बीएड -124

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

Pedagogy of Chemistry

रसायन शास्त्र का शिक्षण शास्त्र

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

प्रो. (डॉ.) नरेश दाधीच

कुलपति

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा (राजस्थान)

संयोजक एवं सदस्य

संयोजक

डॉ. दामीना चौधरी

सह आचार्य, शिक्षा

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय. कोटा (राज.)

सदस्य

1. प्रो. पी. के. साहू
   शिक्षा विभाग
   इलाहाबाद विश्वविद्यालय (उप्र.)
2. प्रो. आर. पी. श्रीवास्तव (से.नि.)
   जामिया मिलिया इस्लामिया विश्वविद्यालय, नई दिल्ली
3. प्रो. आर. जे. सिंह
   लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ (उ प्र.)
4. प्रो. डी. एन. सनसनवाल
   देवी अहिल्या विश्वविद्यालय, इन्दौर (म.प्र.)
5. प्रो. एस. बी. मेनन
   दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली
6. प्रो. स्नेह. एम. जोशी
   एम. एस. विश्वविद्यालय, बड़ौदा
7. प्रो. सोहनवीर सिंह चौधरी
   इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, नई दिल्ली
8. डॉ. एम. एल. गुप्ता
   सह आचार्य शिक्षा (से. नि.)
   वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा
9. डॉ. अनिल शुक्ला
   लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ (उप्र.)

संपादन एवं पाठ लेखन

संपादक

1. प्रो.डी.आर.गोयल
   प्रोफेसर, शिक्षा संकाय, सी.ए.एस.ई.
   एम.एस.विश्वविद्यालय, **बड़ौदा**

पाठ लेखक

1.डॉ .लिलेष गुप्ता
प्राचार्य
प्रगति शिक्षाप्रशिक्षण महाविद्यालय, कोटा

2. डॉ.वी.पी.अग्रवाल
सह आचार्य
रीजनल कॉलेज ऑफ एजुकेशन,अजमेर

3. डॉ.नन्दिनी गुप्ता
प्रवक्ता
एल.बी.एस शिक्षक प्रशिक्षण महाविद्यालय, जयपुर

4. डॉ.कल्पना पारीक
प्रवक्ता
श्री स्व.गो.पारी कस्नातकोत्तर शिक्षा महाविद्यालय, जयपुर

5. डॉ. श्रीकान्त भारतीय
जे.एल.एन.टी.टी. कॉलेज
सकतपुरा, कोटा

अकादमिक एवं प्रशासनिक व्यवस्था

प्रो. (डॉ) नरेश दाधीच	**प्रो. (डॉ.) एम. के. घडोलिया**	**योगेन्द्र गोयल**
कुलपति	निदेशक (अकादमिक)	प्रभारी
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा	**संकाय विभाग**	**पाठ्य सामग्री उत्पादन एवं वितरण विभाग**

पाठ्यक्रम उत्पादन

योगेन्द्र गोयल
सहायक उत्पादन अधिकारी
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

उत्पादन : अप्रेल 2008

इस सामग्री के किसी भी अंश की वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा की लिखित अनुमति के बिना किसी भी रूप में 'मिमियाग्राफी' (चक्रमुद्रण) के द्वारा या अन्यथा पुन: प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।
व. म. खु. वि.कोटा के लिए कुलसचिव, व. म. खु. वि.कोटा(राज.)द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा (राज.)

अनुक्रमणिका

इकाई		पृष्ठ संख्या
1.	रसायन विज्ञान का विषय वस्तु संगठन, इतिहास, आधारभूत सम्प्रत्यय एवं भावी परिप्रेक्ष्य	08
2.	रसायन विज्ञान शिक्षण के उद्देश्य एवं भविष्योन्मुखी दृष्टि	35
3.	रसायन विज्ञान का विद्यालयी पाठ्यक्रम में स्थान तथा दूसरे विषयों से सह संबंध	46
4.	रसायन विज्ञान शिक्षण के संप्रत्ययों के संज्ञानात्मक मानचित्र एवं पाठ्यक्रम के तत्व	56
5.	रसायन विज्ञान शिक्षण पद्धतियाँ एवं उपागम,विषय आधारित शिक्षणपद्धतियों के विशिष्ट उदाहरण एवं विषय आधारित कौशल	75
6.	माध्यम एवं माध्यम समाकलन	125
7.	रसायन विज्ञान में नियोजन - सत्रीय, इकाई व दैनिक पाठ योजना	141
8.	रसायन विज्ञान में विद्यार्थियों का आकलन(मापन एवं मूल्यांकन), निदानात्मक एवं उपचारात्मक परीक्षण बहुचयनात्मक प्रश्नपत्र का निर्माण,रसायन विज्ञान विषय वस्तु पर आधारित प्रश्न बैंक का निर्माण, खुली पुस्तक प्रणाली हेतु आधारित प्रश्न	172
9.	रसायन विज्ञान की अनुदेशात्मक सामग्री का विकास, पाठ्यपुस्तक तैयारी व मूल्यांकन	206
10.	रसायन विज्ञान संदर्भित सहायक सामग्री	221
11.	रसायन विज्ञान शिक्षक के गुण,समस्या व समाधान	251
12.	रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रयुक्त संसाधन : कक्षा–कक्ष, प्रयोगशाला, संग्रहालय, समुदायिक वातावरण तथा पुस्तकालय एवं अन्य संसाधन	260
13.	रसायन विज्ञान शिक्षण में नवाचार एवं उनका भविष्य	303

इकाई–1

रसायन विज्ञान का विषय वस्तु संगठन, इतिहास, आधारभूत सम्प्रत्यय एवं भावी परिप्रेक्ष्य

Structure of Content Area, History and Basic Conceptual Schemes and Future perspectives of Chemistry)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

1.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and objectives)

1.1 प्रस्तावना (Introduction)

1.2 रसायन विज्ञान की प्रकृति (Nature of Chemistry)

1.3 रसायन विज्ञान का इतिहास (History of Chemistry)

1.4 रसायन विज्ञान के क्षेत्र व शाखाएँ (scope/Branches of Chemistry)

1.5 विज्ञान के आधार सम्प्रत्यय (Basic Conceptual Scheme of Chemistry)

1.6 रसायन विज्ञान का आधारभूत सम्प्रत्यय (Conceptual Scheme of Chemistry)

1.7 रसायन विज्ञान की आधारभूत तार्किक संरचनाएँ (General Logical Structure of the Fundamentals of Chemistry)

1.8 रसायन विज्ञान का भावी परिप्रेक्ष्य (Future perspectives of Chemistry)

1.9 सारांश (summary)

1.10 स्वमूल्यांकन प्रश्न (self–Evaluation)

1.11 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई के अध्ययनोपरान्त विद्यार्थी -

- रसायन विज्ञान के अर्थ एवं परिभाषा को समझेंगे ।
- अपने शब्दों में रसायन विज्ञान की प्रकृति का वर्णन कर सकेंगे ।
- रसायन विज्ञान विभिन्न शाखाओं का वर्गीकरण कर सकेंगे ।
- रसायन विज्ञान के इतिहास को जानेंगे ।
- रसायन विज्ञान के आधारभूत सम्प्रत्यय को समझेंगे ।
- रसायन विज्ञान के भावी परिप्रेक्ष्य की सम्भावनाओं से अवगत होंगे।

1.1 प्रस्तावना (Introduction)

आधुनिक समाज की अपेक्षाओं की पूर्ति के लिए रसायन शास्त्र का ज्ञान आवश्यक है । समकालीन युग में जीवन संबंधी मानकों व सुविधाओं के उन्नयन में रसायन शास्त्र का प्रभावी योगदान है। रसायन विज्ञान का सम्बंध हमारे जीवन के हर पहलू से है I यहाँ तक कि मानव शरीर एक रासायनिक शरीर है। रसायन विज्ञान ने मानव, मानव–समाज,मानव राष्ट्र,अंतरराष्ट्रीय भावनाएँ रहन–सहन, सोचने विचारने का ढंग, और मनुष्य जीवन को पूर्ण रूप से प्रभावित किया है। रसायन विज्ञान की खोज से कृषि, चिकित्सा, ईजीनीयरिंग, प्रोद्योगिक आदि में महान परिवर्तन आया है।

रसायन विज्ञान का अध्ययन विभिन्न प्रकार के द्रव्यों के संबंध रखता है । पानी, हवा, चट्टान, खनिज, पौधे, पृथ्वी (मानव एवं समस्त जीव भी) द्रव्यों के ही उदाहरण है । हमारे दैनिक जीवन में काम आने वाली विभिन्न वस्तुएँ जैसे दूध, भोजन, कागज इत्यादि द्रव्य है । इस प्रकार द्रव्य अनेक रूप रंगो, आकारों आदि में उपलब्ध है और उनके भिन्न–भिन्न गुण होते हैं । जैसा कि आप जानते हैं कि सोडियम को कैरोसीन (मिट्टी का तेल) में रखा जाता है, न कि पानी में, जबकि फास्फोरस पानी में रखा जाता है । गुणों, रूपों, आकारों में इतनी भिन्नताओं के बावजूद भी उन सभी द्रव्यों में कुछ आधारभूत विशेषताएँ पाई जाती हैं। ये सभी द्रव्य कुछ कणों से बनते है, जिन्हें परमाणु तथा अणु कहा जाता है । ये कण द्रव्यों की सबसे छोटी इकाई के रूप में माने जाते है । किसी द्रव्य का व्यवहार इन रूपों के गुणों पर निर्भर करता है । एक तत्व के परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु से अनेक प्रकार से संयोग करके विभिन्न प्रकार के साधारण व जटिल पदार्थ बनाते हैं । अतः: रसायन शास्त्र का अध्ययन हमें विभिन्न प्रकार के रासायनिक उत्पादों की प्रकृति को गहन रूप से समझने में सहायता करेगा ताकि इनका उपयोग प्रभावी रूप से किया जा सके ।

1.2 रसायन विज्ञान की प्रकृति (Nature of Chemistry)

कैमेस्ट्री (Chemistry) शब्द की व्युत्पति केमी (Cemi) अथवा ग्रीक शब्द काइमा (Chyma) से मानी जाती है । इसमें पदार्थों (Substance) के गुणों (properties) संरचनाओं (Structures) और संगठनों (Compositions) एवं उनके रूपान्तरणों (Transformations) के अध्ययन किए जाते हैं । किसी भी पात्र (Container) में रखी जा सकने वाली वस्तु या तो एक पदार्थ (Single Substance) होता है या दो या अधिक पदार्थों का संयोग (Combination) है.। कोई भी वस्तु जिसका किसी भी ज्ञानेन्द्री से आभास मिलता है (गन्ध, स्पर्श, श्रवण दृष्टि, स्वाद) ऐसा ही पदार्थ होता है । ये पदार्थ जैविक अनुक्रियाएँ (Biological responses) है। इन सभी में रासायनिक अभिक्रियाओं की श्रृंखला (Series of Chemical reactions) अन्तर्निहित (Involved) है।

बुडवर्न तथा आर्बोन के अनुसार –रसायन विज्ञान वह मानवीय व्यवहार है जो हमारे प्राकृतिक वातावरण में स्थित परिस्थितियों या घटित घटनाओं की अधिकतर शुद्धता से व्याख्या करने का प्रयास करता है।

Chemistry is an accumulated systematized learning in general usage restricted to natural phenomenon

(Collabia dictionary)

The Aim of chemistry teaching is not acquisition of information and a few skills put to attain the understanding of the relationship which connected the answer to problem.

(w.pauli)

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि रसायन विज्ञान अनुभवों पर आधारित निरीक्षणों की एक श्रृंखला है जिसके द्वारा प्रत्ययों तथा सिद्धान्तों का निर्माण होता है । रसायन विज्ञान ज्ञान का संग्रह करने के साथ ज्ञान प्राप्त करने की प्रक्रिया भी है ।

रसायन विज्ञान संचित क्रमबद्ध ज्ञान है जिसका सामान्यत: प्रयोग प्राकृतिक घटनाओं तक सीमित है । इसकी प्रकृति केवल तथ्यों के ज्ञान तक सीमित नहीं है वरन् इससे वैज्ञानिक विधि व वैज्ञानिक दृष्टिकोण सम्मिलित हैं ।

अत: रसायन विज्ञान के तीन पक्ष है -

1. संचित एवं क्रमबद्ध ज्ञान – परिणाम
2. खोज की वैज्ञानिक विधि – प्रक्रिया
3. वैज्ञानिक दृष्टिकोण

इस प्रकार रसायन विज्ञान प्रयोगात्मक एवं प्रत्यात्मक साधनों द्वारा निरीक्षण, अन्वेषण एवं संचयन की अन्त हीन प्रक्रिया है । इस प्रक्रिया की विशेषता ज्ञान का संचय, सामान्यीकरण एवं सुधार की अभिवृद्धि है । अणुओं परमाणुओं की संरचना व व्यवहार को फोटॉन (Photon) और इलैक्ट्रॉन (Electron) के उपयोग से ज्ञात किया जाता है ।

पर्यावरण में होने वाले सतत् परिवर्तनों का अध्ययन इसकी विषयवस्तु है । यह परिवर्तनों की सतत् श्रृंखलाओं के तथ्यों का वैज्ञानिक विधि से अध्ययन करता है तथा यह पदार्थ में अन्तर्निहित परिवर्तनों से सम्बन्धित असंख्य रसायन विज्ञान की प्राकृतिक घटनाओं (Natural phenomena से सम्बन्धित तथ्यों के प्रेक्षण (observations) पर आधारित है । रासायनिक परिवर्तन का यह ज्ञान प्राचीन संस्कृति हिन्दू, चीन, मिश्र, यूनानी, रोम सभी में प्रचलित था ।

रसायन विज्ञान (शास्त्र) पदार्थों के आकार–प्रकार, संरचना (structure) और संघटन (composition) के अध्ययन का विज्ञान है, जो प्राकृतिक घटनाओं से सम्बन्धित तथ्यों पर आधारित है ।

रसायन विज्ञान की प्रकृति में निम्नलिखित विशिष्ट बिन्दु सम्मिलित है

1. इसमें द्रव्यों के संगठन का अध्ययन किया जाता है ।

2. पदार्थों के भौतिक व रासायनिक गुणों का अध्ययन किया जाता है ।
3. द्रव्य के सूक्ष्म कणों की संरचना का अध्ययन किया जाता है ।
4. द्रव्य के स्वभाव व गुण धर्म और उनका आण्विक संरचना से सम्बन्ध तथा गुण धर्मो के आधार पर उनकी उपयोगिता का अध्ययन किया जाता है ।
5. द्रव्यों के परस्पर संयुक्त होने के कारणों तथा नियमों का अध्ययन किया जाता है ।
6. ऊष्मा तथा अन्य ऊर्जाओं द्वारा द्रव्यों में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है ।
7. द्रव्यों में परिवर्तन के समय शोषित होने वाली तथा निकलने वाली ऊर्जा का अध्ययन किया जाता है ।
8. रसायन विज्ञान परिवर्तन की गति को नियंत्रित करने में समर्थ है ।
9. रसायन विज्ञानी (Chemist) अपने दत्तों का विश्लेषण और निर्वचन (analysis and interpretations) अलग–अलग अणुओं के गुणधर्मो (properties) और अन्तक्रियाओं (interaction) के आधार पर करता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान की अवधारणा स्पष्ट कीजिए ।
2. रसायन विज्ञान की प्रकृति किस प्रकार की है |

1.3 भारत के विशेष संदर्भ के साथ रसायन का इतिहास (History of Chemistry with Special Reference to India)

आदिकाल से ही मानव द्रव्य के सम्पर्क में आया है और उसने अपने जीवन को सुखी बनाने के लिए द्रव्य का अध्ययन किया । मानव ने धातु की खोज की और फिर उसके उपयोग का पता लगाया । इस प्रकार मानव ने धातु से आभूषण, बर्तन आदि बनाए । मानव ने द्रव्य के अन्तिम सत्य को समझने का प्रयत्न किया । इस प्रकार आदिकाल से ही मानव ने रसायन का अध्ययन शुरू कर दिया परन्तु इसकी वैज्ञानिक नींव बहुत समय बाद पड़ी । इसलिए रसायन विज्ञान के इतिहास को विभिन्न कालों में बाँट दिया गया है । सुविधा के लिए रसायन के विकास का अध्ययन निम्नलिखित कालों में विभाजित करके किया जाता है –

1. प्राचीन काल (Ancient period)

प्राचीन काल में चीन, मिस्त्र, यूनान और भारत में रासायनिक प्रक्रमों का ज्ञान था । ईसा से 2000 वर्ष पूर्व चीन में कपड़ा, कॉसा, ताँबा और रेशम बनाने की विधियाँ ज्ञात थी । वहाँ इन पर चित्रकारी आदि भी की जाती थी । वे खनिज–पदार्थो को पिघलाना, कागज बनाना, चीनी और मिट्टी के बर्तन आदि बनाना भी जानते थे । मिस्त्र में काँच और साबुन बनाने की विधियाँ भी ज्ञात थी । मिस्त्र देशवासी शवों को सुरक्षित रखने में रासायनिक पदार्थो का प्रयोग करना जानते

थे । मिस्त्र के बाद यूनान की सभ्यता प्रारम्भ हुई । यूनान में रहने वालो ने रासायनिक ज्ञान मिस्त्र से सीखा ।

अरस्तु (Aristotle) ने बताया कि द्रव्य चार तत्व–पृथ्वी, जल, वायु तथा अग्नि से बना है । भारतीय विचारकों ने इसमें पाँचवें तत्व आकाश (Space) को भी शामिल किया । आज भी भारतीय आयुर्विज्ञान और दर्शन में इन पाँच मूलभूत तत्वों को महत्व प्राप्त है । भारतवासी ताँबे को पिघलाना और ताँबे के बर्तन आदि बनाना जानते थे । इनको सोने और चाँदी का अच्छा ज्ञान था । भारत में कणाद मुनि ने भी द्रव्य की संरचना पर अपने विचार प्रकट किए और उन्होंने बताया कि द्रव्य छोटे–छोटे कणों से मिलकर बना है, जिनको परमाणु (Atoms) कहते हैं ।

2. प्रारम्भिक काल और पारस की खोज (Beginning Period)

इस काल में कीमियगारो ने रसायन विज्ञान का अध्ययन किया । इनका ध्येय, लोहा, ताँबा आदि निकृष्ट धातुओं को सोने में बदलने का था । वे 'पारस' की खोज मे थे । पारस की खोज तो न हो सकी किन्तु उर्ध्वपातन (Sublimation), वाष्पन (Evaporation) की विधियाँ ज्ञात हो गई । इस प्रक्रिया में 16वीं शताब्दी तक पर्याप्त सुधारों के साथ–साथ कीमियागरी में धीरे–धीरे रूचि का ह्वास हुआ। अब लोग रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा औषधि निर्माण में अधिक रूचि लेने लगे ।

15वीं और 16वीं सदी में स्विस वैद्यक (Swiss Physician) थ्योपारास्टस बॉम्बेस्टस वॉन हॉहेहीम (Theophrastus Bombastus Von Hohenheim) के प्रवचनों का प्रभाव रहा । इससे रसायनविज्ञानों का झुकाव स्वर्ण और अमृत की अपेक्षा औषधि निर्माण की ओर हुआ । इन रसायनविज्ञों को आइट्रॉकेमिस्ट (Iatrochemists) कहा गया । आइट्रॉस (Iatros) ग्रीक शब्द है । इसका अर्थ घाव भरने वाला है । उनका मानना था कि मानव ऐसी फैक्ट्री है जिसकी संक्रिया किण्वीकरण (Fermentation) के द्वारा सम्पन्न होती है ।

3. औषधि काल (Medicinal period)

इस काल के रसायनविज्ञों का ध्येय था कि किसी ऐसी औषधि का आविष्कार किया जाए जो सब रोगों को अच्छा कर दे और मनुष्य सदा जवान बना रहे । ऐसी औषधि को वे अमृत (Elixir of life) कहते थे । वे इस प्रयत्न में तो असफल रहे किन्तु रासायनिक पदार्थो का औषधि रूप में उपयोग ज्ञात कर सके । इस युग में प्रमुख रसायनज्ञ पेरासेल्सस (Peracelsus) थे । इस युग के अन्य प्रमुख रसायनज्ञ ब्लॉबर ने अनेकों औषधियों का निर्माण किया ।

4. फ्लोजिस्टन काल (Flogiston period)

इस काल से पूर्व रसायनज्ञों ने अपने स्वार्थ के लिए कार्य किया, सन् 1667 ई. में रॉबर्टबॉयल (Robert Boyle) ने इस मत की कड़ी आलोचना की और विज्ञान को सत्य की खोज बतलाया । इससे वैज्ञानिक विधि का रूप ही बदल गया । बॉयल ने चार और पाँच तत्वों के विश्वास को गलत बतलाया और रासायनिक तत्व को आधुनिक परिभाषा दी । इन्होंने तत्व और यौगिक का अन्तर भी स्पष्ट किया ।

18वीं सदी के आरम्भ में फ़्लोजिस्टनवाद लोकप्रिय हुआ । इसके प्रतिपादक जर्मन रसायनज्ञ जे.जे.बेशर (johannjoachinBeacher) थे । इसको व्यापक सिद्धान्त का रूप उनके

दूसरे देशवासी स्टाहल ने दिया । इसके द्वारा धातुओं के कैल्सीनेशन, खनिजो के स्मेल्टिंग आदि की व्याख्या की गई । इस सिद्धान्त के अनुसार जब कोई वस्तु हवा में जलती है, तो उसमें एक पदार्थ निकल जाता है जिसे फ़्लोजिस्टन कहा गया । इस सिद्धान्त के अनुसार फ़्लोजिस्टन का भार ऋणात्मक था । इसलिए जलने पर फ़्लोजिस्टन के निकलने से भार बढ़ने को समझाया गया । इस गलत सिद्धान्त पर लगभग 100 वर्ष तक विश्वास बना रहा ।

5. मध्यकालीन काल (Medieval period).

17वीं सदी के मध्य के उपरान्त न्यूमैटिककेमिस्ट्री (Pneumatic Chemistry) में प्रगति हुई । स्टाफिश रसायनज्ञ जोजेफ ब्लैक (Joseph Black) ने विभिन्न पदार्थो से भिन्न–भिन्न विधियों द्वारा फिल्म गैस (Fixed Gas–carbon dioxide) तैयार की । उन्होंने कार्बन–डाइऑक्साइड और चूना (Quick Lime) से चॉक का संश्लेषण (Synthesized into chalk) किया ।

अंग्रेज पादरी जोजेफप्रीस्टले ने ऑक्सीजन प्राप्त कर इसको डिफ़्लोजिस्टिकेटेड एअर (Dephlogisticated Air) कहा । स्वीडन में सी. डब्ल्यू. शीले (Car Wilhelm Scheele) ने स्वतंत्र रूप से ऑक्सीजन तैयार की तथा इनका नाम फायर वायु (Fair air) रखा । उन्होंने क्लोरीन, अमोनिया, हाइड्रोजन क्लोराइड, नाइट्रोजन के तीन ऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड और सिलिकॉन, टेट्रापलोराइड प्राप्त कर उनका अध्ययन किया ।

इस काल में लेवोशिये ने "फ़्लाजिस्टर सिद्धान्त' की जड़ उखाड़ दी । इसने दहन सम्बन्धी अनेक प्रयोग किए । उसने बताया कि दहन हवा में पाई जाने वाली ऑक्सीजन और जलने वाले पदार्थ के बीच होने वाली रासायनिक क्रिया है । फ़्लोजिस्टन जैसी किसी वस्तु का अस्तित्व है ही नहीं । शराब, कपूर आदि अनेक पदार्थो का विश्लेषण कर किसमें कितना अंश ऑक्सीजन है, यह भी उसने निश्चित किया था ।

हाफमैन, विरहोव और मारग्राफ19वीं शताब्दी के कुछ और रसायनज्ञ थे । हाफमैन ने खनिज जल (Mineral Water) का विश्लेषण किया था और सल्फेट एवं नाइट्रेट का अन्तर बताया था ।

6. आधुनिक काल (Modern period)

यह काल 19वीं शताब्दी से शुरू हुआ । सर्वप्रथम हाल्टन ने द्रव्य की संरचना पर 'परमाणु सिद्धान्त' प्रतिपादित किया । इस काल मे डाल्टन की ऐटामिकथ्यौरी (परमाणुवाद), मेण्डेलीफ की पीरियोडिकटेबल (आवर्त सारणी) और के कुल के कार्बनिक पदार्थो की रचना से सम्बन्धित विचार काफी महत्वपूर्ण है ।

परमाणु का विचार बहुत पुरातन है । डिमोक्रिटसन ने ये मत प्रतिपादित किया था कि किसी भी वस्तु का छोटे से छोटा अदृश्य कण, जो और विभाजित नहीं किया जा सके, एटम (a=not,tom=to divide) है । डाल्टन के परमाणुवाद के अनुसार, 'एटम' घन आकार और भार वाले कण है । इन धारणाओं के कारण 'परमाणुवाद' में आगे चलकर बहुत परिवर्तन हो गए ।

उन्हीं दिनों गेलुसोक (Gaylussac)(वैज्ञानिक)गैसों पर खोज कर रहा था । उसके अनुसंधानों से डॉल्टन के परमाणुवाद को और भी बल मिला । गेलुसोक ने संयोजित होने वाली

गैसों के आयतन के नियम (Law of Combining Volume of Gases) की खोज की थी इस सिद्धान्त के अनुसार परमाणु की विभाजकता पर प्रश्न चिन्ह लगा रहा । इस समस्या का समाधान एवोगाड्रो (Avpgadro) ने परमाणु (Atom) तथा अणु (Molecule) के अन्तर के आधार पर किया । इसकी परिकल्पना ने परमाणु सिद्धान्त की नींव को मजबूत किया । इस काल में वोहलर (wholer) ने प्रयोगशाला में यूरिया (Urea) का संश्लेषण किया । इससे रसायन की प्रगति में बहुत अधिक सहायता मिली और प्रकृति में पाए जाने वाले पदार्थ प्रयोगशाला में संश्लेषित किए गए । इस काल में रसायन की बहुत अधिक प्रगति हुई ।

इस काल में अंग्रेज वैज्ञानिकों विलियम रैमजे और फ्रेडरिक्कसॉडी (Fradericksoddy) ने हीलियम (Francis Asotn) ने मास स्पेक्ट्रोस्कॉपी (Mass spectroscopy) का विकास किया। विज्ञान एक स्वतंत्र शाखा के रूप में 19वी सदी के उत्तरार्द्ध में ही अस्तित्त्व में आया । भौतिकी के क्षेत्र में जो तरह–तरह के अनुसंधान–अन्वेषण हुए उन सबकी गहरी छाप भौतिक रसायन पर पड़ी और 'ऊष्मा गतिकी' (Thermodynamics) तथा 'गत्यात्मक सिद्धान्त' (Kinetic Theory) को अपनाकर भौतिकी रसायनशास्त्र के विकास में मूल्यवान योगदान किया। विगत शताब्दी में इस क्षेत्र में विलार्डगिब्सवाण्डेरवाल और वांटहॉफ ने काफी महत्चपूर्ण कार्य किए।

बीसवीं सदी में रसायन के क्षेत्र में जो आशातित विकास हुआ वह बहुत कुछ नई विधियों और नए ढग के साधनों–उपकरणों के कारण सम्भव हो सका । 19वी सदी में कपूर, नील, कुनैन आदि वानस्पतिक द्रव्यों की अणु संरचना का अंतिम रूप से निर्धारित करने में अनेक वर्ष लगे थे । परन्तु आधुनिक साधनों–उपकरणों के अन्वेषण से यह काम बहुत सरल हो गया । इस शताब्दी के प्रारम्भ में स्वेट नामक एक वनस्पतिज्ञ ने वनस्पति के रंगों के पृथक्करण की एक विधि का आविष्कार किया । इस विधि का नाम उन्होंने 'वर्णलेखन (क्रोमेटोग्राफी) रखा । जेकमाइस्टर, मार्टिन और सींज जैसे वैज्ञानिकों ने इस विधि को और भी विकसित किया और आज यह विधि दैनिक उपयोग की विधि बन गई है । इसी काल में हैन्सयीजर (Hans Yeiger) और ई. मैर्सडन (Ernest Marsden) के प्रेक्षणों की सहायता से रदरफोर्ड ने परमाणु का नया प्रतिरूप प्रस्तुत किया । इसके उपरान्त डेनमार्क के भौतिकीविद् नील बोहर (Danish physicist Nieles Bohr) ने परमाणु का अलग प्रतिरूप प्रस्तुत किया ।

इस सदी की महत्वपूर्ण तकनीकों में प्रमुख है–कलौरीमीट्री(Calorimetry), इलेक्ट्रोफॉरेसिस (Electrophoresis), माँस स्पेक्ट्रोमीटरी (Mass Spectrometry), न्यूक्लियरमैग्नेटिक रेजोनेन्स (Nuclear Magnetic Resonance– NMR), क्रोमेटोग्राफी (Chromatography) X–किरण क्रिस्टेलोग्राफी (X–Ray Crystallography) आदि । इनके विकास में प्रयुक्त रसायन (Applied Chemistry) के क्षेत्र में चहुँमुखी विकास हुआ ।

20वीं शताब्दी मे अनेक नए विचार प्रवर्तित हुए, जिनके द्वारा कार्बनिक पदार्थो की रचना, उसकी रासायनिक क्रियाओं और उनके गुणों आदि सम्बन्ध के में और भी अधिक जानकारी मिली । इनमें इलेक्ट्रॉनवाद (Electronic Theory) अणुकक्षावाद (Molecular Orbits Theory) आदि का समावेश है।

1.4 रसायन विज्ञान के क्षेत्र/ शाखाएँ (Scope / Branches of Chemistry)

रसायन विज्ञान का क्षेत्र (Scope of Chemistry)

रसायन विज्ञान का क्षेत्र असीमित है । इसमें अगणित पदार्थो के अध्ययन की व्यवस्था है । व्यक्तिगत, सामाजिक, आर्थिक, शैक्षिक, औद्योगिक और शासकीय कारणों से इस क्षेत्र में विश्वभर के असंख्य लोग कार्य कर रहे है । 1970 के दशक के प्रारम्भ में ही विश्व के दस लाख लोग इस क्षेत्र में कार्यरत थे । तब से यह संख्या कई गुना बढ़ गई होगी । अध्ययन की सरलता, सुगमता, सुविधा की दृष्टि से रसायन विज्ञान को व्यवस्थित किया गया है । इसके लिए सम्बन्धित यौगिकों का तार्किक वर्गीकरण सम्बन्धी व्यवस्थाओं, परस्पर सम्बन्धियों, ध्येयों को आधार मानकर रसायन विज्ञान को विभिन्न शाखाओं में विभाजित किया गया है ।

कार्बनिक और अकार्बनिक रसायन (Organic and Inorganic Chemistry) – इस वर्गीकरण का आधार किसी यौगिक में उपस्थित तत्व है । कार्बनिक रसायन में उन यौगिकों का अध्ययन शामिल है जिनमें कार्बन होता है । इनमें अन्य तत्व यथा हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, गन्धक, नाइट्रोजन, फास्फोरस, क्लोरीन आदि भी होते है । किन्तु कार्बन तत्व के परमाणु की विशिष्ट संरचना से कार्बनिक यौगिकों की असीमित संख्या प्राप्त होती है । कार्बनिक यौगिकों के अध्ययन की भी विशिष्ट शैली है । अकार्बनिक रसायन में उन यौगिकों का अध्ययन शामिल है, जिनमें कार्बन के अलावा अन्य तत्व उपस्थित है।

भौतिक रसायन (Physical Chemistry) – किसी भी रासायनिक व्यवस्था (Chemical System) के लिए भौतिक रसायन उपागम (APPROACH) की एक विधि (Method) है । यह कार्बनिक अथवा अकार्बनिक किसी पदार्थ या पदार्थ–समूह के सभी गुणधर्मो (Properties) का अध्ययन क्षेत्र है । इसमें प्रायोगिक विधियों का विकास मापन के लिए उपकरणों का निर्माण, मापों का विवेकीकरण (Rationalization), उन सिद्धान्तों का विकास (Development of Theories) जिन्हें गणितीय रूप में अभिव्यक्त किया जा सकता है । मूल्यांकन एवं गुणधर्मो का पूर्वानुमान (prediction) सम्मिलित है ।

विश्लेषणात्मक रसायन (Analytical Chemistry) – विश्लेषणात्मक रसायन दिये गये प्रतिदर्श (Sample) में किसी पदार्थ अथवा पदार्थो की उपस्थिति और मात्राएँ ज्ञात करता है । सैद्धान्तिक रूप में यह प्रतिदर्श में उपस्थित ज्ञात रचना के यौगिक को अलग कर उसका भार ज्ञात किया जाता है । किन्तु अब यह प्रक्रिया कभी–कभी अपनाई जाती है क्योंकि यह अधिक समय लेता है । आधुनिक विश्लेषणात्मक विधियाँ ऐसी तकनीकों की ओर प्रवृत्त है जिनमें आयनों (Ions) और अणुओं (Molecules) के भौतिक गुणों की माप के लिए उपकरणों का उपयोग होता है । कई स्थितियों में तो पदार्थ को प्रतिदर्श (sample) से अलग किये बिना भी वांछित परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं ।

जैव रसायन (Bio–Chemistry) – जैव रसायन जैव व्यवस्थाओं (Biological System) का रसायन है । यह किसी जैव परिदृश्य (Biological site) में उपस्थित यौगिकों की

पहचान के साथ–साथ किसी भी जैव घटना (Biological event) में यौगिकों का एक–दूसरे में रूपान्तरण की प्रवृत्ति का अध्ययन करता है । इसमें विशेष रूप से प्रत्येक रूपान्तरण में होने वाले ऊर्जा परिवर्तन पर ध्यान दिया जाता है।

रसायन की शाखाओं के अन्य वर्गीकरण (Other classifications of the subfields of chemistry) – अमेरिकन केमिकल सोसाइटी (American Chemical Society– ACS) वाशिंगटन डी. सी. द्वारा प्रकाशित पत्रिका "केमिकल ऐब्सट्रेक्ट' (Chemical Abstract) में पुस्तकों, नये पेटेन्टो, अनुसन्धानों, निबन्धों आदि पर संक्षिप्त चर्चाएं होती आ रही है । जुलाई 1971 की पत्रिका (Magazine) में रसायन की 80 शाखाओं का उल्लेख है । इनको 5 प्रमुख संवर्गों में रखा गया है ।

जैव रसायन (Bio–Chemistry) – इसमें सम्मिलित विषय इस प्रकार है–इन्जाइम (enzymes), हार्मोन और सम्बन्धित पदार्थ (Hormones and related substances), रेडिएशन (Radiation), जैव रसायन, जैव रासायनिकी विधियों (Bio–chemical methods), प्लान्ट बायो कैमिस्ट्री (Plant Bio–chemistry), माइक्रोबिल (Microbial), बायोकैमिस्ट्री, नान–मैमलियन बायो कैमिस्ट्री, जन्तु पोषण (Animal nutrition), मैमेलियन बायो कैमिस्ट्री, पैथोलोजिकल बायो कैमिस्ट्री,इम्यूनों कैमिस्ट्री (Immuno Chemistry, टॉक्सिकोलॉजी (Toxicology), फार्मा को–डायनेमिक्स (Pharma Co–dynamics), फर्मन्टेशन (Fermentation), फूड्स (Foods), प्लान्ट ग्रोथ रेग्यूलेट्स पेस्टीसॉइड्स (Pesticides), फर्टीलाइजर्स (Fertilizers), स्वायल (soils), प्लान्ट न्यूट्रिशन (Plant nutrition)।

कार्बनिक रसायन (Organic Chemistry) – इसके अन्तर्गत सम्मिलित विषय इस प्रकार है– सामान्य कार्बनिक रसायन, भौतिक कार्बनिक रसायन, ऐलीफैटिक यौगिक (Aliphatic compounds), ऐलीसाइक्लिक यौगिक (Alicylic compounds, नॉन–कण्डेन्स्ड ऐरोमैटिक यौगिक (Non condensed aromatic compounds), कन्डेनड ऐरोमैटिक यौगिक (Condensed aromatiatic compounds), हटरोसाइक्लक यौगिक (Heterocyclic compounds), ऑर्गेनोमेटलिक एण्ड आर्गेनोमेटालोइडल यौगिक (Organ metallic & Organometalloidal compounds), टर्पेन्दाइड्स (terpenoids), ऐल्कालायड्स (Alkaloids), स्टेरॉयड्स (Steroids). कार्बोहाइड्रेट्स (Carbohydrates) और प्रोटीन्स (proteins) ।

सूक्ष्म व्यष्टि आणविक रसायन (Macromolecular Chemistry) – इसमें सम्मिलित विषय सूची इस प्रकार है – सिन्थैटिक हाई पोलीमर्स (Synthetic High polymers), प्लास्टिक्स फैब्रिकेशन और उपयोग (Plastics fabrication and uses), प्राकृतिक रबर सहित ऐलास्टॉमर्स (Natural rubber with elastomers),टेक्स्टाईल रंग (Dyes), पलोरीसेन्द व्यहाईटनिंग एजेन्ट्स (Flouroscent whitening agents), फोटोसिन्थेसाइजर्स (Photosynthesizers, चमड़ा तथा सम्बन्धित वस्तुएँ (Leather& related materials), कोटिंग्स (Coatings), स्याही (Inks), सेल्युलोज (Cellulose),

लिग्निन (Lignin), कागज (paper) अन्य काष्ठ उत्पाद (Other wood products),, औद्यर्मेगेक कार्बोहाइड्रेट (Industrial Carbohydrates), चर्बी और मोम (Fats and Waxes), सर्फेस एक्टिव ऐजेण्टस (Surface active agents and detergents)।

प्रयुक्त रसायन एवं रासायनिक अभियान्त्रिकी (Applied Chemistry and Chemical Engineering) – इसमें प्रमुख इस प्रकार हैं – उपकरण और प्लान्ट उपस्कर (Apparatus& Plant equipment), यूनिट ऑपरेशन्स एण्ड प्रोसेसेज (Unit operations& explosives), औद्योगिक अकार्बनिक रसायन (Chemicals), प्रॉपीलेन्टस एण्ड एक्सप्लोसिब्ज (propellants& explosives), पेट्रोलियम और पेट्रोलियम डेरिवेटिब्ज एवं सम्बन्धित उत्पाद, कोयला और कोयला. डेरिवेटिब्ज (Cola and Coal Derivatives), मिरलोजिकल एण्ड जिओलॉजिकल रसायन (Mineralogical& Geological chemistry), निष्क्रमण धातुकर्म (Extractive metallurgy), फेरस मेटल एण्ड एल्वायेज (Alloys), नॉन–फेरस मेट्रल्स एण्ड एल्वायेज, सिरैमिक्स (Ceramics), सीमेन्ट और कंकरीट उत्पाद, वायु प्रदूषण (Air pollution), और औद्योगिक स्वास्थ्यकर अवस्था (Industrial Hygiene), सिवेज और वेस्ट्स (Sewage& wastes), जल, तेल और कॉस्मेटिक्स (Oils and Cosmetics), फार्मेस्युटिकल्स (Pharmaceuticals), फार्मेस्युटिकल्स विश्लेषण (Pharmaceutical analysis) ।

भौतिकी और विश्लेषणात्मक रसायन (Physical & Analytical Chemistry) – रसायन विज्ञान की इस शाखा के विषय इस प्रकार है–सर्फेस रसायन और कोल्वाइड्स (Surface Chemistry and Colloids), कैटलिसिस एण्ड रिऐक्शन काइनेटिक्स (Catalysis& Reaction Kinetics), फेज इक्विलिब्रिआ (Phase Equilibraia), केमिकल इक्विलिब्रिआ (Chemical Equilibria), विलियन (Solutions), ऊष्मा गति की (Themo Dynamics), ऊष्मा रसायन (Thermo–Chemistry), ऊष्मीय गुणधर्म (Thermo properties), क्रिस्टलाइजेशन एण्ड क्रिस्टल संरचना (Crystallization and Crystal Structure), विद्युत घटनाएँ (Electric Phenomena), चुम्बकीय घटनाएँ (Magnetic Phenomena), स्पेक्ट्रा बाइ–ऐब्जार्वशन (Spectra bi–absorption), एमीशन (Emission), परावर्तन या चुम्बकीय रेजोनेन्स (Reflection or Magnetic Resonance), रेडिएशन रसायन (Radiation Chemistry), फोटो कैमिस्ट्री एण्ड फोटोग्राफिक प्रक्रियाएँ (Photo Chemistry and Photographic process),, नाभिकीय प्रौद्योगिकी (Nuclear Technology), विद्युत रसायन (Electro Chemistry), अकार्बनिक रसायन एवं प्रतिक्रियाएँ (Inorganic chemical and reactions), अकार्बनिक विश्लेषणात्मक रसायन (Inorganic Analytical Chemistry), कार्बनिक विश्लेषणात्मक रसायन विज्ञान (Organic Analytical Chemistry)।

इनके अतिरिक्त रसायन विज्ञान में निम्नलिखित विषय समय–समय पर सम्मिलित किये गये है।

कृषि और खाद्य रसायन (Agriculture and food Chemistry), जैव रसायन (Biological Chemistry), रसायनिक शिक्षा (Chemical Education), रसायनिक साहित्य

(Chemical Literature), कैमिकल मार्केटिंग एण्ड इकोनॉमिक्स (Chemical Marketing and Economics), मृदा रसायन (Soil Chemistry), फ़्लोरीन रसायन(Fluarine Chemistry), ईंधन रसायन (Fuel Chemistry), रसायन का इतिहास (History of Chemistry)।

रसायन विज्ञान की कार्य–प्रणाली (Methodology of Chemistry)

सभी परिपक्व विज्ञानों की भाँति रसायन की कार्य–प्रणाली के दो प्रमुख उपागम है– बौद्धिक या सैद्धान्तिक (Intellectual or Theoretical) और प्रयोगात्मक (Experimental)। ये दोनों भिन्न न होकर एक–दूसरे के पूरक है । स्वयं अपने आप में कोई भी उपागम पूर्ण नहीं है । रसायन की कार्य प्रणाली विज्ञान में दोनों उपागम एक–दूसरे पर निर्भर है ।

स्वामूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान की प्रमुख शाखाएँ लिखिए ।
2. कार्बनिक व अकार्बनिक रसायन के उदाहरण दीजिए

1.5 रसायन विज्ञान के आधारभूत सम्प्रत्यय योजना (Basic Conceptual Scheme of Chemistry)

विज्ञान को निम्नलिखित दो प्रकार्यो से स्पष्ट कर सकते है ।

1. विज्ञान प्रक्रिया के रूप में (Science as process)
2. विज्ञान में निरीक्षण (Inquiry Approach in Science)

विज्ञान एक व्यवस्थित प्रक्रिया है और इस व्यवस्थित प्रक्रिया द्वारा परिणाम की प्राप्ति उत्पादन (Product) के रूप में होती है । जो निरीक्षण का परिणाम है । इस प्रकार विज्ञान –व इसकी शाखाओं में ज्ञान के भण्डार तथा विषयवस्तु (Content) में वृद्धि होती है ।

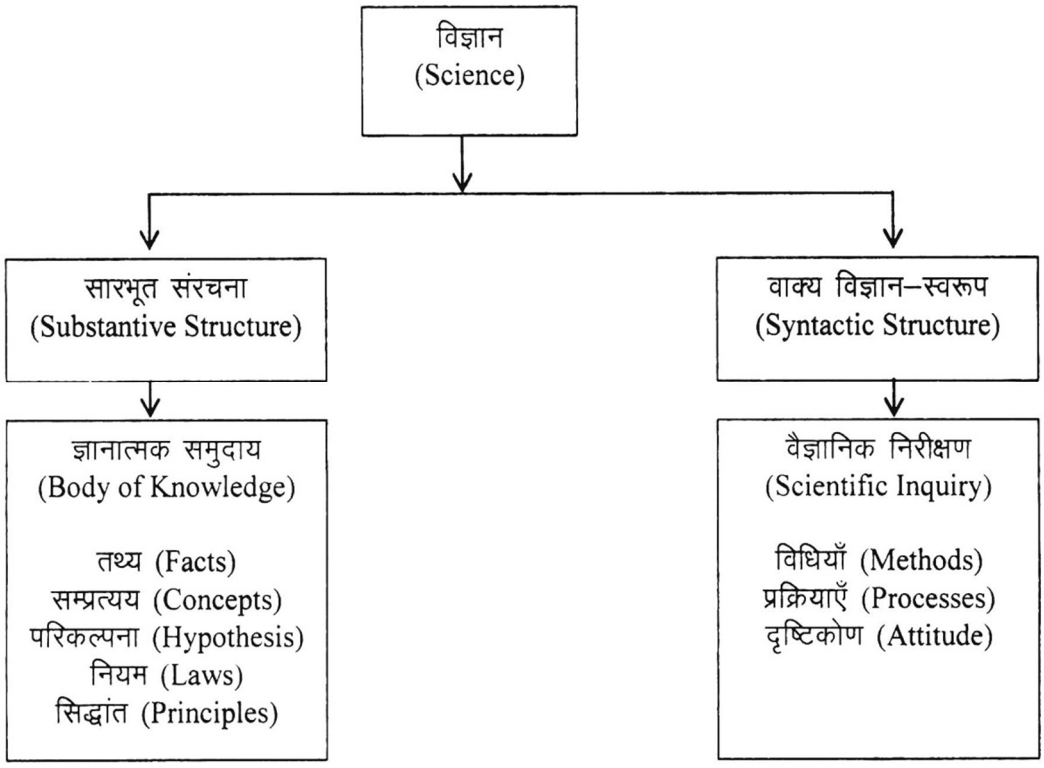
विज्ञान = आधारभूत सम्प्रत्यय योजना + वैज्ञानिक प्रक्रिया

विज्ञान की संरचना निर्माण में स्केहब (Scahb) ब्रूनर (Bruner) जोसेफ जे. (Joseph J.) का प्रमुख योगदान है ।

विज्ञान की संरचना के दो प्रमुख भाग है –

1. सारभूत संरचना (Substantive Structure)
2. वाक्य विज्ञान (Syntactic structure)

दिए गए चार्ट से विज्ञान संरचना को समझा जा सकता है.



चित्र 1.1 (अ) विज्ञान की संरचना (Structure of Science)

(a) विज्ञान की सारभूत संरचना (Substantive Structure of Science) – ये सम्प्रत्यात्मक योजना को प्रस्तुत करता है । इसमें विज्ञान का आधारभूत ज्ञान निहित है जैसे परिभाषाएँ (Definition),तथ्य (fact) सम्प्रत्यय (Concept), नियम (Low), प्रत्यक्ष प्रेक्षण (Direct observation) सिद्धान्त (Theory) आदि ।

(b) वाक्य विज्ञान स्वरूप (Syntactic Structure) – ये वैज्ञानिक निरीक्षण (Inquiry) की प्रक्रिया से सम्बन्धित है । जिसमें वैज्ञानिक विधियों द्वारा नवीन ज्ञान की प्राप्ति होती है ।

II. विज्ञान की सारभूत संरचना
(Substantive Structure of Science)

ज्ञान समुदाय
(Body of Knowledge)

अनुभव व प्रयोग पर आधारित (Empirical Knowledge)		सिद्धान्तों पर आधारित (Theoretical knowledge)
1. प्रत्यक्ष निरीक्षण (Direct observation)	1.	शब्दावली (Vocabulary)
2. उपकरण निरीक्षण (Instrumental observation)	2.	सम्प्रत्यय (Concept)
3. वाक्य (Facts)	3.	सिद्धान्त (Principles)
	4.	सामान्यीकरण (Generalisations)
	5.	नियम (Laws)
	6.	परिकल्पनाएँ (Hypothesis)

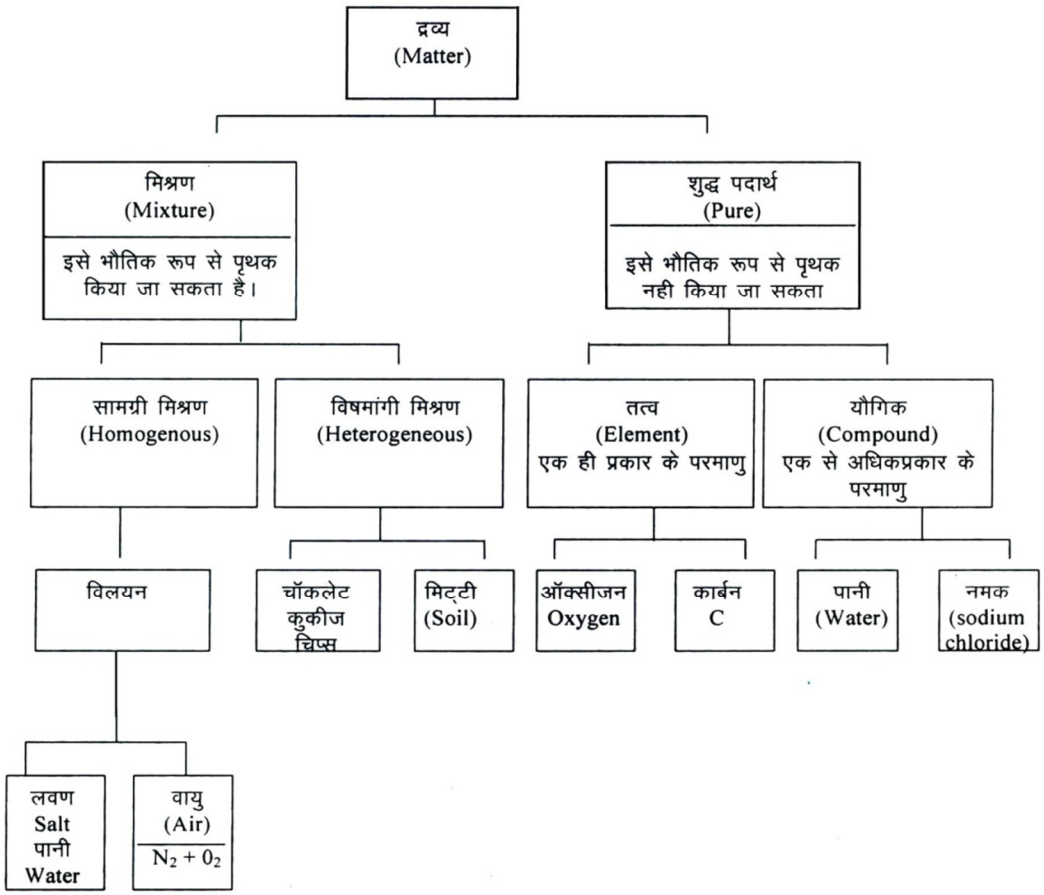
चित्र 1.1 (ब)

1.6 रसायन विज्ञान का आधारभूत सम्प्रत्यय (Conceptual Scheme of Chemistry)

रसायन विज्ञान का अध्ययन विभिन्न प्रकार के द्रव्यों के अध्ययन से सम्बन्धित है ये सभी द्रव्य प्रमुख कणों से मिलकर बने हैं जिन्हें परमाणु तथा अणु कहा जाता है । अत: द्रव्यों की प्रकृति, रूप, गुण, आकार रासायनिक क्रिया आदि को समझने से पूर्व आवश्यक है कि रसायन विज्ञान के आधार, द्रव्यों व द्रव्यों के प्रकार व द्रव्यों की संरचना व गुणों के लिए उत्तरदायी कणों अर्थात् परमाणु व अणु को समझे ।

रसायन शास्त्र की मूलभूत अवधारणाएं – परमाणु संरचना (Atomic structure), आवर्ती वर्गीकरण (Periodic Table) तथा रासायनिक आबंध (chemical bond) है । उपरोक्त सभी रसायन शास्त्र की सभी शाखाओं का आधार है किसी विशेष तत्व के परमाणु की संरचना के आधार पर किसी तत्व की रासायनिक अभिक्रियाशीलता तथा तत्व के आवर्ती वर्गीकरण में उसकी स्थिति का पता चलता है |

प्राथमिक स्तर पर रसायन विज्ञान के शिक्षण में द्रव्य, द्रव्य के प्रकार, वर्गीकरण, अनके सामान्य गुण व विशेषता एवं उदाहरणों का ज्ञान दिया जाता है । जैसे द्रव्य (matter) क्या है? उनकी विशेषता क्या होती है? उनमें कैसे अन्तर कर सकते है आदि । ये सम्प्रत्यय दिए गए चार्ट द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है ।



द्रव्य वैद्युतीय व्यवहार प्रदर्शित करता है – गुब्बारे को उन सिल्क या टेरीलीन से रगडते या दीवार के पास लाने पर यह दीवार की ओर आकर्षित होता है । इसी प्रकार टेरीलीन या सिल्क के वस्त्र खिंचाव उत्पन्न करते हैं कंघी करते समय सूखे बाल खड़े हो जाते है । प्लास्टिक की कंघी को सूखे बालों पर घिसने से वह कागज के टुकड़ों को उठाकर अपनी और आकर्षित करती है।

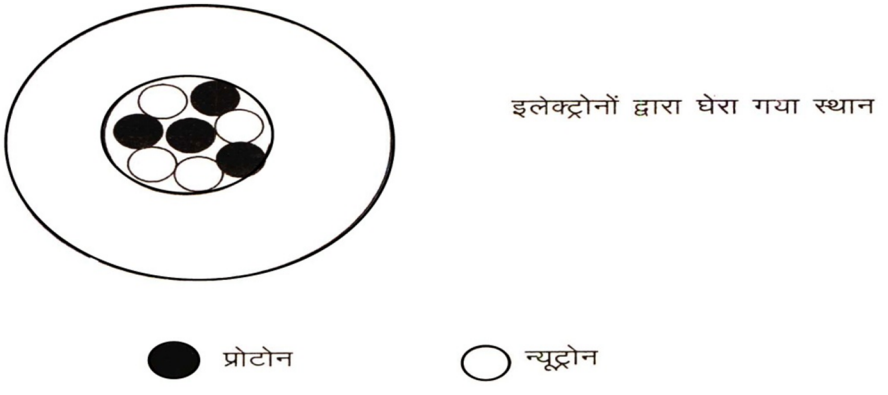
उपरोक्त उदाहरणों में ऐसा क्यों होता है ?

