओं के साथ जोड़ते हुए स्थानीय अधिगम संसाधनों की एक सूची बना ली जाए। इस कार्य योजना में शिक्षक अपने सहकर्मियों एवं विद्यार्थियों की सहायता ले सकते हैं। विद्यालय के अंदर, विद्यालय एवं अभिभावकों के बीच, अलग-अलग विद्यालयों के बीच, विद्यालयों तथा बाहरी विशेषज्ञों के बीच समय और निपुणताओं के पारस्परिक सहयोग को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए तथा बढ़ावा दिया जाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

स्कूलों में प्रायोगिक कार्य की स्थिति में सुधार लाने के लिए कार्यसाध्य उपकरणों तथा विज्ञान किट से बहुत सहायता मिल सकती है। बहुत से विद्यालयों में, विशेषकर ग्रामीण क्षेत्रों के विद्यालयों में, विज्ञान प्रयोगशालाओं में, उपयुक्त उपकरणों का अभाव होता है। इन सुविधाओं का अभाव विद्यार्थियों के लिए विषयों के चुनाव को अत्यंत संकीर्ण कर देता है और उन्हें अधिगम तथा भावी जीवन परिवर्तनों के समान अवसरों से वंचित कर देता है। इसलिए यह आवश्यक हो जाता है कि सभी विद्यालयों में यथेष्ट सुविधाओं एवं संसाधनों से युक्त प्रयोगशालाएँ उपलब्ध कराई जाएँ। प्राथमिक विद्यालयों में तो विज्ञान के कोने से लाभ उठाया जा सकता है, परंतु माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक विद्यालयों में पूर्णत: सुसज्जित प्रयोगशालाएँ चाहिए। भौतिक विज्ञान के शिक्षकों को प्रयोगशाला कार्य के सुचारू प्रचालन और प्रबंधन के लिए आवश्यक अनेक कौशलों में दक्ष होना चाहिए। उन्हें अपने विद्यार्थियों के लिए भौतिक विज्ञान के प्रत्यक्ष अधिगम-अनुभव आयोजित और प्रदान करने के लिए पर्याप्त उपायकुशल होने की आवश्यकता है। उन्हें अपने विद्यार्थियों की अधिगम आवश्यकताओं के संबंध में अपने ज्ञान से मार्गदर्शन प्राप्त करना चाहिए तथा विद्यालय एवं समुदाय के विविध संसाधनों के उपयोग करने की समर्थता का अहसास होना चाहिए। तथापि, भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में, प्रयोगशाला सहित विद्यालय एवं समुदाय के संसाधनों के प्रभावी उपयोग के लिए, यह अनिवार्य है कि शिक्षक को कुछ सीमा तक स्वायत्तता और छूट प्राप्त हो। यह शिक्षकों में अन्वेषण और नवाचार की प्रवृत्ति को पोषित कर सकता है। अगले अध्याय में हम भौतिक विज्ञान में प्रिंट तथा सूचना एवं संचारण तकनीकी के अधिगम संसाधनों के रूप पर चर्चा करेंगे।

अभ्यास

9.1 समुदाय को भौतिक विज्ञान के एक अधिगम संसाधन के रूप में उपयोग करने का महत्व और इसकी आवश्यकता क्या है? चर्चा कीजिए कि भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम के लिए किस प्रकार विभिन्न समुदाय संसाधनों का उपयोग किया जा सकता है?

9.2 'आस-पास के पर्यावरण के संसाधनों का कल्पनापरक उपयोग विज्ञान शिक्षा की गुणवत्ता को सीधे प्रभावित करता है।' विवेचना कीजिए।

9.3 भौतिक विज्ञान के शिक्षण-अधिगम में कामचलाऊ उपकरणों तथा विज्ञान किटों के महत्व पर चर्चा कीजिए। विज्ञान किटों के उपयोग से क्या लाभ होते हैं?

9.4 भौतिक विज्ञान के उदाहरण लेकर निम्नलिखित में से प्रत्येक अधिगम क्षेत्र के विषय में समझाइए कि प्रयोगशाला कार्य इनके विकास को कैसे सुगम बनाता है? (i) शिक्षार्थी की संज्ञानात्मक योग्यताएँ (ii) विज्ञान के प्रक्रिया कौशल (iii) वैज्ञानिक मनोवृत्ति (iv) विज्ञान की प्रकृति को समझना।

© NCERT not to be republished

9.5 आप कक्षा 12 के तीस विद्यार्थियों के लिए भौतिकी/रसायनशास्त्र प्रयोगशाला कार्य की योजना और संचालन कैसे करेंगे? आप उनको प्रयोगशाला कार्य का नियमित रिकॉर्ड रखने के लिए कैसे प्रेरित करेंगे?