इनमें विद्युत आवेश उपस्थित हो सकता है । दीवार गुब्बारे, सिल्क, टेरीलीन के वस्त्र कंघी, बाल विभिन्न प्रकार के द्रव्य है । ये हमें विश्वस्त करते है कि द्रव्य की प्रकृति विद्युतीय होती है । ये सभी द्रव्य छोटे–छोटे कणों से मिलकर बने होते है जो अणु व परमाणु है ।

द्रव्य सूक्ष्म कण परमाणु की संरचना के मुख्य बिन्दु इस प्रकार है –

- परमाणु तीन आधारभूत कणों, प्रोटानों, न्यूट्रानों तथा इलेक्ट्रानों से बने होते है ।
- प्रोटोन तथा न्यूट्रोन परमाणु के केन्द्र में छोटे से नाभिक में होते है । परमाणु का लगभग सम्पूर्ण द्रव्यमान नाभिक में विद्यमान रहता है ।
- इलेक्ट्रोन, जिसका द्रव्यमान नगण्य होता है, नाभिक के चारों और विद्यमान होते है ।
- एक परमाणु में इलेक्ट्रोन, नाभिक के चारों और निर्धारित ऊर्जा स्तरों या शैलों (shells) में परिक्रमा करते है ।

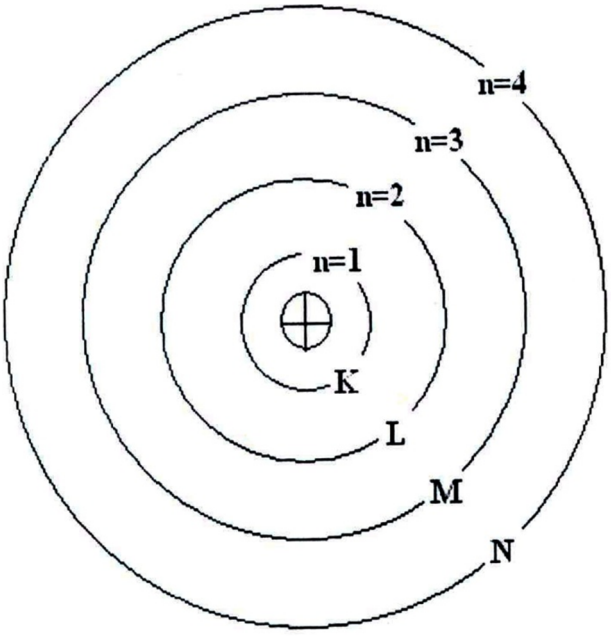
परमाणु में इलेक्ट्रोन और प्रोटोनों की संख्या समान होती है, प्रोटोन धनावेशित (+) व इलैक्ट्रॉन ऋणावेशित तथा न्यूट्रान उदासीन होता है । जिसके परिणामस्वरूप परमाणु उदासीन (आवेश रहित) होता है । रदरफोर्ड के प्रयोगों से यह सिद्ध होता है परमाणु का लगभग पूर्ण द्रव्यमान थोड़े से स्थान में केन्द्रित है । अत: प्रोटोन तथा न्यूट्रान जो परमाणु के कुल द्रव्यमान को दर्शाते है इस क्षेत्र पर विद्यमान है । फलस्वरूप यह क्षेत्र धन आवेशित है । परमाणु का यह भाग नाभिक कहलाता है । नाभिक में विद्यमान प्रोटोन नाभिक में धनात्मक आवेश की संख्या को दर्शाते है । यह संख्या तत्त्व परमाणु क्रमांक (Atomic No.) कहलाता है । चूंकि परमाणु का कुल द्रव्यमान नाभिक में केन्द्रित होता है, अत: परमाणु की कुल संख्या नाभिक में केन्द्रित होता है । नाभिक में विद्यमान प्रोटोन (p) तथा न्यूट्रान की कुल संख्या (N)को तत्व की द्रव्यमान संख्या (Mass No.) कहते हैं । अत: द्रव्यमान संख्या = N+p है । जिसे चित्र संख्या 1.3 में दर्शाया गया है ।



चित्र 1.3 परमाणु संरचना

इलैक्ट्रॉन नाभिक के बाहर ऋणात्मक रूप से आवेशित कणों के एक बादल के रूप में आच्छादित हो जाते हैं । इस बादल में इलैक्ट्रॉन अपनी ऊर्जा (Energy) अर्थात् ऊर्जा स्तर (Energy level) के अनुसार व्यवस्थित होते हैं । इन ऊर्जा स्तरों (Energy level) को 1, 2, 3, 4... संख्याओं, मुख्य क्वांटम संख्या (Quantum Number) या वर्गों जैसे K,L,M,N, आदि से वर्णित किया जाता है ।

इन्हें चित्र संख्या 1.4 में प्रदर्शित किया गया है ।



चित्र संख्या 1.4 परमाणु के विभिन्न ऊर्जा स्तर

ये कोष (Shell) कहलाते हैं । मुख्य क्वांटम संख्या का मान जितना कम होता है । इसका तात्पर्य है कि इलैक्ट्रॉन उतने ही निम्न (Lower) ऊर्जा स्तर (Energy) में विद्यमान है। n=1 निम्न ऊर्जा स्तर यह K के अनुसार है ।

n=2, n=3, ई इत्यादि जो L, M, N, कोषों (Shell) के इलेक्ट्रॉनों का विन्यास निम्न प्रकार से होता है ।

- प्रथम अथवा अन्तरम कोष (Innermost Shell)(n=1) में मात्र दो ही इलेक्ट्रॉन हो सकते हैं ।
- द्वितीय कोष (Second Shell) (n=2)में अधिकतम (maximum) 8 इलैक्ट्रॉन हो सकते हैं ।
- इसके अगले कोष (Shell) (n=3) में अधिकतम 18 इलैक्ट्रॉन हो सकते हैं । (सारणी 1.5 के अनुसार)
- इसके आगे के कोषों के अन्तर्गत कई छोटे–छोटे कोष होते हैं जिन्हें उपकोष कहा जाता है। विभिन्न कोषों में इलैक्ट्रॉन क्रमबद्ध रूप से भरते हैं कोई इलैक्ट्रॉन किसी विशेष कोष में तब तक नहीं ठहरता जब तक कि इससे पूर्व का कोष क्षमतानुसार पूर्ण नहीं हो जाता है ।

तत्व	H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
परमाणु संख्या	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
इलेक्ट्रानिक विन्यास	1	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
तत्व	Na	Mg	Al	Si	P	S	Se	Ar	K	
परमाणु संख्या	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
इलेक्ट्रानिक	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	8,1
विन्यास	1	2	3	4	5	6	7	8		

1.5 सारणी

जैसे–जैसे तत्वों व उनके यौगिकों के व्यवहार सम्बन्धी सूचनाओं में वृद्धि हुई उनके विषय में प्राप्त सूचनाओं या ज्ञान को वर्गीकृत करने तथा तत्वों को क्रमबद्ध करने की आवश्यकता हुई । तत्वों के भौतिक व रासायनिक गुण, उस तत्वों के परमाणु में विद्यमान इलेक्ट्रॉन और इनका नाभिक के चारों ओर विन्यास पर निर्भर करते हैं । इस हेतु आवर्त सारणी निर्मित की गई जिसे दीर्घ रूप आवर्त सारणी कहते है । आवर्त सारणी का आधार इलेक्ट्रॉन विन्यास है ।
इस आवर्त सारणी आधारभूत बिन्दु निम्न है ।

– आवर्त सारणी के इस दीर्घ रुप में तत्वों को उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर वर्गीकृत किया गया है जो परमाणु क्रमांक पर आधारित है ।

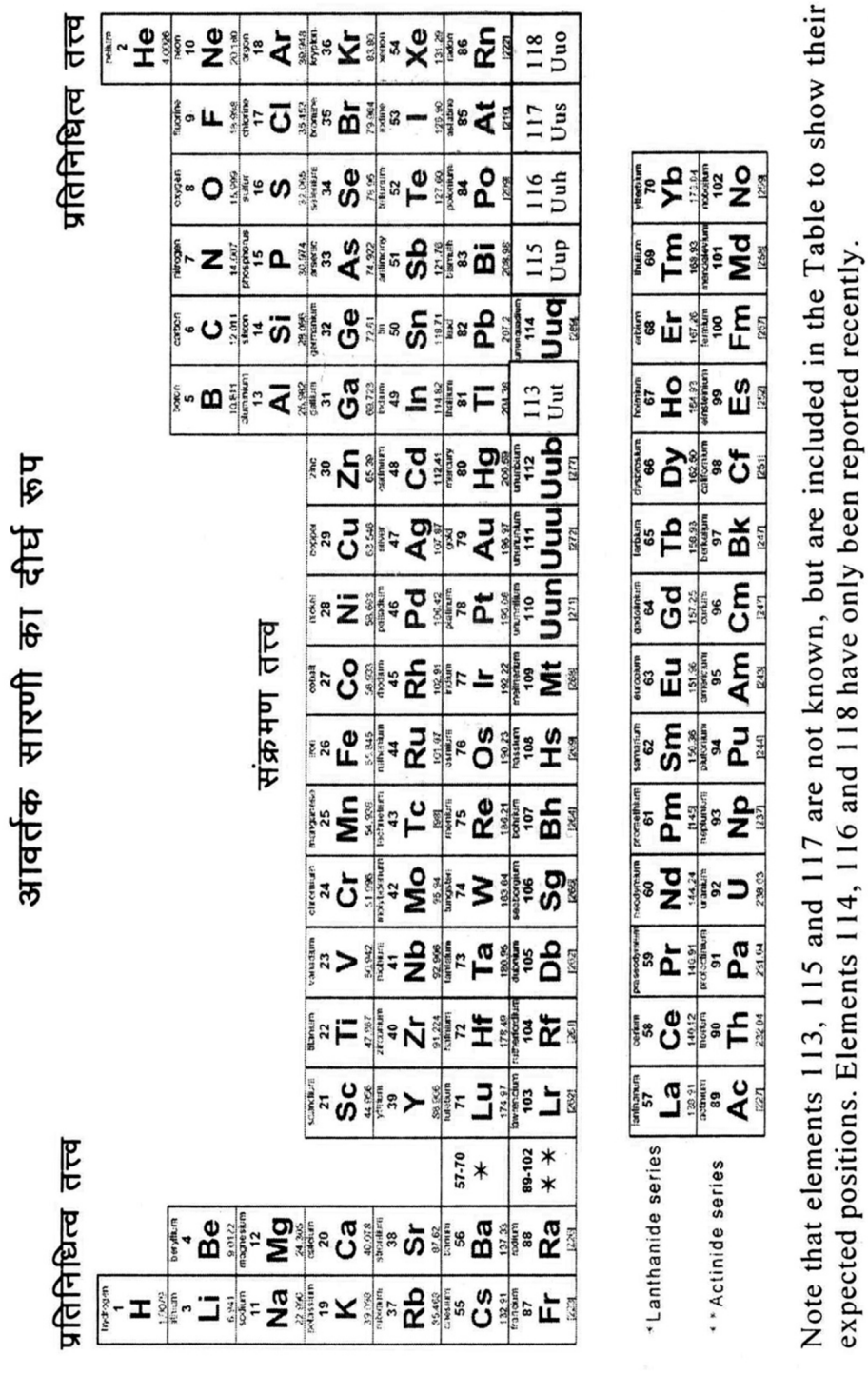
– दीर्घ रुप आवर्त सारणी आठ समूह (Group) सात आवर्तक (Period) है ।

– समूह में तत्त्वों को उनके परमाणु क्रमांक के बढ़ते क्रम में रखा गया है । वे तत्त्व जिनके गुणों मे समानता है एक ही उध्वार्धर सप्तम् (Column) मे रखे गए हैं । जैसे– सोडियम (Na), व पोटेशियम (K) जिनके गुणों में समानता है एक ही समूह (Group) में स्थित है ।

– प्रत्येक आवर्तक एक नई मुख्य क्वांटम संख्या (Quantum Number) से प्रारम्भ होता है । आवर्तक (Period) की संख्या व परमाणु के अन्तिम कोष (Shell) की संख्या में समानता होती है । प्रत्येक आवर्तक (Period) के अन्त में एक उत्कृष्ट गैस (Noble Gas) होती है । सातवां आवर्तक अधूरा है । इसके कुछ तत्त्व अभी खोजे नहीं जा सकें ।

तत्वों के गुण संयोजकता (Valence) इलेक्ट्रॉन पर निर्भर करते है संयोजकता इलेक्ट्रॉन अन्तिम कोष में पास वाले इलेक्ट्रॉन की संख्या को कहते है । किसी तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (Electronic configuration) से संयोजकता इलेक्ट्रॉन (Valency Electrons) का पता चलता है । इलेक्ट्रॉनों की इस संख्या से परमाणु का आकार, संयोजकता, धात्विक गुण को स्पष्ट किया जा सकता है । इस प्रकार यदि आपको किसी तत्व की आवर्त सारणी (Periodic Table) मे स्थिति का पता है तो आप इस तत्त्व के धात्विक गुण, क्रियात्मक संयोजकता, इसके विभिन्न यौगिकों (Compounds) के सूत्र परमाणु आकार (Atomic Size) आयनीकरण ऊर्जा

(Ionization Energy) इलेक्ट्रॉन बन्धुता (Electron affinity) विद्युत ऋणात्मकता (Electro negativity) इत्यादि विषय में भविष्यवाणी की जा सकती है ।



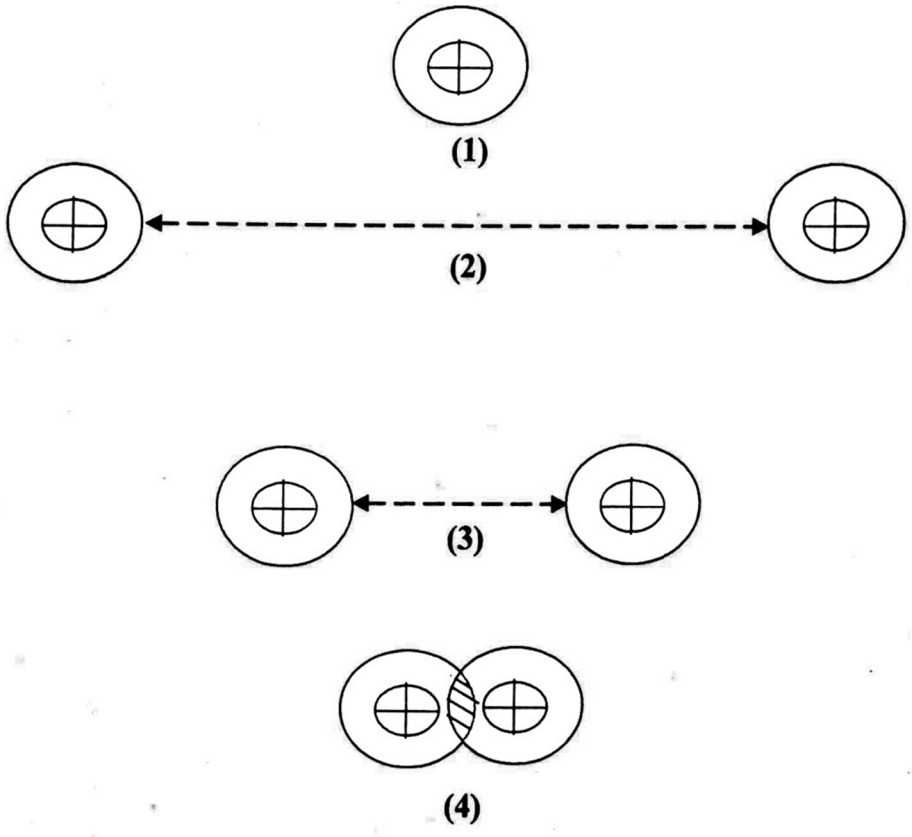
चित्र संख्या 1.6 आवर्त सारणी

समस्त द्रव्य (Matter) परमाणु से बने है किन्तु परमाणुओं का अस्तित्व प्रकृति मे स्वतंत्र रुप से नहीं रहता । ये परमाणु संयुक्त होकर तत्वों तथा यौगिकों के अणु बनाते हैं । जब

एक ही तत्व के परमाणु मिलते है तो उस तत्त्व का अणु बनता हैं । उदाहरणार्थ– हाइड्रोजन अणु का बनना । और यदि दो या दो ये अधिक तत्वों के परमाणु संयुक्त हो जाते हैं तो यौगिकों का निर्माण होता है । हाइड्रोजन क्लोराइड (HCL), अमोनिया (NH3) के अणु इनके परमाणु संयोजक (Combining) परमाणुओं से सदैव अधिक स्थिर (Stables) होते है । इस स्थिरता (Stability) को ऊर्जा परिवर्तन (Energy) से समझ सकते हैं । ऐसे संयोजन में ऊर्जा निकाय से कम हो जाती है । जिस अणु की स्थितिज ऊर्जा जितनी कम होगी वह उतना ही अधिक स्थिर होगा ।

उपरोक्त समस्त समप्रत्यय आवर्त सारणी (Periodic) व अणु यौगिक निर्माण प्रक्रिया तत्वों के रासायनिक गुण इत्यादि विद्यार्थियों को माध्यमिक व उच्च माध्यमिक स्तर व उच्च स्तर पर भी रसायन विज्ञान विषय को समझने के आधार के रुप में प्रयुक्त होते हैं । एक हाइड्रोजन परमाणु की तुलना में एक हाइड्रोजन अणु अधिक स्थाई होता, है । हाइड्रोजन अणु निर्माण प्रक्रिया द्वारा परमाणु में आबंध (Bonding) को समझा जा सकता है कि किस आबंधन प्रक्रिया (Bonding problem) में ऊर्जा कम हो जाती है या ऊर्जा का निम्नीकरण होता है । जिससे इसका अणु स्थाई होता है । हम एक हाइड्रोजन परमाणु पर विचार करें । (चित्र संख्या 1.7 के अनुसार)

प्रत्येक हाइड्रोजन परमाणु के नाभिक के बाहर पहले कोष (Shell) में एक 'इलेक्ट्रॉन' होता है । यह गोलीय आकृति का होता है अर्थात् प्रत्येक दशा में समान प्रतीत होता है । इसी प्रकार दूसरा हाइड्रोजन परमाणु भी नाभिक के बाहर पहले कोष में वैसा ही इलेक्ट्रॉन रखता है । प्रारम्भ में जब दोनों एक दूसरे से अधिक दूरी पर होते हैं तो दोनों में परस्पर कोई क्रिया नहीं होती है, क्योंकि दोनों बहुत दूर हैं । अत: दोनों की कुल ऊर्जा अलग–अलग परमाणुओं की ऊर्जा का योग है । अधिक दूरी पर ऊर्जा का निम्नीकरण संभव नहीं है और स्थायित्व (Stability) नहीं है । अत: अधिक दूरी पर अणु निर्माण भी संभव नहीं है । यदि हम इन दोनों प्रतिकर्षित करने वाले परमाणुओं को निकट लाते हैं तो एक परमाणु का इलेक्ट्रॉन दूसरे परमाणु के नाभिक के कारण आकर्षण (Attraction) बल अनुभव करने लगेगा । यदि इन परमाणुओं को ओर अधिक नजदीक लाया जाता है तो यह आकर्षण बल बढ़ता जाता है । जैसा कि आप जानते हैं कि एक अलग हाइड्रोजन परमाणु मे इलेक्ट्रॉन को उसका अकेला नाभिक आकर्षित कर रहा होता है । किन्तु जब दो हाइड्रोजन परमाणु निकट आ जाते हैं तो दोनों परमाणुओं में प्रत्येक इलेक्ट्रॉन दोनों नाभिकों का आकर्षण बल अनुभव करेगा । इस स्थिति में ऊर्जा स्तर निम्न हो जाता है ।



1.7 हाइड्रोजन अणु निर्माण

1.7 रसायन विज्ञान की आधारभूत सामान्य तार्किक संरचनाएँ (General Logical Structure of The fundamentals of Chemistry)

रसायन विज्ञान की आधारभूत संरचनाओं को अग्रलिखित परिभाषाओं द्वारा समझा जा सकता है

1. परिभाषा:– सामान्य रासायनिक पदार्थ (Simple Chemical Object) का तात्पर्य एक समान नाभिक (Nucleus)ए व इलेक्ट्रॉन कोष (Electron Shell)ए से बने हुए पदार्थ ।

2. परिभाषा:– जटिल रासायनिक पदार्थ (Complex–Chemical Object) वह है जो एक रासायनिक पदार्थ (Chemical Object) से अधिक सामान्य रासायनिक पदार्थो (Simple Chemical Object) से मिलकर बना है ।

3. परिभाषा:– परमाणु का तात्पर्य विद्युतीय उदासीन रासायनिक निकाय (Electrically Neutral Simple chemical Object) और एक परमाणवीय आयन (Monoatomic ion) का तात्पर्य सामान्य रासायनिक पदार्थ जो विद्युतीय आवेशित (Electrically Charged) है ।

4. उपरोक्त से यह स्पष्ट है कि सामान्य रासायनिक पदार्थो (Simple Chemical Object) के समूह में सभी प्रकार के परमाणु व एक परमाणवीय आयन (Mono Atomic

ions) सम्मिलित है । जबकि जटिल रासायनिक पदार्थो के समूह में सामान्य व जटिल अणु (Simple& Complex Molecule)के बहुपरमाणवीय आयन Poly Atomic ions) निहित है । इस प्रकार सामान्य रासायनिक पदार्थ (Simple Chemical Object)व जटिल रासायनिक पदार्थ (Complex Chemical Object) की अवधारणा उनकी संरचना (Structure), संगठन (Composition) और मुख्यत: उनकी निर्माण प्रक्रिया (Construction process) से सम्बन्धित होती है जिसे हम रसायन विज्ञान के दो प्रमुख संवर्गो के रूप में इस प्रकार स्पष्टकर सकते हैं–

II. सामान्य पदार्थो का रसायन

Chemistry of Simple Objects

विभिन्न प्रकार के परमाणु व विभिन्न एक परमाणु आयन का रसायन

1. स्थतिक (Statics) करने का इस भाग में विभिन्न सामान्य पदार्थो का स्पष्ट यह भाग सामान्य रासायनिक पदार्थो में विचार निहित है । This part includes the notions necessary for describing different species of simple chemical objects	गत्यात्मक (Dynamics) यह भाग सामान्य रासायनिक पदार्थो मे परिवर्तन प्रक्रिया का विचार है This part includes the notions necessary for describing different processes of transformations of the species of the Species of Simple Chemical Object

II. जटिल पदार्थो का रसायन

CHEMISTRY OF COMPLEX OBJECT

विभिन्न प्रकार के बहुपरमाणवीय आयन, सामान्य व जटिल अणु आदि

Chemistry of different Species of poly atomic ions Simple and Complex Molecule etc.)

1. स्थतिक (Statics)	2. गत्यात्मक (Dynamics)
इस भाग में विभिन्न प्रकार के जटिल रसायन पदार्थो को स्पष्ट करने सम्बन्धी विचार निहित है। This parts includes the notions necessary far describing different Species of complex chemical objects.	इस भाग में जटिल रासायनिक पदार्थो के निमार्ण, उनके टूटने व स्पीशज के परिवर्तन की प्रक्रिया के स्पष्टीकरण का विचार निहित है। This parts include the notions necessary for discrediting different processes of formation, destruction and transformations of complex chemical objects

तार्किक दृष्टिकोण से उपर्युक्त योजना निम्न तथ्यों को प्रदर्शित करती है ।

(1) रासायनिक विज्ञान चार प्रमुख भागों से सम्बन्धित है ।

(2) इन चारों भागो में प्रत्येक भाग सम्ब सम्बन्धित धित समूह के आधारभूत रासायनिक विचार को स्पष्ट करता है ।

(3) प्रत्येक समूह एक केन्द्रिय क्षैतिज विचार से सम्बन्धित है ।

(4) रसायन विज्ञान के क्षैतिज चारों पृथक आधारभूत सम्प्रत्यों में समानान्तर (Horizontal) एवं स्तम्भीय (Vertical) जटिल सम्बन्ध होता है । जैसे–प्रस्तुत चार्ट में जटिल रासायनिक पदार्थ में स्थितिज विचार का विकास तभी होता है जब सामान्य रासायनिक पदार्थ का स्थितिक विचार विकसित हो चुका हो । इसी प्रकार जटिल रासायनिक पदार्थ का गत्यात्मक विकास तभी विकसित होगा जब अन्य तीनों समूह से सम्बन्धित विचार का विकास होगा ।

(1) प्रथम भाग सामान्य रासायनिक पदार्थ (Simple Chemical object) के समूह के विचार का तात्पर्य समान तुल्यांकी ऊर्जा स्तर (Equivalent Energy State) में समान भौतिक संगठन एवं समान भौतिक निर्माण भौतिक संगठन (Physical composition) का तात्पर्य एक रुप वाले न्यूट्रान,प्रोटोन व इलेक्ट्रॉन के समूह विद्यमान होना है ।

(2) सामान्य रासायनिक पदार्थो के विषय में द्वितीय भाग सामान्य रासायनिक प्रक्रिया (Simple Chemical Process) से है । जिसमें एक सामान्य रासायनिक स्पीशीज का दूसरा सामान्य रासायनिक स्पीशीज में स्थानान्तरण (Transform) होता है । उदाहरणार्थ– आयनीकरण (Ionization) प्रक्रिया, सामान्य रासायनिक पदार्थो का संयुक्तीकरण (Recombination of Simple Chemical Objects) आदि ।

(3) इसी प्रकार तृतीय भाग जटिल रासायनिक पदार्थ का है जिसमें सामान्य रासायनिक पदार्थो के विपरीत रासायनिक संगठन व निर्माण में एकरूपता दिखाई देती है (Unity of Chemical Composition and Chemical Construction) रासायनिक संगठन (Chemical Composition) यहा विभिन्न सामान्य रासायनिक समूह की स्पीशीज से है जो संगठित होकर एक विशेष जटिल रासायनिक पदार्थ बनाते है । और रासायनिक निर्माण (Construction) में परस्पर सामान्य रासायनिक पदार्थो का परस्पर स्थान परिवर्तन हो जो एक आकाशीय त्रिवीमीय भौतिक स्थान (There dimensional physical Space) में एक विशेष जटिल रासायनिक पदार्थ (Complex chemical object) में स्थित होते है ।

(4) अन्तिम भाग जटिल रासायनिक पदार्थो की प्रक्रिया के है । जिसमें –

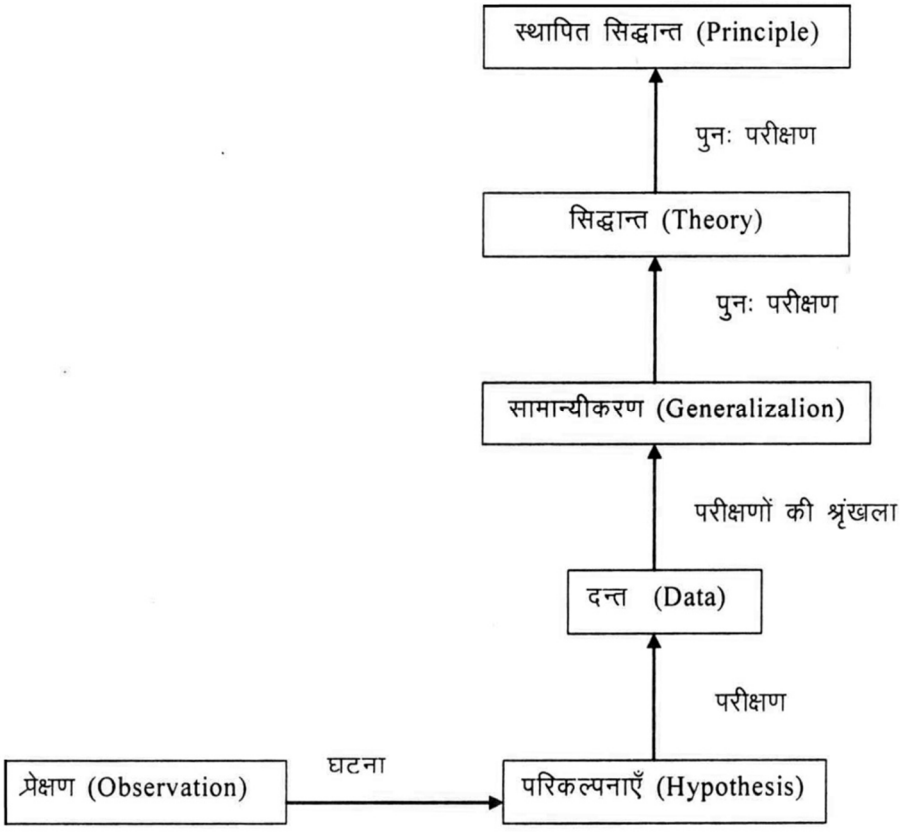
(i) जटिल रासायनिक पदार्थो के बनने की प्रक्रिया (Process of Formation of Complex Chemical Object)

(ii) जटिल रासायनिक पदार्थो का टूटना (Destruction of Complex Chemical Object)

(iii) एक जटिल रासायनिक समूह का दूसरे जटिल रासायनिक समूह में स्थानान्तरण होता है।

कॉनैण्ट ने रसायन विज्ञान को दो प्रमुख संवर्गों में रखा है जिसमें एक दृष्टिकोण स्थितिक (Static) है तो दूसरा गत्यात्मक Dynamic) है । अर्नासम्बधित (Lanes) के समुच्चय (set)को व्यवस्थित और वृहद् सूचना श्रृंखला के साथ केन्द्र में रखता है । जबकि

गत्यात्मक पक्ष का एक क्रियात्मक (Activity) पक्ष माना गया है इसलिये इस दृष्टिकोण में भावी क्रियाओं (Operations) के लिये पदार्थ की वर्तमान स्थिति का महत्व है । विज्ञान एक ज्ञान समुदाय (Body of Knowledge) है । इस ज्ञान समुदाय में सभी स्थापित तथ्य (established Facts) सम्मिलित है जिनमें प्रेक्षित दत्त एवं सामान्यीकरण (Generalization) है सामान्यीकरण नियमों एवं सिद्धांतों (Laws and Theories) के रूप में स्थापित है । ये नियम एवं सिद्धांत विज्ञान का ज्ञान भण्डार है जिन्हें वैज्ञानिकों द्वारा वैज्ञानिक विधियों से स्थापित किया गया है किन्तु निरंतर अनुसंधान से परिशोधन व संशोधन चलता रहता है । विज्ञान के ज्ञान समुदाय को चार्ट द्वारा इस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है :–



चित्र संख्या 1.8 विज्ञान का ज्ञान समुदाय स्थितिक एवं गतिज

1.8 रसायन विज्ञान का भावी परिप्रेक्ष्य (Future Perspectives of Chemistry)

रसायन विज्ञान का सामाजिक व सांस्कृतिक प्रभाव सर्वविदित है उपयोगिता की दृष्टि से देखा जाये तो सभी विषय में इसे प्रमुख स्थान दिया जा सकता है । क्योंकि जीवनोपयोगी समस्त क्षेत्रों में आवश्यक वस्तुओं का उत्पादन इसी की देन है । बीसवीं सदी में रसायन विज्ञान के क्षेत्र का आश्चर्यजनक विकास नए साधनों व उपकरणों का परिणाम है । जिसने हमारे जीवन को नये आयाम व क्षेत्र प्रदान किये है । वर्तमान मे रसायन ने व्यावसायिक, औद्योगिक, तकनीकी, चिकित्सा, फार्मेसी, कृषि, रसायन, पेट्रोलियम, वस्त्र उद्योग सभी क्षेत्रों में आशातित प्रगति की है

और भविष्य में इसे नवीन सम्भावनाओं तक पहुँचाने के लिये वैज्ञानिक निरन्तर प्रयासरत है क्योंकि ज्ञान विज्ञान के क्षेत्र में इतनी प्रगति के बावजूद उपकरण तथा तकनीकी इतने अपरिष्कृत हैं कि किसी भी वस्तु के निर्माण की प्रक्रिया में अब भी हजारों, लाखों अणु तथा परमाणु एक बड़े समूह में अव्यवस्थित ढंग से प्रतिस्थापित होते हैं, इस प्रकार इनका अपव्यय होता है साथ नई वस्तु की संरचना में इनके अवांछित स्थान पर अनावश्यक मात्रा में जमाव के कारण उसका रुप भी पूर्णरूपेण सटीक एवं शुद्ध नहीं होता, हालांकि आधुनिक मानव को पदार्थो की आणविक एवं परमाणविक संरचना का ज्ञान है फिर भी वह आधारभूत रूप से अब भी कच्चे माल के अणुओं (Molecule) एवं परमाणुओं (Atoms) को पुनर्व्यवस्थित करने की प्रक्रिया में ही लगा हुआ है । और इस प्रक्रिया में कई गुना अधिक ऊर्जा भी खर्च होती है । अत: वैज्ञानिक निरन्तर इस प्रयास में है कि एक ऐसी तकनीकी एवं उपकरणों का विकास कर ले जो किसी भी वांछित वस्तु के निर्माण में प्रयुक्त होने वाली सभी प्रकार के अणुओं एवं परमाणुओं की सही पहचान कर, उन्हें आस–पास की मिट्टी, हवा, पानी या किसी प्राकृतिक संसाधन से उपयुक्त मात्रा में अलग कर सकें। तथा उस वस्तु की संरचना के अनुसार उन्हें सटीक रूप से पुनर्व्यवस्थित (Rearrange) कर वांछित वस्तु का निर्माण कर सकें ।

वैज्ञानिकों की सहज शोध प्रकृति और अनवरत क्रियाशील के चलते महान वैज्ञानिक रिचर्ड पिनमैन ने नोबल पुरस्कार प्राप्ति के समय आज से साढ़े चार दशक पूर्व 29 दिसम्बर 1959 में अपने तत्कालीन भाषण से नैनो विज्ञान की भावी सम्भावनाओं को स्पष्ट रूप से रेखांकित किया था । आज वैज्ञानिकों के प्रयासों से थिनमैन की यह सोच उत्तरोत्तर ठोस वास्तविकताओं के रूप में सामने आ रही है ।

वर्तमान समय में रसायन विज्ञान और प्रौद्योगिकीय शोध के क्षेत्र में सर्वाधिक चर्चित नैनों शब्द ग्रीक भाषा की उत्पत्ति है जिसका अर्थ 'ठिगना' या 'नाटा' (Dwarf) है ।

जैसाकि हम जानते है कि किसी भी पदार्थ के वे सूक्ष्मतम कण जो स्वतंत्र अवस्था में रह सकते हैं तथा उसमें पदार्थ के समस्त गुण विद्यमान रहते हैं उसे अणु (Molecule) कहा जाता है इसका व्यास 4 से 20 एंग्सट्राम तक होता है किसी भी पदार्थ को परमाणवीय (Atomic Scale) पैमाने (नैनोस्केल) पर नियन्त्रित ढंग से जोड़ कर अपनी इच्छानुसार नए रूप में परिवर्तित कर लेना नैनोटेक्नोलॉजी है और स्थूल पदार्थो को लघुकृत कर जब अत्यन्त सूक्ष्म स्थिति में पहुँचा दिया जाता है तब इसके गुणधर्म में क्रांतिकारी परिवर्तन आ जाते है, पदार्थो के सूक्ष्मीकरण प्रक्रिया से प्राप्त एक निर्धारित आकार वाले कणों को नैनो कण या नैनो तत्त्व कहते है नैनो रूप में सूक्ष्मीकृत इन पदार्थीय कणों में आने वाले विशेष गुण ही इस नई क्रांतिकारी विज्ञान और प्रौद्योगिकी (Technology) का मुख्य आधार है । नैनो विज्ञान ये उपजी तक्नीकों ने पेयजल ऊर्जा, कृषि संचार एवं विश्वव्यापी प्रदूषण की समस्या के साथ–साथ कैंसर तथा ऐसी अन्य जानलेवा बीमारियों के निवारण के लिए विश्व वासियों को रसायन विज्ञान के भविष्य को नवीन आयाम प्रदान किए है । इस क्रांतिकारी विज्ञान और प्रौद्योगिकी द्वारा आविष्कृत विभिन्न क्षेत्रों में प्रयुक्त हो रहे प्रभावकारी साधनों में से कुछ संभावनाएँ इस प्रकार है–

(I) चिकित्सा के क्षेत्र में (In medical Line)

कैंसर जैसे लाइलाज रोगों के निवारण में – तकनीकों की उपयोगिताओं पर काम कर रहे जर्मनी स्थित 'मैक्स प्लांक' संस्थान के वैज्ञानिकों ने 'क्वान्टम डाट्स बनाया है और अमरीका के कर्निल विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने 'कर्निल डाट्स का निर्माण किया है । चुम्बकीय पदार्थो के स्वर्ण आवरण से ढके ये क्यू बिन्दु चुम्बकीय घूर्णन क्षमताओं से युक्त होते हैं और इस प्रकार के स्वर्ण आवरण से संयुक्त प्रबल चुम्बकीय आपूर्णन क्षमता वाले क्यू बिन्दुओं को शरीर के बाहर स्थित प्रबल चुम्बकीय आरोपण उपकरणों के सहयोग से अनियंत्रित रूप से बढ़ने वाली सूक्ष्म कैंसर कोशिकाओं के आस–पास इकट्ठा कर कैंसर कोशिकाओं में प्रविष्ट करा दिया जाता है । पुन: इन्फ्रारेड प्रकाश डालकर सोने के आवरण से युक्त इन नैनो शैलो का तापक्रम 48 डिग्री सेल्सियस तक बढ़ाया जाता है जिससे तप्त होकर कैंसर कोशिकाएँ नष्ट हो जाती है । कैंसर उपचार की यह पूरी तकनीकी को हाइपोथर्मिया कहा जाता है । इस नैनों प्रणाली का प्रयोग अनेक जटिल लाइलाज रोगों के उपचार में सम्भव है तथा इस रोग निवारक तकनीकी की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि जहाँ भी रोग के उपचार में यह प्रविधि प्रयुक्त होगी वहाँ रोग जड़–मूल से समाप्त हो जाएगा और दुबारा प्रकोप की संभावना बिल्कुल नहीं रहेगी ।

(II) **अस्थि चिकित्सा में –** नैनो विज्ञान द्वारा ऐसी कृत्रिम हड्डी का निर्माण किया है जो एक बार आकार पा लेने पर असली हड्डी की तरह मजबूत हो जाती है । इस कृत्रिम नैनो हड्डी से टूटी हड्डी को जोड़ने के साथ ही हड्डी जनिज विकृतियों को दूर किया जा सकता है ।

(III) **दमा रोग में –** वैज्ञानिकों ने रेस्पि रोसाइट नामक एक ऐसे नैनो रोबोट का निर्माण किया है जो रक्त में पहुँचकर इतनी ऑक्सीजन देंगे कि 15 मिनट तक सास लिये बगैर भाग–दौड़ की जा सकेगी । रेस्पिरोसाइट के द्वारा सांस की बीमारियों तथा दमा और खांसी से हमेशा के लिये छुटकारा पाया जा सकेगा । वैज्ञानिकों की ऐसी कल्पना है कि ये सूक्ष्म रोबोट हमारे खून में घूमते रहेंगे और किसी भी बीमार कोशिकाओं और ऊतक (Tissue) को स्वस्थ रखने में सक्षम होंगे ।

(IV) **रोग निरोधक वस्त्र :–** इस तकनीकी द्वारा वैज्ञानिकों ने ऐसे वस्त्रों का निर्माण कर लिया है, जिनसे बने वस्त्र कई कई तरह के रोगों के निवारण में सक्षम होंगे । इन वस्त्रों से बुखार मधुमेह दर्द मानसिक तनाव सहित कई तरह की शारीरिक और मानसिक व्याधियों को नियंत्रित किया जा सकेगा ।

(V) **सिरैमिक पदार्थो के इंजन :–** धातुओं से बने इंजनों की संक्षारता को समाप्त करने व वातावरण को प्रदूषण से बचाने के लिये वैज्ञानिकों ने सिरैमिक नैनो कण बनाकर सिरैमिक पदार्थ का प्रयोग इंजनों के निर्माण में सम्भव किया है । जिससे सिरैमिक पदार्थ धातुओं की भाँति आघात सहने वाले फैलने वाले गुणों से युक्त हो गये है । आघात (Ductile) वर्घनीय नैनो सिरैमिक तत्वो की खोज से सिरैमिक इंजनों के निर्माण का मार्ग प्रशस्त हो गया है ।

(VI) **खरोच प्रतिरोधी क्षमता वाले प्लास्टिक लेंस के निर्माण में :–** अघात हल्के प्लास्टिक के लैंसों पर जिरकोनियम के नैनों कण (जिरकोनियम ऑक्साइड) की कोटिंग करके पारदर्शी प्लास्टिक लैंसों की सतह को खरोंच रहित बनाने का फार्मूला खोज लिया है ये लैंस हल्के भंजन रहित, खरोंचरोधी गुणों से युक्त होते है ।

(VII) **मैलरोधी नैनो पेन्ट, वस्त्र और टाइल के निर्माण में** – नैनो तकनीकी के माध्यम से ऐसे सामानों का निर्माण सम्भव हो गया जिन पर मैल और गन्दगी का कोई असर नहीं होगा इस तकनीकी से उत्पादित रेशों की धुलाई की आवश्यकता नहीं होगी क्योंकि इन कपड़ो में ऐसी विशेषता होगी जिन पर धूल, चाय, कॉफी के दाग, धब्बे व निशान डालने वाले किसी भी पदार्थ का प्रभाव नहीं होगा । इसी प्रकार जापानी व जर्मन वैज्ञानिकों ने ऐसी टाइलों का निर्माण किया है जो चिकनाई और धूल और गन्दगी के प्रभाव से मुक्त होगी ।

(VIII) **धातुओं की उत्प्रेरक क्षमता में बढ़ोतरी में:** उत्प्रेरक गुणों से सम्पन्न रेडियम और प्लेटिनम जैसी धातुएँ जब नैनों आकार में लघुकृत होती हैं तब उनकी उत्प्रेरकीय क्षमताओं (Catalytically ability) में बढ़ोतरी हो जाती है ।

(IX) **ऊर्जा के नए साधन के रूप में :–** जीवाश्मी ऊर्जा (Facile energy sources) स्त्रोतों के लगातार दोहन से उनके खत्म होने का खतरा पैदा हो गया है नैनों तकनीकी के उपयोग से इस विश्वव्यापी समस्या का निराकरण सम्भव है । इस दिशा में वैज्ञानिक लिथियम बैटरी इलेक्ट्रोड पर शोधरत है इसमें ऊर्जा का अधिक समय तक भण्डारण (Storage) हो सकेगा व अधिक कार्यकुशल पी वी सेलो का निर्माण हो सकेगा एवं उच्च प्रदीपन क्षमता वाले खेत प्रकाश के एल. ई. डी. लैम्प का निर्माण सम्भव होगा ।

(X) **कृषि क्षेत्र में :–** कृषि के क्षेत्र मे नैनो कणों द्वारा क्रांतिकारी परिवर्तन सम्भव होंगे । जल एवं खाद्य संतुलन के लिये नैनो पोरस जिओलाइस फसलों में होने वाले कीडों के बारे में जानकारी दे सकेंगे । पौधे के स्वास्थ्य तथा मिट्टी की गुणवत्ता को जांचने के लिये नैनो से सैंसर्स का प्रयोग किया जायेगा ।

मिट्टी से अवांछित तत्वो को नैनो–मेग्नेट द्वारा हटाना संभव होगा ।

(XI) **जलशोधन में:–** शुद्ध जल प्राप्त करने व संक्रामक बीमारियों के रोगाणुओं और अन्य दूषित पदार्थों को जल से मुक्त करने के लिये नैनोसंसर्स मददगार होंगे ।

(XII) **निर्माण कार्य में :–** जल के रिसाव को रोकने व उन्नत कंकरीट एसफाल्ट के निर्माणके लिए नैनो अणु संरचनाओं का उपयोग किया जा सकेगा । अल्ट्रावॉयलेट एवं इन्फ्रारेड विकिरण को रोकने के लिये ऊष्मारोधी सामग्री का निर्माण संभव हो सकेगा तथा जैविक रूप से सक्रिय कोटिंग की सहायता से स्वयं साफ होने वाली सतहों खिड़कियों, कांच, टायलेट इत्यादि को निर्माण भी हो सकेगा ।

(XIII) **अंतरिक्ष यात्रा में उपयोगी :–** अंतरिक्ष यात्रा को सस्ता एवं आसान बनाने में स्पेस एलीवेटर के लिये केबल का निर्माण, एवं उन्नत किस्म के अंतरिक्षयान, सूट तथा यान के यंत्रों के बेहतर प्रदर्शन के लिये नैनोकोबाइट्स एवं नैनो सेंसर्स का निर्माण किया जा सकेगा । अंतरिक्ष यात्रियों का हानिकारक विकिरण 'से पूर्ण बचाव संभव हो सकेगा । इसके अलावा ऐसे बुलैटप्रूफ उन्नत कवच बनाये जा सकेंगे जो बुलेट और रासायनिक हमले से बचाव कर सकेंगे ।

आज के बोइंग 747 का वजन पचास गुण कम हो जाएगा । सूदूर ग्रहों की अंतरिक्ष यात्रा भी सस्ती हो जाएगी ।

उपरोक्त से स्पष्ट है कि नैनों तकनीकी द्वारा रसायन विज्ञान का उपयोग चिकित्सा, इलैक्ट्रोनिक्स यातायात, अंतरिक्ष विज्ञान से लेकर छोटे–बड़े सभी प्रकार के उपभोक्ता वस्तुओं के

निर्माण तथा उपयोग की बड़ी–बड़ी मशीनों एवं औद्योगिक इकाइयों में किया जा सकेगा तथा कारखानों की आवश्यकता ही नहीं पड़ेगी । इन नैनो–मशीनों की सहायता से हम और भी मजबूत फाइवर्स बना सकते हैं और इससे हीरे से लेकर पानी या खाना कुछ भी बना सकते है और वह भी बड़े सस्ते मे और आज की तुलना में बहुत ही थोड़े से कच्चे माल द्वारा और इन नवनिर्मित सामानों की मजबूती तथा हल्केपन की तो फिलहाल कल्पना ही नहीं की जा सकती है ।

कम्प्यूटर की दुनिया में तो क्रांति ही आ जाएगी कम्प्यूटर हार्डवेयर के क्षेत्र मे हो रही प्रगति की रफ्तार को बनाये रखने या उससे भी आगे जाने के लिये वर्तमान समय की लियोग्राफी तकनीकी से बनाये जाने वाले सिलिकॉन चिप्स की क्षमता अपनी पराकाष्ठा पर पहुँचने वाली है । ऐरने कम्प्यूटर्स उपकरणों का निर्माण संभव हो सकेगा जिनका आकार चीनी के क्यूब जैसा होगा परन्तु स्टोरेज क्षमता करोड़ो बाइट्स होगी तथा ये कम्प्यूटर्स प्रति मिनट करोड़ो कमाण्ड दे सकेंगे । इस प्रकार रसायन विज्ञान के भावी परिप्रेक्ष्य को नैनो टेक्नालाजी के संदर्भ में देखेंगे तो भविष्य में संभावित क्रांतिकारी परिवर्तनों की सूयी समाप्त ही नहीं होगी ।

ऐसे अनुसंधान प्रगति की दिशा में बढ़ते कदम अवश्य है और वैज्ञानिकों को छोटी–बड़ी सफलताएं भी मिलती जा रही है परन्तु सपनों को साकार रूप देने के लिये अभी लम्बा सफर तय करना होगा ।

1.9 सारांश (Summary)

केमेस्ट्री शब्द की व्यूत्पत्ति केमी (Qemi) अथवा ग्रीक शब्द काइमा (Chyama) से मानी जाती है । विज्ञान की प्रमुख शाखा है इसमें पदार्थो के संघठन (Composition) आकार प्रकार, संरचना का अध्ययन किया जाता है जो प्राकृतिक घटनाओं (Natural Phenomena) से सम्बधित तथ्यों के प्रेक्षण पर आधारित है । यह पदार्थ में अन्तर्निहित परिवर्तनों पर आधारित है । यह पदार्थ में अन्तर्निहित परिवर्तनों तथा अन्य दूसरे पदार्थ में उसके स्वभाविक व्यवहार से सम्बधित अनेक सिद्धांतो (Principles), नियमों का प्रतिपादन करता है रसायन शास्त्र में पर्यावरण में होने वाले निरन्तर परिवर्तनों की सतत् श्रृंखला का अध्ययन वैज्ञानिक विधि द्वारा किया जाता है इस रूप में रसायन विज्ञान एक गतिज विज्ञान Dynamic Science) हैं ।

रासायनिक पदार्थो को इतिहास के प्रारम्भ से ही चिन्हित किया गया है, जो कि प्राचीन संस्कृतियों– हिन्दू चीन, मिश्र, यूनानी रोमन सभी में प्रचलित थे । इनमें धातुकर्म (Metallurgy) का विज्ञान जैसे बर्तन निर्माण (Pottery) कॉच बनाना (Brewing), रंगन (Dyeing) तथा सम्बन्धित कला एवं हस्तकलाएँ सम्मिलित है । रसायन विज्ञान का क्षेत्र बहुत अधिक विस्तृत है इसलिये इसके अध्ययन को सुलभ बनाने के लिये अनेक शाखा एवं उपशाखाओं में विभाजित किया जाता है । अकार्बनिक रसायन, कार्बनिक रसायन, भौतिक रसायन, विश्लेषिक रसायन, खनिज रसायन, अपराध रसायन युद्ध, रसायन खाद्य रसायन, औषधि रसायन अंतरिक्ष रसायन इसकी प्रमुख शाखाएँ है ।

रसायन विज्ञान का हमारे जीवन के प्रत्येक क्षेत्र से घनिष्ठ एवं व्यापक सम्बन्ध है विज्ञान की इस शाखा की विषय वस्तु ने हमे असंख्य सुविधाएं प्रदान की है, एवं जीवन को आनन्दित व सुखमय बनाने का प्रयास किया है और भविष्य में मानव विभिन्न क्षेत्रों की तमाम समस्याओं को हल करने में सक्षम होगा । वर्तमान समय में रसायन विज्ञान का उदय हो रहा है

और ऐसा अनुमान है कि आगामी डेढ़ दो दशक में महान् वैज्ञानिक चिंतक थिनमैक द्वारा सांकेतिक विज्ञान की यह उपयोगी शाखा जब अपने चरण पर होगी उस समय हमारे समस्त क्रियाकलापों में इसका हस्तक्षेप होगा और उस समय चिकित्सा, इलेक्ट्रॉनिक्स, यातायात, अंतरिक्ष विज्ञान से लेकर छोटे–बड़े, सभी प्रकार के उपभोक्ता वस्तुओं के निर्माण व उपयोग के क्षेत्र में एक नई क्रांति का उदय होगा ।

1.10 स्वमूल्यांकन प्रश्न (Self Evaluation)

1. भारत के विशेष सन्दर्भ में रसायन विज्ञान के इतिहास का उल्लेख कीजिये ।
   Enumerate the\ history of chemistry with special reference of India.
2. रसायन विज्ञान की विभिन्न शाखाओं / क्षेत्रों की व्याख्या कीजिये ।
   Mention the various branches/ scope of chemistry.
3. रसायन विज्ञान की प्रकृति स्पष्ट कीजिये ।
   Elucidate the nature of chemistry.
4. रसायन विज्ञान की आधारभूत सम्प्रत्यय की योजना को उदाहरण द्वारा स्पष्ट कीजिये ।
   Elucidate the conceptual schemes of chemistry with suitable example.
5. रसायन विज्ञान के भविष्य शास्त्र पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये ।
   Write short note on future perspectives of chemistry
6. आवर्त सारणी के सम्प्रत्यय को उदाहरणों द्वारा स्पष्ट कीजिये ।
   Elucidate concept of periodic table with suitable example.

1.11 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1. Encyclopedia America
2. Encyclopedia Britannica
3. Negi J.S. Negi Rakshita.Chemistry Teaching. Vinod Pustak Mandir (2008)
4. Sood J.K. New Directions in Science Teaching, Kohli Publishing Chandigarh
5. Mishra D.C.– Chemistry Teaching Sahitya publishing, Agra
6. Modern Organic & Inorganic Chemistry. For Senior Higher Secondary Examination of the Board of Secondary Educational (Raj.)
7. www.acadiojournal.com Volume.2.2000. Bulgaria Academy of Science
8. Google. Center for education University of Virginia www.teacherlingorganisationcontenetscience

इकाई–2

रसायन विज्ञान शिक्षण के उद्देश्य एवं भविष्योन्तुखी दृष्टि (Objectives of Teaching Chemistry and Futuristic Vision)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

2.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

2.2 शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण (Taxonomy of Educational Objectives)

2.3 संज्ञानात्मक पक्ष के उद्देश्य (Cognitive Domain Objectives)

2.4 भावात्मक पक्ष के उद्देश्य (Affective Domain Objectives)

2.5 क्रियात्मक पक्ष के उद्देश्य (Psychomotor/ Cognitive Domain Objectives)

2.6 अनुदेशात्मक उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिखना (Writing Instructional Objectives in Behavioral terms)

2.7 रसायन विज्ञान शिक्षण के विशिष्ट उद्देश्य Specific Objectives of Teaching Chemistry)

2.8 भविष्य के लिए दृष्टि (Futuristic vision)

2.9 सारांश (Summary)

2.10 स्वमूल्यांकन (Self–Evaluation)

2.11 संदर्भ ग्रंथ (References)

2.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई की समाप्ति पर आप इस योग्य होने चाहिए कि –

1. शैक्षिक उद्देश्यों के बारे में जान सकेंगे ।
2. शिक्षण के ज्ञानात्मक पक्ष, भावात्मक पक्ष एवं क्रियात्मक पक्ष के उद्देश्यों के बारे में समझ सकेंगे।
3. अनुदेशात्मक उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिख सकेंगे।
4. रसायन विज्ञान शिक्षण के विशिष्ट उद्देश्यों को समझ सकेंगे।
5. रसायन विज्ञान शिक्षण के भविष्य के परिप्रेक्ष्य में उद्देश्य, अधिगम भूमिका आदि में बदलाव को समझ सकेंगे।

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

शिक्षण एक सार्थक एवं सोद्देश्य प्रक्रिया है । शिक्षण का प्रमुख उद्देश्य विद्यार्थियों के व्यवहार में परिवर्तन एवं परिवर्धन करना है । शिक्षण प्रारंभ करने से पहले प्रत्येक शिक्षक यह विचार करता है कि उसे अपने विद्यार्थियों में अपेक्षित परिवर्तन लाने के लिए क्या प्रयास करने

चाहिये । अत: शिक्षण के उद्देश्य निश्चित एवं स्पष्ट होने चाहिए । बेंडवाइन तथा सहयोगियों (1958) का मत है कि सामान्य शब्दों में व्यक्त किये गये उद्देश्यों का संबंध विद्यार्थियों के "आंतरिक एवं 'मानसिक' तथा अदृश्य होने वाले परिवर्तनों से है, जबकि व्यावहारिक शब्दों में व्यक्त किये गये उद्देश्य, विद्यार्थियों के अधिगम को
प्रेषण अथवा प्रदर्शन योग्य बनाते हैं।

2.2 शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण(Taxonomy of Educational Objectives)

शैक्षिक उद्देश्यों का सीधा संबंध विद्यार्थियों के व्यवहार के ज्ञानात्मक, भावात्मक एवं क्रियात्मक पक्ष से होता है। शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण प्रो. बी. एस. ब्लूम और उनके सहयोगियों ने किया। उन्होंने शैक्षिक उद्देश्यों को तीन पक्षों में विभाजित किया है –

1. संज्ञानात्मक पक्ष (Cognitive Domain)
2. भावात्मक पक्ष (Affective Domain)
3. क्रियात्मक पक्ष (Psychomotor Domain)
4. संज्ञानात्मक पक्ष में सूचनाएं, ज्ञान, सम्प्रत्यय, तथ्यात्मक ज्ञान आदि लिए गये हैं।
5. भावात्मक उद्देश्यों का सम्बंध आदर्श, रूचियों, अभिवृत्तियों तथा मूल्यों के विकास से होता है।
6. क्रियात्मक पक्ष का संबंध शारीरिक क्रियाओं के प्रशिक्षण एवं कौशल से होता है।

2.3 संज्ञानात्मक पक्ष के उद्देश्य(Cognitive Domain Objectives)

प्रो. ब्लूम एवं सहयोगियों ने 1956 में संज्ञानात्मक पक्ष के उद्देश्यों को क्रमबद्ध तथा पदानुक्रमिक ढंग से व्यवस्थित किया है जो एक सामान्य से जटिल के क्रम में है। उनका वर्गीकरण एवं संक्षिप्त वर्णन इस प्रकार है –

2.3.1. ज्ञान (Knowledge) – सूचनाओं की पहचान तथा प्रत्यास्मरण करना

1.1 विशिष्ट तथ्यों का ज्ञान (Knowledge of the specific facts)

1.2 विधियों का ज्ञान (Knowledge of methodology)

1.3 प्रत्ययों का ज्ञान (Knowledge of Universals)

2.3.2. **बोध (Understandings) सूचनाओं का अवबोधन तथा विचारों को प्रयोग में लाने की योग्यता**

2.1 अनुवाद करना (Translation)

2.2 अर्थापन करना (Interpretation)

2.3 उल्लेख करना (Extrapolation)

2.3.3. **प्रयोग (Application) सूचना को प्रयोग में लाने की योग्यता/अमूर्त (abstract) को मूर्त (concrete) परिस्थितियों में लाना**

3.1 सामान्यीकरण करना (Generalization)

3.2 निदान करना (Diagnosis)

2.3.4. **विश्लेषण (analysis) सूचनाओं को उसके छोटे–छोटे भागों में विभाजित करने की योग्यता**

4.1 तथ्यों का विश्लेषण (Analysis of facts)

4.2 संबंध स्थापित करना (Seeing relationships)

4.3 सिद्धांतो/प्रनियमों का विश्लेषण (Analysis of Principles)

2.3.5. **संश्लेषण (synthesis) सूचनाओं को समग्र रूप में एकीकृत करने की योग्यता**

5.1 नवीन संप्रेषण करना (unique communication)

5.2 योजना का निर्माण करना (Production of a plan)

5.3 अमूर्त सम्बंधों का समुच्चय निर्माण करना (Derivation of a set of abstract relations)

2.3.6. मूल्यांकन (evaluation) सूचना एवं विश्वास के महत्व का निर्णय करना

6.1 आंतरिक निर्णय लेना (Judgment in terms of internal evidences)

6.2 बाह्य निर्णय लेना (Judgment in terms of external evidences)

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. विद्यार्थी के लिए शिक्षण से क्या अभिप्राय है ?
2. ब्लूम के अनुसार शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण कीजिये।
3. मूल्यांकन उद्देश्य को ज्ञानात्मक पक्ष का सर्वोच्च स्तर क्यों माना जाता है?

2.4 भावात्मक पक्ष के उद्देश्य (Affective Domain Objectives)

प्रो. क्रेथवाल और सहयोगियों ने 1964 में भावात्मक पक्ष का वर्गीकरण किया है जो व्यक्ति के रूचि, अभिवृत्ति, मूल्य और अनुशंसा (Appreciation)करने की योग्यता से संबंधित होते हैं। इनको निम्न प्रकार से वर्णित किया जा सकता है।

2.4.1. आग्रहन (ग्रहण करना) (Receiving attention)

1. अभिज्ञता (awareness)
2. ग्रहण करने की तत्परता (willingness to receive)
3. चयनात्मक ध्यान केन्द्रित करना (selected attention)

2.4.2. अनुक्रिया (Responding)

2.1. अनुक्रिया में मौन सम्मति (Consent to respond)

2.2. अनुक्रिया करने की इच्छा (willingness to respond)

2.3. अनुक्रिया में संतोष (satisfaction in response)

2.4.3. आकलन/अनुमूल्यन (Valuing)

3.1 मूल्य स्वीकारना (acceptance of a value)

3.2 मूल्य के लिए वरीयता (preference of a value)

3.3 प्रतिबद्धता (commitment)

2.4.4. व्यवस्थापन/संगठन (Organisation)

4.1 मूल्य का प्रत्ययीकरण (Conceptualization of value)

4.2 मूल्य प्रणाली का संगठन करना (Organisation of a value system)

2.4.5. 2.4.5मूल्य द्वारा चरित्रीकरण

5.1 सामान्यीकृत समुच्चय (Generalized set)

5.2 मूल्यों का चरित्रीकरण (Characterization)

2.5 क्रियात्मक पक्ष के उद्देश्य (Psychomotor/Cognitive Domain Objectives)

क्रियात्मक पक्ष का वर्गीकरण सिम्पसन (1966), किवलर (1970) आदि ने किया है। विद्यार्थी का क्रियात्मक पक्ष बहुत आवश्यक होता है। क्योंकि उसे अपने भौतिक तथा सामाजिक वातावरण का समायोजन करना होता है। इसको छः वर्गों यथा उद्दीपन कार्य करना, नियंत्रण, समायोजन, स्वाभावीकरण एवं आदत निर्माण में वर्गीकृत किया गया है ।

भारतीय कक्षाओं में सामान्यतः संज्ञानात्मक पक्ष के विकास पर बल दिया जाता रहा है और भावात्मक एवं क्रियात्मक पक्षों को अनदेखा किया गया है। विद्यार्थियों के सर्वांगीण विकास में तीनों पक्षों के मध्य उचित संतुलन बनाने की आवश्यकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. भावात्मक पक्ष की विशिष्टतायें लिखिए।
2. भावात्मक पक्ष की प्रमुख श्रेणियाँ कौन –कौन सी है ? लिखिये
3. क्रियात्मक पक्ष का क्या महत्व है ?

2.6 अनुदेशात्मक उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिखना (Writing instructional objectives in Behavioral terms)

अनुदेशन के उद्देश्य पहचानने तथा निर्धारित करने के पश्चात शिक्षक को उन्हें व्यावहारिक रूप में लिखना चाहिए। व्यावहारिक उद्देश्यों द्वारा अधिगमकर्ता (छात्र) में प्रत्याशित अधिगम व्यवहार उनकी परिस्थितिगत विशेषताएं और उनके मानदंडों का उल्लेख किया जाता है। व्यावहारिक उद्देश्य सदैव छात्र केन्द्रित होने चाहिए। कक्षा अनुदेशन द्वारा जो अपेक्षित व्यवहारगत परिवर्तन छात्रों में होता है, उसे विशिष्ट उद्देश्य कहते हैं। इस व्यवहारगत परिवर्तन को देखा जा सकता है एवं इसका मापन किया जा सकता है । इस प्रकार के उद्देश्यों के तीन प्रमुख अवयव होते हैं –

1. अनुदेशन के फलस्वरूप प्रत्याशित व्यवहार का स्पष्ट उल्लेख।
2. दशाओं अथवा संदर्भ का विवरण जिसमें यह व्यवहार उत्पन्न होगा।
3. अपेक्षित उपलब्धि स्तर के मानदंड।

अनुदेशन/व्यावहारिक उद्देश्यों के क्षेत्र में ब्लूम, राबर्ट मेगर मिलर तथा दवे आदि ने सराहनीय कार्य किया है।

राबर्ट मेगर ने अपनी पुस्तक ."प्रिपेयरिंग इन्सट्रकशनल ऑब्जेक्टिव्स (preparing instructional objectives) में उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिखने की विधि बताई है जिसे राबर्ट मेगर विधि कहते हैं। इस विधि के निम्न सोपान हैं –

1. सर्वप्रथम छात्रों के अंतिम व्यवहारों (terminal behaviors) को पहचानना ताकि उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए साक्षियां प्राप्त हो सकें।
2. उन परिस्थितियों का उल्लेख जिनमें छात्र अपेक्षित व्यवहार कर सकें।
3. निष्पत्ति के वांछित मानदंड का विशिष्टीकरण किया जाना चाहिए जिससे यह ज्ञात हो कि छात्र कितना अपेक्षित व्यवहार कर सकते हैं।

मेगर ने उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिखने के लिए ब्लूम के वर्गीकरण को आधार माना है और उद्देश्यों के प्रत्यक्ष पक्ष के लिए कार्यसूचक क्रियायें (Action verbs) दी है। इन कार्य सूचक क्रियाओं की सहायता से शिक्षक, शैक्षिक उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिख सकता है।

संज्ञानात्मक पक्ष के उद्देश्यों के लिए कार्य सूचक क्रियाओं (Action verbs) की एक सूची दी जा रही है। आप अपने मनपसंद प्रकरण को पढ़ाने के उद्देश्यों को व्यावहारिक उद्देश्य रूप में लिखने का अभ्यास करें।

उद्देश्य	**कार्य–सूचक क्रियायें (Action Verbs)**
ज्ञान	परिभाषित करना, कथन लिखना, पहचानना, प्रत्यास्मरण करना आदि
बोध	व्याख्या करना, उदाहरण देना, वर्गीकरण करना, अर्थापन करना, अंतर बताना
प्रयोग	चयन करना, छांटना, प्रयोग करना, तर्क देना, उल्लेख करना
विश्लेषण	विश्लेषण करना, पृथक्कीकरण करना निष्कर्ष निकालना, पुष्टि करना
संश्लेषण	पुर्नव्याख्या करना, सारांश देना, पुन: लिखना, सृजन करना, वर्णन करना
मूल्यांकन	अवगत कराना, निर्णय लेना, मूल्यांकन करना, निर्धारण करना

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. अनुदेशात्मक उद्देश्यों को अपने शब्दो में परिभाषित कीजिये।
2. रसायन विज्ञान के किसी भी एक प्रकरण को पढ़ने हेतु ज्ञान, बोध तथा प्रयोग उद्देश्यों को व्यवहारिक रूप में लिखिये।

2.7 रसायन विज्ञान शिक्षण के विशिष्ट उद्देश्य (Specific objectives of teaching Chemistry)

रसायन विज्ञान शिक्षण के विशिष्ट उद्देश्य निम्नलिखित है –

1. ज्ञान (Knowledge)

2. कौशल (Skills)
3. अनुप्रयोग (Application)
4. रूचि (Interest)
5. अनुशंसा (Appreciation)
6. अभिवृत्ति (Attitude)

इन सभी शिक्षण उद्देश्यों का संक्षिप्त वर्णन निम्न प्रकार से किये जा सकते हैं :–

2.7.1 ज्ञान (knowledge)

रसायन विज्ञान पढ़ने वाले विद्यार्थियों को प्रमुख वैज्ञानिक तथ्यों एवं सिद्धांतों से परिचित कराना चाहिए। विद्यार्थियों को वायु प्रदूषण, कचरा निपटान, जैव रसायन, बहुलक, दैनिक जीवन में रसायन विज्ञान का उपयोग संबंधी तथ्य पढ़ाने चाहिए।

2.7.2 कौशल (Skills)

रसायन विज्ञान पढ़ने से विद्यार्थियों में प्रयोग करने में प्रवीणता प्राप्त करना, निरीक्षण करना, आकड़े एकत्र करना तथा समस्याओं को हल करने की क्षमता का विकास होता है।

2.7.3 अनुप्रयोग (Application)

विद्यार्थी को अपने ज्ञान का प्रयोग दूसरे प्रयोगों में करने की क्षमता का विकास होना चाहिए। परमाणु की संरचना, तत्त्वों का वर्गीकरण, रेडियो एक्टिवता आदि के ज्ञान का प्रयोग आवश्यकतानुसार करने की योग्यता विकसित करनी चाहिए।

2.7.4 रूचि (Interest)

रसायन विज्ञान की शिक्षा का उद्देश्य विद्यार्थी में रसायन विज्ञान के साहित्य को पढ़ने, रूचिपूर्ण कार्य करने, विज्ञान मेले में भाग लेने तथा व्यावसायिक क्षेत्र में कार्य करने की रूचि जागृत करना है। रसायन विज्ञान या विज्ञान की पत्र पत्रिकाएं पढ़ने, क्षेत्र पर्यटन, लेख लिखने, एलबम बनाने आदि क्रियाओं से विद्यार्थियों में रसायन विज्ञान के अध्ययन के प्रति रूचि जागृत होती है।

2.7.5 अनुशंसा (Appreciation)

हमारे जीवन को रसायन विज्ञान की विभिन्न खोजों ने किस प्रकार प्रभावित किया है का बोध विद्यार्थियों को कराना चाहिए। रसायन विज्ञान तथा रसायनविज्ञों के योगदान को प्रशंसा के भाव के साथ समझाया जाना चाहिए।

2.7.6 अभिवृत्ति (Attitude)

वैज्ञानिक अभिवृत्ति का विकास विज्ञान शिक्षण का एक महत्त्वपूर्ण उद्देश्य माना गया है। वैज्ञानिक अभिवृत्ति एक वांछित चिन्तन प्रविधि है। इसके अनेक घटक है जैसे जिज्ञासा, मुक्त चिन्तन, दूसरों के विचारों के प्रति सहनशीलता, अंधविश्वास के प्रति विमुखता, बौद्धिक सत्यवादिता' जिज्ञासा एवं प्रश्नात्मक अभिवृत्ति। उचित शिक्षण द्वारा वैज्ञानिक अभिवृत्ति का विकास संभव है।

2.7.7 उदीयमान प्रवृत्तियां (Emerging Trends)

उपरोक्त उद्देश्यों के अतिरिक्त विज्ञान शिक्षण की उदीयमान प्रवृत्तियां है –

1. वैज्ञानिक साक्षरता का विकास एवं
2. वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास

	स्वमूल्यांकन प्रश्न
1	विद्यार्थियों में रसायन विज्ञान के अध्ययन में रुचि किस प्रकार जागृत की जा सकती है? उपाय बताइये।
2	वैज्ञानिक अभिवृत्ति के विभिन्न घटक कौन कौन से है? वर्णन करिये।
3	विज्ञान शिक्षण की उदीयमान प्रवृत्तियां कौन सी है? लिखिए।

2.8 भविष्योन्मुखी दृष्टि (Futuristic vision)

2.8.1 शिक्षा के उद्देश्य – राष्ट्रीय पाठ्यचर्या 2005 में शिक्षा के व्यापक उद्देश्य इस प्रकार निर्धारित किये गये हैं

1. विद्यार्थी विविध संदर्भो और स्थितियों यथा घर, विद्यालय, समुदाय, सहपाठी, समूह आदि से अपने अनुभव प्राप्त करता है तथा सीखता है । इन संदर्भो की सीमाएं कोई अड़चन पैदा न करें बल्कि विद्यार्थी द्वारा घर, समुदाय, विद्यालय आदि से एकत्र किये गये अनुभवों के मध्य एक महत्त्वपूर्ण केन्द्र बनाने में मदद करें।
2. शिक्षा स्वयं की खोज करने तथा अपने बारे में सत्य को जानने की एक निरंतर चलने वाली प्रक्रिया होनी चाहिए।
3. शिक्षा का उद्देश्य सामाजिक मूल्यों यथा समानता, न्याय, धर्मनिरपेक्षता, मानवाधिकारों के प्रति प्रतिबद्धता का निर्माण करना होना चाहिए।
4. शिक्षा द्वारा विद्यार्थियों की विस्तृत क्षमताओं तथा दक्षताओं को प्रोत्साहित एवं पोषित करने की आवश्यकता होनी चाहिए।
5. शिक्षा विद्यार्थियों की रचनात्मक अभिव्यक्ति तथा सौन्दर्यात्मक आस्वादन की क्षमता के विस्तार में सहायक होनी चाहिए।

2.8.2 निदेशक सिद्धांत – उपरोक्त शिक्षा के लक्ष्यों की पूर्ति हेतु पाँच निर्देशक सिद्धांत प्रस्तावित किये गये–

1. ज्ञान को स्कूल के बाहरी जीवन से जोड़ना ।
2. पढ़ाई रटंत प्रणाली से मुक्त हो।
3. पाठ्यचर्या का इस तरह संवर्धन कि वह बच्चों को चहुँमुखी विकास के अवसर उपलब्ध कराए बजाए इसके कि वह पाठ्य पुस्तक केन्द्रित बनकर रह जाए।
4. परीक्षा को अपेक्षाकृत अधिक लचीला बनाना और कक्षा की गतिविधियों से जोड़ना और
5. एक ऐसी अभिभावी पहचान का विकास करना जिसमें प्रजातांत्रिक राज्य व्यवस्था के अंतर्गत राष्ट्रीय चिन्ताएं समाहित हो ।

2.8.3 विज्ञान शिक्षण में उदीयमान प्रवृत्तियां (Emerging Trends in Science Teaching) – योगट (2000) तथा हर्ड (1985) ने विज्ञान शिक्षण में निम्न उदीयमान परिकल्पनाओं का उल्लेख किया है–

- वैज्ञानिक साक्षरता, बौद्धिक कौशल का विकास करते हुए विज्ञान को समग्रता में देखा जाये।
- वैज्ञानिक शिक्षण बोध एवं प्रयोग क्षमताओं का विकास करें।
- मूल्यों तथा नैतिक न्याय को आधार बनाकर निर्णय कुरने की योग्यता का विकास हो।
- शिक्षण में विज्ञान की प्रकृति और प्रौद्योगिकी का समावेश हो।
- छात्र सक्रिय रहकर स्वयं सम्प्रत्ययों का सृजन करें ।

इक्कीसवीं शताब्दी में विज्ञान सबके लिए (Science for all) एक महत्वपूर्ण उद्देश्य है। विज्ञान शिक्षण बोध एवं अनुप्रयोग (Understanding & Application) के लिए होना चाहिए। विज्ञान शिक्षण के निम्न उद्देश्य होने चाहिए।

1. विज्ञान शिक्षण विद्यार्थियों में विज्ञान की प्रकृति (Nature of science) की व्याख्या में सहायक होना चाहिए।
2. विज्ञान शिक्षण द्वारा विद्यार्थियों में वैज्ञानिक साक्षरता (Scientific literacy) आदि का विकास होना चाहिए।
3. विज्ञान शिक्षण द्वारा विद्यार्थियों में संवेगात्मक बुद्धि (Emotional intelligence) का विकास होना चाहिए।

2.8.4 रसायन विज्ञान शिक्षण–अधिगम (Chemistry Teaching–Learning) – राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005 (National Curriculum Framework 2005) में निर्मितवादी अधिगम प्रविधि (constructivism) पर विशेष बल दिया गया है।

निर्मितवाद (constructivism) का केन्द्रीय अर्थ है कि मानव अधिगम निर्मित किया जाता है। सीखना ज्ञान के निर्माण की एक प्रक्रिया है। छात्र सक्रिय रूप से अपने क्रियाकलापों को प्रदान की गई सामग्री के आधार पर नये विचारों को वर्तमान विचारों से जोड़कर अपने ज्ञान की रचना स्वयं करते हैं। सहयोगी अधिगम (Collaborative learning) अर्थ संबंधी विभिन्न विचारों के आदान प्रदान व बातचीत के अवसर प्रदान करता है । अर्थ निर्माण (meaning making) ही सीखना है। अत: अधिगम में छात्र की सक्रियता, ज्ञान का स्वयं निर्माण करना तथा अनुभव आधारित अधिगम, उनके रचनात्मक सामर्थ्य को पोषित और संवर्धित करते हैं । सीखना स्वयं में एक सक्रिय एवं सामाजिक गतिविधि है। निर्मितवाद अधिगम छात्र केन्द्रित है तथा गहन बोध विकसित करती है। पढ़ाई रटन्त प्रणाली एवं पाठ्य पुस्तक संस्कृति से मुक्त होनी चाहिए।

निर्मितवाद के अधिगम सिद्धांत कक्षा शिक्षण हेतु निहितार्थ बिन्दु निम्नलिखित हैं –

1. शिक्षण का अर्थ, ज्ञान का स्थानांतरण मात्र नहीं है।
2. अधिगम, पूर्व ज्ञान एवं अनुभव पर होता है।
3. नवीन ज्ञान का निर्माण या सृजन होता है।
4. विद्यार्थी विचारों, तथ्यों, घटनाओं, अनुभवों से स्वयं अर्थ निर्माण करता है। यह प्रविधि सदैव सामाजिक परिप्रेक्ष्य में सम्पन्न होती है।

2.8.5 शिक्षक की बदलती भूमिका (Changing Role of Teacher)

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005 की अनुशंसा में शिक्षक की भूमिका में निम्न बदला सुझाये गये हैं –

1. शिक्षार्थी को शिक्षण प्रक्रिया में निष्क्रिय ग्रहणकर्ता (passive receiver) के स्थान पर सक्रिय भागीदार (active participant) के रूप में देखना चाहिए।
2. ज्ञान को पूर्व निर्धारित (prefixed) न मानकर प्रत्यक्ष स्व–अधिगम से निर्मित (self created or directed learning) माना जाना चाहिए।
3. अधिगम एक स्व–अनुभव आधारित (self experienced/realization) प्रक्रिया है जिसमें शिक्षार्थी अपने ज्ञान का निर्माण (construction of knowledge) अपने तरीके से आत्मसात (internalize) कर अन्त: क्रिया (interactive), अवलोकन (observation) तथा मनन चिन्तन (reflective thinking) द्वारा करते हैं।
4. शिक्षक की भूमिका ज्ञान के स्त्रोत (Source of knowledge) के स्थान पर एक सहायक (facilitator) की होनी चाहिए जो विविध उपायों से सूचना (information) को ज्ञान/बोध में बदलने की प्रक्रिया में सहायता करें।
5. शिक्षक को ज्ञान को एक सतत् प्रक्रिया मानना चाहिये जो वास्तविक अनुभवों के अवलोकन तथा पुष्टिकरण (feedback) आदि से उत्पन्न होता है।
6. विद्यालय की शिक्षा विद्यालय के बाहर के व्यापक सामाजिक संदर्भो से प्रभावित होती है और विकसित होती है। अत: शिक्षक को विवेचनात्मक शिक्षाशास्त्र (critical pedagogy) में दक्ष होकर शिक्षार्थी को अवसर प्रदान करना चाहिए।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान के दो नवीन उद्देश्य लिखिये।
2. निर्मितवाद का केन्द्रीय सिद्धांत क्या है? लिखिये।
3. निर्मितवाद की मुख्य विशिष्टताओं को लिखिये।
4. शिक्षक की बदलती भूमिका क्या है, लिखिये।

2.9 सारांश (Summary)

1. शैक्षिक उद्देश्य वह व्यापक लक्ष्य है जो कोई भी राष्ट्र अपनी शिक्षा प्रणाली तथा विद्यालयों द्वारा प्राप्त करते हैं ।
2. शैक्षिक उद्देश्यों को तीन पक्षों में विभाजित किया गया है –
   1.संज्ञानात्मक पक्ष2. भावात्मक पक्ष3. क्रियात्मक पक्ष
3. संज्ञानात्मक पक्ष ज्ञान तथा बौद्धिक योग्यताओं से संबंधित है। इस पक्ष में छ: श्रेणियाँ है – ज्ञान, बोध, अनुप्रयोग, विश्लेषण, संश्लेषण एवं मूल्यांकन।

4. भावात्मक पक्ष रूचि, अभिवृत्ति, मूल्यों में होने वाले परिवर्तनों से संबंधित है। इस पक्ष में पांच श्रेणियां हैं–जैसे आग्रहन अनुक्रिया, आकलन, व्यवस्थापन, चरित्रीकरण।
5. क्रियात्मक पक्ष सजीव में गति, योग्यताओं तथा दक्षताओं के समन्वय से जुड़ा हुआ है।
6. अनुदेशात्मक उद्देश्य उस छात्र व्यवहार को स्पष्ट करते हैं जो निर्धारित विषय वस्तु अथवा पाठ्यचर्या सामग्री के अनुरूप होता है।
7. अनुदेशात्मक उद्देश्य लेखन हेतु तीन परिस्थितियां आवश्यक हैं –
   1. अपेक्षित अंतिम व्यवहार2. परिस्थितियां3. व्यवहार का स्तर
8. रसायन विज्ञान के विशिष्ट उद्देश्य हैं, ज्ञान, कौशल, अनुप्रयोग, रूचि, अनुशंसा एवं अभिवृत्ति।
9. विज्ञान शिक्षण की उदीयमान प्रवृत्तियां हैं, जैसे– 1. वैज्ञानिक साक्षरता का विकास, 2. वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास एवं 3. वैज्ञानिक अभिवृत्ति का विकास।
10. राष्ट्रीय पाठ्यचर्या रूपरेखा में विद्यार्थियों द्वारा ज्ञान का निर्माण, निर्मितवाद तथा अध्यापक की बदलती भूमिका पर विशेष बल दिया गया है तथा पांच निर्देशक सिद्धांत (Guiding principles) निर्धारित किए गए हैं। इनमें प्रमुख है ज्ञान को स्कूल के बाहरी जीवन से जोड़ना तथा पढ़ाई को रटंत प्रणाली से मुक्त करना।

2.10 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

1. ब्लूम के अनुसार शैक्षिक उद्देश्यों का वर्गीकरण कीजिये।
   Classify the educational objectives given by Bloom.
2. ब्लूम के ज्ञानात्मक पक्ष को कितने वर्गों में विभाजित किया गया है? वर्णन कीजिये।
   Discuss the different categories of cognitive domain given by Bloom.
3. माध्यमिक स्तर पर रसायन विज्ञान शिक्षण के विशिष्ट उद्देश्य क्या हैं? समझाइये।
   Explain the specific objectives of teaching chemistry at secondary stage.
4. अनुदेशात्मक उद्देश्यों को व्यावहारिक रूप में लिखने की राबर्ट मेगर विधि का वर्णन कीजिये।
   Discuss the Robert Mager's method of writing instructional objectives in behavioral terms.
5. अधिगम में निर्मितवादी अधिगम का अर्थ और आवश्यकता की व्याख्या कीजिये।
   Explain the meaning and importance of constructivist view of learning.

2.11 संदर्भ ग्रंथ (References)

- Bloom, B.S. (Ed) (1956) Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain, McKay Co. Inc., N.Y.
- Krathwohl, David R. (1964) Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goals. Hand book II : Affective Domain, David McKay Co. Inc., N.Y
- Mager, R.F (1972) Preparing Instructional Objectives, Fearan Pitman, California.
- Mishra, D.C. (2002) रसायन विज्ञान शिक्षण, साहित्य प्रकाशन, आगरा.
- MHRD (1986) राष्ट्रीय शिक्षा नीति, मा.स.वि.विभाग, नई दिल्ली.
- Negi J.S. (2000) रसायन विज्ञान शिक्षण, साहित्य प्रकाशन, आगरा.
- NCERT (2005) National Curriculum Framework 2005, NCERT, New Delhi.
- Novak, J. and Gowin D.E. (1984), Learning How to learn, Cambridge Univ. Press, New York.
- Sharma, Santosh (Ed)(2006) Constructivist Approaches to Teaching and Learning, NCERT, New Delhi.
- Simpson, E.J. (1966) The classification of Educational Objectives: Objectives: Psyhomotor Domain, Jr. of Teaching of Home economics, 10:11144,
- Sehubent, W.H. (1986), Curriculum: Perspective, Paradigm and Possibility, N.Y.
- Sood, J.K.(2006) विज्ञान शिक्षण, विनोद पुस्तक मंदिर, आगरा
- Vaidya, N. (1996).Science Teaching for 21st Century, Deep and Deep Publications, New Delhi

इकाई–3

रसायन विज्ञान का विद्यालयी पाठ्यक्रम में स्थान तथा दूसरे विषयों से सहसंबंध

(Place of Chemistry in School Curriculum and Correlation with other subjects)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

3.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

3.1 प्रस्तावना (Introduction)

3.2 विषय वस्तु (Contents)

- 3.2.1 रसायन विज्ञान का विद्यालय पाठ्यक्रम में स्थान (Place of chemistry in School Curriculum)
- 3.2.2 सहसंबंध क्या है? (What is Correlation)
- 3.2.3 सहसंबंध का महत्व (What is Correlation)
- 3.2.4 रसायन विज्ञान का भौतिक विज्ञान एवं जीव विज्ञान से संबंध (Correlation of Chemistry with Physics and Biology)
- 3.2.5 रसायन विज्ञान का अन्य विद्यालयी विषयों से सहसंबंध (Correlation with Chemistry with other School Subject)
- 3.2.6 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम संगठन के उपागम (Approaches of Chemistry Organisation)

3.3 सारांश (Summary)

3.4 संदर्भ ग्रंथ (References)

3.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aim and Objectives)

इकाई की समाप्ति पर आप इस योग्य होने चाहिए कि –

1. रसायन विज्ञान का विद्यालयी पाठ्यक्रम में स्थान समझ सकेंगे ।
2. सहसंबंध के महत्व को समझ सकेंगे ।
3. रसायन विज्ञान का सहसंबंध अन्य विषयों के साथ समझ सकेंगे ।
4. पाठ्यक्रम के विभिन्न उपागमों को समझ सकेंगे ।

3.1 प्रस्तावना (Introduction)

आधुनिक युग एक वैज्ञानिक तथा औद्योगिक युग है । इसमें विज्ञान की शिक्षा के बिना मनुष्य का जीवन अधूरा रह जाता है । व्यक्ति के जीवन के प्रत्येक पक्ष को विज्ञान ने प्रभावित किया है तथा मनुष्य की उन्नति को शिखर पर ले जाकर खड़ा कर दिया है । विज्ञान के बढ़ते

हुए प्रभाव के कारण यह आवश्यक हो जाता है कि विज्ञान को प्रत्येक स्तर पर पाठ्यक्रम में शामिल किया जाए ।

रसायन विज्ञान एक प्रायोगिक विज्ञान है । यह सच्चाई एवं सिद्धांतों पर आधारित है । हमारे जीवन का वातावरण तथा प्रकृति की सभी क्रियाएं रासायनिक होती है । वास्तव में संपूर्ण विश्व एक रसायनिक विश्व है । रसायन विज्ञान का अपना एक विशिष्ट स्थान है । इसलिए रसायन विज्ञान विद्यालयी पाठ्यक्रम का एक आवश्यक विषय बन गया है ।

किसी भी विषय का ज्ञान संपूर्णता के पक्ष में है । अन्य विषयों से संबंधित करके इस ज्ञान को स्थायी बनाया जा सकता है । सह संबंध के महत्व को बताते हुए रॉस ने व्यक्त किया है कि स्थायी ज्ञान की प्राप्ति के लिए आवश्यक है कि विभिन्न विषयों में एकता बनी रहे तथा एकता को स्थापित करने के लिए विषयों में सहसंबंध होना चाहिए ।

रसायन विज्ञान का पाठ्यक्रम किसी भी स्कूली स्तर के लिए प्रभावी संसाधनों, विषय वस्तु, शिक्षण विधियों, तकनीकों, क्रियाओं, कार्यक्रमों, मूल्यांकन तकनीकों एवं पाठ्य एवं संदर्भ सामग्रियों का समुच्चय है । पाठ्यक्रम निर्माण के विभिन्न उपागम हैं जैसे विषय आधारित उपागम, वातावरण पर आधारित उपागम, अंतर अनुशासनात्मक उपागम आदि ।

3.2 विषय वस्तु (Content)

3.2.1 रसायन विज्ञान का विद्यालय पाठ्यक्रम में स्थान (Place of Chemistry in School Curriculum)

रसायन विज्ञान, विज्ञान की प्रमुख शाखा है । विद्यालयी शिक्षा में रसायन विज्ञान को पाठ्यक्रम में सम्मिलित करने का औचित्य, छात्रों में रसायन विज्ञान के ज्ञान को व्यावहारिक जीवन में प्रयोग करने की क्षमता का विकास करना है । जिससे छात्र दैनिक जीवन में प्राप्त होने वाले अनुभवों का निरीक्षण, विश्लेषण करके तथ्यों के आधार पर निष्कर्ष निकाल सकें तथा प्रक्रियाओं व घटनाओं का उचित कारण बता सकें ।

वुडबर्न तथा ओर्बान के अनुसार –

"रसायन विज्ञान वह मानवीय व्यवहार है जो हमारे प्राकृतिक वातावरण में स्थित परिस्थितियों या घटित घटनाओं की अधिकतम शुद्धता से व्याख्या करने का प्रयास करता है ।"

रसायन विज्ञान का सामाजिक–सांस्कृतिक प्रभाव स्वयं सिद्ध है । रसायन विज्ञान का अध्ययन व्यक्ति को रूढ़ियों और अंधविश्वासों से छुटकारा देता है । क्योंकि यह कार्य –कारण संबंध के लिए प्रयोगों और ऐन्द्रिक अनुभवों को ही आधार मानता है । इसका ज्ञान प्रयोग की कसौटी पर सही उतरता है ।

कोठारी आयोग व 1964–66 के अनुसार –

"हम रसायन विज्ञान को विद्यालय पाठ्यक्रम का एक महत्वपूर्ण अंग बनाने पर बहुत अधिक जोर देते हैं । इसलिए रसायन विज्ञान तथा गणित के विषय विद्यालय के दस वर्ष में सामान्य शिक्षा के भाग के तौर पर अनिवार्य रूप से पढ़ाये जाये ।"

युनेस्को अन्तर्राष्ट्रीय शिक्षा आयोग के अनुसार –

आधुनिक सभ्यता विज्ञान की सभ्यता है । हम चाहें न चाहें लेकिन हम सबको इसमें रहना है । रसायन विज्ञान अब केवल कुछ लोगों तक ही सीमित नहीं है वरन् यह किसी न किसी

रूप में प्रत्येक व्यक्ति के जीवन का अनिवार्य अंग बनता जा रहा है । इसलिए इसको विद्यालय पाठ्यक्रम में स्थान दिये जाने के विषय में कोई मतभेद नहीं है । अन्य विषयों के समान इसे भी पाठ्यक्रम में स्थान दिया गया है । परंतु इसके द्वारा कुछ विशेष मूल्यों का विकास होता है, जो कि अन्य विषयों द्वारा संभव नहीं है ।

मुदालियर शिक्षा आयोग (1952–53) ने विज्ञान के नागरिक जीवन पर बढ़ते हुए प्रभाव को देखते हुए उसके अनुरूप शिक्षा में विज्ञान विषय को उचित स्थान देने का सुझाव प्रस्तुत किया तथा मुदालियर आयोग ने पहली बार रसायन विज्ञान को दसवीं कक्षा तक अनिवार्य विषय के रूप में सम्मिलित करने पर जोर दिया ।

अत: विभिन्न आयोगों, समितियों, विशेषज्ञों आदि ने रसायन विज्ञान को विद्यालयी पाठ्यक्रम में सम्मिलित करने को अत्यंत आवश्यक बताया है जिससे विद्यार्थियों में दैनिक जीवन में घटित होने वाली घटनाओं के संबंध में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास हो सके ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान का विद्यालय पाठ्यक्रम मे क्या स्थान है?
2. मध्यमिक स्तर पर विज्ञान का अध्ययन अनिवार्य क्यों होना चाहिए?
3. रसायन विज्ञान सच्चाई एवं सिद्धांतों पर आधारित है उदाहरणों की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

3.2.2 सहसम्बंध क्या है? (What is Correlation)

सामान्यत: छात्रों की उन विषयों को सीखने में आनंद आता है जो उनके अनुभवों से संबंध रखते हैं

विज्ञान के विभिन्न उप–विषयों जैसे – भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जन्तु विज्ञान, वनस्पति विज्ञान, आदि विषयों में आपसी संबंध है । एक शाखा का ज्ञान दूसरी शाखा में सहायक है । इसके अतिरिक्त विज्ञान के विषयों का न केवल आपस में संबंध है बल्कि उनका संबंध विद्यालय के अन्य विषयों तथा दैनिक जीवन से भी है ।

रसायन विज्ञान में सह संबंध का रूप अत्यंत ही विस्तृत है । जैसे – रसायन विज्ञान व जीवन विज्ञान में संबंध, रसायन विज्ञान व भौतिक विज्ञान में संबंध, रसायन विज्ञान व कृषि विज्ञान में संबंध, रसायन विज्ञान व इतिहास में संबंध, रसायन विज्ञान व गणित का संबंध, रसायन विज्ञान व कला का संबंध, रसायन विज्ञान व स्वास्थ्य विज्ञान का संबंध, रसायन विज्ञान व साहित्य का संबंध । अत: रसायन विज्ञान के अध्ययन द्वारा अन्य विषयों के लक्ष्यों की प्राप्ति का मार्ग भी प्रशस्त होता है ।

आधुनिक युग के संदर्भ में कोई भी विषय अपने में संपूर्ण नहीं है । सभी विषय आपस में एक दूसरे से अन्तर्सम्बन्ध रखते हैं क्योंकि भौतिक विज्ञान के ज्ञान के बिना रसायन का ज्ञान अपूर्ण है । रसायन विज्ञान के ज्ञान के बिना जैव रसायन का ज्ञान अपूर्ण है । पर्यावरण के अध्ययन में जीव विज्ञान, रसायन विज्ञान आदि का अभूतपूर्व योगदान है । अत: एक विषय के पाठ्यक्रम का विभिन्न विषयों के पाठ्यक्रम के मध्य जो पारस्परिक संबंध होता है उसे हमें सह–

संबंध कहते हैं । सह–संबंध के द्वारा शिक्षा देना उत्तम माना गया है । इससे विद्यार्थी की उन्नति एवं विकास होता है ।

3.2.3 सह–संबंध का महत्व (Importance of Correlation)

विभिन्न विषयों के बीच सह–संबंध बहुत आवश्यक है । इससे विषयों की एकता का पता चलता है । वास्तव में विभिन्न विषय अध्ययन सुविधा के अनुसार विभाजित किये गए हैं । सह–संबंध से विद्यार्थियों में विषय को पढ़ने की जिज्ञासा उत्पन्न होती है । विद्यार्थी को स्थायी ज्ञान दिया जा सकता है । इन सभी विषयों की एक साथ शिक्षा देने से बार बार उनको दोहराना नहीं पड़ता है ।

विषयों के मध्य सह–संबंध को ध्यान में रखते हुए विषय को एक इकाई के रूप में प्रस्तुत करने से विद्यार्थी का सामान्य ज्ञान भी बढ़ता है ।

यदि कहा जाए कि हमारा संपूर्ण जीवन वैज्ञानिक तथ्यों से जुड़ा है तो अतिशयोक्ति नहीं होगी । इसलिए रसायन विज्ञान का शिक्षण विभिन्न विषयों के एकीकरण के रूप में किया जाना चाहिए ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. सह-संबंध किसे कहते है ?
2. सह-संबंध का क्या महत्व है ?
3. किसी एक उदारण द्वारा सिद्ध करिए कि प्रकृति और विज्ञान एक है।

3.2.4 रसायन विज्ञान का भौतिक विज्ञान तथा जीव विज्ञान से संबंध (correlation of Chemistry with Physics and Biology)

भौतिक विज्ञान तथा रसायन विज्ञान में अभीष्ट संबंध है । एक के अभाव में दूसरे का ज्ञान अधूरा है । रसायन विज्ञान के अंतर्गत किसी भी तत्व के आंतरिक गुणों का विश्लेषण करते हैं तथा भौतिक विज्ञान की सहायता से उनकी बाह्य रचना पर ताप, दाब तथा गुरूत्व आदि के प्रभावों का अध्ययन करते है ।

जब हम प्रयोगशाला में ऑक्सीजन गैस तैयार करते हैं, तब गैस तैयार करने के पश्चात् निकास नली को जल से अलग कर देते हैं । इस सावधानी में भौतिक विज्ञान का कारण है, क्योंकि यदि बर्तन पहले हटा दिया जायेगा तो ताप गिरने से गैस ठंडी होकर सिकुडेगी । इससे गैस का दाब कम हो जायेगा और पानी ऊपर खींचकर परखनली में पहुँच जायेगा जिससे संभव है कि परखनली टूट जाये ।

इसी प्रकार भौतिक विज्ञान प्रयोगशाला में हम विभिन्न सेल का अध्ययन करते हैं । जैसे – वोल्टीय सेल, लेक्लांशे सेल । वोल्टीय सेल में हम तनु गंधक का अस्त लेते हैं जो कि जस्ते की पट्टिका से क्रिया करके हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करता है ।

अत: स्पष्ट है कि रसायन विज्ञान के शिक्षक के लिए भौतिक विज्ञान तथा भौतिक विज्ञान के शिक्षक के लिए रसायन विज्ञान का ज्ञान आवश्यक है ।

अत: विद्यालयी शिक्षा में माध्यमिक स्तर तक विज्ञान के विद्यार्थियों को भौतिक विज्ञान व रसायन विज्ञान दोनों ही विषयों का अध्ययन करना होता है ।

इसी प्रकार रसायन विज्ञान व जीव विज्ञान में भी एक गहरा संबंध है । विद्यालयी शिक्षा में प्रारंभिक कक्षाओं से ही एकीकृत उपागम द्वारा सभी विषयों का पाठ्यक्रम निर्माण किया जा रहा है ।

जीव विज्ञान में जंतुओं में श्वसन क्रिया समझाते समय बताया जाता है कि उक्त क्रिया में ऑक्सीजन अंदर ली जाती है । जो फेफडों में पहुँचकर रक्त को शुद्ध करती है । यह रक्त को शुद्ध करने की क्रिया रसायनिक क्रिया है ।

पाचन क्रिया में पाचक रसों का बनना व पाचन में सहायता करना भी रसायनिक प्रक्रिया है ।

इसी प्रकार पेड़ पौधों में प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के अध्ययन के लिए रसायन विज्ञान का विज्ञान आवश्यक है ।

इसी प्रकार जीव जंतुओं की विभिन्न बीमारियों से रक्षा के लिये जिन दवाओं का प्रयोग किया जाता है । वे विभिन्न रसायनिक तत्वों तथा रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा ही बनते हैं ।

रसायन विज्ञान के बहुत से सिद्धांत भौतिक विज्ञान तथा जीव विज्ञान में अक्सर प्रयोग होते रहते हैं । तीनों प्रकार के विज्ञान पढ़ने से विद्यार्थी में वैज्ञानिक सोच और वैज्ञानिक दृष्टिकोण उत्पन्न होते हैं जो कि उसके जीवन के लिए लाभकारी होते हैं ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. उचित उदाहरणों की सहायता से स्पष्ट कीजिए कि रसायन विज्ञान का भौतिक विज्ञान जीवविज्ञान से घनिष्ठ सह–संबंध है ।