9.6 वर्णन कीजिए कि भौतिक विज्ञान शिक्षक को प्रयोगशाला में संभावित दुर्घटनाएँ कम करने के लिए सावधानी के क्या-क्या कदम उठाने चाहिए?

9.7 समझाइए कि किसी प्रयोगशाला में सुचारू रूप से कार्य चलाने के लिए तथा भौतिकी/रसायनशास्त्र के शिक्षण-अधिगम में इसके अधिकतम उपयोग के लिए प्रयोगशाला का रख-रखाव आप किस प्रकार करेंगे?

9.8 समझाइए कि आप, 'ओम का नियम' तथा 'गोलीय प्रत्येक की फ़ोकस दूरी' की संकल्पनाओं को विद्यार्थियों तक, निम्नलिखित प्रत्येक उपागमों द्वारा प्रयोगशाला कार्य की सुविधाएँ प्रदान कर कैसे पहुँचाएँगे — (i) निगमनात्मक उपागम (ii) आगमनात्मक उपागम (iii) समस्या समाधान उपागम।

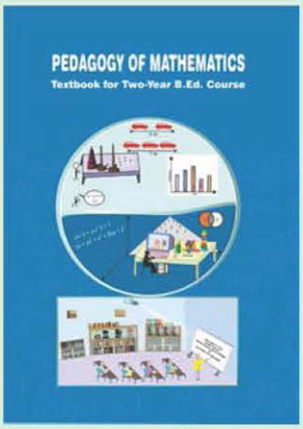
9.9 'शिक्षक विभिन्न अधिगम संसाधनों का उपयोग करते समय जिन समस्याओं का सामना करते हैं, उनका हल भी स्वयं वही खोज सकते हैं।' एक अभ्यासरत शिक्षक के रूप में अपने अनुभवों के अनुरूप कुछ और उदाहरण देते हुए इस कथन का विवेचन कीजिए।

9.10 क्रियाकलापों को करने के लिए पदार्थों के उपयोग में लचीलेपन तथा स्थानीय अधिगम संसाधनों के अनुकूलन को ध्यान में रखते हुए विज्ञान की किसी पाठ्यपुस्तक का विश्लेषण कीजिए। क्या आपको लगता है कि कुछ परिवर्तन करने की आवश्यकता है? अपने विद्यालय/क्षेत्र के शिक्षण-अधिगम की दृष्टि से आप इसमें क्या परिवर्तन करना चाहेंगे? समझाइए।

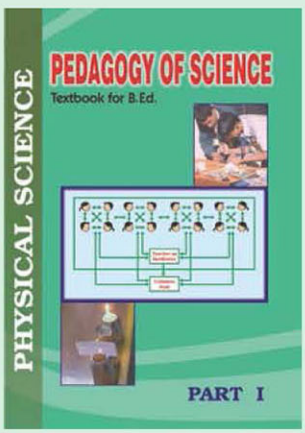
© NCERT not to be republished

© NCERT not to be republished

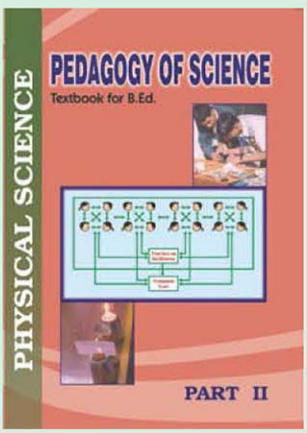
कुछ अन्य एन.सी.ई.आर.टी. प्रकाशन



₹ 160.00/pp.326
Code — 13074
ISBN — 978-93-5007-189-2



₹ 175.00/pp.302
Code — 13093
ISBN — 978-93-5007-224-0



₹ 130.00/pp.550
Code — 13094
ISBN — 978-93-5007-225-7

ERT republished

अधिक जानकारी के लिए कृपया www.ncert.nic.in देखिए अथवा व्यापार प्रबंधक, प्रकाशन प्रभाग, एन.सी.ई.आर.टी., श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 से संपर्क कीजिए।

विज्ञान शिक्षाशास्त्र

बी.एड. पाठ्यक्रम के लिए पाठ्यपुस्तक भाग 1

एन.सी.ई.आर.टी.

© NCERT not to be republished

13148

विद्यया ऽमृतमश्नुते

एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

ISBN 978-93-5007-828-0