3.2.5 रसायन विज्ञान का अन्य विद्यालयी विषयों के साथ सह–संबंध (Correlation of chemistry with other school subjects)

3.2.5.1 रसायन विज्ञान तथा कृषि विज्ञान (Chemistry and Agriculture)

कृषि विज्ञान में भूमि की उर्वरकता बढ़ाने के लिए विभिन्न रासायनिक पदार्थो जैसे यूरिया, फॉस्फेट, अमोनियम सल्फेट, नाइट्रेट आदि का उपयोग किया जाता है । विभिन्न प्रकार के कीटनाशक (insecticides) खरपतवार नाशक (Herbicides) आदि का उपयोग फसल को उन्नत बनाने के लिए किया जाता है ।

ये विभिन्न उर्वरक, कीटनाशक आदि रसायन विज्ञान के ज्ञान के द्वारा ही निर्मित होता है । अत: हम कह सकते हैं कि रसायन विज्ञान का कृषि विज्ञान में महत्त्वपूर्ण योगदान है ।

3.2.5.2 रसायन विज्ञान तथा इतिहास (Chemistry and History)

रसायन विज्ञान के अभाव में इतिहास का वास्तविक अध्ययन अपूर्ण है । कार्बन डेटिंग, रेडियो एक्टिविटी के द्वारा ज्ञात किया जा सकता है कि कोई भी ऐतिहासिक इमारत, कंकाल के अवशेष, ग्रंथों में प्रयुक्त स्याही कितने वर्ष पुरानी है । जिससे उस ऐतिहासिक काल की घटनाओं का वैज्ञानिक तरीके से अध्ययन किया जा सकता है ।

मिश्र के पिरामिडों में रखे हुए ममी (मृत शरीर पर रसायन लेप) आज भी रसायन विज्ञान के ज्ञान के द्वारा ही सुरक्षित है । जो उस काल की घटनाओं के अध्ययन के लिए सुरक्षित प्रमाण हैं ।

आधुनिक युग में भी फिंगर प्रिंटस के द्वारा व्यक्ति की पहचान केवल रसायन विज्ञान के ज्ञान द्वारा ही संभव हो सकी है ।

ऐतिहासिक अभिलेखों और कृतियों के संरक्षण के लिये रासायनिकों और रासायनिक तकनीकों का उपयोग बढ़ता ही जा रहा है । इसके द्वारा तत्कालीन सामाजिक आवश्यकताओं और आकांक्षाओं को प्रतिबिम्बित किया जा सकता है ।

इस प्रकार इतिहास व रसायन विज्ञान को एकीकृत उपागम द्वारा विद्यालयी पाठ्यक्रम में शामिल करना आधुनिक युग की आवश्यकता बन गया है ।

3.2.5.3 रसायन विज्ञान तथा गणित (Chemistry and Mathematics)

रसायन विज्ञान की भाषा का आधार ही गणित है । गणित की सहायता के बिना रसायन विज्ञान का विकास असंभव है । वैज्ञानिक प्रयोगों तथा गणनाओं के लिए रासायनिक सूत्र, संख्या, समीकरण तथा सांख्यिकी आदि की आवश्यकता होती है । रसायनिक विज्ञान के सभी सूत्र तथा गणनायें गणित पर ही आधारित हैं ।

रसायन विज्ञान के विद्यार्थी को गणित का ज्ञान आवश्यक है । रसायन विज्ञान की गणनाओं में प्रतिशत, अनुपात समानुपात, औसत, लेखाचित्र, सारणी आदि का अध्ययन गणित के ज्ञान द्वारा ही संभव है ।

अत: गणित के ज्ञान के बिना भौतिक रसायन तथा अकार्बनिक रसायन की गणनाओं को करना असंभव है । इसके अतिरिक्त समाकलन (Integration) तथा अवकलन (Differentiation) का भी उपयोग रसायन विज्ञान में होता है ।

3.2.5.4 रसायन विज्ञान तथा साहित्य व भाषा (Chemistry and Language)

रसायन विज्ञान तथा साहित्य में अभूतपूर्व तरीके से घनिष्ठ संबंध है । रसायन विज्ञान के ज्ञान के द्वारा ही, विभिन्न रसायनिक क्रियाओं द्वारा ऐसी स्याही का निर्माण किया जाता है जो कि कई युगों तक ग्रंथों, साहित्य, पत्रिकाओं, पुस्तकों आदि में ज्ञान को संरक्षित करने में सहायक होती है । भाषा के प्रयोग से ही रसायनज्ञ अपनी खोज को अन्य व्यक्तियों तक पहुँचाता है । विज्ञान के अन्वेषण का सही वर्णन, शुद्ध भाषा तथा सही शब्दों द्वारा ही किया जा सकता है। विज्ञान की पुस्तकें, समाचार पत्र, जर्नल आदि सभी भाषा की मदद से लिखे जाते हैं तथा लोगों तक सम्प्रेषण में सहायक होते हैं ।

3.2.5.5 रसायन विज्ञान तथा स्वास्थ्य विज्ञान (Chemistry and Hygienic Science)

रसायन विज्ञान का मानव जीवन को स्वस्थ बनाये रखने में अभूतपूर्व योगदान है । बायोकैमिस्ट्री रसायन विज्ञान तथा जीवन विज्ञान का एकीकृत ज्ञान है । इसके द्वारा मानव की विभिन्न बीमारियों को ठीक करने के लिए दवाओं का निर्माण होता है । विटामिन साबुन, संतुलित भोजन आदि ऐसे उदाहरण हैं जो स्वास्थ्य विज्ञान का संबंध रसायन विज्ञान से स्थापित करते हैं।

3.2.5.6 रसायन विज्ञान तथा चित्र–कला (Chemistry and Drawing)

विज्ञान के सभी उप–विषयों में छात्रों से अपेक्षा की जाती है कि वे सुन्दर चित्र बनाने के योग्य हो । चित्र कला में रसायन विज्ञान का उपयोग विभिन्न प्रकार के रंगों का उपयोग करने से होता है ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान की शिक्षा के लिए गणित का ज्ञान क्यों आवशयक है?
2. रसायन विज्ञान का सहसंबंध इतिहास से किस प्रकार है? उदाहरण सहित समझाइये
3. रसायन विज्ञान में भाषा का महत्व समझाइए।

3.2.6 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम संगठन के उपागम (Approach of Chemistry Curriculum Organisation)

विद्यालयों में पाठ्यक्रम के अनुसार ही शिक्षा के कार्यक्रम संचालित होते हैं । पाठ्यक्रम के अंतर्गत वे समस्त क्रियायें आती हैं जिनकी अपेक्षा विद्यालय व विद्यालयी व्यवस्था में है । माध्यमिक शिक्षा आयोग (1952–54) के अनुसार पाठ्यक्रम उन समस्त अनुभवों का समूह है जिन्हें विद्यार्थी अनेक प्रक्रियाओं द्वारा प्राप्त करते हैं । ये प्रक्रियाएं कक्षा, पुस्तकालय, प्रयोगशाला, कार्यशाला, खेल के मैदान तथा शिक्षक–छात्र वैयक्तिक संपर्क में सम्पन्न होती है ।

रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम संगठन के प्रमुख उपागम निम्न प्रकार हैं –

1. विषय आधारित उपागम (Subjects based approach)
2. पर्यावरण आधारित उपागम (Environment based approach)
3. क्रिया आधारित उपागम (Activity based approach)
4. अन्त: अनुशासनात्मक उपागम (Inter–disciplinary approach)

3.2.6.1 विषय आधारित उपागम (Subject based approach)

विषय आधारित उपागम के अंतर्गत पाठ्यक्रम निर्माता पाठ्यक्रम संगठन निम्न तीन स्तरों को ध्यान में रखकर करते हैं ।

1. व्यापक स्तर (Broad level)
2. मध्यम स्तर (Medium level)
3. संकीर्ण स्तर (Narrow level)

व्यापक स्तर पर किसी भी विषय का व्यापक क्षेत्र लेकर पाठ्यक्रम का निर्माण किया जाता है । जैसे–रसायन विज्ञान के अंतर्गत कार्बनिक, अकार्बनिक तथा भौतिक रसायन के विभिन्न पक्षों का संगठन ।

मध्यम स्तर पर–पाठ्यक्रम निर्माता पाठ्यक्रम को विषय की इकाई में संगठित कर लेते हैं। जैसे अकार्बनिक यौगिकों के वर्ग, कार्बन और उसके यौगिक, परमाणु तथा अणु आदि ।

संकीर्ण स्तर पर – प्रत्येक इकाई की उप इकाई बनाकर पाठ का संगठन करते हैं ।

विषय आधारित उपागम का संगठन तर्क पर आधारित होता है । यह दो प्रकार का होता है–

अ.विषय वस्तु केन्द्रित (Content Centered)

ब.संरचना केन्द्रित (Structure Centered)

विषय आधारित उपागम विषय अध्यापकों के सुझावों, निष्कर्षों, विद्यार्थी की रूचि, शैक्षिक सामाजिक तथा सांस्कृतिक आवश्यकताओं पर आधारित होता है ।

3.2.6.2 पर्यावरण पर आधारित उपागम (Environment based approach)

इस उपागम में पाठ्यक्रम निर्माता वातावरण से संबंधित विभिन्न इकाईयों का चयन करते हैं । तथा पाठ्यक्रम की विषय वस्तु में उन तत्वों का समावेश करने पर ध्यान देते हैं, जो कि प्राकृतिक सामाजिक तथा सांस्कृतिक वातावरण में उपस्थित होते हैं ।

उदाहरण–भारत देश में तथा अमेरिका के माध्यमिक स्तर पर रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम में बहुत विभिन्नताएं पायी जाती है ।

जैसे धातुकर्म का पाठ्यक्रम संगठित करते समय पाठ्यक्रम निर्माता इस बात पर बल देते हैं कि उनके देश में कौन से अयस्क, धातु तत्व, खनिज इत्यादि पाये जाते हैं तथा कौन से रेडियोएक्टिव तत्व पाये जाते हैं पृथ्वी की आयु क्या है ये सभी विषय के प्राकृतिक पक्ष के अंतर्गत आते हैं ।

इसी प्रकार सांस्कृतिक पक्ष के अंतर्गत पाठ्यक्रम में प्रमुख तथ्य संकलित कर सकते हैं । जैसे अशोक की लाट कितने वर्ष पुरानी है, विभिन्न ऐतिहासिक इमारतों की आयु रेडियोएक्टिवता के अध्ययन द्वारा ज्ञात की जा सकती है ।

सामाजिक पक्ष के अंतर्गत निम्न पक्षों को पाठ्यक्रम में सम्मिलित करते हैं । साबुन का निर्माण दवाइयों का निर्माण, सिरके का उत्पादन, शराब का उत्पादन इत्यादि रसायन विज्ञान के ज्ञान द्वारा ही संभव है ।

3.2.6.3 क्रिया आधारित उपागम (Activity based approach)

इस प्रकार के उपागम के अंतर्गत विद्यार्थियों की मनोवैज्ञानिक स्थिति, प्रशासन तथा निर्देश के तरीके पर बल दिया जाता है । यह उपागम आर्थिक दृष्टि से खर्चीला है । माध्यमिक स्तर पर क्रिया आधारित उपागम के द्वारा पाठ्यक्रम निर्मित करते समय, स्थान, उपकरण, प्रशिक्षित अध्यापक इत्यादि को ध्यान में रखा जाता है ।

विद्यालय में रसायन विज्ञान की उपकरणों से सुसज्जित प्रयोगशाला होना, इसके साथ ही प्रयोगों में प्रशिक्षित अध्यापक, प्रयोगशाला सहायक आदि के द्वारा ही पाठ्यक्रम के उद्देश्यों की पूर्ति की जा सकती है ।

इस उपागम के द्वारा विद्यार्थियों में प्रयोग करके ज्ञान प्राप्त करने से वैज्ञानिक दृष्टि व सूझबूझ का विकास होता है ।

3.2.6.4 अन्त: अनुशासनात्मक उपागम (inter–disciplinary approach)

आधुनिक युग में विद्यालयी शिक्षा को अन्त: अनुशासनात्मक उपागम द्वारा लागू करने पर बल दिया जा रहा है । इस उपागम द्वारा पाठ्यक्रम निर्माण करने की अवधारणा यह है कि एक विषय के अध्ययन द्वारा किसी भी वस्तु या स्थिति का संपूर्ण ज्ञान प्राप्त नहीं होता है । अत: अन्त: अनुशासनात्मक उपागम में एक विषय का अध्ययन करने पर अन्य विषयों में उसके योगदान व विकास की जानकारी प्राप्त होती है ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान को अन्तः अनुशासनात्मक उपागम (Inter-disciplinary approach) द्वारा पढ़ाये जाने का क्या औचित्य है? विवेचना कीजिये।
2. विषय आधारित उपागम की विशेषताएँ बताइये।

3.3 सारांश(Summary)

आधुनिक युग एक वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिकी से युक्त युग है । इसमें पूर्ण रूप से समायोजित होने के लिए विज्ञान एवं तकनीकी का ज्ञान, बोध एवं कौशल आवश्यक है । इसीलिए विज्ञान का अध्ययन सभी विद्यार्थियों के लिए अनिवार्य रखा गया है । विद्यालय पाठ्यक्रम में विज्ञान एवं इसकी उपशाखाएं जैसे भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान को प्रमुख स्थान दिया गया है। विज्ञान के अध्ययन से वैज्ञानिक सोच, दृष्टिकोण विकसित होता है जो विद्यार्थियों के भावी जीवन के लिए उपयोगी है । विज्ञान को विद्यालय पाठ्यक्रम में प्रमुख स्थान देने का एक उद्देश्य विद्यार्थियों को वैज्ञानिक तौर तरीकों का प्रशिक्षण भी देना है ।

विद्यार्थियों को विज्ञान का स्थायी ज्ञान देने के लिए यह आवश्यक है कि उनको यह अनुभव हो कि विभिन्न विषयों जैसे भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान, कृषि विज्ञान, इतिहास, भूगोल आदि में एकता है तथा उनमें सह–संबंध है । सह–संबंध से विद्यार्थी में विषय को पढ़ने की जिज्ञासा उत्पन्न होती है तथा वह विषय को भली भांति समझ जाता है ।

पाठ्यक्रम संगठन के विभिन्न उपागम है जैसे विषय आधारित, क्रिया आधारित, एकीकृत अथवा अन्त: अनुशासनात्मक उपागम । प्रत्येक उपागम का अपना महत्व है जिससे रसायन विज्ञान की पाठ्य विषय वस्तु को सही रूप से प्रस्तुत किया जा सकता है । वर्तमान में माध्यमिक स्तर पर पाठ्यक्रम संगठन में अन्त: अनुशासनात्मक उपागम के उपयोग पर विशेष बल दिया गया है ।

3.4 संदर्भ ग्रंथ (Reference)

- भटनागर, ए, भटनागर, ए. बी. (2007) फिजिकल साइंस शिक्षण, विनय रखेजा, मेरठ।
- Ghanshyam Dass : Teaching of Science.
- Kohli, V.K. : Teaching of Science.
- Mishra, D.C. (2002) रसायन विज्ञान शिक्षण, साहित्य प्रकाशन, आगरा ।
- नेगी जे. एस.(2000) रसायन विज्ञान शिक्षण, विनोद पुस्तक मंदिर, आगरा ।
- NCERT (2005) National Curriculum, Framework 2005, NCERT, New Delhi.
- सूद, जे. के. (2006), विज्ञान शिक्षण, विनोद पुस्तक मंदिर, आगरा ।
- Vaidya, N.(1996): Science Teaching for 21st Century, Deep and Deep Pub., New Delhi.
- White, J.H. Teaching Chemistry, University Press, London

इकाई–4

रसायन विज्ञान शिक्षण के सम्प्रत्ययों के संज्ञानात्मक मानचित्र एवम् पाठ्यक्रम के तत्व (COGNITIVE MAP OF CONCEPTS AND CURRICULUM ELEMENTS IN TEACHING OF CHEMISTRY)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

4.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

4.1 प्रस्तावना (Introduction)

4.2 पाठ्यक्रम का अर्थ (Meaning of Curriculum)

4.3 पाठ्यक्रम की परिभाषाएँ (Definitions of Curriculum)

4.4 पाठ्यक्रम का आधुनिक सम्प्रत्यय (Newer Concept of Curriculum)

4.5 पाठ्यक्रम के मूल तत्त्व (Basic elements of Curriculum)

4.6 पाठ्यक्रम के शैक्षिक तत्त्वों से सम्बन्ध (Relation between elements of Curriculum)

4.7 पाठ्यक्रम निर्माण के सिद्धान्त (Principles underlying curriculum construction)

4.8 शिक्षा के विभिन्न स्तरों के लिए रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम (Chemistry curriculum for various Stages)

4.9 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम में नवाचार की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि (Historical Background of Innovations in Chemistry Curriculum)

4.10 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम प्रवर्तन परियोजनाएँ (Chemistry Curriculum Innovation Project)

4.10.1 केमिकल बोंड एप्रोच (Chemical Bond Approach)

4.10.2 केमस स्टडी (CHEMS Study)

4.10.3 नफ्फील्ड 'अ' स्तर का पाठ्यक्रम (Nuffield Chemistry Project -A – Level)

4.10.4 नफ्फील्ड 'ओ'स्तर का पाठ्यक्रम (Nuffield Chemistry Project -O – Level)

4.10.5 NCERT की परियोजना (Project of NCERT)

4.11 अवधारणाओं का संज्ञानात्मक मानचित्र (Cognitive Map of Concepts)

4.11.1 अर्थ एवं परिभाषा (Meaning and Definition)
4.11.2 संज्ञानात्मक मानचित्र के कार्य
4.12 संकल्पना मानचित्र विकसित करने के सोपान (Steps of Developing Cognitive Map)
4.12.1 संकल्पना मानचित्र विकास के सोपान का रेखाचित्र
(Outline Sketch of Steps to Develop Cognitive Map)
4.13 रसायन विज्ञान अधिगम में संकल्पना मानचित्र का महत्व
(Significance of Concept Mapping in Chemistry)
4.14 रसायन विज्ञान में संज्ञानात्मक मानचित्रण (Cognitive map in Chemistry)
4.15 सारांश (Summary)
4.16 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)
4.17 संदर्भ ग्रन्थ (References)

4.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई के अध्ययनोपरान्त विद्यार्थी –

1. पाठ्यचर्या का अर्थ स्पष्ट कर सकेंगे।
2. पाठ्यचर्या को परिभाषित कर सकेंगे।
3. रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रमीय तत्त्व लिख सकेंगे।
4. रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम के विभिन्न नवाचारों की व्याख्या कर सकेंगे।
5. अवधारणाओं के संज्ञानात्मक मानचित्र से क्या अभिप्राय है जान सकेंगे ।
6. अवधारणाओं के संज्ञानात्मक मानचित्र के विकास के सोपानों को जान सकेंगे ।
7. अवधारणाओं के संज्ञानात्मक मानचित्र के उदाहरण समझ सकेंगे ।

4.1 प्रस्तावना (Introduction)

रसायन विज्ञान की प्रस्तुति के अध्ययन एवं लक्ष्य व उद्देश्यों के निर्धारण के पश्चात विद्यालयी शिक्षा में प्रत्येक स्तर के लिए मनोवैज्ञानिक आधार पर क्रिया कलापों और विषय वस्तु का चयन और संगठन किया जाता है। रसायन विज्ञान के तथ्यों, धारणाओं, सिद्धान्तों और कौशलों को आधार बनाकर पाठ्यक्रम संगठित किया जाता है।

4.2 पाठ्यक्रम का अर्थ (Meaning of Curriculum)

पाठ्यक्रम अँग्रेजी मे करीकुलम का समानार्थी है। करीकुलम एक लैटिन शब्द है (Curre) स बना है, जिसका अर्थ हैं, "दौड़ का मैदान" (Race Course) है । पाठ्यक्रम की तुलना उस "दौड़ के मैदान" से की गई है। जिसको दौड़ कर पार करने वाला छात्र अपने लक्ष्य एवं उद्देश्य प्राप्त कर लेता है।

कुछ शिक्षाविद् पाठ्यचर्या (Syllabus) मानते हैं। पाठ्यचर्या पाठ्यक्रम का छोटा–सा भाग है। पाठ्यक्रम छात्रों को उनके लक्ष्य तक पहुँचाने का निश्चित पथ प्रदान करता है।

4.3 पाठ्यक्रम की परिभाषाएँ (Definitions of Curriculum)

(1) **कनिंघम**;– "पाठ्यक्रम कलाकार (शिक्षक) के हाथ में एक औज़ार है, जिसके द्वारा वह अपनी सामग्री (शिष्यों) को अपने आदर्शों (लक्ष्यों तथा उद्देश्यों) के अनुसार अपनी चित्रशाला (विद्यालय) में ढालता है।"

Cunningham :– Curriculum is the tool in the hands of the artist the Teacher mould his Material The Pupils according to his ideals (Aims and Objectives)in this Studio (The School)

(2) **मुनरो** :– "पाठ्यक्रम में वे सभी अनुभव सम्मिलित हैं जिन्हें शिक्षा के उद्देश्यों की पूर्ति के लिए विद्यालय प्रयोग में लाता है ।"

Curriculum Embodies all the experiences which are utilized by the School to attain the aims of education – **Munroe.**

(3) **फ्रोबेल** :– पाठ्यक्रम को मानव जाति के सम्पूर्ण ज्ञान एवं अनुभवों का निचोड़ समझा जाना चाहिये।

Curriculum should be conceived as an epitome of the rounded whole of the knowledge and experience of Human race – **Froebel**

(4) **माध्यमिक शिक्षा आयोग** – सम्पूर्ण स्कूली जीवन ही पाठ्यक्रम है जो छात्रों के जीवन को हर बिन्दु पर स्पर्श करता है तथा उनके संतुलित व्यक्तित्व के विकास में योगदान देता है।

The Whole life of the School is curriculum which can touch the life of the students at all points and help them in the evaluation of a balanced personality.

– Secondary Education Commission.

(5) **किलपैट्रिक (Kilpatrick)** – पाठ्यक्रम छात्रों का उस सीमा तक सम्पूर्ण जीवन हैं, जिस सीमा तक विद्यालय उसे अच्छा या बुरा बनाने का उत्तरदायित्व स्वीकार करता है।

(6) **केर (Kerr)** – पाठ्यक्रम समस्त अधिगम प्रक्रियाओं से सम्बन्धित हैं, ये विद्यालय द्वारा नियोजित एवं निर्देशित होते हैं। ऐसे अधिगम अनुभव वैयक्तिक या सामूहिक और विद्यालय में अथवा विद्यालय के बाहर सम्भव है।

4.4 पाठ्यक्रम का आधुनिक सम्प्रत्यय (Newer Concept of Curriculum)

माध्यमिक शिक्षा आयोग (1952–54) ने अपने प्रतिवेदन में पाठ्यक्रम के विषय में लिखा है कि –"पाठ्यक्रम समस्त उन अनुभवों का समूह है, जिन्हें छात्र अनेक प्रक्रियाओं द्वारा प्राप्त करतें हैं। ये प्रक्रियाएँ कक्षा, पुस्तकालय, प्रयोगशाला, कार्यशाला, खेल के मैदान तथा शिक्षक – छात्र वैयक्तिक सम्पर्क में होती है ।"

आज के युग में पाठ्यक्रम विषयों के अध्ययन से संबन्धित न होकर सभी बहु–आयामी क्रिया कलापों के अनुभवों का योग है, जिन्हें बालक विद्यालय में रहकर प्राप्त करता है। या यह कहें कि विद्यालय का सम्पूर्ण जीवन ही पाठ्यक्रम है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. पाठ्यक्रम का अर्थ स्पष्ट कीजिए।
2. पाठ्यक्रम को परिभाषित कीजिए।
3. पाठ्यक्रम की अवधारणा स्पष्ट कीजिए।

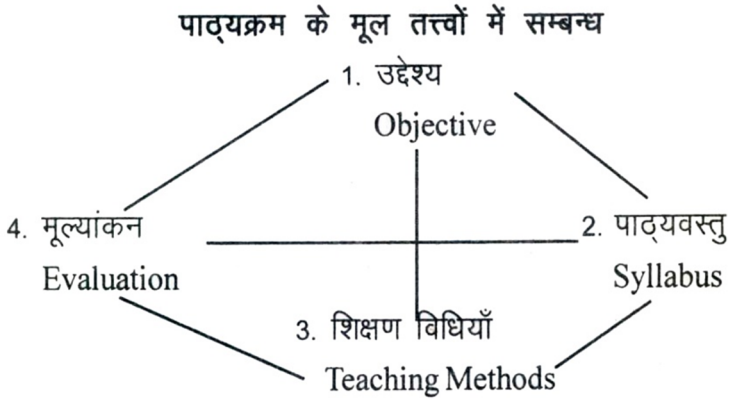
4.5 पाठ्यक्रम के मूल तत्व (Basic elements of Curriculum)

शिक्षक शिक्षा की प्रक्रिया का सम्पादन अपनी शिक्षण क्रियाओं का नियोजन तथा शिक्षण के अन्दर करता है। उसके तीन प्रमुख तत्व होते हैं–

शैक्षिक उद्देश्य, पाठ्य वस्तु और शिक्षण विधियाँ। पाठ्यक्रम विकास में पाठ्य वस्तु के चयन एवं शिक्षण विधियों को बहुत अधिक महत्व दिया जाता है। पाठ्य वस्तु और शिक्षण विधियों का नियोजन उद्देश्यों की पूर्ति की दृष्टि से किया जाता है।

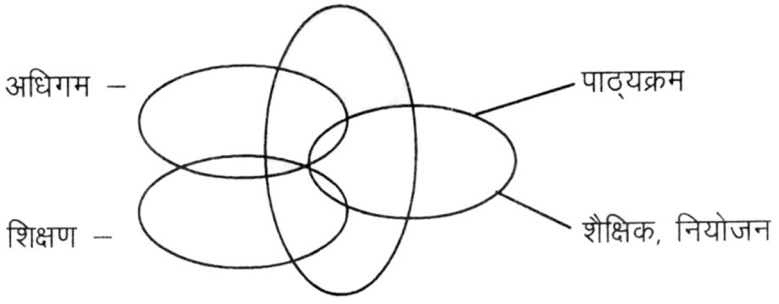
पाठ्यक्रम के चार मूल तत्व माने जाते हैं -

1. **उद्देश्य** – पाठ्य वस्तु, शिक्षण विधियों तथा परीक्षणों का नियोजन उद्देश्य की दृष्टि से किया जाता है।
2. **पाठ्य वस्तु** – पाठ्य वस्तु का स्वरूप बहुत अधिक व्यापक होता है। अधिगम–अवसर एवं परिस्थितियों पाठ्य वस्तु के स्वरूप को मूर्त रूप देती हैं।
3. **शिक्षण विधियाँ** – शिक्षण विधि का सम्बन्ध पाठ्य वस्तु से होता है। शिक्षक कक्षा मेंअधिगम परिस्थितियों के द्वारा शिक्षण करता है। जिससे छात्रों में अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन किये जाते हैं
4. **मूल्यांकन** – परीक्षा के द्वारा पाठ्य वस्तु तथा शिक्षण विधियों की उपयोगिता के सम्बन्ध में जानकारी प्राप्त होती है।



4.6 पाठ्यक्रम का शैक्षिक तत्त्वों से सम्बन्ध (Relation between elements of Curriculum)

पाठ्यक्रम का शैक्षिक तत्त्वों से गहन सम्बन्ध होता है। शिक्षा में चार प्रमुख तत्व होते है। शिक्षण, अधिगम, पाठ्यक्रम, तथा शैक्षिक नियोजन। चारों शैक्षिक तत्त्वों का आपसी सम्बन्ध का वर्णन हासफोर्ड ने Theory of Instruction नामक पुस्तक में किया है। जो कि इस प्रकार से हैं



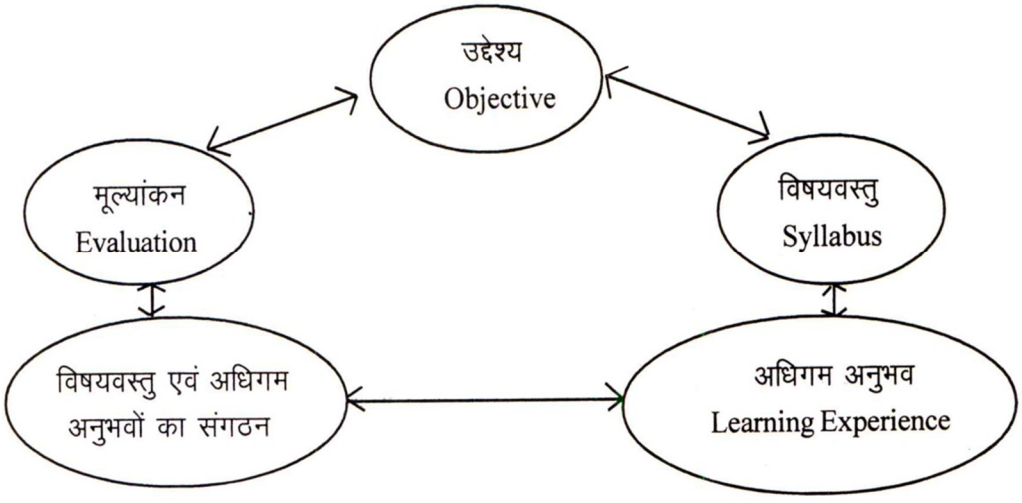
शिक्षा के चारों तत्वों का महत्व (Importance of four elements of Education)

1. अधिगम – यह वह प्रक्रिया है जो छात्रों के व्यवहार में परिवर्तन लाती है।
2. शिक्षण – यह वह प्रक्रिया है जो अधिगम में सुगमता लाती है।
3. पाठ्यक्रम – इससे विषयवस्तु व अनुभवों को सम्मिलित किया जाता है।
4. शैक्षिक नियोजन – इसके तहत सभी शैक्षिक अनुभवों की क्रियाओं को सम्मिलित किया जाता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

4. पाठ्यक्रम निर्माण के आवश्यक तत्व क्या है ?

व्हीलर ने पाठ्यक्रम तत्त्वों को चित्र के माध्यम से प्रस्तुत किया हैं:–



4.7 पाठ्यक्रम निर्माण के सिद्धान्त (Principles underlying curriculum construction)

(1) **क्रियाशीलता का सिद्धान्त (Principle of Activity)** – रसायन विज्ञान प्रयोगों और क्रियाओं पर शैक्षिक आधारित विज्ञान है, अत: छात्रों को शैक्षिक क्रिया के माध्यम से ही कक्षा में सिखाया जा सकता है। रसायन विज्ञान को करके सीखने पर बल दिया जाता है। छात्र अपनी तर्क विवेक और कल्पना शक्ति का उपयोग कर सीखते है ।

(2) **विविधता का सिद्धान्त (Principle of Variety)** – पाठ्यक्रम का निर्माण इस प्रकार किया जाना चाहिए कि बालकों की रूचियों का इसमें पर्याप्त समावेश हों, क्योंकि छात्र कोई भी कार्य तभी करेंगे जब वह उनकी रूचि के अनुरूप हो।

(3) **लचीलेपन का सिद्धान्त (Principle of Flexibility)** – लचीलेपन के सिद्धान्त से तात्पर्य है कि पाठ्यक्रम में आसानी से कोई भी परिवर्तन किया जा सके। पाठ्यक्रम समाज और छात्रों की आवश्यकताओं के अनुसार परिवर्तनीय होना चाहिए।

(4) **उपयोगिता का सिद्धान्त (Principle of Utility)** – पाठ्यक्रम का निर्माण करते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि समाज और छात्रों की आवश्यकता क्या है और यह समाज और छात्रों के लिए उपयोगी हैं या नहीं।

(5) **मनोवैज्ञानिक एवं तार्किक क्रम का सिद्धान्त (Principle of Psychological and logical order) –** तार्किक क्रम व मनोवैज्ञानिक क्रम को ध्यान में रखते हुये रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रम का निर्माण किया जाना चाहिए। मनोवैज्ञानिक क्रम द्वारा छात्र रसायन विज्ञान की विषयवस्तु का ज्ञान सरलता से ग्रहण कर लेता है।

(6) **दूरदर्शिता का सिद्धान्त (Principle of Forward Looking)** – पाठ्यक्रम अग्रदृष्टिकोणपूर्ण होना चाहिए। आज का युग विज्ञान और तकनीकी का युग है, अत: ज्ञान का विकास तीव्र गति से हो रहा है। पाठ्यक्रम निर्माण के समय इसका ध्यान रखते

हुए पाठ्यक्रम का निर्माण किया जाना चाहिए। जिससे छात्र भविष्य की चुनौतियों का सामना करने में सक्षम हो।

(7) **सामाजिक एवं प्रजातांत्रिक मूल्यों को समाहित करने का सिद्धान्त (Principle based on Social and Democratic values) –** रसायन विज्ञान का पाठ्यक्रम का निर्माण करते समय प्रजातांत्रिक मूल्यों, सामाजिकआदर्शों, मान्यताओं तथा समाज की आवश्यकताओं को ध्यान में अवश्य रखना चाहिए। इसके अतिरिक्त पाठ्यक्रम में स्थानीय समस्याओं तथा वातावरण के कुछ प्रकरण भी विषयवस्तु में सम्मिलित किये जाने चाहिए।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

5. रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रम निर्माण के सिद्धान्तों की विवेचना कीजिए।

4.8 शिक्षा के विभिन्न स्तरों के लिए रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम (Chemistry curriculum for various Stages)

1. **प्राथमिक स्तर (Primary Stage)** – औपचारिक शिक्षा (Formal Education) के प्रथम स्तरपर विज्ञान को सामान्य विज्ञान के रूप में सिखाना चाहिये। पाठ्यक्रम में छात्र के सामाजिक, भौतिक तथा जैविक वातावरण पर जोर दिया जाना चाहिए।
2. **माध्यमिक स्तर (Middle Stage)** – औपचारिक शिक्षा के द्वितीयसोपान पर विज्ञान शिक्षण अलग–अलग शाखाओं, जैसे–भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, वनस्पति विज्ञान तथा जन्तु विज्ञान के आपसी सम्बन्धों को ध्यान में रखकर किया जाना चाहिए ।
3. **उच्च माध्यमिक स्तर (Higher Secondary Stage)** – औपचारिक शिक्षा के तृतीय सोपान पर छात्र द्वारा चयनित विषय आगे चलकर छात्र के व्यावसायिक भविष्य को निर्धारित करते है। इस स्तर पर विज्ञान शिक्षण दो वर्गों में विभाजित हो जाता है–
   (i) सभी के लिये अनिवार्य सामान्य विज्ञान पाठ्यक्रम
   (ii) वैकल्पिक विषयों से सम्बन्धित विशिष्ट विज्ञान पाठ्यक्रम
4. **कोठारी आयोग के सुझाव (Suggestions of Kothari Commission) –**
   (i) प्राथमिक स्तर पर विज्ञान की शिक्षा बालक के सामाजिक, भौतिक, तथा जैविक वातावरण के अनुरूप होनी चाहिये।
   (ii) प्राथमिक स्तर पर बालकों में स्वच्छता, स्वस्थ आदतों का निर्माण तथा उनकी निरीक्षण क्षमता का विकास किया जाना चाहिये
   (iii) प्राथमिक स्तर पर बालकों को जल, वायु, भूमि और शरीर की देखभाल जानकारी देनी चाहिये।
   (iv) बागवानी की शिक्षा की व्यवस्था भी प्राथमिक स्तर पर की जानी चाहिये।
   (v) माध्यमिक स्तर पर विज्ञान की विभिन्न शाखाओं के अलग–अलग ज्ञान की व्यवस्था की जानी चाहिये।

(vi) प्राथमिक स्तर व माध्यमिक स्तर के विज्ञान विषय की विषय वस्तु में आपसी सम्बन्ध होना चाहिये।

(vii) माध्यमिक स्तर पर ज्ञान प्राप्ति के साथ–साथ तर्कपूर्ण चिन्तन का विकास किया जाना चाहिये।

(viii) माध्यमिक स्तर पर बालकों की मानसिक शक्तियों का विकास किया जाना चाहिये।

(ix) उच्च तथा उच्चतर स्तर पर विज्ञान के नवीन विचारों पर बल देना चाहिये तथा प्रयोगात्मक कार्यों को महत्व देना चाहिये।

(x) भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान तथा जीव–विज्ञान के विशिष्ट अध्ययन पर बल देना चाहिये।

4.9 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम में नवाचार की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि (Historical Background of Innovations in Chemistry Curriculum)

साठ का दशक पूर्ण रूप से पाठ्यक्रम परिवर्तन को समर्पित रहा हैं ।

विकसित देशों, विशेषकर अमेरिका, जर्मनी, रूस, यूके आदि ने रसायन विज्ञान के साथ सभी प्रकार के विज्ञान के विषयों में नये पाठ्यक्रम विकसित किये।

इसके उपरान्त विश्व के सभी देशों ने रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम के विकास के लिए परियोजनाएँ (Projects) तैयार की।

ज्यादातर पाठ्यक्रम परियोजनाएँ देश की राष्ट्रीय और शैक्षिक दृष्टि के अनुसार बनाई गई। यूनेस्को ने भी विभिन्न देशों की आवश्यकताओं को ध्यान में रखकर शैक्षिक परियोजनाएँ स्थापित की। अधिकतर पाठ्यक्रम केन्द्रीय प्रकृति के थे। धीरे–धीरे यह अनुभव किया जाने लगा कि छात्रों में अपेक्षा के अनुसार परिवर्तन नहीं हुए। इस कारण से स्थानीय आधार पर पाठ्यक्रमों के विकास में रूचि बढ़ने लगी तथा ऐसे पाठ्यक्रमों का निर्माण होने लगा।

सातवें दशक में महत्त्वपूर्ण परिवर्तन यह हुआ कि विषयों में आमूलचूल परिवर्तन हुऐ। रसायन विज्ञान को विस्तृत रूप में पढ़ाया जाने लगा।

विद्यालयों में रसायन विज्ञान का अध्ययन अध्यापन होने लगा। माध्यमिक स्तर पर इसको समाकलित विज्ञान (Integrated Science) के अंग के रूप में रखा गया । इसी समय विज्ञान की इस प्रकृति पर बल दिया जाने लगा कि यह एक प्रक्रिया विज्ञान है न की तथ्यों का ज्ञान।

विज्ञान के नये उद्देश्यों का उद्भव हुआ और प्रयोगात्मक कार्य पर जोर दिया जाने लगा। 21वीं शताब्दी में पर्यावरणीय सम्बंधित समस्यायें, वैश्विक समस्यायें है जिनका मानव व अन्य जीव जन्तुओं पर हानिकारक प्रभाव पड़ता है। इसलिए रसायन विज्ञान विषय को अधिक व्यापकता से लिया जाये तथा छात्रों को इसका अधिक से अधिक ज्ञान दिया जाये।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

6. रसायन विज्ञान के नवाचारों की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि पर प्रकाश डालिए।

नवाचार की आवश्यकता समझी गई। अमेरिका में पाँचवें दशक में और इंग्लैण्ड में साँठे दशक में पाठ्यक्रम विकास का कार्यक्रम शुरू किया गया। रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रम सुधार के लिए प्रमुख रूप से तीन परियोजनाएँ महत्त्वपूर्ण मानी जाती है।

संयुक्त राज्य अमेरिका में दो परियोजनाएँ अग्रणी मानी जाती हैं –

1. **रासायनिक बन्ध उपागम (Chemical bond Approach – CBA)**
2. **केमिकल एजूकेशन मैटीरियल स्टडी (Chemical Education Material Study - CHEMS Study)**
3. **युनाईटेड किंगडम में रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम परियोजना**

4.10 रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम प्रवर्तन परियोजनाएँ (Chemistry Curriculum Innovation Project)

1960 से पहले तक पाठ्यक्रम में सुधार के नाम पर पाठ्यचर्याओं में थोड़ा बहुत परिवर्तन कर लिये जाते थे। परन्तु 1960 के पश्चात् विज्ञान पाठ्यक्रम में आमूल चूल परिवर्तन की आवश्यकता महसूस की जाने लगी। रसायन विज्ञान की पाठ्य वस्तु और शैक्षिक विधियों में नवीनीकरण जरूरी समझा जाने लगा।

प्रयोगशालाओं में उपकरणों (Apparatus) और उपस्कारों (Equipments), शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रम, विषय वस्तु के संगठन में **नफ्फील्ड ओ स्तर का रसायन विज्ञान (Nuffield O - Level Chemistry)**– सर्वप्रथम प्रकाशित होने वाली परियोजना थी। इन परियोजनाओं की सफलता का मुख्य कारण यह रहा कि इनमें अमेरिका व इंग्लैण्ड के नोबल पुरस्कार से सम्मानित वैज्ञानिकों ने अपना योगदान दिया। इन परियोजनाओं की सफलता इस बात से भी झलकती है कि इन पाठ्यक्रमों को सभी वैज्ञानिकों और शिक्षाविदों ने सहर्ष स्वीकार किया ।

भारत में रसायन विज्ञान का पाठ्यक्रम – राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद (NCERT) द्वारा विकसित किया गया। इस पाठ्यक्रम का मुख्य उद्देश्य छात्रों में रसायन विज्ञान के लिए अभिरुचि का विकास करना तथा भावी कैरियर के रूप में अभियान्त्रिकी (Engineering) और आयुर्विज्ञान (Medicine) जैसे व्यवसायों के लिए क्षमता (Competency) का विकास करना।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

7. रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम में सुधार के लिए प्रमुख परियोजनायें कौन सी थी?

4.10.1 केमिकल बोंड एप्रोच (Chemical Bond Approach)

CBA पाठ्यक्रम का निर्माण लारेन्स ई स्ट्रांग के निर्देशन में 1959 में USA में किया गया। इस पाठ्यक्रम का निर्माण का प्रमुख उद्देश्य 16–18 आयु वर्ग के छात्रों को रसायन विज्ञान

का परिचय– रासायनिक परिवर्तन व परमाणु संरचना पर विशेष बल देकर समझाना था। इस पाठ्यक्रम का सिद्धान्त क्रिया करके सीखना या अधिगम था।

CBA को पाँच भागों में बाँटा गया है –

(i) रासायनिक परिवर्तन और पदार्थो की परस्पर क्रिया – का ज्ञान प्रदान करना।

(ii) परमाणुओं की क्रिया से यौगिकों व अणुओं का बनना।

(iii) अभ्रप्रतिदर्श (Cloud Model) –

कक्षीय प्रतिदर्श (Orbital Model) को तीन भागों में विभाजित किया गया है।

(अ)अभ्रप्रतिदर्श (Cloud Model) के बारे में समझाना

(ब) कक्षीय प्रतिदर्श (Orbital Model) के बारे में ज्ञान देना।

(स) उपरोक्त अध्ययन के बाद अणु एवं क्रिस्टल की संरचना की व्याख्या करना।

(iv) CBA को चौथे भाग को भी पुन: तीन वर्गों में विभाजित किया गया हैं ।

(अ) सह–संयोजक बंध की व्याख्या (Covalent Bond)

(ब) घटिवक बंध की व्याख्या (Metallic Bond)

(स) आयिन बंध की व्याख्या (Ionic Bond)

(v) CBA के पाँचवें भाग को भी दो अलग–अलग वर्गों में विभाजित किया गया हैं–

(अ) रासायनिक सन्तुलन

(ब) रासायनिक क्रिया (Chemical Reactivity)

CBA के उद्देश्य :–

(i) आधुनिक पाठ्यक्रम का निर्माण करना जो कि रसायन शास्त्र में रूचि जगाये।

(ii) पाठ्य पुस्तक एवं प्रयोगशाला सामग्री का निर्माण करना।

(iii) शिक्षकों की जानकारी को समृद्ध बनाना।

(iv) प्रोजेक्ट कार्य पर बल देना।

CBA की विशेषताएँ ;

(i) CBA पाठ्यक्रम में प्रयोगों पर बल दिया गया है।

(ii) CBA पाठ्यक्रम में परिभाषाओं पर ध्यान दिया गया है।

(iii) CBAमें छात्र स्वयं सभी कार्य कर के सीखने पर बल दिया गया है।

(iv) CBA में सैद्धान्तिक एवं प्रायोगिक कार्य साथ–साथ चलते हैं।

4.10.2 केमस स्टडी (CHEMS Study)

केमस कोर्स का पूरा नाम केमिकलएजूकेशनमैटीरियल कोर्स (Chemical Education Material Course) है । इसका निर्माण जे. एस. कैम्पबेल्स, जी. सी. पिमेन्टल ने 1959 में यू.एस, ए. में किया। इस पाठ्यक्रम का निर्माण 16–18 आयु तथा विश्वविद्यालय स्तर पर प्रारम्भिक कोर्स के रूप में उपयोग के लिए किया गया।

इस योजना के अन्तर्गत पाठ्य पुस्तक, प्रयोगशाला अध्यापक संदर्शिका, फिल्में, रसायनिक गणित में योजनाबद्ध अनुदेश, वस्तुनिष्ठ इकाई तथा मध्य वार्षिक तथा वार्षिक परीक्षाएँ अन्तर्विष्ट की गई है। रसायनिक क्रियाओं, रासायनिक व्यवस्था की संरचना, इलेक्ट्रॉन की

संरचना, परमाणुओं की ज्यामितीय व्यवस्थापना, बॉध इत्यादि पर इस पाठ्यक्रम के तहत बल दिया गया है।

4.10.3 नफ्फील्ड 'अ' स्तर का पाठ्यक्रम (Nuffield Chemistry Project - A – Level)

नफील्ड स्तर का पाठ्यक्रम का प्रारम्भ यूनाईटेड किंगडम के देशों में 1965 में हुआ। इस पाठ्यक्रम निर्माण के निदेशक ई. एस. काउल्मॉन (E.S.Coulson) रहे।

यह पाठ्यक्रम 16 वर्ष से अधिक आयु वर्ग के छात्रों के लिए निर्मित किया गया।

पाठ्यक्रम की विशेषताएँ –

(i) नफ्फील्ड पाठ्यक्रम का निर्माण जनरल सर्टिफिकेट ऑफ एज्युकेशन के छात्रों के लिए किया गया ।

(ii) इस पाठ्यक्रम में पर्याप्त तथ्यात्मक जानकारियाँ रखी गई हैं।

(iii) इस पाठ्यक्रम में उच्च शैक्षिक योग्यता रखी गई।

(iv) छात्रों में प्रयोगात्मक कौशल विकसित करना।

(v) छात्रों में विज्ञान सम्बन्धित खोज और जिज्ञासा को उत्पन्न करना।

4.10.4 नफ्फील्ड ओ स्तर का पाठ्यक्रम (Nuffield Chemistry Project - O – Level)

इस प्रोजेक्ट ने "सबके लिए विज्ञान" (Science for All) में पाठ्यक्रम उपलब्ध किया। इस पाठ्यक्रम का निर्माण यूनाईटेड किंगडम के देशों में 1961 में किया गया। इस परियोजना के प्रमुख एच. एल हेल्ली वैल्ल है।

विशेषताएँ (Characteristics/Features) –

(i) यह परियोजना 11 से 16 आयु वर्ग के छात्रों के लिए हैं।

(ii) यह पाठ्यक्रम छात्रों को तथ्यात्मक जानकारी देने, उनकी समालोचना करने और परीक्षणकरनेरखने वाले छात्र ही प्रवेश ले सकते हैं और रसायन विज्ञान का अध्ययन कर सकते हैं।

(iii) इस पाठ्यक्रम से शिक्षक–शिक्षार्थियों में परस्पर सहयोग की भावना का विकास किया जाता है।

(iv) इस पाठ्यक्रम में प्रायोगिक कार्य पर विशेष बल देता है।

(v) इस पाठ्यक्रम में आन्तरिक मूल्यांकन की व्यवस्था है।

(vi) इस पाठ्यक्रम में परिचय माप, कैलोरीमीट्री, स्पेक्ट्रोस्कोपी और सेल ई एम एफ जैसे प्रयोगों को शामिल किया गया है।

उद्देश्य (Objectives) –

(i) 16 वर्ष की आयु वाले छात्रों को रसायन विज्ञान की शिक्षा देना।

(ii) उच्च अध्ययनरत छात्रों को उचित मार्ग दर्शन देना।

(iii) छात्रों को रसायन विज्ञान की जानकारी प्रदान करने का प्रशिक्षण देती हैं।

(iv) इस परियोजना में परीक्षा पद्धति पर ध्यान रखा गया है।

(v) इस परियोजना में वस्तु पूरक, लघुउत्तरात्मक एवं निबन्धात्मक प्रश्न को सम्मिलित किया गया है।

(vi) इस पाठ्यक्रम में 11 अध्ययन बिन्दु रखे गये हैं।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

8. कैम बॉंड परियोजना क्या थी ? यह किन उद्देश्यों पर आधारित हैं ?
9. कैम स्टडी परियोजना के उद्देश्यों और विशेषताओं को स्पष्ट कीजिए।

4.10.5 NCERT की परियोजना (Project of NCERT)

NCERT ने सीनियर सैकेण्ड्री के लिए रसायन विज्ञान का पाठ्यक्रम का निर्माण किया है। इसको विभिन्न राज्यों ने अपनी आवश्यकताओं के अनुसार अंगीकार किया है।

उद्देश्य (Objectives) –

(i) माध्यमिक स्तर पर विकसित अवधारणाओं को मजबूती प्रदान करना तथा उच्चतर अध्ययन के लिए सशक्त पृष्ठभूमि निर्मित करने की दृष्टि से नवीन रसायनिक अवधारणाओं को विकसित करना।

(ii) छात्रों को दैनिक जीवन में रसायन विज्ञान के उपयोग से परिचित कराना।

(iii) औद्योगिक और प्रौद्योगिक प्रयुक्तियों में उपयोगी विभिन्न रसायनिक प्रक्रियाओं को समझाना।

(iv) विद्यार्थियों की रसायन विज्ञान में अभिरूचि का विकास करना।

(v) विद्यार्थियों को अपने कैरियर के रूप में अभियान्त्रिकी और आयुर्विज्ञान जैसे व्यवसायों का चयन करने के लिए क्षमता का विकास करना।

NCERT पाठ्यक्रम के मुख्य बिन्दु (Important Points of NCERT Curriculum)

(i) 10+2 स्तर पर रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रमुख परिवर्तन के रूप में देख गया। रसायन विज्ञान को एकीकृत रूप में व्यवस्थित किया गया। शुरू की इकाई में अवधारणाओं को विकसित किया गया है। बाद की इकाईयों में इन अवधारणाओं को प्रयुक्त किया गया है।

(ii) इस पाठ्यक्रम में प्रयोगशाला भाग में कुछ प्रयोगों को रखा गया हैं इसके तहत छात्रों में वैज्ञानिक अभिवृत्ति और भावी अनुसन्धान के लिए आवश्यक कौशलों को विकसित किया जा सकें।

(iii) इस पाठ्यक्रम में व्यावसायिक कोर्सों और शैक्षिक कोर्सों दोनों की आवश्यकताओं की पूर्ति की गई हैं। इस पाठ्यक्रम में अभियान्त्रिकी और आयुर्विज्ञान कोर्सों के लिए आधार तैयार किया गया है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

10. भारत में रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रम में नवप्रवर्तनों के कारण क्या परिवर्तन हुए है।

4.11 अवधारणाओं का संज्ञानात्मक मानचित्र (Cognitive Map of Concepts)

एक अवधारणा से अगली अवधारणा जुड़ी होती है। एक अवधारणा को समझने के लिये उससे जुड़ी अन्य अवधारणाओं का ज्ञान जरूरी है। ज्ञान को मस्तिष्क में धारण तभी किया जा सकता है जब उसका बोध हो। अत: छात्रों को अर्थपूर्ण अधिगम कराने के लिए अवधारणाओं का संज्ञानात्मक मानचित्र एक अच्छा माध्यम है।

अवधारणा का संज्ञानात्मक मानचित्र, अवधारणा को मस्तिष्क में संग्रहित करने की एक सुसंगठित प्रक्रिया है, जो किसी भी विषय या तथ्य के विभिन्न घटकों के अन्तसम्बन्धों का स्पष्ट ज्ञान चित्रित रूप में हमारे मन–मस्तिष्क में प्रस्तुत करती है।

4.11.1 अर्थ एवं परिभाषा (Meaning and Definition)

संज्ञानात्मक मानचित्र के सम्प्रत्यय के सर्वप्रथम प्रयोग का श्रेय टोल मैन (1948) को दिया जाता है। जो सेफ डी० नोवक ने (1977, 1984) ने संकल्पना मानचित्र की विधि को विकसित किया तथा कार्नेल विश्वविद्यालय में संकल्पना मानचित्र तकनीकी का अध्ययन प्रारम्भ किया।

जेटिज अन्डरसन, इनसान (1992) के अनुसार संकल्पना मानचित्र एक द्विआयामी लेखाचित्र है जो विभिन्न संप्रत्ययों के सह–सम्बन्ध पर बल देता है।

संकल्पना मानचित्र प्रविधि – जीन पीयाजे, डेविड ओसबेल एवं लेसर फील्ड के सिद्धान्तों पर आधारित है। अधिगम सिद्धान्तों में नवीन सम्प्रत्यय सीखने के लिए पूर्व ज्ञान का होना आवश्यक है। मार्टिन एवं बेलन (1994) के शब्दों में संप्रत्यय अमूर्त विचार है। दूसरी और संकल्पना मानचित्र मूर्त लेखा चित्रीय उदाहरण है जिसमें एक सम्प्रत्यय का सम्बन्ध उसी श्रेणी के अन्य संप्रत्ययों के साथ जोड़ने से स्पष्ट होता है।

जब हम बालक में "पदार्थ" शब्द के संज्ञानात्मक मानचित्र का विकास करते हैं तो हम "पदार्थ" का आकार, प्रकार, भार, बनावट, संरचना, उपयोग इत्यादि विशेषताओं की संयुक्त चित्र बालक के मन–मस्तिष्क में बनाते है जिससे बालक यह जान लेता है कि अमुक सम्प्रत्यय – पदार्थ हैं। इस प्रकार संज्ञानात्मक मानचित्र किसी अवधारणा का अलिखित या चित्रात्मक स्वरूप होता है। जो उस अवधारणा की धारा मस्तिष्क में छोड़ता है।

किसी बालक या विद्यार्थी द्वारा ज्ञान किस प्रकार संगठित किया जाता है, इसे संज्ञानात्मक मानचित्र द्वारा प्रस्तुत किया जाता है। संज्ञानात्मक मानचित्र एक प्रकार का बहुआयामी आलेखी निरूपण है। जो विभिन्न सम्प्रत्ययों में सह – सम्बन्ध जोड़ता है। और एक नवीन सम्प्रत्यय का स्वरूप स्पष्ट करता हे।

4.11.2 संज्ञानात्मक मानचित्र के कार्य

(i) नवीन विचारों को विकसित करने के लिए।

(ii) विचारों बोधगम्य बनाने के लिये।

(iii) जटिल अवधारणाओं को स्पष्ट करने के लिये।

(iv) नवीन ज्ञान और पूर्व ज्ञान का सम्बन्ध स्थापित करने के लिये।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

11. संकल्पना मानचित्र क्या है ?
12. संज्ञानात्मक मानचित्र को एक आलेखीय प्रणाली क्यों कहा जाता है ?
13. संज्ञानात्मक मानचित्र के मुख्य कार्य क्या हैं ?

4.12 संकल्पना मानचित्र विकसित करने के सोपान (Steps to Develop Cognitive Map)

1990 में केलहेन तथा क्लार्क ने संकल्पना मानचित्र विकसित करने के विभिन्न सोपान सुझाये हैं –

(1) सर्वप्रथम, सामान्य क्षेत्र के समस्त संप्रत्ययों के नाम लिखे।

(2) इन संप्रत्ययों के अलावा यदि कोई विशिष्ट तथ्य, विचार उदाहरण जो छात्रों के सीखने के लिए अनिवार्य है उसे भी लिखे ।

(3) चयनित संप्रत्ययों की तालिका में से प्रमुख संप्रत्यय को पहचानें और उसे सबसे ऊपर लिखे।

(4) अद्योनस्थ प्रमुख संप्रत्यय के नीचे प्रथम स्तर के अधीनस्थ संप्रत्ययों को व्यवस्थित करें।

(5) एक बार समान संप्रत्ययों की पहचान हो जाने पर अधीनस्थ संप्रत्ययों के प्रथम स्तर से ऊपर व्यवस्थित करना प्रारंभ कर दे।

(6) समकक्ष, अधीनस्थ एवं अधोनस्थ संप्रत्ययों में सह–संबंध दिखाने के लिए रेखायेंखीचें।

(7) जब समस्त संप्रत्यय मान चित्र विकसित हो जाये तो कुछ विशिष्ट अधीनस्थ संप्रत्ययों के चारों और एक घेरा बना देवे।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

14. संकल्पना मानचित्र के प्रमुख सोपान लिखिए।
    Write Main Steps of concept mapping.

4.12.1 संकल्पना मानचित्र विकास के सोपान का रेखाचित्र

(Outline Sketch of Steps to develop Cognitive Map)

1. विषय वस्तु का गहन अध्ययन
2. विषय वस्तु से मुख्य–मुख्य केन्द्रीय विचारों का चयन
3. मुख्य सम्प्रत्ययों के अतिरिक्त उपलब्ध विशिष्ट तथ्य आदि का चयन।
   3.(i) मुख्य सम्प्रत्यय, विशिष्ट सम्प्रत्यय व अधीनस्थ सम्प्रत्यय को पदानुक्रम में व्यवस्थित करना।
   3.(ii) अधीनस्थ सम्प्रत्यय को मुख्य सम्प्रत्यय के नीचे लिखना ।

3.(iii) विशिष्ट सम्प्रत्यय को ब्लाक द्वारा व्यक्त करना

4. सम्बन्धित सम्प्रत्यय को तीर द्वारा जोड़कर लिखना
5. मुख्य सम्प्रत्यय, विशिष्ट सम्प्रत्यय व अधीनस्थ तथा सम्बन्धित सम्प्रत्यय में सम्बन्ध दिखाने के लिए अनुप्रस्थ रेखाएं, तीर तथा ब्लाक खींचना ।

4.13 रसायन विज्ञान अधिगम में संकल्पना मानचित्र का (Significance of Concept Mapping in Chemistry)

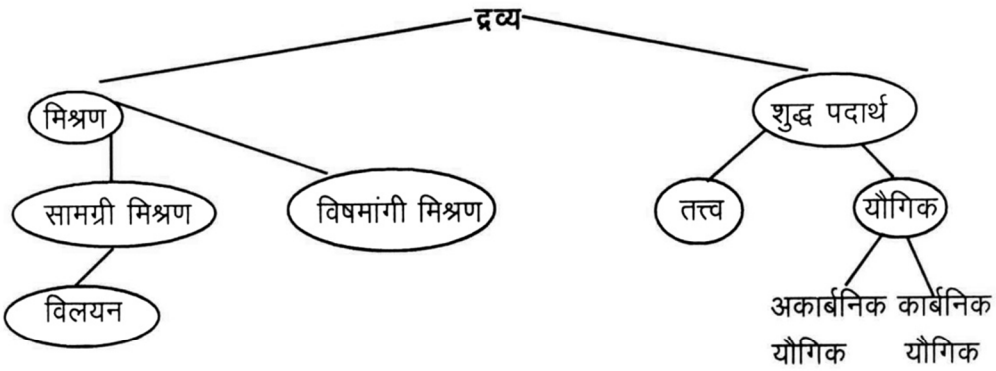
1. संकल्पना मानचित्र द्वारा अर्थपूर्ण अधिगम संभव है।
2. संकल्पना मानचित्र नियोजन और शिक्षण के साधन है।
3. संकल्पना मानचित्र अनुदेशन सुधारने में उपयोगी है।
4. संकल्पना मानचित्र प्रत्यास्मरण अधिगम में सहायक है।
5. संकल्पना मानचित्र कक्षा में अनुदेशन को दिशा देते है।
6. संकल्पना मानचित्र द्वारा मूल्यांकन संभव है।
7. संकल्पना मानचित्र द्वारा त्रुटिपूर्ण विचार भ्रांतियों का निदान होता है।
8. संकल्पना मानचित्र बनाने से अधिगम सरल बनता है एवं बोध विकसित करता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

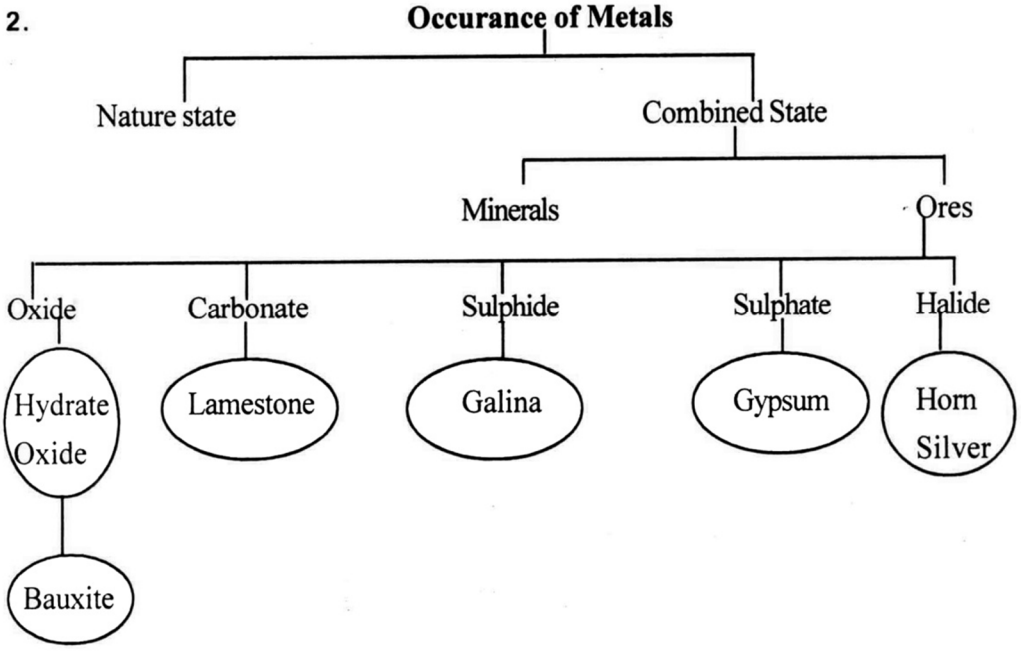
14. संज्ञानात्मक मानचित्र किस प्रकार के रसायन विज्ञान के अध्ययन में उपयोगी हैं? स्पष्ट कीजिए।

4.14 रसायन विज्ञान में संज्ञानात्मक मानचित्रण (Cognitive Map in Chemistry)

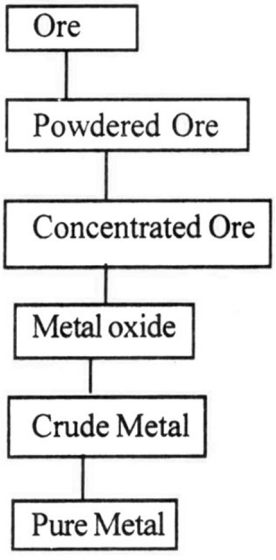
1. रसायन विज्ञान के शिक्षण में द्रव्य द्रव्य के प्रकार वर्गीकरण, सामान्य गुण व विशेषता एवम् उदाहरणों का ज्ञान दिया जाता है। ये सम्प्रत्यय दिए गए मानचित्र द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है।



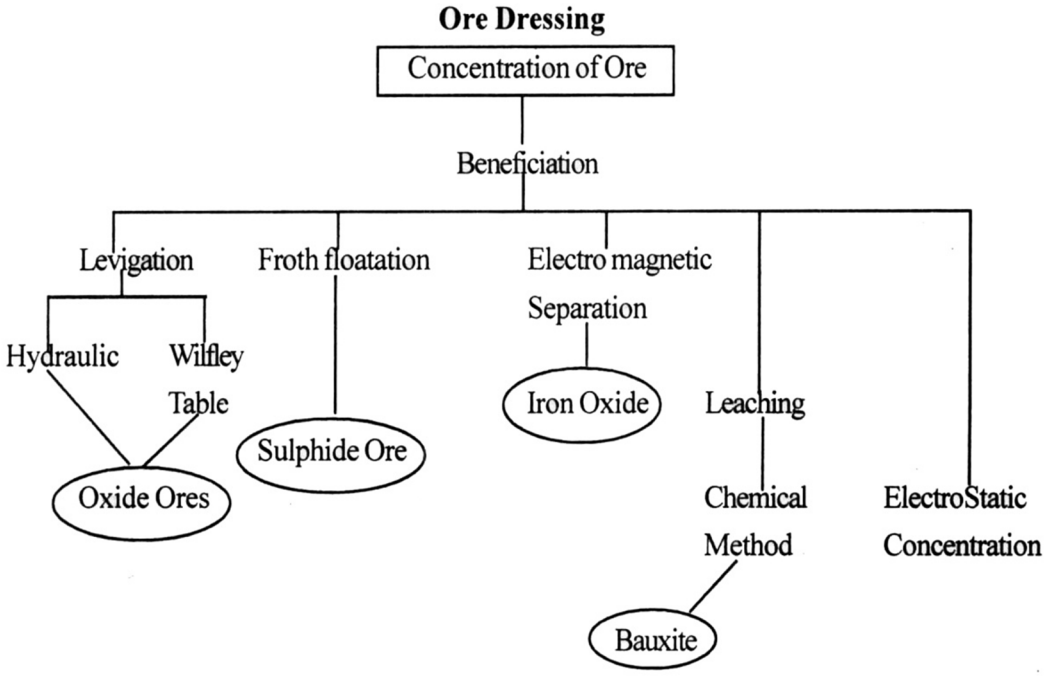
2.



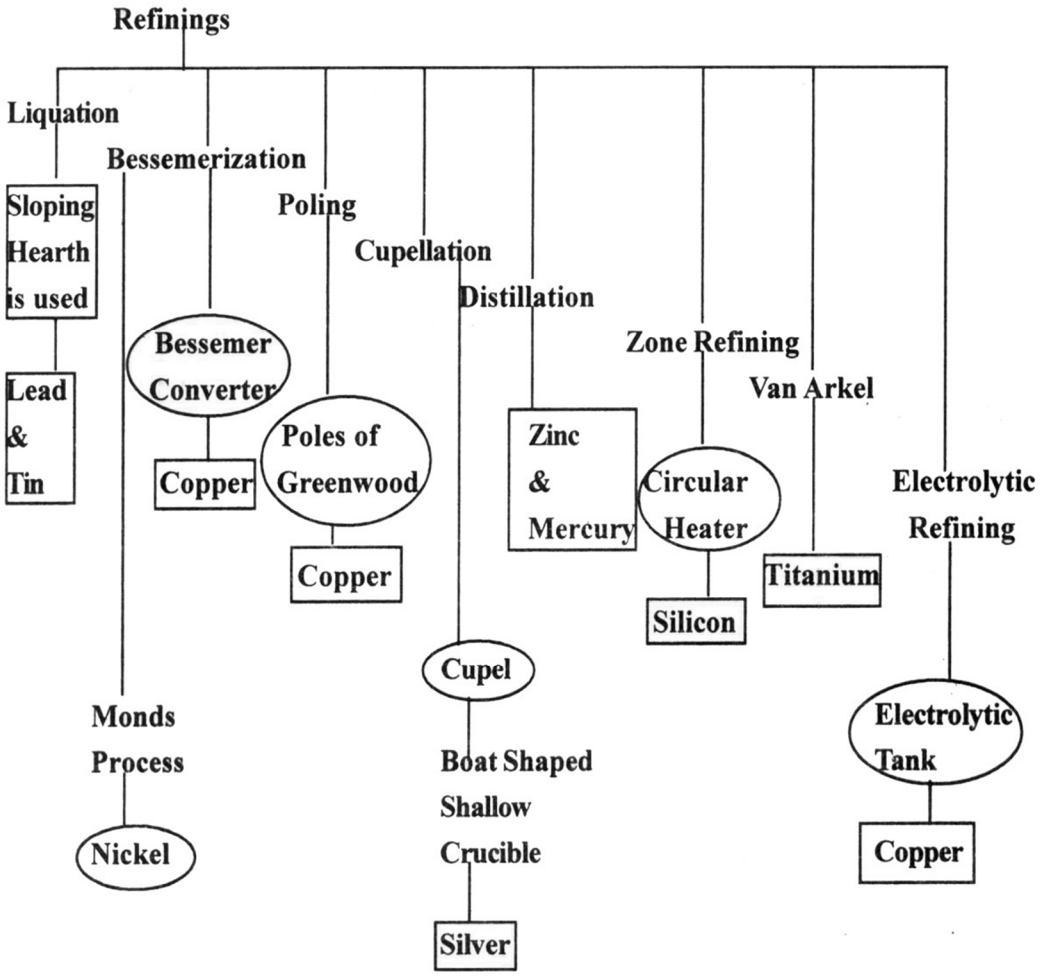
3. **Flex sheet diagram of Matallurgy**



4.



5. **Purification of Metals**



4.15 सारांश (Summary)

1. पाठ्यक्रम वह विषय वस्तु है जो छात्र को ज्ञानार्जन के लिए अध्ययन करवाने के लिये पढ़ाया जाये।
2. पाठ्यचर्या – विषय वस्तु के अतिरिक्त वे समस्त अधिगम अनुभव तथा पाठ्येन्तर कार्यक्रम के रूप में प्रदान किये जाते हैं।
3. पाठ्यचर्या के शिक्षक, शिक्षार्थी तथा पाठ्यक्रम आवश्यक चर है।
4. संकल्पना मानचित्र एक प्रक्रिया है जिसमें विभिन्न संप्रत्ययों के सह संबंध को मानचित्र के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

4.16 स्वमूल्यांकन प्रश्न (Self Evaluation)

1. पाठ्यक्रम और पाठ्यचर्या में क्या अंतर हैं?
   What is the difference between Syllabus and Curriculum.
2. पाठ्यचर्या के तत्व से आप क्या समझते हैं?
   What do you understand by curriculum?

3. संकल्पना मानचित्र को विकसित करने के सोपान कौन–कौन से हैं?
   What are the steps of development concept Map?
4. रसायन विज्ञान में किसी भी एक शिक्षण बिन्दु को विकसित करने के लिए मानचित्रण कीजिए।
   Develop one teaching point for Mapping in Chemistry.

4.17 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1. Negi JS., Nagi Rakshit : Chemistry Teachings, Vinod Pustak Mandir(2007)
2. Bens NS, Chaturvedi S : Educational Technology and Class Room Management, Jain Prakashan Mandir, Jaipur (2006)
3. Rathore M. : Modern Teaching Chemistry,Shiksha Prakashan, Jaipur (2006)

इकाई–5

रसायन विज्ञान शिक्षण पद्धतियाँ एवं उपागम, विषय आधारित शिक्षण पद्धतियों के विशिष्ट उदाहरण एवं विषय आधारित कौशल

(Methods and Approaches of Teaching Chemistry, specific illustrations of content based methodology and subject specific skills)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

5.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

5.1 प्रस्तावना (Introduction)

5.2 व्याख्यान विधि (Lecture Method)

5.3 प्रदर्शन विधि (Demonstration Method)

5.4 प्रयोगशाला विधि (Laboratory Method)

5.5 ह्यूरिस्टिक विधि (Heuristic Method)

5.6 समस्या समाधान विधि (Problem Solving Method)

5.7 प्रयोजन विधि (Project Method)

5.8 आगमन एवं निगमन विधि (Inductive deductive Method)

5.9 उपागम (Approaches)

- 5.9.1 पृच्छा उपागम (Inquiry Approach)
- 5.9.2 अभिक्रमित अनुदेशन (Programmed Instruction)
- 5.9.3 पैनल चर्चा (Panel discussion)
- 5.9.4 दल शिक्षण (Team teaching)

5.10 सारांश (Summary)

5.11 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

5.12 सन्दर्भ ग्रन्थ (References)

5.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई की समाप्ति पर आप इस योग्य हो सकेंगे कि–

1. रसायन विज्ञान शिक्षण के विभिन्न उपागमों तथा विधियों का वर्णन कर सकेंगे तथा उनका उपयोग भी कर सकेंगे।
2. विभिन्न उपागमों/विधियों के लाभ, गुण, दोष, उनकी सीमाओं को बता सकेंगे।
3. यह भी बता सकेंगे कि किसी उपागम विधि का उपयोग किन अवस्थाओं में उपयुक्त होगा और क्यों?
4. विभिन्न उपागमों एवं विधियों की एक–दूसरे से भिन्नता स्पष्ट कर सकेंगे।

5.1 प्रस्तावना (Introduction)

किसी भी विषय के अध्ययन तथा अध्यापन के लिए सबसे पहले यह देखा जाता है कि इसे किस प्रकार पढ़ाया जाए । इसी दृष्टिकोण से उस विषय के उद्देश्य निश्चित किए जाते है उद्देश्य (Objective) की पूर्ति के लिए निश्चित किया जाता है कि क्या पढ़ाया जाए।

विज्ञान के दो मूल घटक है, विषयवस्तु (content) तथा प्रक्रिया (process)। विज्ञान की पुस्तक के अध्ययन से विषयवस्तु (content) व प्रक्रिया (process) को मालूम किया जा सकता है। सिद्धान्त (Principle), नियम (Law), परिकल्पनाएँ (Hypothesis) समीकरण (Equations) तथा संप्रत्ययों (Concept) आदि को विषयवस्तु (content) की श्रेणी में रखा गया हैं । प्रेक्षण (Observations), वर्गीकरण (Classifications), संख्याओं, संकेतों का मापन (Measurement), संबन्धों का उपयोग संप्रेक्षण (Communications), भविष्य (Future) कथन करना, निष्कर्ष (Result) निकालना, क्रियात्मक (Functional) परिभाषा (Explanation) देना, परिकल्पना निर्मित करना, आंकड़ों (Data) की व्याख्या करना, प्रयोग (Experiment) करना आदि को प्रक्रियाओं की संज्ञा दी गई है। किसी दी गई विषय वस्तु तथा प्रक्रियाओं का शिक्षण, रसायन–विज्ञान की प्रकृति (Nature), विज्ञान शिक्षण के उद्देश्यों, बच्चों के संज्ञानात्मक (Cognitive), स्तर तथा कक्षा में विद्यमान परिस्थितियों के अनुरूप होना चाहिये। सबसे महत्त्वपूर्ण बात यह है कि विषय को किस ढंग से पढ़ाया जाये कि पूर्व निर्धारित उद्देश्यों की सुगमतापूर्वक उपलब्धि हो सके। जिस प्रकार युद्ध भूमि में सेनापति अपने लक्ष्य और उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए विभिन्न विधियों (Techniques) तकनीकों, युक्तियों (Devices), आदि को संगठित तथा एकीकृत (Integrated), कर व्यूह रचना (Strategy) बनाता है इसी प्रकार कक्षा में शिक्षक अपने उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए उपागम (approach), शिक्षण–विधि, तकनीक (technique), युक्ति (Device), सहायक सामग्री (teaching aid) विषयवस्तु की सहायता से व्यूह रचना (Strategy) बनाकर शिक्षण करता है और अपने पूर्व निर्धारित उद्देश्यों को प्राप्त करता है।

उपागम (approach) एक व्यापक मार्ग होता है, जिसके द्वारा किसी समस्या विशेष से जूझा जा सकता है। कार्य करने की सामान्य योजना होती है, जिसके आधार पर विभिन्न विधियों या मॉडलों का विकास होता है तथापि यदि कोई विचारों (संप्रत्ययों) को एक क्रमबद्ध तार्किक रूप से बांधा जाता है। उपागम किन्हीं उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए क्रमबद्ध तथा स्पष्ट रूप से परिभाषित या सुनिश्चित चरणों की एक क्रिया विधिक उदाहरण या चित्रण है। जिसके अन्तर्गत

किसी विधि की अभिकल्पना की जाती है। उपागम में दिशा (Direction) और प्रणाली (Method) दोनों ही शामिल हैं।

अत: कह सकते है कि शिक्षण में उपागम (approach) संक्रिया (operation) की दिशा और इसकी प्रणाली को दर्शाता है। प्रक्रिया (process) किसी भी संक्रिया (operation) में निहित क्रियाओं (action) और प्रतिक्रयाओं की (Reaction) सतत् श्रृंखला (continuous chain) है, जैसे शिक्षण (teaching), अनुदेशन (Instruction) शिक्षा प्रक्रियाएँ। विधि–पूर्व निर्धारित उद्देश्यों की प्राप्ति के लिये किसी भी प्रक्रिया के उद्देश्यों को प्राप्त करने की रीति को कहते है । तकनीक (technique) किसी भी प्रक्रिया के उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिये अपनायी जाने वाली एवं विधि (method) को आसान, समय, श्रम एवं खर्च की दृष्टि से मितव्ययी (Economic) तथा अधिक प्रभावी (effective) बनाने के लिये विशिष्ट युक्तियों के उपयोग को कहते है।

अनुदेशनात्मक अधिगम (Instructional Learning) में प्रश्नोत्तर (Question answer) श्रव्य–दृश्य सामग्रियों (audio–visual aids) आदि के उपयोग, तकनीकें है। तकनीक में प्रयुक्त सामग्री युक्ति कहलाती है। किसी तकनीक के उपयोग में महारथ (Mastery) हासिल करने के सामर्थ्य को कौशल कहते है।

रसायन–विज्ञान शिक्षण के लिए बहुत से उपागम व विधियाँ होती हैं। इस इकाई में रसायन विज्ञान शिक्षण के उपागमों तथा विधियों की विस्तृत चर्चा करेंगे।

रसायन विज्ञान शिक्षण में शिक्षक–अन्वेषणात्मक उपागम (Investigation approach), समस्या समाधान (Problem Solving Approach), अध्यापक व बाल केन्द्रित उपागम (Teacher Centered, Child Centered Approach), निर्देशन व प्रदर्शन उपागमों (Guidance & Demonstration approach) के अन्तर्गत विधियों को शिक्षण हेतु अपनाता है।

अध्यापक केन्द्रित व बाल केन्द्रित उपागम (Teacher Centered and Child Centered Approach) – सामान्यत: शिक्षण विधियों को शिक्षक व छात्र सक्रियता के आधार पर दो वर्गों में विभाजित किया गया है –

(1) अध्यापक केन्द्रित विधियाँ (2) विद्यार्थी केन्द्रित विधियाँ

(1) **अध्यापक केन्द्रित विधि (Teacher Centered Method)** के अन्तर्गत निम्नलिखित विधियाँ आती है:–

(i) व्याख्यान विधि (Lecture Method)

(ii) व्याख्यान एवं प्रदर्शन विधि (Lecture–cum–Demonstration Method)

(iii) ऐतिहासिक विधि (Historical Method)

(2) **विद्यार्थी केन्द्रित विधियों (Child Centered Method)** के अन्तर्गत निम्नलिखित विधियाँ आती है:

(i) ह्यूरिस्टिक विधि (Heuristic Method)

(ii) योजना विधि (Project Method)

(iii) समस्या हल करने की विधि (Problem Solving Method)

(iv) प्रयोगशाला विधि (Laboratory Method)

अध्यापक केन्द्रित उपागम (Teacher Centered Approach) – प्राय: कक्षा शिक्षण में हो रहे क्रियाकलापों का अवलोकन करने पर यह देखने में आता है कि अधिकांश समय शिक्षक ही बोलता रहता है। विद्यार्थी को प्रश्न पूछने का अवसर ही नहीं मिलता और मिलता भी है तो बहुत कम। शिक्षण का यह अध्यापक केन्द्रित उपागम है। व्याख्यान विधि, प्रदर्शन विधि, अध्यापक केन्द्रित उपागम के उदाहरण है जिनसे अध्यापक अधिक से अधिक ज्ञान छात्रों को दे सकते है, कौशलों अध्यापन में भी ये प्रभावी उपागम है जैसे हाइड्रोजन, कार्बन–डाइआक्साइड आदि गैसों को तैयार करना, साल्ट विश्लेषण करना (Salt Analysis), उपकरण व्यवस्था करना पृथक्करण (Separation Method) पृथक्करण विधियों का प्रदर्शन (Demonstration) करना। इस उपागम में अध्यापक बार–बार छात्रों से प्रश्न पूछकर कौशल विकसित करने का प्रयास करता है। छात्र जब तक किसी कौशल में निपुण नहीं हो जाता तब तक अध्यापक को बार–बार यह बताना पड़ता है कि क्या करें और कैसे करें।

बाल केन्द्रित उपागम (Child Centered Approach) – शिक्षण प्रक्रिया इस प्रकार से सम्पन्न हो कि अध्यापक स्वयं कम बोले और विद्यार्थियों को बोलने स्वयं क्रियाकलाप करने का अवसर अधिक प्रदान करें। इस उपागम में छात्र स्वयं समस्या के हल तक पहुंचता है। अन्वेषण उपागम समस्या समाधान, प्रयोगशाला विधि, वैज्ञानिक विधि परियोजना विधि बाल केन्द्रित उपागम है।

5.2 व्याख्यान विधि (Lecture Method)

व्याख्यान विधि शिक्षण में सबसे अधिक उपयोग में लायी जाने वाली विधि है। व्याख्यान विधि में शिक्षक प्रकरण सम्बन्धी बिन्दुओं को तार्किक ढंग से क्रमबद्ध करके प्रस्तुत करता है और छात्र उन बातों को उसी क्रम में ग्रहण करते है। उच्च कक्षाओं में शिक्षण हेतु इस विधि को सर्वमान्य एवं उपयोगी विधि के रूप में ग्रहण किया जाता है। अन्य विधियां इस विधि की सहायक ही कही जा सकती है। शिक्षक में व्याख्यान (भाषण) देने का कौशल होना इस विधि हेतु आवश्यक है, क्योंकि इसके माध्यम से ही शिक्षक अपने विचारों को छात्रों तक आसानी से पहुँचा सकता है।

इस विधि में शिक्षक सूचना प्रसारण का कार्य अधिक करता है और छात्र शान्त रहकर उन सूचनाओं को ग्रहण करते है। इस प्रकार इस विधि में शिक्षक ही अधिक सक्रिय रहता है और छात्र निष्क्रिय रहते है।

5.2.1 व्याख्यान विधि का प्रयोग (Use of Lecture Method)– इस विधि का प्रयोग निम्न प्रकार किया जा सकता है–

1. **पाठ की प्रस्तावना हेतु (For the Introduction of Lesson)** – किसी भी पाठ की प्रस्तावना के समय व्याख्यान का उपयोग लाभदायक है।
2. **विषय–वस्तु को स्पष्ट करने हेतु (For the Explanation of content)** –व्याख्यान विधि का प्रयोग सम्बन्धित विषय–वस्तु के तकनीकी शब्दों (Technical words), सिद्धान्तों (Principle) को स्पष्ट करने हेतु किया जाता है।

3. **पाठ का सारांश प्रस्तुत करना (To summarize the contents)**– व्याख्यान के द्वारा पाठ का संक्षिप्तीकरण करके उसका सार रूप समझाया जा सकता है।
4. **अतिरिक्त विषय वस्तु प्रदान करने हेतु (To present Additional material)** – छात्रों के मानसिक स्तर एवं उनकी योग्यता को ध्यान में रखते हुए कभी–कभी शिक्षक को अतिरिक्त विषय–वस्तु का ज्ञान प्रदान करना आवश्यक हो जाता है।

उदाहरणार्थ :–

परमाणु के इलेक्ट्रॉन विन्यासों तथा रासायनिक आबंध निर्माण की प्रवृत्ति का अध्ययन बच्चों को चार्ट दिखाकर सम्पादित किया जा सकता है जिसमें कुछ क्षारीय धातुओं हैलोजन, उत्कृष्ट गैसों और सामान्य तत्त्वों के परमाणुओं के इलेक्ट्रॉन विन्यास दर्शाये गए हों।

उत्कृष्ट गैसों के इलेक्ट्रानिक विन्यास को दर्शाता चार्ट जिस पर छात्रों का ध्यान केन्द्रित करें और चार्ट अवलोकन द्वारा यह पता कर सके कि He (हीलियम) को छोड़कर सभी उत्कृष्ट गैसों के बाह्यतम कोष में आठ इलेक्ट्रॉन होते है। इसी प्रकार चार्ट पर अन्य तत्व – जैसे क्षारीय धातुएँ, हैलोजन के इलेक्ट्रानिक विन्यास को दिखाया जाये कि इन परमाणुओं का बाह्यतम कोष पूर्ण नहीं होता है और आरेख द्वारा यह सम्प्रत्यय स्पष्ट किया जा सकता है कि ये तत्व इस कारण अभिक्रिया शीलता दर्शाते हैं और इसके फलस्वरूप अष्टक प्राप्त करने का प्रयास करते है। इस प्रकार इन तत्त्वों में रासायनिक आबंधन का होना एक स्थिर विन्यास में परिणीत होता है। इसे आप निम्न प्रकार से चार्ट बनाकर व्याख्यान विधि व प्रश्नोत्तर द्वारा स्पष्ट कर सकते है।

रासायनिक अभिक्रिया करने वाले तत्वों के जोड़े		**वे उत्कृष्ट गैसे जिनका विन्यास अभिक्रिया के पश्चात ,प्राप्त करते हैं**	
Na	Cl	Na [Na]	Cl → [Ar]
2, 8, 1	2, 8, 7	2, 8→ 2, 8	2,8,8 2,8,8
H+H	O	H2 → [He]	O → [Ne]
1 1	2, 6	2 2	2,8→ 2,8
Mg	Cl तथा Cl	Mg→ [He]	O → [Ne]
2,8,2	2,8,7 2,8,7	2,8 2,8	2,8,8 2,8,8

विद्यार्थियों को इस बात के लिये प्रोत्साहित करें वे तत्त्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा उनकी अभिक्रिया में सम्बन्ध जानने का प्रयत्न करें और इस आधार पर अष्टक नियम प्रतिपादित करें।

इसी प्रकार ठोस, द्रव, गैस में ताप का संचरण (Conduction) व संवहन (Convection) को प्रदर्शन विधि व व्याख्यान युक्त प्रयोग प्रदर्शन विधि द्वारा शिक्षण किया जा सकता है।

5. **प्रेरणा प्रदान करने हेतु (For Inspiration)–** छात्रों को सम्बन्धित विषय–वस्तु के प्रति प्रेरित करने में भी इस विधि (व्याख्यान) का प्रयोग लाभदायक होता है। व्याख्यान द्वारा उससे संबन्धित बिन्दुओं को छात्रों के सम्मुख रखा जाए तो वह छात्र में उस विषय–वस्तु के प्रति प्रेरणा का कार्य करती है।

इस विधि से वैज्ञानिकों की जीवनी, परमाणु का बोर मॉडल, धातु–अधातु की प्रस्तावना अष्टम नियम आवर्त सारणी आदि का शिक्षण किया जा सकता है।

5.2.3 व्याख्यान विधि के गुण (Merits of Lecture Method)– इस विधि के प्रमुख गुण हैं:–

1. **मितव्ययता (Economic)** – इस विधि द्वारा शिक्षण में व्यय बहुत ही कम होता है। इस विधि में किसी प्रकार की वैज्ञानिक सामग्री अथवा उपकरणों की आवश्यकता नहीं होती है। अत: मितव्ययता इस विधि का प्रमुख गुण है।
2. **समय की बचत (To save time)** – (1) इस विधि द्वारा एक ही शिक्षक छात्रों की एक बड़ी संख्या को एक साथ पढ़ा सकता है।
   (2) कम समय में ही छात्रों को अधिक बातें बतलाई जा सकती है।
3. **अनुशासन (Discipline)** – इस विधि द्वारा छात्र नियन्त्रण आसान हो जाता है अनुशासन भंग होने की सम्भावना नहीं होती है।
4. **विचारों को क्रमबद्ध (Sequence)** – ढंग से पेश करना आसान होता है।
5. किसी प्रकरण का परिचय देने अथवा सारांश बताने में यह विशेष उपयोगी विधि है।

व्याख्यान विधि के दोष (Demerits of Lecture Method)– इस विधि के दोष निम्न प्रकार से हैं।

1. **व्यावहारिक ज्ञान की उपेक्षा (Avoid of practical knowledge)–** व्याख्यान विधि में प्रत्यक्ष अनुभव व प्रयोग सम्बन्धी कार्य को कोई स्थान नहीं दिया जाता। करो और सीखो (Do and Learn–) के सिद्धान्त की पूर्णतया अवहेलना की जाती है।
2. **छात्रों की सक्रियता का अभाव (Lack of Activities)** – इस विधि द्वारा शिक्षण में केवल शिक्षक ही अधिक सक्रिय रहता है और छात्र निष्क्रिय बनकर बैठे रहते है।
3. **प्रभुत्व (Authoritarian Method)** – अधिकार सम्पन्न विधि– यह प्रभुत्व अधिकार सम्पन्न (Authoritarian) विधि है। इसके द्वारा छात्रों को स्थापित मान्यताओं एवं परिणामों को चुनौती देने का प्रोत्साहन नहीं मिलता जो कि विज्ञान की भावना के विपरीत है।
4. **विज्ञान शिक्षण के मुख्य उद्देश्य के प्रतिकूल–** यह विधि छात्रों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Attitude) तथा वैज्ञानिक विधि (Scientific Method) के विकास की दृष्टि से उपयुक्त नहीं है, जो कि विज्ञान–शिक्षक का मुख्य उद्देश्य है।
5. **मानसिक शक्तियों का विकास करने में असक्षम (Incapable of Mental development) –** यह विधि छात्रों की मानसिक शक्तियों के विकास में असक्षम है। छात्रों को स्वयं तर्क करने एवं चिन्तन करने का अवसर ही प्राप्त नहीं होता। फलत: छात्रों में आलोचनात्मक चिन्तन, सृजनशीलता एवं तार्किक चिन्तन का विकास नहीं हो पाता।

6. **छोटे बालकों हेतु अनुपयुक्त (Unuseful for small children)** – छोटे बालकों के लिए व्याख्यान द्वारा समझना कठिन होता है, अत: उनके लिए यह विधि उपयुक्त नहीं है।
7. **विभिन्न छात्रों की सूचना ग्रहण करने की गति भिन्न होती है** – सभी छात्रों की सीखने की गति के अनुसार व्याख्यान देना असम्भव होता है । केवल मध्यमान गति का ही ध्यान रखा जाता है।
8. **मन्दबुद्धि बालकों का विकास करने में असक्षम (Incapable for Mentally retarded children)** – इस विधि द्वारा प्रतिभाशाली बालक तो अध्ययन कर लेते है किन्तु मन्दबुद्धि बालक और पिछड़ जाते हैं।

अत: व्याख्यान विधि द्वारा पिछड़े हुए तथा मन्दबुद्धि बालक का विकास असंभव हैं।

यद्यपि इस विधि में गुणों की अपेक्षा दोषों की मात्रा अधिक है परन्तु इस पर भी हम इसे पूर्णतया रद्द नहीं कर सकते। छोटी कक्षाओं हेतु यह विधि भले ही अधिक उपयोगी न हो किन्तु उच्च कक्षाओं को पढ़ाने में यह बहुत ही उपयोगी सिद्ध हो रही है।

व्याख्यान विधि का प्रयोग करते समय निम्न बातों का ध्यान रखा जाए तो यह विधि अधिक लाभदायक सिद्ध हो सकती है–

(1) व्याख्यान देते समय वाणी में मधुरता एवं शब्दों का उच्चारण सही होना चाहिए।

(2) व्याख्यान को अधिक क्रियाशील बनाने हेतु बीच–बीच में प्रदर्शन का प्रयोग भी करते रहना चाहिए।

(3) आवश्यकतानुसार व्याख्यान के मुख्य बिन्दुओं को श्याम–पट्ट पर अंकित करते रहना चाहिए।

(4) इस विधि का प्रयोग करते समय यह अधिक लाभप्रद होगा कि शिक्षक छात्रों को व्याख्यान के समय नोट लेने की कला का प्रशिक्षण दें।

(5) व्याख्यान के अन्त में छात्रों को प्रश्न पूछने का समय भी देना चाहिए तथा शिक्षक को ऐसे प्रश्नों का उत्तर निःसंकोच समझना चाहिए। इस प्रकार व्याख्यान विधि को अधिक उपयोगी बनाया जा सकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. अध्यापक केन्द्रित उपागम पर आधारित विधियाँ कौन–कौन सी हैं ?
2. व्याख्यान विधि के प्रमुख गुण एवं दोष क्या हैं?

5.2.4 सारांश

फिर भी यह विधि आर्थिक दृष्टि से उपयुक्त है, क्योंकि एक शिक्षक एक ही समय में कितने ही छात्रों को एक साथ पढ़ा सकता है। इसमें किसी उपकरण, प्रयोगशाला आदि का विशेष व्यवस्था की कोई आवश्यकता नहीं होती। वैज्ञानिक तथ्यों की सूचना देने, ऐतिहासिक पृष्ठभूमि जानने और वैज्ञानिकों के सत्यान्वेषण के लिए जोखिम उठाने की प्रेरणादायी कहानियों के लिए यह एक कारगर तकनीक है। इसलिए व्याख्यान विधि का माध्यमिक स्तर पर आंशिक रूप से उपयोग किया जा सकता है।

5.3 प्रदर्शन विधि (Demonstration Method)

किसी वैज्ञानिक घटना को दृश्य के रूप मे प्रस्तुत करना तकनीकी भाषा में प्रदर्शन कहलाता है। जब सल्फ्यूरिक अम्ल की चीनी पर प्रतिक्रिया दिखाते है, तो एक प्रदर्शन प्रस्तुत करते है। पानी के तत्व दिखाने के लिए जब उसका विद्युत विश्लेषण कर उसकी ऑक्सीजन और हाइड्रोजन में विलग करते है, तो उपकरण को प्रस्तुत कर छात्रों के सम्मुख वैज्ञानिक घटना स्पष्ट करना 'प्रदर्शन' है।

5.3.1 प्रदर्शन विधि का अर्थ (Meaning of Demonstration Method) :

इस विधि में अध्यापक पाठ्य विषय को पढ़ाने के साथ–साथ उससे सम्बन्धित प्रयोग प्रदर्शित करता है । प्रदर्शन के साथ ही वह बीच–बीच में यह जानने के लिए कि छात्र पाठ में रूचि ले रहे हैं या नहीं, उनसे प्रश्न भी पूछता है। छात्र अध्यापक द्वारा किए गए प्रयोगों को बड़े ध्यानपूर्वक देखते हैं और निरीक्षण के आधार पर निष्कर्ष निकालते है।

जहां व्याख्यान विधि में शिक्षक भाषण द्वारा छात्रों को ज्ञान प्रदान करता है। किन्तु रसायन विज्ञान जैसे विषय में कोरे भाषण (Speech) मात्र से ही विषय–वस्तु छात्रों को नहीं समझाई जा सकती, इस हेतु क्रियात्मक प्रयोगों की आवश्यकता पड़ती है। जो बात व्याख्यान विधि में शब्दों के माध्यम से कही जाती है वह प्रदर्शन विधि में प्रतिदर्श (Sample) / उपकरण (Apparatus) / प्रयोग (Experiment) को दिखाकर आसानी से व्यक्त की जा सकती है।

इस प्रकार किसी समस्या को सुलझाने, विषय को स्पष्ट करने, परिणामों की तुलना करने, व्यावहारिक प्रयोग करने, बालकों की बोध क्षमता का पता लगाने, विधि एवं युक्ति को दृष्ट द्रव्य बनाने एवं वस्तुओं और नमूनों (Sample) को प्रदर्शित करने की आवश्यकता होती है। इस आवश्यकता की पूर्ति प्रदर्शन–विधि द्वारा सम्भव होती है।

5.3.2 प्रदर्शन विधि के चरण/पद/सोपान (Steps of Demonstration Method)– प्रदर्शन विधि के मुख्य चरण अथवा पद निम्न है–

1. योजना व तैयारी (Planning & Preparation)
2. पाठ का प्रस्तुतीकरण (Introducing the lesson)
3. शिक्षण (Teaching)
4. प्रयोगीकरण (Performance of Experiments)
5. श्याम–पट्ट कार्य (Chalk–board work)
6. प्रतिलेखन व निरीक्षण (Copying and Supervision)

प्रदर्शन विधि के उपरोक्त चरणों को हम निम्न प्रकार समझ सकते है–

(1) **योजना व तैयारी (Planning & Preparation) –** प्रदर्शन विधि का प्रयोग करने से पूर्व शिक्षक को एक योजना बना लेनी चाहिए। तैयारी करते समय उसे निम्न बातों पर ध्यान देना चाहिए–

(अ) विषय–वस्तु (Subject–Matter)

(ब) पाठ–संकेत, इसमें पूछे जाने वाले प्रश्न भी सम्मिलित होने चाहिए ।

(स) आवश्यक उपकरणों का संकलन (Apparatus collection)

(द) प्रयोगों का दोहरान (rehearsal)

सम्बन्धित विषय का पूर्ण परिचय होने पर भी शिक्षक को छात्रों की पाठ्य पुस्तकें मे से सम्बन्धित पृष्ठ अवश्य ही पढ़ने चाहिए ताकि वह सम्बन्धित विषय पर केन्द्रित रह सकें।

(2) **पाठ का प्रस्तुतीकरण (Introducing the lesson)–** शिक्षक द्वारा पाठ को समस्यात्मक ढंग से छात्रों के समक्ष प्रस्तुत किया जाना चाहिए ताकि वे सम्बन्धित विषय के महत्व को समझ सके। शिक्षक को किसी व्यक्तिगत अनुभव अथवा घटना से पाठ को आरम्भ करना चाहिए। किसी सरल व रोचक प्रयोग अथवा सुपरिचित घटना या किसी रोचक कहानी द्वारा भी पाठ आरम्भ किया जा सकता है। केवल आरम्भ में ही नहीं बल्कि शिक्षक को चाहिए कि वह निरन्तर उत्साह के द्वारा पूरे पाठ के दौरान छात्रों के उत्साह व रूचि को बनाये रखें। प्रत्येक उचित अवसर पर उसे ऐसे प्रयोग दिखाने चाहिए जिसके प्रभाव से छात्रों के ध्यान को आकर्षित किया जा सके।

(3) **शिक्षण (Teaching)**– रसायन विज्ञान शिक्षण में जहाँ तक संभव हो शिक्षण प्रयोग व सुविचारित एवं उचित प्रश्नों द्वारा होना चाहिए। प्रश्नों का क्रम इस प्रकार हो कि प्रत्येक प्रश्न का उत्तर अपने आप में शिक्षण की एक पूर्ण इकाई हो।

(4) **प्रयोगीकरण (Performance of Experiments)–** प्रदर्शन मेज पर किए गए कार्य में त्रुटि (error) नहीं होनी चाहिए। प्रयोग सरल और तेज गति से चलने चाहिए। जटिल उपकरणों द्वारा लम्बे समय तक चलने वाले प्रयोग से प्रदर्शन का उद्देश्य नष्ट हो जाता है। प्रयोग करते समय आवश्यकतानुसार प्रयोग सम्बन्धित व्याख्या (Explanation) भी करते रहना चाहिये। जिससे छात्रों को सभी बिन्दु स्पष्ट होते रहें।

(5) **श्याम–पट्ट कार्य (Chalk–board work)–** प्रदर्शन–पाठ में श्याम–पट्ट बहुत ही उपयोगी सिद्ध होता है । मुख्य रूप से इसका प्रयोग निम्न दो उद्देश्यों हेतु किया जाता है–

(अ) महत्त्वपूर्ण परिणामों एवं सिद्धान्तों को संक्षिप्त रूप में लिखना।

(ब) आवश्यक रेखाचित्र (Diagram) व रेखा आकृतियां बनाना।

श्यामपट्ट को सुविधापूर्वक दो भागों में विभक्त कर लेना चाहिए । दायें भाग को रेखाचित्रों तथा रेखा आकृतियों के लिए सुरक्षित रखना चाहिए। दोहरी रेखा (double line) की बजाये इकहरी रेखा (single line) का प्रयोग कर चित्र बनाने चाहिए। रेखाचित्रों के प्रत्येक भाग पर लेबल लगाना चाहिए। लेबल लिखते समय सुन्दर एवं स्पष्ट अक्षरों का प्रयोग करना चाहिए। लेबल मोटे अक्षरों में लिखे जाने चाहिए।

(6) **प्रतिलेखन व निरीक्षण (Copying and Supervision)**– जब तक छात्र श्याम–पट्ट के संक्षिप्त सार तथा रेखाचित्रों को अपनी–अपनी कापियों में लिख नहीं लेते तब तक प्रदर्शन–पाठ अधूरा रहेगा। श्याम–पट्ट के संक्षिप्त विवरण आगे चलकर छात्रों के लिए बहुत ही उपयोगी सिद्ध होते है।

5.3.3 प्रदर्शन विधि का महत्व (Importance of Demonstration method)– जॉनसन के मतानुसार– "छोटी कक्षाओं में विज्ञान के लिए प्रदर्शन विधि प्रयोगशाला विधि से अधिक महत्त्वपूर्ण एवं कम खर्चीली है।"

रसायन विज्ञान विषय के शिक्षण हेतु यह सर्वाधिक व्यावहारिक एवं उपयोगी विधि है। इसका मुख्य स्तर यह है कि छात्र जो कुछ भी सीखें प्रयोग के आधार पर सीखें। उच्च प्राथमिक स्तर पर प्रयोग प्रदर्शन विधि का प्रयोग अनिवार्य एवं उपयुक्त है।

इस विधि में शिक्षक पाठ्य विषय पढ़ाने के साथ–साथ सम्बन्धित प्रयोग भी स्वयं करके दिखाता है। छात्र अपने स्थान पर बैठे–बैठे उपकरणों एवं प्रयोगों को देखता रहता है। इस प्रकार वह विषय–वस्तु को सुनता व देखता है। फलत: अधिगम प्रभावशाली होता है। छात्रों को प्रदर्शन के सम्बन्ध में याद भी अधिक दिनों तक रहता है।

5.3.4 प्रदर्शन विधि के गुण (Merits of Demonstration method)– प्रदर्शन विधि के मुख्य गुण निम्न है–

1. **स्पष्ट व स्थाई ज्ञान (Permanent knowledge)** – प्रदर्शन विधि द्वारा प्राप्त ज्ञान अधिक स्पष्ट एवं स्थाई होता है। छात्र प्रत्येक वस्तु की रचना, कार्य प्रणाली (function) इत्यादि को प्रत्यक्ष रूप से देखता है। फलत: उसे विषय–वस्तु की पूर्ण जानकारी हो जाती है। इस प्रकार प्राप्त ज्ञान उसके मस्तिष्क पटल पर अधिक स्थाई होता है।
2. **सक्रिय वातावरण (Active Environment)–** इस विधि में व्याख्यान विधि की भांति छात्र निष्क्रिय श्रोता नहीं रहते बल्कि छात्र व शिक्षक पाठ के दौरान सक्रिय योगदान (Active participation) देते है। शिक्षक भी छात्रों को प्रयोग प्रदर्शन एवं उचित व्याख्यान द्वारा सक्रिय बनाये रखता है।
3. **मानसिक शक्तियों का विकास (Development of Mental Power)–** प्रदर्शन विधि द्वारा शिक्षण से छात्रों की मानसिक शक्तियों यथा–तर्कशक्ति, कल्पनाशक्ति, निर्णयशक्ति, निरीक्षण शक्ति आदि का विकास आसानी से किया जा सकता है ।
4. **प्रयोगात्मक प्रवृत्ति का विकास (Practical Tendency)–** इस विधि के प्रयोग से छात्रों में प्रयोग के प्रति रूचि जागृत होती है, फलत: उनमें प्रयोगात्मक प्रवृत्ति का विकास होता है।
5. **सस्ती विधि (Economic Method)–** प्रयोग प्रदर्शन विधि विज्ञान शिक्षण की विधियों में सर्वोत्तम विधि है तथा इसमें कम साधनों की आवश्यकता होने के कारण यह विधि मितव्ययी भी है।

5.3.5 प्रदर्शन विधि के दोष (Demerits of Demonstration Method)– इस विधि के दोष निम्नलिखित है–

1. इस विधि में शिक्षण शिक्षक केन्द्रित होता है।
2. छात्र स्वयं प्रयोग करने, उपकरण को छूकर देखने आदि की अपेक्षा प्रदर्शन में अधिक शान्त तथा निष्क्रिय रहते है।
3. इस विधि से छात्रों की रूचि, कार्य–कौशल, बुद्धि, कल्पना और स्वतन्त्र चिन्तन जैसे गुणों का विकास समुचित व व्यवहारिक नहीं हो पाता है।
4. छात्रों की संख्या अधिक होने पर यह विधि अधिक सफल नहीं हो पाती।
5. छात्रों की प्रतिक्रिया जानना कठिन होता है। इस कारण उनकी कठिनाईयों को जानने के लिए अन्य विधियों का उपयोग आवश्यक है।

5.3.6 इस विधि का उपयोग कब और कैसे करें? (When to use this method and why ?)

1. **समस्या प्रस्तुत करने के लिए (For the Introduction of the Problem)–** बिना किसी पूर्व–विवेचन (explanation) या निर्देशन (Guidance) के प्रदर्शन (Demonstration) करके समस्या प्रस्तुत की जा सकती है।

उदाहरण – जल के दो भिन्न नमूने (Sample) कठोर व मृदु (Hard and soft water) दो परखनलियो में प्रस्तुत किये जा सकते हैं। एक परखनली जिसमें कठोर जल है, साबुन का चूरा हिलाने पर झाग नहीं देता। दूसरी परखनी के जल में साबुन का चूरा डालकर हिलाने पर झाग उत्पन्न होते हैं। उत्सुक छात्रों ने इसका कारण जानना चाहा और इस प्रकार पाठ की प्रस्तावना की गई।

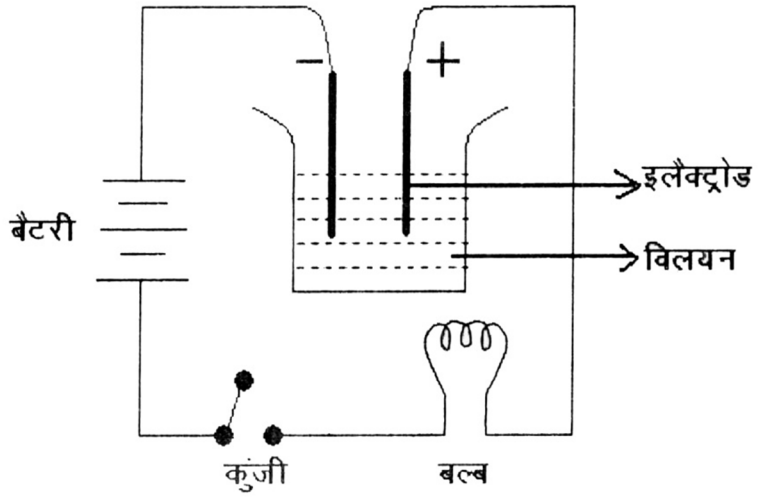
2. **शिक्षण बिन्दुओं के स्पष्टीकरण के लिए (For the Explanation of Teaching Points)–** सामान्यत: प्रदर्शन का सही उपयोग प्रचलित है जिसमें अध्यापक प्रयोगशाला में आक्सीजन गैस बनाने की उपकरण व्यवस्था करता, गैस बनने की क्रिया विधि व आक्सीजन गैस एकत्रित करने की अधोमुखी विस्थापन क्रिया (Downward displacement method) का उपयोग करने की प्रक्रिया की व्याख्या करता है। जिससे सम्पूर्ण प्रयोग का स्पष्ट चित्र छात्रों के मस्तिष्क पर अंकित हो जाता है।

3. **समस्या के समाधान के लिए (To Solve the Problem)– क**ई बार सामान्य रूचि के प्रश्न बड़े स्वाभाविक रूप में उभर आते हैं। उन प्रश्नों के उत्तर में प्रदर्शन किया जा सकता है। एक छात्र ने कुछ रासायनिक क्रियाओं (Chemical reactions) में परखनली का गरम हो जाना व कुछ रासायनिक क्रियाओं में परखनली का ठण्डा हो जाने की समस्या सामने रखी रासायनिक क्रिया के विश्लेषण से समस्या का समाधान किया जा सकता है।

4. इकाई के अन्त में छात्रों को स्वयं प्रयोग करने के लिए प्रेरित किया जा सकता है।

5.3.7 प्रयोग प्रदर्शन – वैद्युत संयोजक यौगिक व सहसंयोजन यौगिकों के गुण व वैद्युत चालकता को प्रदर्शन द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है। जैसे शिक्षक– 100ml वाले तीन बीकर लें, जिनमें सोडियम क्लोराइड पोटेशियम ब्रोमाइड, मैग्निशियम क्लोराइड के घोल हों। अब दिए गए चित्रानुसार उपकरण व्यवस्था करें व छात्रों से उपकरण व्यवस्था का निरीक्षण करवाकर उपयोग से लिए गए उपकरणों को बताए। प्रयोग प्रारम्भ करने पर जब सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन में से वैद्युत धारा (electric current) प्रवाहित होती है तो बीच में लगा बल्ब जलने लगता है। इसी प्रकार के प्रयोगों का प्रदर्शन पोटेशियम ब्रोमाइड तथा मैग्निशियम क्लोराइड के साथ करें। विलयन (observe) का प्रेक्षण करवायें।

इस प्रकार प्रयोग द्वारा यह तथ्य स्पष्ट होगा कि आयनी यौगिकों के जलीय विलयन (Solution) का आयनीकरण (Ionization) हो जाता है। ये आयन ही वास्तव में वैद्युत–चालन करते हैं। वैद्युत चालकता प्रदर्शित करने के लिए इसी प्रकार सहसंयोजक यौगिकों के विलयन में भी दर्शाये 100ml के तीन बीकरों में क्रमश: एसिटोन, कार्बन ट्रेटाक्लोराइड व चीनी घोल लें।



वैद्युत चालकता प्रदर्शित करने
की प्रयोगात्मक व्यवस्था

उपर्युक्त चित्र की भांति उपकरण व्यवस्था करें । सेल के टर्मिनलों को जोड़कर सर्किट पूरा कर लें व छात्रों से प्रयोग का निरीक्षण करवाये। यह देखा जा सकता है कि किसी भी अवस्था में बल्ब नहीं जलता। इस प्रकार प्रयोग प्रदर्शन द्वारा आप स्पष्ट कर सकते हैं कि सहसंयोजक यौगिक के विलयन वैद्युत के कुचालक होते है (मात्र ग्रेफाइट ही ऐसा यौगिक है जो वैद्युत का सुचालक है। अत: अपवाद है। आयनिक पदार्थों की सूची बनाएँ व उनमें आयनीकरण निर्देशित करें। इसी प्रकार सहसंयोजक यौगिकों की सूची तैयार करें व व्याख्यान द्वारा सम्पूर्ण सम्प्रत्यय को स्पष्ट करें।

5.3.8 अच्छे प्रदर्शन की विशेषतायें (Characteristic of a good Demonstration) :

विज्ञान की सभी शाखाओं के शिक्षण के लिये व्याख्यान प्रदर्शन विधि बहुत ही उपयोगी है। विज्ञान में व्याख्यान प्रदर्शन विधि की निम्नलिखित विशेषतायें है–

1. प्रदर्शन विस्तृत रूप से नियोजित होने चाहिये। प्रदर्शन के लिये विभिन्न सावधानियों को मस्तिष्क में रखना चाहिए।
2. प्रदर्शन के उद्देश्य और लक्ष्य शिक्षक के मन में स्पष्ट होने चाहिये।
3. जिन प्रदर्शन के बरसात का मौसम ठीक नहीं रहता। बरसात के दौरान वह प्रदर्शन प्रयोगशाला में न किये जायें।
4. प्रदर्शन विधि द्वारा विद्यार्थियों के सम्मुख समस्या उत्पन्न की जानी चाहिये और समस्या का समाधान भी साथ ही प्रस्तुत किया जाना चाहिये।
5. प्रदर्शन में प्रयोग की जाने वाली वस्तुओं का प्रयोग विद्यार्थियों द्वारा किया जाना चाहिये।
6. प्रदर्शन के लिये प्रयुक्त होने वाले सामान को व्यवस्थित रखना चाहिये। जटिल सामान का प्रयोग विद्यार्थियों को कुछ सीखने से रोकता है।
7. प्रदर्शन को विद्यार्थियों के सम्मुख रखने से पहले उसका अभ्यास कर लेना चाहिये।

8. प्रदर्शन बहुत ही सरल और उपर्युक्त गति से होना चाहिये।
9. प्रदर्शन के समय विद्यार्थियों की रूचि और ध्यान बनाये रखा जाना चाहिये।
10. विद्यार्थी प्रदर्शन में जो कुछ भी सीखते है उसे कॉपी में लिखें, इसके लिये शिक्षक उन्हें पहले से ही निर्देश जारी कर सकता है।
11. प्रदर्शन की प्रक्रिया कक्षा में सभी विद्यार्थियों को दिखाई देनी चाहिये। ऐसा न हो कि कुछ विद्यार्थी प्रदर्शन को देखने से वंचित रह जायें।
12. शिक्षक को प्रदर्शन के उद्देश्य स्पष्ट होने के साथ–साथ इस प्रदर्शन से उसको क्या सामान्यीकरण करना है इसका ज्ञान भी होना आवश्यक है। प्रदर्शन के उद्देश्यों के अनुसार ही उसे प्रदर्शन करना चाहिये।
13. प्रदर्शन में विद्यार्थियों और शिक्षकों का आपसी सहयोग आवश्यक है। इसके बिना प्रदर्श सफल नहीं हो सकता। शिक्षक उपकरणों आदि की व्यवस्था करने तथा उसे सेट करने में विद्यार्थियों की सहायता ले सकता है।
14. प्रदर्शन में प्रयुक्त उपकरणों को क्रम में रखना चाहिये तथा इसे शिक्षक अपनी बायीं और रखें और प्रयोग किये गये उपकरणों को अपनी दायीं और रखता चला जाए।
15. प्रदर्शन में अन्य सहायक सामग्री जैसे–चार्ट, मॉडलों आदि का प्रयोग भी किया जाना चाहिये।

5.3.9 अच्छे प्रदर्शन की आवश्यकतायें (Requisites for a good Demonstration):

एक अच्छे व्याख्यान प्रदर्शन की सफलता के लिये कुछ मूलभूत आवश्यकतायें होती हैं जो कि निम्नलिखित है–

1. प्रदर्शन के लिये एक प्रदर्शन कक्ष की आवश्यकता होती है। प्रदर्शन टेबुल पर, पानी गैस तथा रसायन रखने का इंतजाम हो।
2. प्रदर्शन में प्रयुक्त उपकरणों का आकार समुचित होना चाहिये।
3. प्रदर्शन में प्रयुक्त होने वाला सामान कुछ अधिक मात्रा में भी रखना आवश्यक होता है ताकि एक चीज खराब होने की स्थिति में दूसरा सामान प्रयोग किया जा सके।
4. प्रदर्शन के स्थान के पीछे एक ब्लैक बोर्ड भी होना चाहिये ताकि आवश्यकता पड़ने पर उसे प्रयोग में लाया जा सके।
5. प्रदर्शन के सामान का प्रयोग अध्यापकों को भली प्रकार से आना चाहिये।
6. आकड़ों को रिकार्ड करने के लिए समय दिया जाना चाहिए।
7. विद्यार्थियों के चिंतनशक्ति के विकास से सम्बन्धित प्रश्न पूछे जाने चाहिये।
8. प्रदर्शन के समय सभी चीजें एक ही समय में प्रदर्शित नहीं करनी चाहिये।
9. प्रदर्शन में मुख्य बिन्दु पर बल देना चाहिये तथा उसे ब्लैक बोर्ड पर लिख भी देना चाहिए।

5.4 प्रयोगशाला विधि (Laboratory Method)

प्रयोगशाला विधि के अंतर्गत विद्यार्थी स्वयं प्रयोग करके सीखते हैं अध्यापक विद्यार्थियों को उनके कार्यों में सहयोग प्रदान करता है। बालक स्वयं प्रयोग करके निष्कर्ष निकालते है। अध्यापक का यह कर्तव्य है कि वह विद्यार्थियों का उचित मार्गदर्शन करता रहे।

5.4.1 प्रयोगशाला विधि का अर्थ (Meaning of Laboratory Method) :

प्रयोगशाला विधि से हमारा अर्थ है कि विद्यार्थियों को इस प्रकार सिखलाया जाना चाहिए कि विद्यार्थियों को स्वयं प्रयोग करने तथा निरीक्षण करने का अवसर मिले। अध्यापक उनकी क्रियाओं का निरीक्षण करें और विद्यार्थियों से प्रयोग तथा निरीक्षण के आधार पर लिखित कार्य करवाये। इस प्रकार सिखलाने में विद्यार्थी निश्चित रूप से सक्रिय रहते है। संभवतः: इस प्रकार विद्यार्थी जितने सक्रिय रहते है, उतने किसी अन्य कार्य–विधि द्वारा सिखलाने में नहीं रहते। प्रयोगशाला एक ऐसा स्थान है जहाँ अध्यापक तथा विद्यार्थी मिल–जुलकर प्रश्न करते हैं तथा समस्या प्रस्तुत करते है और फिर नियन्त्रित दशाओं में उनका निरीक्षण करते हैं। यदि किसी अन्य विधि के साथ मिलकर इसे प्रयोग किया जाये तो समस्याओं का हल करने की यह सबसे उत्तम विधि हो सकती है।

5.4.2 प्रयोगशाला विधि के उद्देश्य (Objectives of Laboratory Method) :

1. विद्यार्थी उन सिद्धांतो तथा तथ्यों की स्वयं जांच करता है तथा उन्हें सिद्ध करता है जो पहले से सिद्ध किये रहते है और सबको मान्य रहते है।
2. प्रयोगशाला की सामग्री एक प्रकार से सहायता सामग्री का काम करती है। जिसकी सहायता से सिद्धान्तों, तथ्यों तथा प्रत्ययों को सरलता से समझाया जा सकता है।
3. प्रयोगशाला के प्रयोग से वैज्ञानिक विधि का प्रशिक्षण मिलता है।
4. प्रयोगशाला की विधि विद्यार्थी को प्रयोगात्मक रूप से अपनी समस्याओं का हल करना सिखाती है।
5. इसी से विद्यार्थी प्रयोगशाला की साधारण पद्धतियों को समझने लगता है।

यदि अध्यापक विद्यार्थियों का मार्ग–प्रदर्शन कराता रहे तथा उनके कार्यों का निरीक्षण करता रहे तो प्रयोगशाला विधि के परिणाम उच्च कोटि के होते हैं। अध्यापक को चाहिए कि विधि का प्रयोग व्यवस्थित तथा संगठित रूप से करें। प्रयोग करने के पश्चात् वाद–विवाद (Discussion) कर लेना भी उचित है । इससे विद्यार्थी अपने सन्देहों (doubt) को दूर करते है और अपनी समस्याओं का हल करते हैं

हमें चाहिए कि कक्षा के कार्य तथा प्रयोगशाला के कार्य में सम्बन्ध स्थापित करने की चेष्टा करें। कक्षा में अध्यापन के समय जो समस्याएं उपस्थित होती है उनको प्रयोगशाला में हल किया जाना चाहिए। प्रयोगशाला में किये जाने वाले प्रयोग विद्यार्थियों के ऊपर नहीं थोपे जाने चाहिए बल्कि प्रयोगशाला में जाने से पहले अध्यापक तथा विद्यार्थियों में वाद–विवाद होना चाहिए और उसके आधार पर समस्या प्रस्तुत की जानी चाहिए। इससे विद्यार्थी उस समस्या के महत्त्व को समझने लगेंगे। उसी समस्या का हल प्रयोगशाला में किया जाना चाहिए। अध्यापक को चाहिए कि विद्यार्थियों को प्रयोग करते समय उचित सहायता प्रदान करें तथा मार्ग–दर्शन करते रहें।

5.4.3 प्रयोगशाला विधि के गुण (Merits) :

1. प्रयोगशाला विधि के फलस्वरूप विद्यार्थी साधारण पद्धतियों को आसानी से समझ लेते है।
2. पदार्थ सामग्री का परिचालन अपने हाथों से किया जाता है।
3. इस विधि के शिक्षण से विद्यार्थी आगे स्वतन्त्र रूप से कार्य करने के लिए प्रेरित होते हैं।
4. क्रियाशीलता के सिद्धान्त पर आधारित होने के फलस्वरूप यह विधि अधिक मनोवैज्ञानिक हैं।
5. प्रयोगों के निष्पादन, प्रेक्षणों (observations) तथा परिणामों के रिकार्डिग दत्तों का संक्षिप्तिकरण (Data summarizing) तथा निष्कर्ष निकालने के कौशलों का विकास वैज्ञानिक अभिवृत्ति (Scientific attitude) का विकास होता है।

5.4.4 प्रयोगशाला विधि के दोष (Demerits) :

1. उच्च कक्षाओं के लिए यह विधि अच्छी है, परन्तु निम्न कक्षाओं में प्रयोगशाला विधि की अपेक्षा प्रयोग प्रदर्शन विधि अधिक उपयोगी है। छोटी कक्षा के बालक स्वयं प्रयोग नहीं कर सकते।
2. इस विधि में पाठ्य–विषय के उसी भाग पर बल दिया जाता है जिसका प्रयोग किया जायेगा। रसायन विज्ञान शिक्षण में कुछ बातें ऐसी भी होती है जिन पर प्रयोग करना अनिवार्य नहीं होता। इन बातों के लिए अन्य प्रणालियों का ही प्रयोग करना पड़ता है।
3. समस्त पाठ्य–विषय को इस विधि के द्वारा नहीं पढ़ाया जा सकता।
4. यह विधि अपेक्षाकृत अधिक खर्चीली है।

5.4.5 प्रयोगशाला विधि का उपयोग कब और कैसे? (When to use this method and why ?)

बरनेट महोदय ने प्रदर्शन–सम्भाषण (Lecture Demonstration) और प्रयोगशाला (Laboratory) विवेचन विधि की सापेक्ष प्रभावकारिता पर लिखते हुए कुछ शोध लेखों का सन्दर्भ दिया और उनके आधार पर बताया है कि–

"जब शिक्षण, किसी वैज्ञानिक घटना की प्रकृति का स्पष्टीकरण करने, किसी सिद्धान्त व शिक्षण बिन्दु की व्याख्या करने के उद्देश्य से किया जाए, तो प्रदर्शन व्याख्यान विधि (Lecture Demonstration), दूसरी विधि से अधिक प्रभावकारी होती है। लेकिन इसके विपरीत जब तार्किक चिंतन शक्ति (Power of Critical thinking) विकसित करनी हो, प्रयोग करने कौशल (Skills) पैदा करना हो और समस्या हल करने की योग्यता विकसित करनी हो, तो प्रयोगशाला विधि पहली विधि से अधिक सफल सिद्ध होती है।"

प्रयोगशाला मे शिक्षक–छात्रों को विभिन्न गैसे जैसे – ऑक्सीजन, कार्बनडाईऑक्साइड बनवा सकता है। कार्बनिक यौगिकों के समूह परीक्षण टाइट्रेशन आदि कार्य करवा सकता है।

5.4.6 प्रयोगशाला विधि का उपयोग कैसे करें (How to use Laboratory Method)

हमारे माध्यमिक तथा वरिष्ठ माध्यमिक विद्यालयों में विद्यार्थी प्रायोगिक कार्य हेतु प्रयोगशालाओं का उपयोग करते हैं। प्रयोगशाला कार्य हेतु 30 से 50 मिनट के लगातार दो पीरियड नियत किए जाते है। माध्यमिक कक्षाओं में बच्चे प्रायोगिक कार्य के लिए सप्ताह में मात्र एक बार प्रयोगशाला में जाते है। जबकि वरिष्ठ माध्यमिक स्तर पर वे सप्ताह में दो बार जाते हैं। आमतौर पर विद्यार्थी लगभग 20 विद्यार्थियों के समूह में कार्य करते है। अत: प्रयोगशाला विधि द्वारा रसायन, विज्ञान पढ़ाने के पहले चरण में विद्यार्थियों को समूहों में बाँटा जाए और प्रयोगशाला की समय सारणी इस प्रकार बनाई जाए कि प्रत्येक समूह को प्रायोगिक कार्य करने हेतु समान समय मिल सके।

रसायन विज्ञान की प्रयोगशाला में पाँच प्रकार के प्रयोग करवाये जा सकते है:

1. **दृष्टांत प्रयोग (Illustrative experiments)** : वैज्ञानिक सिद्धान्तों (Scientific principle) का दृष्टांत (Illustrate) प्रस्तुत करने के लिए ऊष्माशोषी व ऊष्माक्षेपी क्रियाओं को प्रदर्शित करना।
2. **भौतिक मापन के संख्यात्मक मान (Numerical values for physical quantities)** : पदार्थ तौलने की तकनीक, विलयन बनाना, परिणात्मक व आयतनात्मक विश्लेषण
3. **उत्पादक प्रयोग (Productive experiments)** : अनुमापन जिन प्रयोगों द्वारा कुछ उत्पादन किया जाये। प्रयोगशाला में गैसों का निर्माण किया जा सकता है। जैसे– ऑक्सीजन गैस, कार्बन डाइआक्साइड, नाइट्रोजन गैस आदि।
4. **सिद्ध करने वाले प्रयोग (Verification experiments)** : जिन प्रयोगों के परिणाम पूर्व में ही प्राप्त है उनको सिद्ध करने के लिए प्रयोगशाला विधि द्वारा शिक्षण में छात्रों से परिणाम सिद्ध करवाये जा सकते है। जैसे – द्रवों को गरम करने पर उनमें प्रसार (expand) होता है एवं ठण्डा करने पर संकुचित (Contract) होते है।
5. **अनुसन्धनात्मक प्रयोग (Investigatory experiments)** : कुछ उद्देश्यों को लेकर किये जाने वाले अनुसंधान कार्यों हेतु भी प्रयोगशाला में प्रयोग करवाये जा सकते है। जैसे–विभिन्न रेशों पर डिटरजेंट का क्या प्रभाव होगा?

प्रयोगशाला में पदार्थो का गुणात्मक विश्लेषण (Qualitative analysis) ज्वाला परीक्षण (Flame test ordinary test) द्वारा करवाया जा सकता है। विभिन्न पदार्थो के विलयन (Solution) बनवाये जा सकते है। मिश्रण में अम्लीय मूलकों (acid radicals) के परीक्षण क्षारीय मूलकों (basic radicals) के परीक्षण करवाये जा सकते है।

आयतनात्मक मापन (Volumetric estimation) करवाये जाते है, जैसे – आयरन (II) का मापन पोटेशियम हाइक्रोमेट द्वारा आयोडिमिति में, कॉपर II का मापन। इसी प्रकार कार्बनिक यौगिकों (Organic compounds) में तत्त्वों (elements) का परीक्षण करवाया जाता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. प्रयोग प्रदर्शन विधि के उद्देश्य स्पष्ट कीजिए।
2. प्रयोगशाला विधि का प्रयोग कब किया जाना चाहिए ?

5.4.7 प्रयोगशाला विधि की समीक्षा :

1. इस विधि में प्रत्येक छात्र को उपकरण के संयोजन और उपयोग का अवसर मिल जाता है। इससे प्राप्त ज्ञान छात्र के अपने अनुभव का हिस्सा बन जाता है और अपेक्षाकृत अधिक स्थाई होता है।
2. इस विधि से शिक्षण पाठन के लिए एक से अधिक उपकरणों की आवश्यकता होती है इसलिए उन प्रकरणों के लिए, जिनमें उपकरण महंगे हों, व्यक्तिगत प्रयोगशाला विधि व्यवहार्य (Practical) नहीं है।
3. उन प्रकरणों के लिए भी, जिनमें सुग्राही–उपकरणों की आवश्यकता होती है, इस विधि के प्रयोग करने से, उपकरण नष्ट होने या अशुद्ध निष्कर्ष निकलने का खतरा बना रहता है। प्राय: छात्रों के अपेक्षाकृत छोटे समूह में ही शुद्धता से प्रयोग करने की योग्यता होती है।
4. एक शिक्षक के लिए एक उदाहरण पर स्वयं काम करने की अपेक्षा 14 उपकरणों पर अप्रशिक्षित छात्रों को निर्देशित करना अधिक कठिन काम है। इसमें शिक्षक का उत्तरदायित्व और काम दोनों बढ़ जाते है । जब कोई शिक्षक अपेक्षाकृत कम क्रियाशील रहता है, तो प्रायोगिक काम का स्तर गिर जाता है।

5.5 खोज/अनुसंधान/ह्यूरिस्टिक विधि (Heuristic Method)

5.5.1 खोज/ह्यूरिस्टिक विधि का अर्थ व परिभाषा (Meaning & Definition of Heuristic Method) – ह्यूरिस्टिक शब्द की उत्पत्ति ग्रीक शब्द Heurisco से हुई है, जिसका अर्थ है, 'I discover' अर्थात् मैं खोजता हूँ। अत: ह्यूरिस्टिक विधि का अर्थ है– वह विधि जिसमें बालक स्वयं के प्रयास से नवीन तथ्यों या किसी समस्या का समाधान खोजता है।

इस विधि को इपिरियल कॉलेज लन्दन में रसायन शास्त्र के प्रोफेसर H.E.Armstrong ने सर्वप्रथम जन्म दिया इसे खोज विधि या अनुसन्धान विधि भी कहा जाता है। आर्मस्ट्रांग ने इस विधि की परिभाषा इस प्रकार दी है–"अनुसंधान विधियां शिक्षण की वे विधियां है, जिनमें हम छात्रों को यथासम्मव एक अनुसंधानकर्ता या खोजकर्ता की स्थिति में रखना चाहते है"

"Heuristic method is a method of teaching which involves planning,the students as far as possible in the attitude of a discover"

हरबर्ट स्पेन्सर ने इस विधि के महत्त्व को इंगित करते हुए कहा है– बालकों को कम से कम बतलाना चाहिए और अधिक से अधिक खोजने के लिए प्रेरित करना चाहिए।

उपरोक्त परिभाषाओं से स्पष्ट है कि अनुसंधान विधि अपने आप में कोई अलग विधि नहीं है। यदि इस विधि को वास्तविक रूप में कोई निश्चित विधि न मानकर एक दृष्टिकोण माना जाए तो अधिक उपयुक्त रहेगा। इस प्रकार यदि प्रयोगशाला विधि, प्रायोजन विधि, प्रदर्शन विधि

आदि विधियों में भी छात्रों का दृष्टिकोण अनुसंधानात्मक रखा जाए तो वे भी अनुसंधान विधि (research method) का रूप लें सकती हैं

5.5.2 खोज/अनुसंधान विधि के उद्देश्य (Aims of Heuristic Method) – अनुसंधान विधि के निम्नलिखित मुख्य उद्देश्य है–

1. छात्रों को अनुसंधानकर्ता (Research Scholar) खोजकर्ता (Discoverer) बनाना।
2. छात्रों के मन में खोजी प्रवृत्ति का विकास करना।
3. छात्रों में सूक्ष्म निरीक्षण (Observation), चिन्तनशक्ति (Thinking), स्वनिर्णय शक्ति का विकास करना।
4. छात्रों में श्रम के प्रति लगाव उत्पन्न करना।
5. छात्रों में स्वतंत्रता, मौलिकता आदि, की भावना जागृत करना ।

5.5.3 कब और क्यों इस विधि का प्रयोग करें (When to use this Method and Why) – यदि शिक्षण का उद्देश्य बच्चों में अन्वेषण मनोवृत्ति का विकास करना है तो विज्ञान शिक्षण के समय अन्वेषण उपागम का उपयोग किया जाना चाहिये। अन्वेषण विधि एक रहस्यमय परिघटना से प्रारम्भ होती हैं। जैसे–पटाखों में आवाज क्यों होती है?, रंग क्यो दिखाई देते है? ऐसी अवस्था में यदि किसी स्पष्टीकरण की आवश्यकता होती है तो बच्चे पूछताछ या जाँच–विशेष द्वारा इसका समाधान करते है। इस प्रकार की रहस्यमय परिघटना घटित होने के पश्चात् बच्चों को समस्या प्रस्तुत की जाती है। ऐसी अवस्था में बच्चों को अन्वेषण करने दें। बच्चों के प्रश्नों के उत्तर 'हाँ' या ना'मे' दिये जा सकते है। प्रत्येक प्रश्न एक छोटी परिकल्पना के रूप में हो सकता है और यह अन्तःक्रिया (Interaction) तब तक होती रहनी चाहिये जब तक उस रहस्यमय परिघटना के संदर्भ में बच्चे अपनी परिकल्पना बनाना प्रारम्भ न कर दें। बच्चे संदर्भ सामग्री को ढूँढ कर या प्रयोग करके अपनी परिकल्पनाओं का सत्यापन कर सकते है। अन्वेषण विधि में बच्चे अध्यापक से तैयार सूचना या ज्ञान प्राप्त करने की अपेक्षा अन्वेषण के द्वारा स्वयं ज्ञान प्राप्त करेंगे। ऐसा ज्ञान अधिक स्थाई होता है और स्वयं ज्ञान प्राप्त करने की प्रवृत्ति का विकास होता है।

5.5.4 खोज/अनुसंधान विधि के सोपान (Steps of Heuristic Method)

1. **लक्ष्य निर्धारित करना व उद्देश्य बनाना (Determining Aims and Formulating objectives)** : अध्यापक शिक्षण का लक्ष्य निर्धारित करता है बच्चों में अन्वेषणात्मक दृष्टिकोण (Investigation attitude) का विकास करना चाहता है और उद्देश्य निर्धारित करता है। जैसे – शीतल पेयों के प्रकार एवं उनमें कीटनाशकों की उपस्थिति ज्ञात करवाना।

2. **समस्या का चयन (Selection of the Problem) :** अध्यापक छात्रों के समक्ष अनेक समस्या रखता है यदि समस्या का उत्तर छात्र अपने पूर्व ज्ञान द्वारा दें सकने में समर्थ हैं तो वह समस्या की श्रेणी में नहीं आती। रसायन विज्ञान से सम्बन्धित अनेक, जिज्ञासाएँ–जैसे विभिन्न प्लास्टिक वस्तुओं में भिन्न गुण क्यों है? विभिन्न रासायनिक क्रियाएँ एवं विभिन्न तत्त्वों के विशिष्ट गुण व उनकी उपयोगिता।

मिश्रण में जटिल धनायन व ऋणायन मूलकों का पृथक करना। शीतल पेयों में कीटनाशकों की उपस्थित मात्रा व उनका स्वास्थ्य पर प्रभाव का अध्ययन करना।

अध्यापक बच्चों से शीतल पेय (Cold drinks) में कीटनाशकों की खबरों के संबंध में चर्चा करता है। बच्चे जिज्ञासा वश प्रश्न करते है जिनका उत्तर अध्यापक हाँ या ना में देता है तथा छात्रों को अधिक से अधिक प्रश्न करने के लिए उत्साहित करता है।

3. **समस्या का सम्भावित समाधान बनाना (Framing tentative solution of the Problem)** : बच्चे आपस में शीतल पेयों के संबंध में आपस में चर्चा करते हैं। वे इस विषय में अधिक से अधिक जानकारी जुटाने हेतु स्वतन्त्र हैं। इस समय जब बच्चे उत्साहित हैं वे जिज्ञासु हैं अधिक से अधिक जानकारी चाहते हैं। जैसे –शीतल पेय किस प्रकार बनते हैं? इन्हें बनाने के लिए कौन–कौन से पदार्थो को उपयोग में लाते हैं? इनमें झाग क्यों होते हैं? कौन सी गैस प्रवाहित की जीती हैं। इन्हें अधिक दिन तक क्यों सुरक्षित रखा जाता है? कौन से रसायन मिलाये जाते है। इन रसायनों की प्रकृति क्या है? इसकी कितनी मात्रा मान्य है? डी.डी.सी., लिंडेन, फास्फोरस कैसे रसायन है? एक लीटर में इनकी कितनी मात्रा होनी चाहिये? कीटनाशक क्या होते है? इन कीटनाशकों के संबंध में क्या अधिनियम बना हुआ हैं? कीटनाशकों (Pesticides) की अधिक मात्रा हमारे स्वास्थ्य पर क्या हानिकारक प्रभाव डालती है?

4. **समस्या के समाधान हेतु अन्वेषण करना (Investigation in Search of Solution) :** छात्र उपर्युक्त प्रश्नों के संभावित समाधानों की जाँच के लिए संदर्भित पुस्तकें पढ़ते है, प्रयोग करते है एवं आवश्यक उपकरणों का निर्माण करते हैं तथा प्रेक्षण प्राप्त करते हैं। जैसे– शीतल पेयों को सुरक्षित रखने के लिए कीटनाशकों को मिलाया जाता है। अधिनियम के अनुसार कितनी मात्रा उपयोग की जा सकती है? इसका शरीर पर क्या प्रभाव हो सकता है? कीटनाशक (Pesticides) शरीर के किस तंत्र पर अधिक हानिकारक प्रभाव डालते है?

5. **प्रेक्षणों का विश्लेषण (Interpretation Observations) :** छात्र विभिन्न स्त्रोतों व प्रेक्षणों द्वारा एकत्रित की गई जानकारी व प्रेक्षणों (Observations) का विश्लेषण करते है।

6. **निष्कर्ष निकालना व सामान्यीकरण करना (Drawing conclusions and Generalization)** छात्र उपयोग में लाए गए कीटनाशक (Pesticides) की रासायनिक प्रकृति की जानकारी प्राप्त करते है। जैसे–डी.डी.सी., लिंडेन, मैथेलियान आदि 1 × 〖10〗^(–7)gm/lit मात्रा कीटनाशकों की ई.ई.सी. द्वारा निर्धारित की गई है जबकि डी.डी.सी. प्रेक्षणों द्वारा डी.डी.सी. की प्राप्त मात्रा निर्धारित मात्रा की 42 गुणा अधिक पाई गई । इसी प्रकार अन्य रसायनों की मात्रा भी निर्धारित मात्रा से अधिक पायी गई । छात्र प्राप्त जानकारी व प्रेक्षणों के आधार पर निष्कर्ष पर पहुंचते है कि शीतल पेय से अत्यधिक हानिकारक कीटनाशकों का प्रयोग किया जा रहा है, जो स्वास्थ्य पर प्रमुख रूप से प्रतिरक्षा तंत्र को प्रभावित करते है। अत: इस पर रोक लगाना आवश्यक है। इस प्रकार इस विधि में कक्षा में विद्यार्थियों को एक समस्या प्रदान की जाती है तथा प्रत्येक विद्यार्थी को उस समस्या में से कुछ ढूंढने के लिए जिम्मेदार बना दिया जाता है। प्रत्येक विद्यार्थी विभिन्न साधनों के माध्यम से इस समस्या के बारे में आवश्यक जानकारी एकत्रित करने का प्रयत्न करता है। वह विद्यार्थी कक्षा में इधर–उधर घूमने तथा अन्य विद्यार्थियों के साथ समस्या पर विचार–विमर्श करने के लिए स्वतन्त्र होता है। प्रत्येक विद्यार्थी को उन समस्या से सम्बन्धित अनुदेश पत्र (Instruction Sheet) भी दिया जाता है। प्रत्येक

विद्यार्थी चाहे तो अध्यापक से कुछ निर्देशन या मार्गदर्शन प्राप्त कर सकता है। लेकिन कुछ लोगों का मत है कि विद्यार्थी को भी कुछ मार्गदर्शन नहीं देना चाहिये तथा विद्यार्थी को स्वयं ही वही अनुदेशन (Instruction) मानना चाहिये जो उसे प्रदान किया गया है। लेकिन विद्यार्थियों से इस प्रकार की अपेक्षा सम्भव नहीं है। विद्यार्थी जब चाहे उसे अध्यापक द्वारा सहायता प्रदान की जानी चाहिये। शिक्षक आगमन विधि (Inductive Method) द्वारा विद्यार्थियों से ही सारा कुछ करवाये। विद्यार्थी के अपने प्रेक्षण (Observation) के परिणामस्वरूप जितने प्रश्न भी पूछना चाहे, पूछने की स्वतन्त्रता दी जानी चाहिये। इसके साथ ही उस समस्या के बारे में अधिक ज्ञान के लिये शिक्षक भी वैसे ही प्रश्न करें जो विद्यार्थी को प्रेरित कर सकें। इस प्रकार विद्यार्थी अपनी प्रेक्षण शक्ति के परिणामस्वरूप कारण ढूंढना (Reasoning), प्रयोगीकरण (Experimentation) आदि सीखते है। इससे वे यह भी सीखते है कि किसी समस्या का कैसे समाधान किया जाता है? आंकड़े या तथ्य कैसे एकत्रित किये जाते हैं?, उनकी व्याख्या कैसे होती है? तथा अनुमानित हलों (Tentative Solutions) द्वारा परिणामों तक कैसे पहुंचा जा सकता है।

5.5.5 खोज/अनुसंधान विधि के गुण (Merits of Heuristic Method) :

रसायन व सामान्य विज्ञान व अन्य विज्ञानों के शिक्षण में खोज या अनुसंधान विधि के निम्नलिखित गुण अथवा लाभ है–

1. **मनोवैज्ञानिक लाभ (Psychological Basis)–** यह विधि मनोवैज्ञानिक सिद्धांतों पर आधारित है। इस विधि में विद्यार्थी की तथा उसके आस–पास की परिस्थितियों का पूर्ण ध्यान रखा जाता है। अध्यापक इस बात के लिए प्रयत्नशील रहते हैं कि इस विधि के अन्तर्गत हाथ में लिये जाने वाले सभी कार्य विद्यार्थी की रूचियों, योग्यताओं तथा उसके मानसिक परिपक्वता के स्तर के अनुसार ही हों। इसके अतिरिक्त विद्यार्थियों को कार्य करने, सोचने तथा तर्क करने की स्वतन्त्रता मिले और वे स्वयं अनुशासन की भावना से कार्य करें। ये सभी गुण इस विधि के मनोवैज्ञानिकता के संकेतक है।

2. **वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास (Development of Scientific Attitude)–** इस विधि का प्रभाव विद्यार्थियों के दृष्टिकोण को वैज्ञानिक दृष्टिकोण में बदलने में सहायक होता है। उनमें निरीक्षण और जिज्ञासा की भावना उत्पन्न होती है तथा वैज्ञानिक ढंग से सोचने और समस्याओं का विधि पूर्वक हल खोजने की क्षमता का विकास होता है। विद्यार्थी सच्चे और ईमानदार बनते है क्योंकि वे वास्तविक प्रयोगों के द्वारा निर्णयों पर पहुंच सकने में सफल हो जाते हैं।

3. **आत्मविश्वास का विकास (Development of Self–Confidence)–** इस विधि से विद्यार्थियों में आत्मविश्वास जाग्रत होता है। विद्यार्थी यह बात सोचने लगते है कि उनका सम्बन्ध समस्त समस्या से है, न कि समस्या के किसी विशेष पक्ष से। अत: वे निष्क्रिय दर्शक नहीं बने रहते।

4. **'करके सीखना'के सिद्धान्त पर आधारित (Based on Learning by Doing Principle)**– यह विधि 'करके सीखने' के सिद्धान्त पर आधारित है। विद्यार्थी स्वयं अपने हाथ से कुछ कार्य करके सीखता हैं। जिससे विद्यार्थी में विषय तथा समस्या के बारे में अधिक स्पष्टता होती हैं। इस प्रकार हम कह सकते है कि ज्ञान हाथों से मस्तिष्क की ओर बढ़ता है।

5. **व्यक्तिगत ध्यान की सम्भावना (Possibility of Individual Attention)–** इस विधि से इस बात की सम्भावना बनी रहती है कि शिक्षक प्रत्येक विद्यार्थी की ओर व्यक्तिगत रूप से ध्यान दे सकता है। इससे विद्यार्थी और अध्यापक के बीच अधिक से अधिक औपचारिक सम्बन्ध विकसित होता है। इससे विद्यार्थी के मन में यह विचार भी विकसित होता है कि शिक्षक उसका मित्र है।

6. **परिश्रम करने की आदत का विकास (Development of Habit of Hard Working)**–यह एक ऐसी विधि है जिसमें विद्यार्थी कठिन से कठिन परिश्रम करने का आदि हो जाता है। परिश्रम करना दिनचर्या का एक अंग बनकर उसकी आदतों में शामिल हो जाता है। उसमें सदा कार्य पूर्ण करने की इच्छा रहती है।

7. **गृह कार्य से छुटकारा (No Home Assignments)**–इस विधि के अन्तर्गत विद्यार्थी कक्षा में ही कार्य में व्यस्त रहता है, अत: शिक्षक विद्यार्थी को गृहकार्य देना आवश्यक नहीं समझता। अत: इससे विद्यार्थी गृहकार्य के बोझ से बच जाता है।

8. **अनुसंधान कार्य के प्रति दृष्टिकोण (Attitude of Research Work)**–अनुसंधान विधि की सबसे बड़ी देन यह है कि विद्यार्थी अनुसंधान कार्य के प्रति अपने दृष्टिकोण में परिवर्तन ला सकता है।

9. **क्रियाशीलता (Activity)–** इस विधि में विद्यार्थी निष्क्रिय नहीं बैठे रह सकते और न ही ज्ञान उन पर जबरदस्ती थोपा जाता है। वे स्वयं प्रयत्न करके तथा प्रयोग करके ही सीखते है। नये–नये विचारों, तथ्यों तथा सिद्धान्तों आदि की खोज के लिये उन्हें सक्रिय रहना पड़ता है।

10. **स्थायी ज्ञान (Permanent Knowledge)–** खोज या अनुसंधान विधि से विद्यार्थी जो कुछ भी सीखता है वह ज्ञान स्थायी होता है। वह उसे कभी भूलता नहीं। इस प्रकार से प्राप्त ज्ञान स्थायी होने के साथ–साथ स्पष्ट भी होता है।

5.5.6 खोज या अनुसंधान विधि के दोष या सीमायें (Demerits or Limitations of Heuristic Method) – इस विधि के लाभ एवं गुण तो बहुत है लेकिन इसकी अपनी कुछ सीमायें भी है जिनमें बंध कर यह विधि कई बार अधिक उपयोगी सिद्ध नहीं हो सकती। खोज विधि की ये सीमायें या दोष निम्नलिखित है –

1. **महंगी विधि (Costly Method)–** इस विधि को बहुत महंगा माना गया है। क्योंकि इस विधि का कार्य रूप देने के लिये सुसज्जित प्रयोगशालायें, पुस्तकालय तथा प्रशिक्षित अध्यापकों की आवश्यकता है। ये आवश्यकतायें सभी राज्य एवं स्कूल पूरी नहीं कर सकते।

2. **प्राइमरी कक्षाओं के लिये उपयुक्त नहीं (Not Proper for Primary Classes)–** यह विधि प्राइमरी कक्षाओं के लिये उपयुक्त एवं लाभकारी नहीं है। क्योंकि प्राईमरी स्तर पर बच्चों का मानसिक स्तर इतना अधिक नहीं होता कि बच्चे स्वतन्त्र रूप से बिना कुछ बताये ज्ञान की खोज कर सकें।

3. **पाठ्यक्रम को पूरा करने में कठिनाई (Difficulty in Finishing Curriculum)**–खोज या अनुसंधान विधि की कार्य प्रणाली ही ऐसी होती है कि इसमें कार्य समाप्त करने के लिये पर्याप्त समय की आवश्यकता होती है। लेकिन स्कूलों में एक क्लास35 या 40 मिनट का ही

होता है। इस अल्प अवधि में लम्बे–चौड़े पाठ्यक्रम को समाप्त कर पाना शिक्षक के लिये बहुत ही कठिन कार्य है।

4. **शिक्षकों से अधिक अपेक्षाऐं (More Expectations from Teachers)–** इस विधि के अन्तर्गत शिक्षकों से अधिक आशायें एवं अपेक्षाऐं होने लगती है तथा सभी गतिविधियों का बोझ शिक्षक पर ही पड़ता चला जाता हैं। विद्यार्थी की हर प्रकार की सहायता, निर्देशन तथा परामर्श का उत्तरदायित्व शिक्षक का ही होता है। शिक्षक से विद्यार्थी अधिक से अधिक प्राप्त करना चाहता है। लेकिन यदि हम व्यावहारिक दृष्टि से देखें तो हम पायेंगे कि जितना हम शिक्षक से आशायें करते हैं। उतना वह हमें दे नहीं पाता।

5. **विद्यार्थियों से अधिक आशायें (More Hopes from Students)**– खोज या अनुसंधान विधि में विद्यार्थी को एक अनुसंधानकर्ता के रूप में कार्य करना होता है। यह कार्य बहुत ही कठिन कार्य होता है। अनुसंधान कार्य आसान नहीं होता। लेकिन विद्यार्थी का मानसिक स्तर इतना अधिक नहीं होता कि वे समाज या देश के लिये कोई नई खोज कर सकें। अत: विद्यार्थियों को खोज कार्य में डालकर हमें उनसे अधिक आशायें नहीं रखनी चाहिये।

6. **दोषपूर्ण परिणामों की सम्भावना (Possibility of Defective Results)–** विद्यार्थियों के खोज पूर्णकार्यों से यदि हम उच्च स्तर के परिणामों की आशा करेंगे तो यह हमारी बहुत भारी भूल होगी। अच्छे परिणामों की आशा में यदि हम विद्यार्थियों पर ही पूर्ण रूप से निर्भर करेंगे तो इससे हानि की सम्भावना रहती है।

7. **कक्षा के बड़े आकार के लिये हानिकारक (Harmful for Big Class)–** यह विधि तभी लाभदायक हो सकती है यदि कक्षा का आकार छोटा हो अर्थात् कक्षा में विद्यार्थियों की संख्या कम हो क्योंकि कम विद्यार्थी होने के परिस्थिति में ही अनुसंधान कार्य सम्भव है और शिक्षक व्यक्तिगत ध्यान दे सकता है। आर्थिक दृष्टि से भी छोटे आकार वाली कक्षाओं के लिये ही यह विधि लाभकारी हो सकती है। अधिक भीड़ वाली कक्षाओं में इस विधि से अनुसंधान कार्य सम्भव नहीं है न ही ऐसी परिस्थितियों में अनुशासन रह सकता है।

8. **पाठ्य सामग्री का अभाव (Lack of Reading Material)–** इस विधि का एक व्यावहारिक दोष यह भी है कि इस विधि पर आधारित पाठ्यसामग्री तथा पाठ्य पुस्तकें उपलब्ध नहीं है। अत: पाठ्यसामग्री तथा पाठ्य पुस्तकों के अभाव में इस विधि का उपयोग ठीक ढंग से नहीं हो पाता।

9. **प्रशिक्षित व्यक्तियों की कमी (Lack of Trained Personnel)–** इस विधि का प्रयोग विशेष प्रकार के प्रशिक्षित व्यक्ति ही कर सकते है। सभी शिक्षकों द्वारा इस विधि का प्रयोग असम्भव सा है। लेकिन इस विधि के लिये प्रशिक्षित व्यक्ति बहुत ही कम मिलते है। अत: इस विधि के प्रयोग में प्रशिक्षित व्यक्तियों या शिक्षकों का अभाव भी बाधा उत्पन्न करता है।

5.5.7 खोज/अनुसंधान विधि किस दशा में अपनायी जाये? (In which conditions we use this Method) – यह विधि, माध्यमिक स्तर पर उन छात्रों के साथ, जिनका बौद्धिक स्तर सामान्य से ऊपर है, अधिक उपयुक्त है1

कुशाग्रबुद्धि छात्रों के साथ भी यह विधि उन स्कूलों में अधिक सफलता के साथ प्रयोग की जा सकती है, जहां प्रयोगशाला और पुस्तकालय बहुत सम्पन्न हो।

इस विधि को एक विधि मात्र के दायरों से निकालकर एक उपागम के रूप में सारे विज्ञान शिक्षक को प्राणवान बनाने के काम में लाया जा सकता है। इसके लिए हम प्रदर्शन, प्रयोग, विवेचन और प्रश्नों की तकनीक का साथ–साथ सहारा ले सकते है।

5.5.8 खोज/अनुसंधान विधि के लिये सावधानियाँ (Precautions in Heuristic Method) : इस विधि के प्रयोग के लिये निम्नलिखित सावधानियों की आवश्यकता है–

1. इस विधि में विद्यार्थियों को कम से कम सूचित किया जाये लेकिन उन्हें अधिक से अधिक खोज करने के लिये प्रोत्साहित किया जाना चाहिये।
2. विद्यार्थियों को हर काम में स्वयं अनुभव प्राप्त करने के लिये प्रेरित किया जाना चाहिये। उसे 'करके सीखनें' (Learning by Doing) के सिद्धान्त के अनुकरण करने के लिये प्रेरित करें।
3. विद्यार्थियों को कक्षा में प्रयोग करने की पूर्ण स्वतन्त्रता प्रदान की जानी चाहिए। उन्हें स्वतन्त्र रूप से सोचने तथा खोज करने दिया जाना चाहिये।
4. इस विधि में आगमन–निगमन (Inductive Deductive) प्रविधि का प्रयोग किया जाना चाहिये जो कि तर्क पर आधारित है।
5. प्रत्येक विद्यार्थी को अपनी व्यक्तिगत क्षमताओं के अनुसार ही कार्य करना चाहिये। दूसरों की नकल नहीं करनी चाहिये।

5.6 समस्या समाधान विधि (Problem Solving Method) :

समस्या समाधान विधि विद्यार्थी की मानसिक क्रिया पर आधारित है क्योंकि इस विधि में समस्या का चयन करके विद्यार्थी स्वयं के विचारों एवं तर्क शक्ति के आधार पर मानसिक रूप से समस्या का हल ढूंढ कर नवीन ज्ञान प्राप्त करता है।

वुडवर्थ (Woodworth) के अनुसार समस्या समाधान उस समय प्रकट होता है जब उद्देश्य की प्राप्ति में किसी प्रकार की बाधा पड़ती है। यद्यपि लक्ष्य तक पहुंचने का मार्ग सीधा और आसान हो तो समस्या आती ही नहीं।

गेट्स तथा अन्यों के अनुसार "समस्या समाधान शिक्षण का एक रूप है जिसमें उचित स्तर की खोज की जाती है ।"

Problem solving is a form of learning in which the appropriate response must be discovered.

स्किनर (Skinner) के अनुसार, "समस्या समाधान एक ऐसी रूपरेखा है जिसमें सृजनात्मक चिंतन तथा तर्क होते है ।"

Problem solving is the frame work or pattern within which creative thinking and reasoning takes place.

वास्तव में समस्या उस परिस्थिति को कहते है जिसके लिए मनुष्य के पास पहले से तैयार कोई हल नहीं होता।

A problem is a situation for which the individual has no ready made solutions.

मनुष्य को तुरन्त ही उस परिस्थिति का सामना करने के लिए साधन जुटाने पड़ते है। ऐसी परिस्थितियों में व्यक्ति को बहुत सी बातों के बारे में सोचना पड़ता है। कभी उसे वह समस्या ही नहीं लगती। यह सोचकर व्यक्ति कुछ भी नहीं करता। कई बार व्यक्ति को समस्या अच्छी तरह से समझ ही नहीं आती। अत: कठिनाईयों पर विजय प्राप्त करने का ढंग या समस्याओं का जो आवश्यकताओं की पूर्ति में बाधा पहुंचाती है, हल ही समस्या का समाधान कहलाता है। समस्या के अनुसार ही समस्या समाधान की विधि का चयन होता है।

अत: समस्या समाधान विधि में विद्यालय का पाठ्यक्रम इस प्रकार संगठित किया जाता है कि बालकों के सामने एक वास्तविक समस्या उत्पन्न हो सकें। रसायन विज्ञान के शिक्षण में कुछ ऐसी इकाइयां बनायी जा सकती है, जो बच्चों के सामने समस्या के रूप में प्रस्तुत की जाये। समस्या कठिन और आसान, छोटी और बड़ी विभिन्न प्रकार की हो सकती है।

इस प्रकार समस्या विधि में मानसिक निष्कर्षों पर अधिक बल दिया जाता है। समस्या विधि में किसी समस्या या प्रश्न को एक विशेष स्थिति में वैज्ञानिक ढंग से हल किया जाता हैं। परन्तु इसके प्रयोग में इस बात पर बल दिया जाता है कि छात्र समस्या को समझ कर हल करने के लिए तैयार रहे।

5.6.1 समस्या समाधान विधि की विशेषतायें (Features of Problem Solving Method)–

1. **लक्ष्य केन्द्रित विधि (Goal oriented Method)–** इस विधि को लक्ष्य केन्द्रित माना गया है क्योंकि इस विधि का एक विशिष्ट लक्ष्य होता हैं। लक्ष्य ही बाधा को दूर करना होता है ।
2. **सूझ–बूझ या अर्न्तदृष्टिकोण (Insightful)**– समस्या समाधान विधि सूझ–बूझ पूर्ण वाली विधि है, क्योंकि इसमें चयनात्मक और उचित अनुभवों का पुनर्गठन सम्पूर्ण हल में किया जाता है।
3. **आलोचनात्मक (Critical)**– समस्या समाधान विधि आलोचनात्मक है क्योंकि यह अनुपात या प्रयोगात्मक हल का पर्याप्त मूल्यांकन करने के लिये आवश्यक है।
4. **सृजनात्मक (Creative)**– इस विधि में विचारों आदि को पुनर्गठित किया जाता है। इसलिये इस विधि को सृजनात्मक माना जाता है।
5. **चयनात्मक (Selective)–** समस्या समाधान विधि की प्रक्रिया इस दृष्टि से चयनात्मक है कि सही हल ढूंढने के लिये चयन तथा उपयुक्त अनुभवों को स्मरण किया जाता है।

5.6.2 समस्या समाधान विधि के सोपान (Steps of Problem Solving Method)

1. **समस्या का चयन करना (Selection of Problem)–** रसायन विज्ञान के विषय में से उन प्रकरणों का चयन करना पड़ेगा जो समस्या विधि की सहायता से पढ़ाए जा सकते है। उन्हें समस्या के रूप में छात्रों के समक्ष प्रस्तुत किया जाना चाहिये।

जैसे (1) विश्व के तापमान में वृद्धि क्यों हो रही है?

(2) उत्प्रेरक की उपस्थिति में रासायनिक क्रिया की गति क्यों बढ़ जाती है?

2. **समस्याओं से सम्बन्धित तथ्यों का एकत्रीकरण एवं व्यवस्था (Collection & Organisation of Facts Regarding Problem)–** समस्या से सम्बन्धित तथ्यों को एकत्रित करना भी अति आवश्यक है क्योंकि यदि साधन ही अस्पष्ट होंगे तो हम इस विधि से जितना लाभ प्राप्त करना चाहते है, वह प्राप्त नहीं कर सकेंगे।

3. **समस्या का महत्त्व स्पष्ट करना (Classifying the Importance of the Problem)–** यह सोपान भी अति महत्त्वपूर्ण है, क्योंकि यदि विद्यार्थियों को समस्या के महत्त्व का पता नहीं होगा तो वे समस्या में कभी भी रूचि नहीं लेंगे। विद्यार्थियों का समस्या में रूचि न लेने से समस्या का कभी भी सही हल नहीं निकल सकता।

4. **तथ्यों की जांच तथा सम्भावित हलों का निर्णय (Evaluation of Facts and Decision about Possible Solutions)–** समस्या के महत्त्व को स्पष्ट करने के पश्चात् समस्या से सम्बन्धित तथ्यों की जांच की जाती है और यह पता लगाया जाता है कि उनमें से कौन से तथ्य समस्या के अनुरूप है और किन तथ्यों को अस्वीकृत किया जा सकता है। तथ्यों की जांच बहुत आवश्यक है क्योंकि उसके उपरान्त ही समस्या का हल निकालने का प्रयत्न किया जाता है। हो सकता है कि किसी समस्या का हल कई प्रकार से निकलता हो, तब शिक्षक और विद्यार्थी दोनों मिलकर सबसे सही हल ढूंढने का प्रयत्न करेंगे। तथ्यों का आलोचनात्मक विश्लेषण (Critical Analysis)समालोचन तथा विचार–विमर्श (Discussion) किया जायेगा और तत्पश्चात निष्कर्ष पर पहुँचा जायेगा।

5. **सामान्यीकरण एवं निष्कर्ष निकालना (Generalization and Conclusion)**– तथ्यों की जांच के पश्चात् उन तथ्यों का सामान्यीकरण करना आवश्यक है। सामान्यीकरण से निष्कर्षोंके सत्यापन में सहायता मिलती है। इसके साथ ही यह जानने के लिए प्रेरणा मिलेगी कि ये निष्कर्ष में लाये जा सकते है या नहीं।

6. **निष्कर्षों का मूल्यांकन एवं समस्या का लेखा–जोखा बनाना (Evaluation of Results and Preparing of the Problem)–** अन्त में समस्या का लेखा–जोखा निकाला जाता है और समस्या के समाधान हेतु जिस निष्कर्ष या परिणाम पर विद्यार्थी व शिक्षक पहुंचते है उनका मूल्यांकन किया जाता है ।

5.6.3 समस्या समाधान विधि के लाभ (Advantages of Problem Solving Method) रसायन विज्ञान के शिक्षण में समस्या समाधान विधि को अपनाने में निम्नलिखित लाभ है–

1. **जीवन की समस्याओं को सुलझाने में सहायक (Helpful in solving the Problem of life)–** इस विधि से बालक जीवन में आने वाली समस्याओं को सुलझाने के लिये हमेशा तैयार रहता है। प्रत्येक व्यक्ति को जीवन में अनेक समस्याओं का सामना करना पड़ता है। विद्यालय में समस्याओं के समाधान के प्रशिक्षण प्राप्त करने में विद्यार्थियों में ऐसे कौशल और अनुभव आ जाते है, जिससे वे जीवन की समस्याओं का समाधान करना सीखते है।

2. **स्वाध्याय की आदत का निर्माण (Formation of Habit of Self Study)–** इस विधि से बालकों में स्वाध्याय की आदत का निर्माण होता है जो आगे जीवन में बहुत लाभकारी सिद्ध होती है। इससे अध्ययन के बारे में विद्यार्थी को दूसरों पर निर्भर नहीं रहना पड़ता।

3. **तथ्यों का संग्रह और व्यवस्थित करना (Collection and Organisation of Data)–** इस विधि से विद्यार्थी तथ्यों को एकत्रित करना सीखते है तथा इन एकत्रित तथ्यों को एकत्रित करने के पश्चात् उन्हें व्यवस्थित करना भी सीखते है। यह इस विधि की बहुत महत्त्वपूर्ण देन है विशेषकर शोध कार्यों के लिए।

4. **अनुशासन को बढ़ावा (Encouragement of Discipline)–** इस विधि से अनुशासन प्रियता को बढ़ावा मिलता है, क्योंकि प्रत्येक विद्यार्थी समस्या का हल निकालने में ही जुटा रहता है। अत: उसके पारा अनुशासन भंग करने का अवसर ही नहीं होता।

5. **विभिन्न गुणों का विकास (Development of Various Qualities)**– समस्या समाधान विधि बालकों में सहनशीलता, उत्तरदायित्व की भावना, व्यावहारिकता, व्यापकता, गम्भीरता, दूरदर्शिता आदि अनके गुणों को जन्म देती है।

6. **वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास (Development of Scientific Attitude)**– इस विधि से विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Attitude) का विकास होता है। वे पुस्तकीय ज्ञान पर आश्रित नहीं रहते।

7. **स्थायी ज्ञान (Permanent Knowledge)–** इस विधि द्वारा अर्जित ज्ञान विद्यार्थियों के पास स्थायी रूप से रहता है, क्योंकि विद्यार्थियों में स्वयं समस्या का समाधान ढूंढकर इस ज्ञान को अर्जित किया जाता है।

8. **पथ–प्रदर्शन (Guidance)–** इस विधि से शिक्षक और विद्यार्थी को एक दूसरे के निकट आने का अवसर मिलता है। समस्या समाधान विधि में शिक्षक के पथ–प्रदर्शन का महत्वपूर्ण स्थान है। विद्यार्थी समस्या का समाधान ढूंढने के लिए समय–समय पर शिक्षक की सहायता लेता है। इससे दोनों में सम्पर्क बढ़ता है।

5.6.4 समस्या समाधान विधि के दोष तथा सीमायें (Demerits and Limitations of Problem Solving Method)

1. **संदर्भ सामग्री का अभाव (Lack of Reference Materials)–** इस विधि में विद्यार्थी को बहुत अधिक संदर्भ सामग्री की आवश्यकता पड़ती है जो आसानी से विद्यार्थी को उपलब्ध नहीं होती। कई ऐसी पुस्तकें समस्या का समाधान ढूंढने में आवश्यक होती है जो प्राय: विद्यालय के पुस्तकालय में नहीं होती।

2. **चयनित अंशों का अध्ययन (Study of selected parts)–** इस विधि का एक और दोष यह भी है कि विद्यार्थी सम्पूर्ण पाठ्यक्रम का अध्ययन न कर केवल उन्हीं अंगों का अध्ययन करते है जो उनकी चुनी हुई समस्या से सम्बन्धित है।

3. **अधिक समय खर्च होना (Requires Much Time)–** इस विधि का एक व्यावहारिक दोष यह भी है कि इसमें समस्या के समाधान ढूंढने में विद्यार्थी का समय बहुत अधिक खर्च हो जाता है। इससे हमेशा यह भय बना रहता है कि पाठ्यक्रम पूरा होगा भी या नहीं।

4. **नीरस शैक्षणिक वातावरण (Dull Educational Environment)–** इस विधि का कक्षा में अधिक प्रयोग होने से सम्पूर्ण शैक्षणिक वातावरण में नीरसता आ जाती है। अगर विद्यार्थी किसी एक समस्या पर कई दिन या कई सप्ताह कार्य करते हैं तो उस समस्या से

उनकी रूचि समाप्त हो जाती है,क्योंकि बालक स्वभाव से ही विभिन्न प्रकार के कार्यों में भाग लेना चाहते हैं।

5. **समस्या का चुनाव एक कठिन कार्य (Selection of a Problem is a difficult task)–** रसायन विज्ञान शिक्षण में समस्या समाधान विधि का उपयोग इसलिये भी दोषपूर्ण या सीमित है कि समस्या का चुनाव करना बहुत ही कठिन कार्य होता है। प्रत्येक विद्यार्थी या शिक्षक समस्या का चुनाव नहीं कर सकता।

6. **अनुभवी शिक्षकों की आवश्यकता (Experienced Teachers are Required)–** सामान्य विज्ञान शिक्षण में समस्या समाधान विधि के प्रयोग के लिये कुशल, योग्य एवं अनुभवी शिक्षकों की आवश्यकता होती है जो कि समस्या का सावधानी से चुनाव कर सकें। लेकिन वास्तव में ऐसे गुणी शिक्षकों का अभाव ही रहता है।

7. **निर्मित समस्याओं का वास्तविक जीवन की समस्याओं से तालमेल का अभाव (Lack of Coordination between Created Problems and Actual Problems)–** ऐसा देखने में आता है कि कई बार कक्षा में निर्मित समस्याएँ वास्तविक जीवन की समस्याओं से तालमेल नहीं खाती, जिसके परिणामस्वरूप विद्यार्थी व्यावहारिक ज्ञान प्राप्त करने में असमर्थ होते है।

8. **प्राथमिक कक्षाओं के लिए अनुपयुक्त(Not fit for Primary Classes)–** समस्या समाधान विधि प्राथमिक कक्षाओं के लिए उपयोगी नहीं है क्योंकि इन कक्षाओं के विद्यार्थियों का मानसिक स्तर इतना ऊँचा नहीं होता कि वह समस्या का चुनाव कर सकें तथा समस्याओं का हल निकाल सकें।

9. **सन्तोषजनक परिणामों का अभाव (Lack of Satisfactory Results)–** समस्या समाधान विधि से प्राय: सन्तोषजनक परिणाम भी प्राप्त नहीं होते। कई बार विद्यार्थियों के मन में ऐसी बात आती है कि वह व्यर्थ ही समय नष्ट कर रहा है या जो परिणाम निकाला गया है उसकी समस्या के साथ ठीक तरह से तालमेल नहीं बैठता।

5.6.5 समस्या के चयन के लिये कसौटी (Criterion for Problem Selection)

समस्या समाधान विधि में समस्या का चयन करना एक जटिल प्रक्रिया है। समस्या चयन के लिये निम्नलिखित कसौटी या सावधानियों का अनुसरण करना चाहिए –

1. समस्या बौद्धिक रूप से चुनौतीपूर्ण हो। (The Problem should be intellectually challenging to students)
2. समस्या चयन विद्यार्थियों के पूर्व–अनुभवों के आधार पर हो।
3. समस्या रसायन विज्ञान के क्षेत्र से हो और व्यावहारिक हो।
4. समस्या इस प्रकार की हो कि जिससे विद्यार्थियों की रूचियों का प्रसार हो और उनमें नई– नई रूचियां विकसित हो।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. ह्यूरिस्टिक विधि के सोपान कौन–कौन से हैं?
2. समस्या चयन में क्या–क्या सावधानियाँ रखी जानी चाहिये।

अन्त में हम कह सकते है कि समस्या–समाधान विधि का प्रयोग बड़ी कक्षाओं में ही ठीक प्रकार से हो सकता है। यदि हम समस्या को सही ढंग से प्रस्तुत करने का प्रयत्न करें तो इससे मानसिक कुशलताओं, अभिवृत्तियों एवं आदर्शों के विकास में सहायता मिलती है।

5.7 प्रायोजना/योजना विधि (Project Method)

इस पद्धति का आधार प्रयोजनावाद है। इस पद्धति के जन्मदाता डब्लयू.एस.किलपैट्रिक है। इस पद्धति का प्रयोग सभी विषयों के शिक्षण में किया जाता है।

इस पद्धति को समझने के पूर्व 'योजना' शब्द को समझना अत्यन्त आवश्यक है।

किलपैट्रिक के अनुसार "योजना वह सहृदय संप्रयोजन कार्य है जो सम्पूर्ण शक्ति के साथ सामाजिक वातावरण में किया जाये।"

"Project is a whole hearted purposeful activity proceeding in a social environment."

प्रो. स्टीबेन्सन का मत है, "योजना एक समस्यात्मक कार्य है जो अपनी स्वाभाविक परिस्थितियों के अन्तर्गत पूर्ण किया जाता है।"

"It is problematic act carried to completion in its natural settings. "

यह स्पष्ट है कि योजना पद्धति में प्रत्येक कार्य का एक निश्चित उद्देश्य होता है और इस पद्धति की अपनी विशेष योजनाएँ और कार्य–प्रणाली होती है। योजना–पद्धति में बालकों के सम्मुख कोई निश्चित समस्या रखी जाती है और वे उस समस्या का हल व्यक्तिगत रूप से छोटी–छोटी टोलियों के रूप में या सामूहिक रूप में करते है। वे स्वयं ही कार्य करते है, अध्यापक का कार्य केवल उनका पथ–प्रदर्शन करना होता है। कार्य के समय जो नवीन समस्याएं उत्पन्न होती है, उनका समाधान करना ही योजना की पूर्ति करना होता है। इन समस्याओं के समाधान का प्रयास किया जाता है।

योजना प्रणाली में प्रयोजनता, क्रियाशीलता (Activity), रोचकता (Interest), यथार्थता (reality), सामाजिक स्वतन्त्रता (Social freedom) और उपयोगिता (utility) इन सभी बातों का ध्यान रखना चाहिए।

जैसे–मृदा संवर्धन, सविनीकरण साबुन की क्षमता ज्ञात करना, मॉडल बनाना।

योजना–पद्धति का प्रयोग एक निश्चित क्रम से किया जाना चाहिए और इस बात का प्रयास किया जाना चाहिए कि विद्यार्थी ही समस्त कार्य करें।

योजना/परियोजना विधि ही एक ऐसी विधि है जिसका प्रयोग करके लगभग सभी विषयों की शिक्षा दी जा सकती है। विज्ञान की सभी शाखाओं के शिक्षण में तो यह विधि विशेषकर लाभदायक है जिसमें प्रयोगात्मक एवं व्यावहारिक कार्य शामिल होते हैं इस विधि के जन्मदाता हैं– अमेरिका के प्रसिद्ध शिक्षाशास्त्री **जॉन डीवी** के योग्य शिष्य **सर विलियम किलपैट्रिक**। इन्होंने डीवी के प्रयोजनवाद से प्रभावित होकर ही इस विधि द्वारा शिक्षा के सभी अंगों को एकता के सूत्र में पिरोकर शिक्षण को रूचिकर एवं जीवनोपयोगी बनाने का प्रयत्न किया है। 'प्रोजेक्ट' या परियोजना शब्द के विभिन्न पक्षों को समझने से पहले यह आवश्यक है कि इसका अर्थ समझा जाये।

5.7.1 प्रोजेक्ट या परियोजना शब्द का अर्थ (Meaning of the word project)– परियोजना या प्रोजेक्ट शब्द को कई शिक्षाशास्त्रियों ने कई प्रकार से परिभाषित किया है। सभी ने इसकी अलग–अलग परिभाषाएं दी है।

बेलर्ड के अनुसार "प्रोजेक्ट यथार्थ जीवन का ही एक भाग है, जो विद्यालय में प्रदान किया गया है।"

A Project is a bit of real life that has been imparted into school.

पारकर के अनुसार, "यह क्रिया की एक इकाई है जिसमें विद्यार्थियों को योजना और उद्देश्य निर्धारित करने के लिए उत्तरदायी बनाया जाता है।"

It is a unit of activity in which pupils are made responsible for planning and purposing.

उपरोक्त परिभाषाओं के आधार पर यदि प्रोजेक्ट शब्द का अर्थ समझने का प्रयास किया जाये तो विश्लेषण के पश्चात् इस परिणाम पर पहुंचा जा सकता है कि प्रोजेक्ट या परियोजना विद्यार्थियों के वास्तविक जीवन से सम्बन्धित किसी समस्या का हल खोज निकालने के लिये अच्छी तरह से चुना हुआ तथा प्रसन्नतापूर्वक हाथ में लिया जाने वाला वह कार्य है जिसे पूर्ण स्वाभाविक परिस्थितियों में सामाजिक वातावरण में ही पूर्ण किया जाता है।

5.7.2 परियोजना के पद सोपान (Steps in a Project) :

किसी भी परियोजना के संचालन के लिये या उसे चालू करने के लिए निश्चित क्रम के अनुसार निम्नलिखित पदों का अनुकरण करना आवश्यक होता है–

1. **परिस्थिति प्रदान करना (Providing a Situation)–** सर्वप्रथम अध्यापक विद्यार्थियों को वैसी ही स्थिति प्रदान करें जिसमें कुछ समस्याएँ हों। ये परिस्थितियां विद्यार्थियों के साथ वार्ताओं के द्वारा प्रदान की जा सकती हैं। ये वार्ताएँ विद्यार्थियों और अध्यापकों की रूचियों के अनुसार ही होनी चाहिए। इस प्रकार ऐसी परिस्थितियों का सामना करने के लिये ही विद्यार्थियों के अनुकूल प्रोजेक्ट को हाथ में लेने की इच्छा जाग्रत होती है।

2. **चयन और उद्देश्य निर्धारण (Selection and Formulation of Objectives)–** इस पद के अन्तर्गत अध्यापक विद्यार्थियों को परिस्थिति के चयन में सहायता देता है। परियोजना का चयन विद्यार्थियों पर लादना नहीं चाहिए। अध्यापक विद्यार्थियों के सम्मुख विभिन्न परियोजनाएं प्रस्तुत कर सकता है, लेकिन चयन के बारे में निर्णय विद्यार्थी स्वयं ही लें। अध्यापक यह देखें कि परियोजना के उद्देश्य स्पष्ट रूप से परिभाषित हों। यदि विद्यार्थी किसी गलत परियोजना का चुनाव कर लेते है तो अध्यापक युक्ति से उनका मार्गदर्शन कर सकते है ताकि वे धन और समय की बरबादी न करें।

3. **योजना (Planning)–** चयन की प्रक्रिया के पश्चात् विद्यार्थियों को परियोजना की विस्तृत योजना तैयार करनी चाहिए। अध्यापक इस कार्य में भी विद्यार्थियों का मार्ग–दर्शन कर सकता है, लेकिन अपने सुझावों को उन पर थोप नहीं सकता। अध्यापक अपने मन ही मन में दो तीन योजनाएं तैयार कर ले और विद्यार्थियों को मार्गदर्शन दे। प्रत्येक विद्यार्थी को बहस में भाग लेने के लिये प्रोत्साहित करना चाहिए। प्रत्येक विद्यार्थी योजना को ठीक ढंग से कॉपी में नोट कर लें। योजना में सभी विद्यार्थियों के कार्य को विभाजित किया जाना चाहिए। ताकि सभी विद्यार्थी

परियोजना के कार्यों में अपना–अपना योगदान दे सकें। इससे विद्यार्थियों में सहकारिता का विकास होता है।

4. **लागू करना या कार्यान्वित करना (Executing the Project)–** योजना बना लेने के पश्चात् इसे लागू करना बहुत ही जिम्मेदारी का काम होता है। अध्यापक को विद्यार्थियों को उनकी रूचियों और योग्यताओं के अनुसार कार्य बांट देना चाहिए। परियोजना को कार्यान्वित करने के लिये सक्रिय योगदान देना चाहिए। विद्यार्थी को योग्यता तथा रूचि के अनुसार कार्य न बाँटने से परियोजना का कोई लाभ नहीं। जैसे पेंटिंग या ड्राइंग का कार्य यदि उन विद्यार्थी को दे दिया जाये जो एक सीधी लाईन भी नहीं खींच सकते तो कोई लाभ नहीं होगा। इस पद में अध्यापक और विद्यार्थी के धैर्य का होना अति आवश्यक है। अध्यापक को समयानुसार निर्देश देते–रहना चाहिए।

5. **मूल्यांकन (Evaluation)–** परियोजना की समाप्ति पर सारे कार्य का मूल्यांकन किया जाना चाहिए तथा त्रुटियों को नोट किया जाना चाहिए। विद्यार्थियों को स्वयं अपनी आलोचना करनी चाहिए। विद्यार्थियों को यह देखना चाहिए कि परियोजना के उद्देश्य किस सीमा तक प्राप्त कर लिये गये है और उनमें क्या कमी रह गई है।

रिकार्ड करना (Recording)– परियोजना कार्य का सारा रिकार्ड विद्यार्थियों को रखना चाहिए। रिकार्ड परियोजना के सभी पदों से सम्बन्धित रखा जाना चाहिए। परियोजना की योजना, उसे लागू करने सम्बन्धी नियम, उद्देश्यों तथा मूल्यांकन से सम्बन्धित रिकार्ड रखा जाना चाहिए। इस रिकार्ड में विद्यार्थियों को दी गई ड्यूटियाँ आदि भी शामिल हैं। इसी रिकार्ड में परियोजना के लिये प्रयोग की गई पुस्तकें, चार्ट, मॉडल, आदि सम्मिलित किए जाने चाहिए।

5.7.3 परियोजना विधि की विशेषताएँ (Characteristics of Project Method) :

1. परियोजना विधि सीखने के निम्नलिखित नियमों पर आधारित है

   (अ) तैयारी का नियम (Law of readiness)– परियोजना विधि में विद्यार्थी सृजनात्मक कार्य सीखने के लिये तैयार रहते है।

   (ब) अभ्यास का नियम (Law of Exercise)– विद्यार्थी अभ्यास द्वारा बहुत कुछ सीखते है। सामान्य विज्ञान शिक्षण के समय जब वे वास्तविक परिस्थितियों में कार्य करेंगे तो उनका अधिगम अधिक होगा।

   (स) प्रभाव का नियम (Law of Effect)– अधिगम प्रक्रिया सफलता और असफलता से बहुत प्रभावित होती है। किसी भी अधिगम परिस्थिति मे प्रसन्नता का प्रभाव कार्य को करने और सीखने के लिये विद्यार्थी को प्रोत्साहित करना है।
2. परियोजना विधि से सामूहिक अन्तःक्रिया और सहयोग को बढ़ावा मिलता है और समुदाय के हितों के बारे में चिन्तन का विकास होता है।
3. इस विधि में लोकतान्त्रिक ढंग से सीखने की प्रक्रिया का विकास होता है।
4. इस विधि से परिश्रम की मर्यादा (Dignity of Labour) का विकास होता है।
5. इससे विषय के साथ सह–सम्बन्ध (Correlation) ढूंढा जा सकता है ।
6. खोज के परिणामस्वरूप प्रसन्नता का अनुभव होता है ।

7. इस विधि द्वारा समस्या के समाधान की चुनौती का अवसर मिलता है। इससे रचनात्मक और सृजनात्मक क्रियाओं को बढ़ावा मिलता है।
8. मानसिक परिधि (Mental Horizon) का विस्तार भी इसी विधि से सम्भव है।
9. इसमें विषयों को विभिन्न शाखाओं में बांटना नहीं पड़ता। विषय का सह–सम्बन्ध इस विधि द्वारा अधिकतम हो सकता है।

5.7.4 मानसिक स्तर पर विज्ञान–शिक्षण में प्रायोजन विधि की उपयुक्तता –

माध्यमिक स्तर पर विज्ञान/रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रायोजन विधि की उपयुक्तता को स्पष्ट करने हेतु निम्न बिन्दु दे सकते है :

1. **करके सीखना (Learning by Doing)–** प्रोजेक्ट विधि करके सीखने के सिद्धान्त पर आधारित होने के कारण रसायन विज्ञान के शिक्षण हेतु उपयुक्त विधि है। स्वयं करके सीखने से छात्रों में विषय के प्रति अधिक रूचि, उत्साह व आत्मविश्वास उत्पन्न होता है।
2. **प्रत्यक्ष अनुभव होना–** प्रायोजना विधि के अन्तर्गत छात्रों को स्वयं अवलोकन, सर्वेक्षण व मापन के अवसर प्राप्त होते है, जिससे उन्हें वास्तविक स्थिति एवं तथ्यों का प्रत्यक्ष अनुभव होता है। मात्रात्मक गुणात्मक मापन, रासायनिक विलयन, व यौगिक बनाना।
3. **प्रयोगात्मकता** – प्रायोजना विधि के अन्तर्गत छात्र स्वयं प्रयोग करके, उपकरणों आदि के द्वारा ज्ञान प्राप्त करते है।
4. **उपयोगिता एवं व्यावहारिकता** – छात्र इस विधि द्वारा सीखे हुए ज्ञान, तथ्यों एवं नियमों को दैनिक जीवन की समस्याओं में उपयोग में ला सकते है। आवश्यकता पड़ने पर आशुरचित उपकरणों का निर्माण करें।
5. **मनोवैज्ञानिकता** – प्रायोजना विधि प्रसिद्ध मनोवैज्ञानिक थार्नडाइक के सीखने के नियमों पर आधारित है। अत: यह मनोवैज्ञानिक विधि है।

5.7.5 परियोजना विधि के दोष (Demerits of Project Method):

1. परियोजना विधि में परियोजना को पूरा करने में समय बहुत अधिक खर्च होता है।
2. अध्यापक पर काम का अधिक बोझ बढ़ता है। अधिकतर समय वह योजना बनाने, तैयारी करने तथा मूल्यांकन करने में ही व्यस्त रहता है।
3. उच्च कक्षाओं का पाठ्यक्रम प्रोजेक्ट के द्वारा पूरा नहीं किया जा सकता।
4. परियोजना के लिए संदर्भ सामग्री (Reference Material) का अभाव रहता है।
5. परियोजनाओं के लिए सुसज्जित प्रयोगशालायें चाहिये। अत: यह विधि बहुत खर्चीली है।
6. परियोजना कार्यों में कौशलों के अभ्यास के लिए अवसर प्रदान नहीं किये जाते है। रसायन विज्ञान विषय के लिए ये अभ्यास अति आवश्यक है।
7. रसायन विज्ञान विषय में परियोजना कार्यों के लिये अध्यापक को सभी विषयों का ज्ञाता समझा जाता है और उससे यह आशा की जाती है कि वह सभी विषयों में या सभी प्रकरणों में सह–सम्बन्ध स्थापित करके पढ़ाये। यह बहुत ही कठिन कार्य है।
8. विषय का विकास क्रम से नहीं हो सकता। शिक्षण कार्य संगठित और निरन्तर नहीं होता। इस विधि से सम्पूर्ण समय–सारणी को खराब करना पड़ता है।
9. इस विधि में किसी भी प्रकरण का विस्तृत ज्ञान नहीं दिया जा सकता। केवल प्रारम्भिक

10. ज्ञान ही दिया जा सकता हैं
11. परियोजना के पदों के अनुसार लिखी गई पुस्तकें उपलब्ध नहीं।
12. यह विधि निम्न कक्षाओं के लिये तो लाभकारी है लेकिन उच्च कक्षाओं मे यह कार्य अधिक लाभकारी नहीं हो सकता।
13. कई बार कोई परियोजना कार्य समय पर समाप्त नहीं हो पाता, जिससे कक्षा में उच्च कक्षाओं के पाठ्यक्रम पूर्ण नहीं हो पाते।

5.7.6. कुछ परियोजना कार्य (Some Project Works) – विद्यालय में अन्य रसायन विज्ञानों के शिक्षण के अन्तर्गत निम्नलिखित प्रकरणों (Topics) की परियोजनायें प्रारम्भ की जा सकती है–

1. पौधों को प्रभावित करने वाले कारकों को ज्ञात करना।
2. चट्टानों का अध्ययन।
3. खाद्यान्न पदार्थो को सुरक्षित रखने की विधियां।
4. आदर्श प्रयोगशाला आदि का मॉडल बनाना।
5. संस्थानों का संगठन तथा उनकी कार्य विधि का निरीक्षण।
6. रसायन विज्ञान के महत्त्व के स्थानीय एवं क्षेत्रीय स्थानों का भ्रमण।
7. रसायन विज्ञान के किसी पक्ष या प्रकरण के इतिहास पर रूपक लिखना।
8. रसायन विज्ञान से सम्बन्धित ऐतिहासिक वस्तुओं का संग्रह।
9. रसायन विज्ञान पर चल रहे शोध कार्यों से सम्बन्धित समाचारों को एकत्रित करके उन्हें लिखना।
10. जीवन रसायन : वायरेसिस (Living Chemical : Viruses)
11. नाइट्रोजन वाले बैक्टीरिया।
12. ग्लोबल वार्मिंग (ग्रीन हाऊस प्रभाव)
13. कीटनाशकों का स्वास्थ्य पर प्रभाव
14. क्लोराइड जल व क्लोराड की मात्रा कम करना।
15. मृदा संवर्धन (Soil Culture)
16. जल–प्रदूषण
17. वायु–प्रदूषण
18. विभिन्न परमाणु मॉडलों का निर्माण
19. राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं का भ्रमण व निरीक्षण, साबुनीकरण, अनेक रसायनों व सौन्दर्य प्रसाधनों का निर्माण, औषधियों का निर्माण।

5.8 आगमन एवं निगमन विधि(Inductive and Deductive Method):

5.8.1.1 आगमन विधि क्या है? (What is Inductive Method?) – आगमन विधि में प्रत्यक्ष अनुभवों, उदाहरणों और प्रयोगों को भली–भांति अध्ययन करके नियम निकाले

जाते है। इस विधि में किसी भी समस्या का समाधान करने के लिए पहले से ज्ञात तथ्य व नियमों का सहारा नहीं लिया जाता बल्कि पूर्व–ज्ञान के आधार पर उचित सूझ–बूझ और तर्क–शक्ति की सहायता से आगे बढ़ा जाता है। सभी समस्याओं के हल, कार्य प्रणाली और परिणाम का उचित अध्ययन कर एक निश्चित निष्कर्ष पर पहुंचा जाता है तथा नियम निकाले जाते हैं। इस प्रकार इस विधि में शिक्षण छात्रों को पहले से ही नियम व सूत्र न बतलाकर उनसे ही नियम व सूत्र की स्थापना करवाते है।

युंग के अनुसार – "सामान्य विज्ञान एवं गणित का विकास सामान्यानुरूप में हुआ है। इस विधि में भिन्न–भिन्न उदाहरणों का प्रयोग किया जाता है। इस विधि में बालक स्वयं भिन्न–भिन्न स्थूल तथ्यों के आधार पर अपनी मानसिक शक्ति के द्वारा किसी विशेष नियम पर पहुंचता है। अत: इस विधि को आगमन विधि कहते हैं।

लैण्डन के अनुसार – "जब कभी छात्रों के सम्मुख अनेक तथ्य, उदाहरण अथवा वस्तुएं प्रस्तुत करते है और इसके पश्चात् बालकों से स्वयं उनके निष्कर्ष निकलवाने का प्रयत्न करते है तो इस शिक्षण विधि को आगमन विधि कहते है ।"

शिक्षण सूत्र (Teaching Maxims) – आगमन विधि अग्रांकित शिक्षण–सूचनाओं पर आधारित होती है–

1. विशिष्ट से सामान्य की ओर
2. ज्ञात से अज्ञात की ओर
3. प्रत्यक्ष से प्रमाण की ओर
4. उदाहरण से नियम की ओर
5. स्थूल से सूक्ष्म की ओर।

5.8.1.2 आगमन विधि की कार्यविधि (Procedure of Inductive Method) – आगमन स्थिति की प्रक्रिया में निम्न चार सोपान होते है–

1. **आवश्यक उदाहरण प्रस्तुत करना** – इस विधि के अन्तर्गत सर्वप्रथम विशेष उदाहरणों को प्रस्तुत करते है।
2. **निरीक्षण** – इस स्तर पर छात्र प्राप्त उदाहरणों का निरीक्षण कर किसी परिणाम तक पहुंचने की चेष्टा करते हैं।
3. **नियमीकरण** – छात्र प्रस्तुत उदाहरणों का निरीक्षण करके किसी सामान्य नियम को निर्धारित करते है।
4. **सत्यापन** – नियमों का निर्धारण कर लेने के पश्चात् छात्र उसका सत्यापन स्वयं ही अन्य उदाहरणों की मदद से करते है।

5.8.1.3 आगमन विधि का महत्त्व (Importance of Inductive Method) – इस विधि का सामान्य विज्ञान शिक्षण में निम्नलिखित महत्त्व है–

1. यह विधि छात्रों के मानसिक विकास में सहायक है। चूंकि इस विधि में छात्रों के समक्ष विभिन्न उदाहरण प्रस्तुत किये जाते हैं। उसमें वे निष्कर्ष निकालकर सिद्धान्त का प्रतिपादन करते है। इस प्रकार छात्रों की मानसिक शक्ति का विकास होता है।
2. इससे छात्र अन्धविश्वासों को त्यागकर अपने आत्मविश्वास का प्रदर्शन करता है।

3. इसमें छात्र स्वयं अपनी मेहनत से नियमों की खोज करते है। अत: इस प्रकार छात्र अपनी चैतन्यता प्रदर्शित करते है।

इस प्रकार आगमन विधि एक ऐसी विधि है जिसमें हम यह प्रमाणित करते हैं कि यदि एक विश्वव्यापी नियम एक विशेष स्थिति में सत्य है तो यह इसी प्रकार की अन्य स्थितियों में भी सत्य प्रमाणित होगा।

उदाहरण (For Example)

- नीले लिटमस के घोल मे हाइड्रोक्लोरिक एसिड डालो, घोल का रंग लाल हो जाएगा।
- नीले लिटमस के घोल में सल्यूो रिक एसिड डालो, घोल का रंग लाल हो जाएगा।
- नीले लिटमस के घोल में नाइट्रिक एसिड डालो, घोल का रंग लाल हो जाएगा।

उपरोक्त तीनों उदाहरणों से यह सिद्ध होता है कि सभी एसिड अर्थात् अम्ल नीले लिटमस के घोल को लाल रंग में परिवर्तित करते हैं।

5.8.1.4 आगमन विधि के गुण (Merits of Inductive Method) – इस विधि के गुण निम्न हैं–

1. यह विधि एक वैज्ञानिक विधि है । इसके द्वारा छात्रों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण एवं वैज्ञानिक प्रवृत्ति (Scientific Attitude) का विकास होता है।
2. इससे छात्र सरलता से नियमों का निर्माण करना सीख लेते हैं।
3. इस विधि द्वारा प्राप्त ज्ञान अधिक स्थाई एवं उपयोगी होता है, क्योंकि यह छात्र के स्वयं के परीक्षण एवं निरीक्षण पर आधारित होती है।
4. चूंकि इस विधि में नियम छात्र स्वयं बनाते है, अत: निश्चित परिणामों पर पहुंचने पर उन्हें धैर्य तथा प्रसन्नता का अनुभव होता है, जिससे वे और अधिक प्रेरित होते है।
5. यह एक मनोवैज्ञानिक विधि है। अत: यह विधि छोटी कक्षाओं के लिए भी उपयोगी है।
6. इस विधि में छात्रों में निर्णय लेने की क्षमता का विकास होता है, जिससे उनमें आत्मविश्वास की भावना उत्पन्न होती है।
7. इस विधि में छात्र की तर्कशक्ति, निर्णयशक्ति, विचारक–शक्ति, निरीक्षण शक्ति आदि का विकास होता है।
8. इसमें छात्र सदैव नवीन ज्ञान प्राप्त करने के लिए उत्सुक रहता है, उसमें खोज के प्रति उत्साह उत्पन्न होता है और आत्मनिर्भरता आती है।
9. छात्रों में रटने जैसी अमनोवैज्ञानिक प्रवृत्ति नहीं पनपती। नियम भूल जाने पर वे स्वयं उसकी खोज कर सकते हैं।
10. इसमें छात्र की मानसिक शक्तियों का विकास होता है।

5.8.1.5 आगमन विधि के दोष (Demerits of Inductive Method) – यद्यपि आगमन विधि सामान्य विज्ञान शिक्षण के लिए बहुत उपयोगी है, किन्तु यह पूर्णतया दोषमुक्त नहीं है, इसमें भी निम्न दोष है–

1. यह विधि बहुत लम्बी है। अत: इसमें समय का अपव्यय होता है।

2. अनुभवी अध्यापक ही इस विधि का सफल प्रयोग कर सकते है।
3. इस विधि में शिक्षक तथा छात्र दोनों को ही अधिक परिश्रम करना पड़ता है।
4. उच्च कक्षाओं में यह विधि उपयोगी नहीं है।
5. इस विधि में परिणामों की विश्वसनीयता उदाहरणों की संख्या पर निर्भर करती है। परिणाम जितने अधिक उदाहरणों पर आधारित होते है, उनकी विश्वसनीयता उतनी ही बढ़ जाती है।

5.8.2.निगमन विधि (Deductive Method)

5.8.2.1 अर्थ एवं परिभाषाएं (Deductive Method : Meaning & Definitions) – निगमन विधि, आगमन विधि की बिल्कुल विपरीत विधि है। इस विधि में छात्रों को पहले ही अनुभवों, प्रयोगों आदि द्वारा बने हुए नियम व सिद्धान्त बता दिये जाते है, छात्र स्वयं इन नियमों की रचना नहीं करते। इस विधि में पहले छात्रों को कुछ नियम बता दिये जाते हैं तथा इन नियमों के आधार पर कुछ प्रश्नों को सरल करके दिखा दिया जाता है। निगमन आगमन का पूरक है। जिसमें सामान्य से विशिष्ट अवस्था में नियमों के आधार पर परिणाम निकाला जाता है।

उदाहरणार्थ – हाइड्रोकार्बन की अवधारणा को स्पष्ट करने के लिए कहा जा सकता है कि हाइड्रोकार्बन वे यौगिक होते हैं जो केवल कार्बन तथा हाइड्रोजन से मिलकर बने होते हैं। जैसे संतृप्त, असंतृप्त हाइड्रोकार्बन आदि।

आगमन और निगमन दोनों ही शिक्षण में विभिन्न अवसरों पर उपयोग में लाये जा सकते है। किसको कब प्रयोग में लाना है, यह शिक्षक की रूचि, प्रकरण, शिक्षण शैली, छात्रों के ज्ञान स्तर आदि पर निर्भर करता है।

लैण्डन के अनुसार – "निगमन विधि द्वारा शिक्षण में सबसे पहले परिभाषा–नियम सिखाया जाता है एवं फिर उसके अर्थ को स्पष्ट किया जाता है और अन्त में तथ्यों के प्रयोग से उसे पूर्णत: स्पष्ट कर दिया जाता है।

शिक्षण–सूत्र (Teaching Maxims) – निगमन विधि निम्न शिक्षण सूचनाओं पर आधारित है–

1. सामान्य से विशिष्ट की ओर।
2. अप्रत्यक्ष से प्रत्यक्ष की ओर।
3. नियम से उदाहरण की ओर।
4. अज्ञात से ज्ञात की ओर।
5. सूक्ष्म से स्थूल की ओर।

5.8.2.2 निगमन विधि की कार्यविधि (Procedure of Deductive Method) – निगमन विधि की कार्यविधि के अग्रलिखित चरण है–

1. **नियम या सूत्र या परिभाषा (Rule or Formula or Definition)** – सर्वप्रथम छात्रों के समक्ष सम्बन्धित नियम या सूत्र अथवा परिभाषा प्रस्तुत की जाती है–
2. **प्रयोग अथवा उदाहरण (Application or Example)** – दूसरे चरण में नियम या सूत्र या परिभाषा के सत्यापन के लिए प्रयोग किये जाते है और विभिन्न उदाहरणों को हल किया जाता है।

3. **निष्कर्ष (Conclusion)** – इस सोपान में छात्र विभिन्न उदाहरणों की सहायता से किसी एक निष्कर्ष पर पहुंचते है।
4. **सत्यापन** – अन्तिम चरण में छात्र प्रयोग अथवा उदाहरणों की सहायता से इस निष्कर्ष का सत्यापन करते है ।

5.8.2.3 निगमन विधि के गुण (Merits of Deductive Method)–

1. इस विधि में समय का अपव्यय नहीं होता। अत: कम समय में अधिक ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है।
2. यह विधि उच्च कक्षाओं हेतु अत्यन्त उपयोगी है।
3. इस विधि में शिक्षक व छात्रों को अत्यधिक परिश्रम नहीं करना पड़ता।
4. यह एक संक्षिप्त विधि है। इसमें समस्या का समाधान एक विशेष सूत्र प्रयोग से हो जाता है।
5. यह तीव्र गति वाली विधि है। इससे विस्तृत पाठ्यक्रम को भी आसानी से समाप्त किया जा सकता है।
6. इस विधि की सहायता से जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में नवीन समस्याओं का समाधान किया जा सकता है।
7. यह विधि आगमन–निगमन क्रिया को पूर्ण करने में सहायक है।

5.8.2.4 निगमन विधि के दोष (Demerits of Deductive Method) –

1. यह विधि छात्रों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास करने में सहायक नहीं हैं।
2. इस विधि से छात्रों में रटने की आदत पनपती है। छात्रों को अनेक सूत्र याद करने होते है, जिनको वे कई बार भूल भी जाते है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. आगमन विधि को परिभाषित करें।
2. निगमन विधि में किन शिक्षण सूत्रों का प्रयोग किया जाता है?

सारांश (Summary):

आगमन–निगमन पद्धतियों के समन्वित रूप से समर्थन विभिन्न विद्वानों द्वारा किया गया है। उनमें से कुछ के विचारों को प्रस्तुत किया जा रहा है–

1. **श्मोलर** – "वैज्ञानिक चिन्तन के लिए आगमन तथा निगमन दोनों ही प्रणालियों की उसी प्रकार आवश्यकता है जिस प्रकार चलने के लिए दाएं और बाएं पैर की।

"Induction and deduction are both necessary for scientific thought just as the right and left foot, both are needed for walking"

2. **रायबर्न** – "आगमन पद्धति के बाद निगमन पद्धति का प्रयोग आवश्यक है। विशिष्ट उदाहरण देकर बालकों से सामान्य निष्कर्ष निकलवा लेना ही पर्याप्त नहीं है, वरन् यह आवश्यक है कि वे आगे बढ़े और अपने ज्ञान में वृद्धि तथा नियमों की परीक्षा करने के लिए निगमन पद्धति का प्रयोग करें ।"

5.9 रसायन विज्ञान शिक्षण में उपागम (Approaches of Chemistry Teaching)

5.9.1.1 पृच्छा उपागम (Inquiry Approach) : पृच्छा शिक्षण का एक उपागम है। इसे शिक्षण प्रतिमान के रूप में लिया जाता है। शिक्षण प्रतिमान के रूप में इसका विकास सन् 1962 में रिचर्ड सचमैन ने किया। शिक्षण का यह उपागम सृजनात्मक अनुसंधान पर आधारित है, किन्तु आजकल इसका प्रयोग शिक्षण के प्राय: हर क्षेत्र में किया जा रहा है। यह उपागम छात्रों में सामाजिक दक्षताओं का इस प्रकार से विकास करता है कि उससे छात्र सुविधापूर्वक समाज के साथ अपना समायोजन स्थापित कर लेता है।

5.9.1.2 पृच्छा उपागम की मान्यताएं (Assumptions of Inquiry Approach) : पृच्छा उपागम निम्नांकित मान्यताओं पर आधारित है –

1. छात्र नवीन ज्ञान को प्राप्त करने के लिए इच्छुक तथा उत्सुक होता है।
2. अधिगम प्रक्रिया में छात्र की सम्भागिता ज्यों–ज्यों बढ़ती जायेगी अधिगम उतना ही प्रभावी होगा।
3. स्वतन्त्र पृच्छा के अवसर प्रदान करने से अधिगम परिस्थितियों पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।
4. यदि छात्रों को आवश्यक निर्देशन तथा सहायता दी जाये तो छात्र अपने अधिगम तथा अधिगम विधियों को सरल, सुगम तथा व्यवस्थित कर लेते हैं।
5. सहयोग तथा सहकारिता पर आधारित पृच्छा छात्रों के बौद्धिक अनुशासन में सहायता करती है।

पृच्छा उपागम का मूल उद्देश्य छात्रों में सकारात्मक कौशलों का विकास करना है। जिससे वे तर्क के आधार पर तथ्यों के सम्बन्ध में खोज, विश्लेषण तथा मूल्याकंन कर सकें। इसके लिए छात्रों में व्यक्तिगत क्षमताओं का विकास किया जाता है।

पृच्छा उपागम अपनाते समय अध्यापक तथा छात्रों को चार स्तरों से गुजरना पड़ता है–

1. समस्या की पहचान तथा परिभाषीकरण।
2. समस्या से सम्बन्धित तथ्य संग्रह करना।
3. संकलित तथ्यों का विश्लेषण, तथा
4. तथ्यों के विश्लेषण के आधार पर अधिगम परिस्थितियों का निर्माण करना।

पृच्छा उपागम में कक्षा–कक्ष का वातावरण पूरी तरह सामाजिक एवं सहयोगात्मक रहता है। यहां शिक्षक तथा छात्र दोनों ही मिलकर पृच्छा का मार्ग प्रशस्त करते है। पृच्छा के लिए दोनों ही समान रूप से सम्भागीदारी का निर्वाह करते है। शिक्षक समस्या का संरक्षण करता है तथा छात्रों को उस समस्या के समाधान में पृच्छा करने के निर्देश देता है और आवश्यकता पड़ने पर इनकी सहायता भी करता है। वैसे छात्र स्वतंत्र रूप से पृच्छा करते है, इस सम्बन्ध में वे समस्या को पहचानते है, उनके सम्बन्ध में तथ्य एकत्रित करते है, उनका विश्लेषण आदि करते है।

5.9.1.3 रसायन विज्ञान शिक्षण में पृच्छा उपागम के उपयोग (Use of Enquiry Approach in Chemistry Teaching) : पृच्छा उपागम के निम्नांकित उपयोग है–

1. व्यक्तिगत क्षमताओं का विकास इस प्रकार करना कि वह सामाजिक क्षमताओं का विकास तथा समायोजन कर सकें।
2. छात्रों के कारण तथा प्रभावों के मध्य सम्बन्ध स्थापित करने की योग्यता का विकास करना।
3. छात्रों में ऐसे वैज्ञानिक बोध का विकास करना जिसके आधार पर वे एकत्रित तथ्यों का विश्लेषण कर सकें।
4. छात्रों को ये सिखाना कि किसी समस्यामूलक परिस्थिति से सम्बन्धित तथ्यों की जांच किस प्रकार की जाती है।
5. समस्या से सम्बन्धित उपकल्पनाओं का विकास तथा उनकी जांच करने की योग्यता का विकास करना।
6. तथ्यों के आधार पर निष्कर्ष निकालने तथा समस्याओं के आधार पर समाधान करना।

5.9.2 अभिक्रमित अनुदेशन (Programmed Instruction) : अभिक्रमित अनुदेशन का आविर्भाव मनोविज्ञान की प्रयोगशाला के शोध कार्यों से हुआ है। शिक्षाशास्त्र में अधिगम सिद्धान्तों की अधिक चर्चा की जाती हैं यह अधिगम के सिद्धान्त मनोवैज्ञानिकों की ही देन है। हार्वर्ड विश्वविद्यालय के प्रोफेसर बी. एफ. स्किनर ने आपरेण्ट प्रतिबद्ध अनुक्रिया (Operant Conditioning) सिद्धान्त का प्रतिपादन किया है। यह एक ऐसे मनोवैज्ञानिक हैं जिन्होंने न केवल अधिगम सिद्धान्त का ही प्रतिपादन किया है अपितु उसको शिक्षक की प्रक्रिया में उपयोग करने का भी प्रयास किया है। इस सिद्धान्त का उपयोग करके उन्होंने आपरेण्ट प्रतिबद्ध अनुक्रिया शिक्षण प्रतिमान (Operant Conditioning Model of Teaching) का विकास किया है जिसका मुख्य लक्ष्य व्यवहार परिवर्तन है।

5.9.2.1 अभिक्रमित अनुदेशन का अर्थ (Meaning of Programmed Instruction): **बी.एफ.स्किनर** ने इस प्रत्यय को शिक्षण की कला और अधिगम के विज्ञान की संज्ञा दी है। इसका आविर्भाव अधिगम के सिद्धान्तों के आधार पर अनुदेशन की व्यूह रचना के रूप में हुआ है। इसमें छात्रों के अधिगम के लिये पाठ्य वस्तु को क्रमबद्ध रूप से छोटे-छोटे पदों में प्रस्तुत किया जाता है। प्रत्येक पद को पढ़ने के साथ छात्र को अनुक्रिया से पुनर्बलन भी मिलता है और वह अपने सीखने की गति के अनुसार आगे बढ़ता है। छात्रों की अनुक्रियायें उनमें अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन लाने में सहायक होती है। यदि अनुदेशन से छात्रों में कोई व्यवहार परिवर्तन नहीं होता है तब इसका अर्थ यह होता है कि छात्रों की अनुक्रियायें उपयोगी नहीं है। इसकी परिभाषा कई प्रकार से की गई है। 'सूसन मारकल' ने एक व्यापक परिभाषा दी है जो इस प्रकार है– "अभिक्रमित अधिगम एक ऐसी व्यूह रचना है जिसकी सहायता से शिक्षण सामग्री को एक ऐसे क्रम में नियोजित किया जाता है जिससे छात्रों में लगातार अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन लाने का प्रयास किया जा सकता है और उसका मापन भी किया जा सकता है।"

"Programmed Learning is a method of designing reproducable sequence of instructional events to produce a measurable and consistent effect on behavior of each and every student."

–Susan Markle

अभिक्रमित अनुदेशन को कई नामों से सम्बोधित किया जाता है। इसे व्यक्तिगत अनुदेशन तथा स्वत: अनुदेशन भी कहा जाता है। इसकी व्यावहारिक परिभाषा इस प्रकार है– "अभिक्रमित अधिगम एक ऐसी विधि है जिसमें शिक्षक की आवश्यकता नहीं होती है। इसमें व्यक्तिगत अनुदेशन के रूप में सीखने के लिये अवसर दिया जाता है। इसमें छात्र तत्पर होकर अपनी गति एवं क्षमताओं के अनुसार सीखता है और अपनी ज्ञान–प्राप्ति का भी बोध करता है। इसे व्यवहार–परिवर्तन की प्रक्रिया मानते है।"

"Programmed Learning had been defined as a method of giving individualized instructions in which the student is active and proceeds at his own pace and is provided with immediate knowledge of result. The physical presence of teacher is not required in this method."

5.9.2.2 अभिक्रमित अनुदेशन के सिद्धान्त (Principles of Programmed Instruction) :

अधिगम को इस नवीन पद्धति का सामान्य परिचय प्राप्त कर लेने के उपरान्त अब हम इसके प्रमुख सिद्धान्तों की चर्चा करेंगे । अभिक्रमित अधिगम के निम्नलिखित सिद्धान्त है–

1. **लघु सोपानों का सिद्धान्त (Principle of small steps)**– इस सिद्धान्त के अनुसार जिस विषय–वस्तु का अधिगम करना है उस विषय वस्तु का विस्तृत विश्लेषण कर लिया जाता है तथा सम्पूर्ण विषय को छोटे–छोटे खण्डों में विभक्त कर दिया जाता है। विषय वस्तु को लघु खण्डों में विभाजित करते समय यह ध्यान रखा जाता है कि प्रत्येक विभाजित खण्ड का कोई अर्थ हो तथा प्रत्येक खण्ड अधिगमकर्ता को कोई नवीन ज्ञान या सूचना देने की योग्यता रखता हो। तकनीकी भाषा में अनुक्रमित अधिगम के इन लघु खण्डों को "फ्रेम" के नाम से पुकारा जाता है। छात्र अत्यन्त सक्रियता के साथ एक समय में एक फ्रेम को सीखता है। यहां यह विशेषता होती हे कि छात्र जब तक एक फ्रेम को नहीं सीख लेगा, तब तक वह आगे का फ्रेम नहीं सीख सकता।

2. **सक्रिय प्रत्युत्तर का सिद्धान्त (Principle of active responding)** – अभिक्रमित अध्ययन के इस सिद्धान्त के अनुसार छात्र को "फ्रेम" का अधिगम करने में अत्यन्त ही सक्रियता से कार्य करना चाहिये तथा जब भी फ्रेम पूरा हो जाये, उसे तुरन्त ही प्रत्युत्तर प्रदान करना चाहिये। उसके द्वारा प्रत्युत्तर ही उसकी सफलता तथा असफलता का द्योतक होता है। अभिक्रमित अध्ययन पद्धति की मान्यता है कि छात्र तभी अच्छा सीखता है जब वह सक्रिय रहकर सीखी विषय–वस्तु का प्रत्युत्तर प्रदान करें ।

3. **प्रतिपुष्टि का सिद्धान्त (Principle of Feedback)–** इसे संपुष्टि का सिद्धान्त (Principle of Immediate Confirmation) भी कहा जाता है इस सिद्धान्त के अनुसार अधिगमकर्ता को तुरन्त ही उसके प्रत्युत्तरों की शुद्धता या अशुद्धता का ज्ञान कराकर उसकी प्रतिपुष्टि या समष्टि कर दी जाती है। अभिक्रमित तुरन्त ही छात्र के परिणामों का ज्ञान प्रदान करता है। यदि उसका प्रत्युत्तर सही है तो छात्र को आगे का "फ्रेम" सीखने के लिये दे दिया जाता है। प्रत्युत्तर गलत होने पर उसी फ्रेम पर पुन: कार्य करने को कहा जाता है।

4. **स्वगति का सिद्धान्त (Principle of self pacing)**– अभिक्रमित अधिगम सीखने की पूणरूपेण पद्धति है इसलिए इस पद्धति में प्रत्येक छात्र को यह अवसर प्रदान किया जाता है कि

वह अपनी योग्यता, दक्षता तथा कौशल के अनुसार धीरे–धीरे या जल्दी–जल्दी अधिगम कर सके। यहाँ जब तक जितनी देर में छात्र एक 'फ्रेम' करें सीखकर उसका सही प्रत्युत्तर दे देगा तभी उसके आगामी 'फ्रेम' सीखने को दिया जायेगा। यदि वह जल्दी–जल्दी सीखता है तो उसे फ्रेम भी उसी गति से दिये जाएंगे।

5. **छात्र–परीक्षण का सिद्धान्त (Principle of Pupil–Testing)**–अभिक्रमित अधिगम का यह पाँचवां सिद्धान्त है। इस सिद्धान्त के अनुसार शिक्षक अपने छात्रों का समय–समय पर परीक्षण करता है। अभिक्रमित पद्धति के अन्तर्गत प्रत्येक छात्र फ्रेम का लिखित उत्तर देता है। शिक्षक 50 उत्तरों की जाँच करता हैं। इस जाँच से वह छात्र की कमजोरियों का पता लगाता है तथा उन्हें दूर करने के लिये नये फ्रेमों का निर्माण करता है।

इन सिद्धान्तों के अनुसार अधिगम करते समय छात्रों को निम्नांकित पांच क्रियाओं से गुजरना पड़ता है– 1. पहले वह 'फ्रेम' को पढ़ता है, 2. फिर फ्रेम का प्रत्युत्तर लिखता है, 3. उसके बाद अपने प्रत्युत्तर की जांच करता है। यहाँ पर ही प्रतिपुष्टि होती है, 4. इसके बाद वह आगे बढ़ता है, और 5. अन्त में वह अपने प्रत्युत्तरों का प्रतिवेदन रखकर जाँच हेतु प्रस्तुत करता है। इसे हम निम्न प्रकार से लिख सकते है–

Reads →	Writes →	Checks →	Advances →	Records
पढ़ता है	लिखता है	जाँचता है	आगे बढ़ता है	प्रतिवदेन देता है

5.9.2.3 अभिक्रमित अनुदेशन विशेषतायें(Characteristics of Programmed Instruction) : श्रृंखला अभिक्रमित अनुदेशन की कुछ ऐसी विशेषताएं हैं जिनका अभिगम की क्रियाओं में अधिक महत्त्व है। इसकी प्रमुख विशेषताएँ अधोलिखित हैं:–

1. शिक्षण की यह एक ऐसी व्यूह रचना है जो मनोविज्ञान के अधिगम के सिद्धान्त पर आधारित है।
2. यह स्वत: अध्ययन की सामग्री प्रस्तुत करती है जिसकी सहायता से प्रखर बुद्धि, सामान्य बुद्धि तथा मन्द बुद्धि के छात्रों को अपनी गति के अनुसार सीखने का अवसर मिलता है।
3. पाठ्य वस्तु की क्रमबद्ध रूप में छोटे–छोटे पदों में प्रस्तुत किया जाता है। यह तार्किक मनोविज्ञान की दृष्टि से भी प्रभावशाली होता है।
4. इसकी सहायता से कठिन प्रत्ययों को सरलता एवं सुगमता से बोधगम्य बनाया जाता है।
5. व्यक्तिगत विभिन्नताओं के अनुसार सीखने की स्वतंत्रता प्रदान की जाती है।
6. अधिगम के समय छात्र को क्रियाशील रहना पड़ता है जिससे छात्र सीखने के लिए तत्पर रहता है।
7. बिना शिक्षक की उपस्थिति के छात्र नवीन प्रत्ययों को सुगमता से सीखते हैं।
8. परम्परागत शिक्षण की अपेक्षा अभिक्रमित अनुदेशन से छात्र अधिक सीखते हैं।
9. अधिगम–प्रक्रिया अधिक प्रभावशाली होती है क्योंकि छात्र की प्रत्येक सही अनुक्रिया को पुनर्बलन दिया जाता है।
10. पाठ्य वस्तु को छात्रों की बोधगम्यता के अनुरूप छोटे–छोटे पदों में प्रस्तुत किया जाता है।

5.9.2.4 श्रृंखला अभिक्रमित अनुदेशन की सीमाएँ (Limitations of Linear Programming) : यह व्यूह रचना अपने में पूर्ण नहीं है। इसकी अधोलिखित सीमायें हैं–

1. इसमें प्रत्येक छात्र को एक ही क्रम का अनुसरण करना पड़ता है। उनकी आवश्यकताओं को ध्यान में नहीं रखा जाता है।
2. इसमें ज्ञानात्मक पक्ष के निम्न उद्देश्यों की प्राप्ति की जा सकती है। सृजनात्मक तथा उच्च उद्देश्यों की प्राप्ति नहीं की जा सकती है।
3. इसका प्रयोग केवल व्याख्यात्मक पाठ्य वस्तु के लिये ही किया जा सकता है। तथ्यात्मक पाठ्य वस्तु के लिये यह उपयोगी नहीं है।
4. छात्र की अनुक्रियाओं के लिए स्वतंत्रता नहीं होती है। इसमें अधिगम नियंत्रित परिस्थितियों में होता है।
5. इसका निर्माण करना कठिन है। प्रशिक्षण ग्रहण करने के बाद भी रसायन विज्ञान अनुदेशन सामग्री का निर्माण नहीं हो पाता है।
6. प्रभावशाली छात्र इसमें अधिक रूचि नहीं लेते हैं।
7. इसका प्रयोग शिक्षण तथा अनुदेशन के लिये ही किया जाता है। इसे सुधारात्मक शिक्षण (Remedial Teaching) के लिये प्रयुक्त नहीं किया जाता है।
8. इसमें सामाजिक अभिप्रेरणा नहीं प्रदान की जाती है।

5.9.2.5 फ्रेमों का लेखन (Writing the Frames) : अभिक्रमित अधिगम के लिए यह आवश्यक है कि उपयुक्त प्रकार के अच्छे फ्रेमों की रचना की जाये क्योंकि अंततोगत्वा ये फ्रेम ही हैं जिनको पढ़कर छात्र सीखता है। फ्रेमों की रचना करते समय निम्नलिखित तथ्यों को ध्यान में रखना चाहिये–

1. फ्रेमों में तारतम्यता होनी चाहिए।
2. फ्रेम–समूह किसी एक विशिष्ट उद्देश्य तथा इकाई के लघु–खण्ड से सम्बन्धित हो।
3. फ्रेमों की भाषा सरल, शुद्ध, स्पष्ट तथा सम्बन्धित होनी चाहिए।
4. फ्रेमों में वर्णित अनुक्रिया स्पष्ट तथा सम्बन्धित होनी चाहिए।
5. जहाँ तक सम्भव हो, अधिक विकल्प न दिये जाये।
6. प्रत्येक फ्रेम किसी एक उद्देश्य की प्राप्ति का प्रयास करें।
7. प्रत्येक फ्रेम आगामी फ्रेम के लिए प्रस्तावना या भूमिका तैयार करें अर्थात् प्रत्येक फ्रेम अपने पूर्व फ्रेम से सम्बन्धित हो।
8. प्रत्येक फ्रेम का प्रत्युत्तर मापनीय हो।
9. प्रत्येक फ्रेम की स्वत: ही प्रतिपुष्टि की जा सके।
10. एक फ्रेम एक ही अनुक्रिया से सम्बन्धित हो।

5.9.3 पैनल चर्चा/सामूहिक वाद–विवाद (Panel Discussion) : वाद–विवाद प्रविधि आधुनिक व्यवस्था सिद्धान्त (Modern Theory of Organisation) पर आधारित है। इसकी यह धारणा है कि व्यवस्था के सदस्य में अपनी अभिवृत्तियाँ, अभिरूचियाँ, मूल्य तथा अपने–अपने लक्ष्य होते है। इसके अतिरिक्त उनमें निर्णय लेने और समस्या समाधान की क्षमता होती

है। अत: इस धारणा की दृष्टि से जो प्रजातन्त्रात्मक शासन तथा जीवन ढंग के लिये उपयोगी है, वाद–विवाद प्रविधि को प्रोत्साहन दिया गया है।

सर्वप्रथम सन् 1929 में हेरी ए. ऑवर स्ट्रीट ने सामूहिक वाद–विवाद पर प्रयोग किया था।

5.9.3.1 उद्देश्य (Purpose) : सामूहिक वाद–विवादों को आयोजित करने के अधोलिखित उद्देश्य होते हैं–

1. सूचनाओं तथा तथ्यों को प्रदान करना।
2. किसी समस्या का विश्लेषण करना।
3. मूल्यों का निर्धारण करना।
4. मनोरंजन के लिये आयोजन करना।

वाद–विवाद के प्रारम्भ में समूह प्रकरण के सम्बन्ध में मूल्यावाद तथा महत्त्वपूर्ण समस्याओं तथा कठिनाइयों की खोज करता है, जिससे श्रोतागणों को प्रकरण को स्पष्ट रूप में समझाने में सहायता मिलती है। इस प्रकार सामूहिक वाद–विवाद अधिगम के लिये प्रभावशाली प्रविधि अथवा यंत्र है।

5.9.8.2 वाद–विवाद के प्रकार (Types of Panel Discussion) : सामूहिक वाद–विवाद का वर्गीकरण कई प्रकार से किया जाता है। प्रथम वर्गीकरण व्यवस्था के आधार पर किया जाता है, इसके प्रमुख दो प्रकार होते है–

1. सार्वजनिक वाद–विवाद (Public Discussion)
2. शैक्षिक वाद–विवाद (Educational Discussion)

1. सार्वजनिक बाद–विवाद– जन–साधारण को प्रभावित करने वाली समस्याओं तथा सूचनाओं को देने के लिए किया जाता है। इस प्रकार के वाद–विवादों का आयोजन तीन उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए किया जाता है–

(अ) सूचनाओं तथा तथ्यों को प्रदान करना।

(ब) सामाजिक मूल्यों का निर्धारण करना।

(स) जन–साधारण का मनोरंजन कराना।

उक्त प्रकार के वाद–विवाद आजकल दूरदर्शन पर आते है। इसके लिए अतिरिक्त समस्याओं पर वाद–विवादों का आयोजन किया जाता है। पेस्टीसाइड्स का दुरूपयोग व उसके हानिकारक प्रभाव, रसायन शास्त्र का जीवन में महत्त्व, धातु निष्कर्षण, अकार्बनिक रसायन के विभिन्न अपवाद।

शैक्षिक वाद–विवाद में छात्रों को सूचनाओं तथा तथ्यों को बोधगम्य करने के लिये, सिद्धान्तों व प्रत्ययों के स्पष्टीकरण करने के लिये और समस्याओं के समाधान के लिये सामूहिक वाद–विवाद का नियोजन किया जाता है। इस प्रकार वाद–विवादों के आयोजन से तीन प्रकार के उद्देश्यों की प्राप्ति की जाती है–

(अ) सूचनाओं तथा तथ्यों को प्रदान करना।

(ब) सिद्धान्तों और प्रत्ययों को बोधगम्य करना।

(स) समस्या का समाधान ज्ञात करना।

इस प्रकार के वाद–विवाद का आयोजन हमारी शिक्षा संस्थाओं में शून्य के बराबर होता है। परन्तु अन्य प्रविधियों जैसे–सम्मेलन, विचार, गोष्ठी, विचार समिति, कार्यक्षमताओं में इस प्रविधि का प्रयोग किया जाता है।

5.9.3.3 सामूहिक वाद–विवाद का स्वरूप/ढाँचा (Structure of Panel Discussion) : सामूहिक वाद–विवाद में चार प्रकार की भूमिकायें निभानी होती है अथवा चार प्रकार के व्यक्ति विभिन्न प्रकार की भूमिकायें निभाते है–

1. अनुदेशक, 2. अध्यक्ष, 3. समूह के सदस्य, तथा 4. श्रोतागण ।

अनुदेशक (Instructor) का कार्य अधिक महत्त्वपूर्ण होता है क्योंकि उसे वाद–विवाद की सम्पूर्ण व्यवस्था करनी होती है–जैसे वाद–विवाद प्रकरण, समय, स्थान, समूह सदस्य कौन तथा कितने होंगे तथा अध्यक्ष कौन होगा? इसके अतिरिक्त वाद–विवाद का पूर्व अभ्यास भी कराना है। सम्पूर्ण कार्यक्रम की रूपरेखा तैयार की जाती है।

अध्यक्ष (Moderator) की भूमिका वाद–विवाद के समय अधिक महत्त्वपूर्ण होती है क्योंकि समूह के सदस्यों के वाद–विवाद का संचालन करता है और बीच–बीच में उनकी अन्तःक्रिया व तर्कों का संक्षिप्तिकरण एवं सुधार करता है। इसलिये प्रकरण के सम्बन्ध में अध्यक्ष को स्वामित्व या विशेषज्ञ होना आवश्यक होता है।

समूह के सदस्य (Panelists) की संख्या 4 से 10 तक होती हैं। समूह के सदस्य एक अर्धवृत्त में श्रोताओं के समक्ष बैठते है तथा इनके मध्य में अध्यक्ष बैठता है। समूह के सदस्यों को प्रकरण पर स्वामित्व होना चाहिये यदि पूर्ण अधिकार नहीं है तब उन्हें प्रकरण के सम्बन्ध में सही बोध होना आवश्यक होता है।

वाद–विवाद प्रारम्भ करने में अध्यक्ष प्रकरण समस्या के सम्बन्ध में ऐसे बिन्दुओं की ओर संकेत करता है जिससे सदस्य गण तथा श्रोतागण उसके स्वरूप को जान सके। एक–एक बिन्दु पर सदस्य गण प्रतिक्रिया करते है, तर्क देते है। अध्यक्ष अन्त में उसमें सुधार करके निष्कर्ष का संक्षिप्तिकरण करता है। साधारणत: आयोजन 30 मिनट से 1 घन्टे तक किया जाता है।

5.9.3.4 विशेषतायें (characteristics) : सामूहिक वाद–विवाद की प्रमुख विशेषतायें इस प्रकार है–

1. विश्वविद्यालयों तथा महाविद्यालयों के लिये इस प्रविधि द्वारा चिन्तन स्तर पर शिक्षण व्यवस्था की जाती हैं।
2. इससे समस्या–समाधान की क्षमताओं एवं प्रवृत्ति का विकास होता है।
3. समस्या तथा प्रकरण का सही रूप समझने का अवसर छात्रों को मिलता है।
4. समूह के सदस्यों के रूप में छात्रों को भी सम्मिलित किया जा सकता है। उसके लिये पूर्व अभ्यास वाद–विवाद का आवश्यक होता है, जिसके तर्क करने से अपने विचारों एवं दृष्टिकोण के प्रस्तुतीकरण की क्षमताओं का विकास होता है
5. छात्रों में सही दृष्टिकोण एवं अभिवृत्तियों का विकास होता है तथा दूसरों के विरोधी विचारों के प्रति सम्मान की भावना का विकास होता है।

6. छात्रों में सृजनात्मक तथा आलोचनात्मक विश्लेषण एवं विवेचन की क्षमताओं एवं योग्यताओं का विकास होता है ।

इसके द्वारा निम्नलिखित विषयों पर चर्चा की जा सकती है–

जैसे – कीटनाशकों में अधिक प्रयोग का स्वास्थ्य पर प्रभाव, विकिरण का प्रभाव, परमाणु परीक्षण व पर्यावरण, ग्लोबल वार्मिंग, उर्वरकों की अधिकता व स्वास्थ्य।

5.9.3.5 सीमायें (Limitations) : सामूहिक वाद–विवाद प्रविधि की अधोलिखित सीमायें भी हैं–

1. सामूहिक वाद–विवाद में सदस्य गणविषयान्तन बातें करने से छात्रों में भ्रम उत्पन्न होता है।
2. समूह के कुछ सदस्य ही वाद–विवाद में अधिक बोलते है।
3. समूह सदस्यों में दो समूहों में बंटने की सम्भावना अधिक रहती है। ऐसी स्थिति में वाद–विवाद अधिक उपयोगी नहीं रहता है।
4. समूह के सदस्यों के पूर्व स्पर्धा के कारण भी आलोचना रचनात्मक नहीं होती है।

5.9.4 दल/टोली शिक्षण (Team Teaching): इस प्रविधि का विकास संयुक्त राज्य अमेरिका में (1950 –60) के दौरान में हुआ। ब्रिटेन मे यह प्रत्यय (1960) के बाद पहुँचा है। ब्रिटेन में जे. फ्रीमने ने टोली–शिक्षण प्रविधि का विकास किया। इस प्रविधि का उपयोग विद्यालय तथा महाविद्यालयों में किया जाने लगा।

5.9.4.1 टोली–शिक्षण का अर्थ एवं परिभाषा (Meaning and definition of Team Teaching): डेविड वारविक ने टोली–शिक्षण की व्यापक परिभाषा दी हैं जिसमें इस प्रविधि का सैद्धान्तिक आधार भी सम्मिलित हैं–

"टोली–शिक्षण व्यवस्था का एक स्वरुप हैं जिसमें कई शिक्षक अपने स्त्रोतों, अभिरुचियों तथा दक्षताओं को एकत्रित करते हैं और छात्रों की आवश्यकताओं के अनुसार शिक्षकों की एक टोली द्वारा प्रस्तुत किया गया हैं, वे विद्यालय की सुविधाओं का समुचित उपयोग करते हैं "

"Team Teaching is a form of organisation in which individual teacher decide to post resources interest and expertise in order to device and implement a scheme of work suitable to the need of their pupils and the facilities of their school."

–David Warwick

काला आलासन ने भी टोली–शिक्षण की परिभाषा दी है–

"टोली–शिक्षण अनुदेशन परिस्थितियों को उत्पन्न करने की एक प्रविधि हैं जिसमें दो या दो से अधिक शिक्षक अपने कौशल तथा शिक्षण योजना का एक कक्षा–शिक्षण में एक साथ सहयोग करते हैं। इसकी योजना लचीली होती हैं जिसे शिक्षक कक्षा की आवश्यकतानुसार बदल लिया जाता है ।"

5.9.4.2 दल/टोली शिक्षण की विशेषताएं (Characteristics of Team Teaching) : **शैपलिन तथा ओल्ड** ने दल–शिक्षण में निम्नलिखित विशेषताएं बतलाई हैं –

1. दल शिक्षण अनुदेशनात्मक संगठन का एक विशिष्ट प्रकार हैं जो पूरी–तरह से औपचारिक होता है।
2. दल शिक्षण शिक्षक दल को सामूहिक उत्तरदायित्व प्रदान करता हैं।
3. दल शिक्षण में अध्यापक दल द्वारा अनौपचारिक ढंग से की गई अनुदेशात्मक क्रियाएँ सम्मिलित की जा सकती हैं।
4. अनुदेशात्मक व्यवस्था ऐसी होती हैं जो सम्पूर्ण विद्यालय व्यवस्था के साथ सम्बन्धित हो सके।
5. दल शिक्षण के लिए निश्चित संख्या में कुछ कर्मचारी होते हैं तथा उन्हें निश्चित संख्या में कुछ छात्र अनुदेशन हेतु प्रदान किये जाते हैं। इससे शिक्षण कर्मचारियों तथा छात्रों में एक विशिष्ट प्रकार के सम्बन्ध स्थापना पर बल दिया जाता हैं।
6. दल शिक्षण के लिए एक साथ दो या दो से अधिक अध्यापक कक्षा–कक्ष में छात्रों को अनुदेशन प्रदान करने जाते हैं।
7. दल शिक्षण व्यवस्था के अन्तर्गत अनुदेशन पूरी तरह से पूर्वनियोजित तथा व्यवस्थित होता है।
8. प्रत्येक शिक्षक को सामूहिक तथा कुछ व्यक्तिगत उत्तरदायित्व प्रदान किये जाते हैं।
9. सभी अध्यापक तथा अन्य शिक्षा कर्मचारी पूर्ण पारस्परिक सहयोग के साथ कार्य करते हैं।
10. सभी अध्यापक तथा शिक्षण कर्मचारियों के कार्य किसी एक विशिष्ट पाठ्यवस्तु या उसके किसी एक महत्त्वपूर्ण अंग से सम्बन्धित अनुदेशन प्रदान करने तक ही सीमित रहती हैं।
11. कक्षा–कक्ष में गये सभी अध्यापकों तथा अन्य कर्मचारियों की स्थिति पहले से ही निश्चित कर दी जाती है। इनमें से किसी को संयोजक, किसी को वरिष्ठ अध्यापक, किसी को अध्यापक तो किसी को कनिष्ठ अध्यापक जैसी स्थितियां प्रदान की जाती हैं।
12. आवश्यकता पड़ने पर दल शिक्षण हेतु विद्यालय के बाहर से कुछ विशेषज्ञों की सहायता व सहयोग भी लिया जा सकता हैं।
13. एक दल में कितने सदस्य हो, निश्चित नहीं होता।

5.9.4.3दल/टोली शिक्षण के प्रकार (Types of Team Teaching) : टोली–शिक्षण का वर्गीकरण कई प्रकार से किया जा सकता हैं । परन्तु सबसे उत्तम वर्गीकरण टोली–शिक्षण की व्यवस्था के स्वरुप के आधार पर किया जा सकता हैं। टोली शिक्षण की प्रमुख रुप से व्यवस्था की जाती हैं–

अ.एक ही विभाग के शिक्षकों की टोली बनाई जाती हैं।

ब.एक ही संस्था के विभिन्न विभागों के शिक्षकों की टोली बनाते हैं।

स.विभिन्न संस्थाओं में एक ही विभाग के शिक्षकों की टोली बनाते हैं।

प्रथम प्रकार की टोली – शिक्षण व्यवस्था माध्यमिक तथा उच्चतर माध्यमिक कक्षाओं के लिये एक ही विभाग के शिक्षकों से की जाती हैं। शिक्षक के उन सभी विभागों में सभी स्तर पर की जा सकती हैं जिनमें एक विषय के दो से अधिक शिक्षक होते हैं। इस प्रकार के प्रयोग ब्रिटेन

तथा अमेरिका में टोली–शिक्षण की प्रभावशीलता के मूल्यांकन के लिये विज्ञान, अंग्रेजी तथा सामाजिक विषयों की कक्षा–शिक्षण में किया गया हैं।

द्वितीय प्रकार की टोली – शिक्षण की व्यवस्था 'अध्यापक–शिक्षा' तथा शिक्षक प्रशिक्षण संस्थाओं में किया जाता हैं क्योंकि इन कक्षाओं के शिक्षक के लिये मनोविज्ञान, दर्शन, समाजशास्त्र, तथा सांख्यिकी विभागों के शिक्षकों के सहयोग से टोली–शिक्षण की व्यवस्था सुगमता से की जा सकती हैं। बी.एड. तथा एम.ए. शिक्षाशास्त्र के कक्षा–शिक्षण में इस प्रकार की व्यवस्था का प्रयोग किया जाता हैं। इससे अन्त: अनुशासन शिक्षण (Inter disciplinary teaching) व्यवस्था को प्रोत्साहन भी मिलता हैं।

तृतीय प्रकार की टोली – शिक्षण व्यवस्था भी प्रत्येक स्तर पर की जा सकती है। अन्य संस्थाओं से विशेषज्ञों को आमन्त्रित किया जाता हैं जिसके अन्तर्गत किसी विषय की विशेष प्रकरण के लिये व्यवस्था की जाती हैं। माध्यमिक स्तर पर जहाँ विभागों में एक ही शिक्षक एक विषय का होता हैं तब इस प्रकार शिक्षण व्यवस्था सम्भव हो पाते हैं। अत: संस्थाओं में सहकारी शिक्षण को बढ़ावा दिया जा सकता हैं। एक नगर में कई प्रशिक्षण संस्थायें होने पर शिक्षण विषयों के लिए उसे प्रभावशाली रूप प्रयुक्त कर सकते है।

डेविड वारविक ने टोली–शिक्षण के वर्गीकरण में छात्रों की कठिनाइयों को विशेष महत्त्व दिया हैं। टोली–शिक्षण के प्रमुख दो पक्ष होते हैं–नेतृत्व प्रवचन (lead lecture) तथा टोली अनुकरण (follow up)। टोली की क्रियाओं से छात्रों को प्रकरण (Topic) को बोधगम्य करने में सहायता मिलती हैं।

5.9.4.4 दल/टोली शिक्षण की क्रिया–विधि (Procedure of Team Teaching) : यह प्रविधि शिक्षण के अनेकों प्रकार के उद्देश्यों की प्राप्ति के लिये किया जाता हैं। इसके अनेकों प्रकार तथा रूप हैं। इसलिये सर्वमान्य क्रिया–विधि का स्वरुप देना कठिन हैं जिससे टोली–शिक्षण की व्यवस्था की जा सके। इसमें अधोलिखित तीन सोपानों (Steps) का अनुकरण किया जाता हैं–

प्रथम सोपान– टोली–शिक्षण की योजना तैयार करना ।
(Planning of Team Teaching)

द्वितीय सोपान– टोली–शिक्षण की व्यवस्था करना।
(Organizing of Team Teaching)

तृतीय सोपान– टोली–शिक्षण के परिणामों का मूल्यांकन करना ।
(Evaluation of the results of Team Teaching)

5.9.4.5 दल/टीम शिक्षण के लाभ (Advantages of Team Teaching) : दल–शिक्षण के निम्नलिखित लाभ है–

1. **अनुशासन में वृद्धि** – दल–शिक्षण के अन्तर्गत एक साथ कक्षा में कई अनुभवी व प्रतिष्ठित अध्यापक जाते हैं। इतने अध्यापकों के होने से कक्षा में अनुशासनहीनता की समस्या उत्पन्न नहीं होती है।
2. **विशिष्टीकृत अनुदेशन सम्भव**– दल–शिक्षण के अन्तर्गत विभिन्न विषयों तथा कार्यों के विशिष्ट अध्यापक तथा व्यक्ति दल का गठन करते हैं। ये विशिष्ट व्यक्ति अपने–अपने

विषयों से सम्बन्धित विशिष्ट अनुदेशन प्रदान करते हैं। इससे छात्रों को विभिन्न विषयों की आधुनिकतम जानकारी प्राप्त होती है।

3. **वार्ताओं के लिए अवसर**– दल–शिक्षण में वाद–विवाद को प्रमुख स्थान दिया जाता हैं। इससे छात्रों तथा अध्यापकों को विषय सम्बन्धी उपयोगी वार्त्ता करने का अवसर प्राप्त होता हैं।
4. **नियोजित शिक्षण सम्भव**– दल शिक्षण व्यवस्था के अन्तर्गत जब दल के सदस्य कक्षा–कक्ष में शिक्षण हेतु आते हैं तो अपने विभिन्न कार्यों तथा विषय–वस्तु के प्रस्तुतीकरण की पूरी तरह योजना बना लेते हैं। इससे नियोजित शिक्षण सम्भव हैं।
5. **श्रव्य–दृश्य सामग्री का उचित प्रयोग–** दल शिक्षण व्यवस्था के अन्तर्गत श्रव्य–दृश्य सामग्री का अधिक प्रयोग करना सम्भव होता हैं। अत: इस प्रकार की सामग्री के समस्त लाभ–दल शिक्षण को भी प्राप्त होते हैं।
6. **मानवीय सम्बन्धों की स्थापना–** दल शिक्षण व्यवस्था के अन्तर्गत छात्र तथा शिक्षकों के मध्य अधिक निकट सम्बन्ध स्थापित होने की सम्भावना होती हैं। इससे छात्रों का सन्तुलित सामाजिक विकास सम्भव होता हैं।
7. **लोचनशीलता–** दल शिक्षण के सभी कार्यों में लोच होती हैं। यह अध्यापक तथा कर्मचारी वर्ग, सहायक सामग्री तथा अन्य व्यवस्थाओं के सम्बन्ध में अधिक लोचवान नीति अपनाते है।
8. **शिक्षकों के ज्ञान में वृद्धि–** दल–शिक्षण व्यवस्था के अन्तर्गत शिक्षक को न केवल छात्रों की उपस्थिति मे पढ़ाना पड़ता हैं अपितु उन्हें अन्य अध्यापकों तथा कर्मचारियों की उपस्थिति में भी पढ़ाना पड़ता हैं। इसलिए वे विषय सम्बन्धी पूर्ण तैयारी के साथ आते हैं तथा कक्षा में बड़ी लगन के साथ पढ़ाते हैं। इससे उनके विषय–वस्तु संबंधी ज्ञान तथा शिक्षण–पद्धति में विकास होता है।

दल/टोली शिक्षण की सीमाएं (Limitations of Team Teaching) : एक ओर दल–शिक्षण के इतने सारे गुण या लाभ हैं वहीं दूसरी ओर अपनी कुछ सीमाएँ तथा दोष भी हैं। नीचे इन्हीं सीमाओं का उल्लेख किया गया है ।–

1. **सहयोग की भावना अनिवार्य**– दल–विभाग की सफलता इस बात पर निर्भर करती हैं कि दल के सभी सदस्य परस्पर सहयोग की भावना से कार्य करें। सामान्यत: दल के सदस्यों में वांछित मात्रा में सहयोग की भावना कम ही पायी जाती हैं। परिणामस्वरुप दल शिक्षण अपने उद्देश्यों को प्राप्त करने में सफल नहीं रहता हैं।
2. **स्वतंत्र शिक्षण का हनन–** कुछ ऐसे सफल शिक्षक होते हैं जो अकेले ही बहुत ही प्रभावी शिक्षण अपने छात्रों को प्रदान करते हैं। दल शिक्षण ऐसे सफल शिक्षकों को निराश करती हैं क्योंकि यहाँ वे सफल शिक्षण का श्रेय नहीं ले पाते हैं।
3. **समन्वय स्थापना में कठिनाई–** तीव्र व्यक्तिगत विभिन्नताओं के कारण अनेक बार दल संयोजक को विभिन्न शिक्षकों तथा अन्य कर्मचारियों के कार्यों में समन्वय करने में कठिनाई हो जाती हैं। इनके कार्यों में जब तक समन्वय नहीं होगा तब तक दल–शिक्षण सफल नहीं हो सकता।

4. **आर्थिक भार**– दल शिक्षण के लिए विद्यालय को अनेक प्रकार की व्यवस्थाएँ व साधन जुटाने पड़ते हैं। परिणामस्वरुप इन पर काफी व्यय विद्यालय को करना पड़ता है। इससे उन पर आर्थिक भार अधिक हो जाता है।
5. **अतिरिक्त व्यवस्था की आवश्यकता–** दल शिक्षण के लिए अतिरिक्त व्यवस्थाएं भी करनी पड़ती हैं जिनके लिए बहुत अधिक मात्रा में धन की आवश्यकता पड़ती है। जैसे–दल–शिक्षण के लिए काफी बड़े–बड़े कमरों की आवश्यकता पड़ती हैं, ओवरहेड प्रोजेक्टर, रसायन प्रयोगशाला आदि ।

5.10 सारांश (Summary)

रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए अनेक उपागम तथा विधियाँ हैं जैसे– शिक्षक केन्द्रित, बाल केन्द्रित उपागम, अन्वेषण उपागम, व्याख्यान, निर्देशन विधि, प्रयोगशाला विधि, परियोजना विधि, पृच्छा उपागम, अभिक्रतिम अनुदेशन, पैनल चर्चा, दल शिक्षण आदि। प्रत्येक विधि के अपने कुछ विशेष लाभ तथा दोष है। रसायन विज्ञान शिक्षण में किसी विधि विशेष के चयन में आपको विशेष सावधानी रखनी चाहिए कि कब और क्यों किसी उपागम अथवा विधि का उपयोग करना उचित रहेगा। यह इस बात पर निर्भर करता हैं कि आपका उद्देश्य क्या हैं, आपके पास संसाधन कितने है, तथा कक्षा की स्थिति कैसी हैं, इसके अतिरिक्त कक्षा का स्तर, प्रकरण या विषय वस्तु की प्रकृति पर भी विधि का चयन निर्भर करता हैं। अपने अभ्यास शिक्षण के दौरान रसायन–शिक्षण विभिन्न उपागम व विधियों का अभ्यास अवश्य करें।

5.11 स्वमूल्यांकन प्रश्न

प्रश्न 1. रसायन विज्ञान शिक्षण में व्याख्यान विधि के गुण व दोष बताइए।
Mention the merits and demerits of lecture method in teaching of chemistry.

प्रश्न 2. व्याख्यान विधि को समझाइये। रसायन विज्ञान शिक्षण में इस विधि का प्रयोग किस प्रकार किया जा सकता हैं? विवेचना कीजिए।
Explain lecture method how can this method be used in teaching of chemistry? Discuss.

प्रश्न 3. रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रयोगशाला विधि क्या हैं? इस विधि के गुण एवं दोष लिखिए। कोई एक उदाहरण लेकर इस विधि के विभिन्न पदों को स्पष्ट कीजिए।
What is laboratory method in Chemistry? Write its merits and demerits. Elucidate various steps of this method with an example.

प्रश्न 4. रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रयोग प्रदर्शन विधि क्या हैं? रसायन विज्ञान पढ़ाने में इस विधि के महत्त्व की विवेचना कीजिए।
What is Demonstration method in Teaching of Chemistry? Discuss the importance for teaching Chemistry?

प्रश्न 5. शिक्षण की 'खोज विधि' क्या हैं? छात्रों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करने में इस विधि की उपयोगिता का उल्लेख कीजिए।

What is Heuristic method of teaching? Specify the Significance of this method to develop Scientific attitude among students.

प्रश्न 6. राजस्थान में उच्च प्राथमिक एवं माध्यमिक विद्यालयों की परिस्थितियों को देखते हुए रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए अन्वेषण विधि या खोज विधि कहाँ तक उपयोगी हैं? संक्षिप्त में अपने विचार व्यक्त कीजिए।

Considering the circumstances of upper primary and secondary school of Rajasthan. How far can Heuristic method is used for teaching of Chemistry? Comment briefly.

प्रश्न 7. 'प्रोजेक्ट विधि'एवं 'समस्या समाधान'विधि में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

Differentiate between "Project method" and Problem solving method.

प्रश्न 8. आगमन–निगमन विधि से क्या अभिप्राय हैं? उदाहरण सहित इसके गुण व दोषों की विवेचना कीजिए।

What is meant by inductive–deductive method? Discuss its merits and demerits with example.

प्रश्न 9. रसायन विज्ञान शिक्षण में शिक्षण विधियों का चुनाव करते समय अध्यापक को किन–किन बातों का ध्यान रखना चाहिए।

What precautions should a teacher take while selecting the methods of teaching Chemistry?

प्रश्न 10. अभिक्रमित अनुदेशन पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

Write short note on Programmed instruction.

प्रश्न 11. दल–शिक्षण का क्या सम्प्रत्यय हैं?इसकी आवश्यकता की चर्चा कीजिए।

What is concept of team teaching? Discuss the need of team teaching.

प्रश्न 12. रसायन विज्ञान के अपने प्रदर्शन को आप अधिक प्रभावशाली कैसे बनायेंगे? उपयुक्त उदाहरण देते हुए संक्षेप में वर्णन कीजिए।

In Chemistry how will you make your demonstration more effective? Illustrate in brief with suitable examples.

5.12 संदर्भ ग्रन्थ (References)

(1) White J.H.	Teaching Chemistry London University Press.
(2) Wastston Nathan S	Science Teaching in the Secondary School
(3) Vaidya Narendra	The Impact Science Teaching, Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi
(4) Negi J.S Negi Rakshita	Chemistry teaching vinod pustak mandir Agra 1990
(5) Sharma R.C	Modern Science Teaching
(6) Mishra D.C.	Teaching of Chemistry Sahitya prakashan Agra
(7) NCERT	Text Books for middle and high school classes
(8) NCERT	Strategies in Science Education Regional College of Education Ajmer
(9) विज्ञान	माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान अजमेर ।

इकाई–6

माध्यम एवं माध्यम समाकलन
(MEDIA AND MEDIA INTEGRATION)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

6.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

6.2 शिक्षण माध्यम एवं अधिगम अनुभव का संबंध
(Relationship of Teaching Medium and Learning Aids)

6.3 शिक्षण उद्देश्य एवं शिक्षण माध्यम का सम्बन्ध
(Relationship of Teaching Objectives and Teaching Medium)

6.4 माध्यम चयन को प्रभावित करने वाले कारक
(Factor affecting Medium Selection)

6.5 मीडिया समाकलन का सम्प्रत्यय एवं परिभाषा
(The Concept of Media Integration and Definition)

6.6 माध्यम समाकलन के उदाहरण (Examples of Media Integration)

6.7 मीडिया समाकलन के लाभ (Advantage of Media Integration)

6.8 अनुदेशनात्मक विकास में बहु माध्यम के प्रयोग के चरण
(Steps for the Usages of Multimedia in Instructional Development)

6.9 सूचना एवं संचार प्रोद्यौगिकी के बहुविध माध्यमों के समाकलन द्वारा शिक्षण के क्षेत्र में उभरती नवीनतम तकनीकें (Emerging New Techniques Due to the Integration of Multiple Medium of Information and Communication Technology)

6.10 सारांश (Summary)

6.11 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

6.12 संदर्भ ग्रन्थ (References)

6.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई को पढ़ने के बाद विद्यार्थी निम्नलिखित व्यवहारों को प्रदर्शित करेंगे –

1. शिक्षण प्रक्रिया में माध्यम की महत्ता की विवेचना कर सकेंगे।
2. माध्यम और उद्देश्यों के अन्तर्सम्बन्धों की व्याख्या कर सकेंगे।
3. माध्यम के चयन को प्रभावित करने वाले तत्वों को बता सकेंगे।
4. माध्यम के चयन की प्रक्रिया के चरणों का उल्लेख कर सकेंगे।

5. माध्यम समाकलन को परिभाषित कर सकेंगे।
6. माध्यम समाकलन की आवश्यकता को व्यक्त कर सकेंगे।
7. बहु माध्यमों और मल्टीपल मीडिया के बीच अन्तर कर सकेंगे।
8. शिक्षण के क्षेत्र में विकसित नवीन बहु विध माध्यमों का उल्लेख कर सकेंगे।
9. शिक्षण के क्षेत्र में विकसित नवीन प्रोद्यौगिकियों का वर्णन कर सकेंगे।

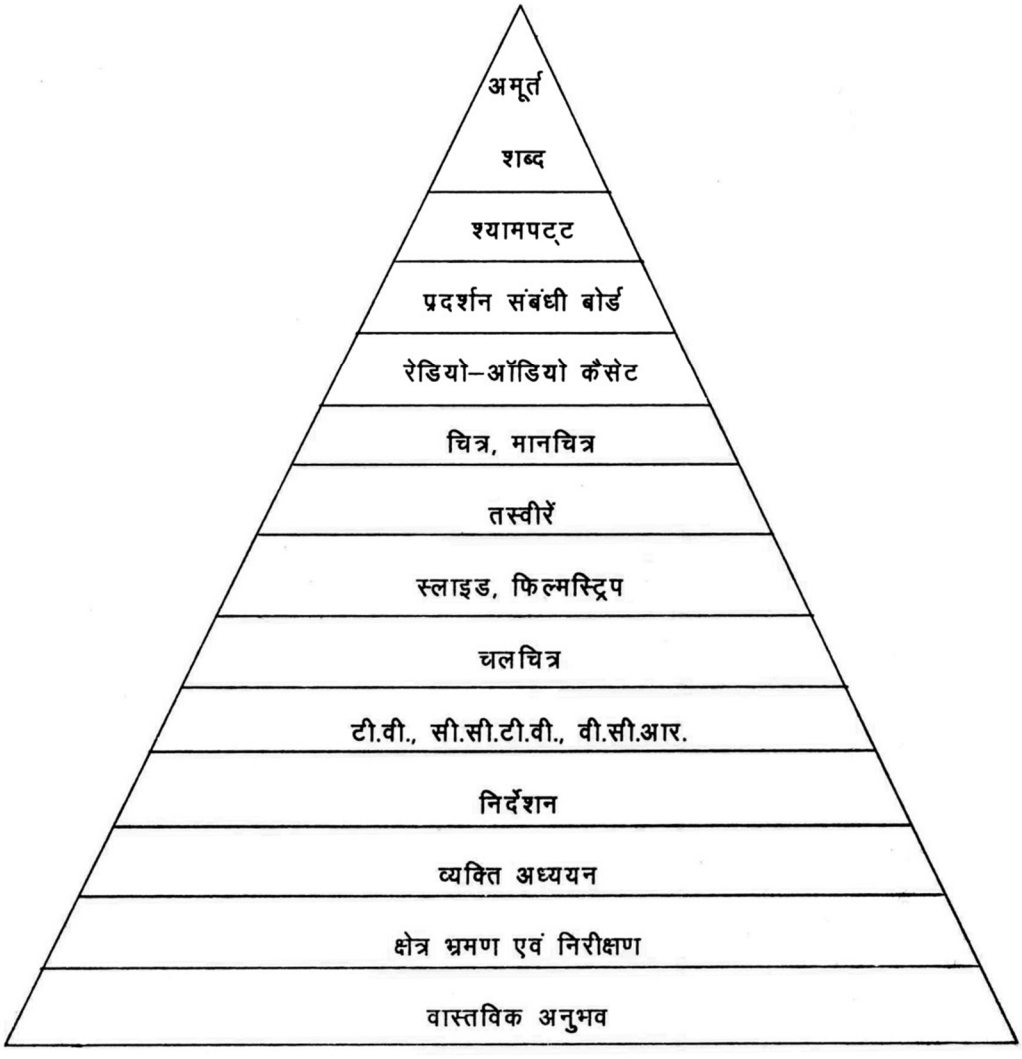
6.1 प्रस्तावना (Introduction)

किसी भी अनुदेशन कार्यक्रम की प्रभाविकता को उसी सीमा तक मापा जा सकता है, जिस सीमा तक विद्यार्थी द्वारा अधिगम उद्देश्यों को पूर्ति हुई है। यदि विद्यार्थी मं विषय वस्तु को सीखने की क्षमता हैं विषय वस्तु की प्रकृति व स्तर उसके अनुकूल है, तो अधिगम की उपलब्धि इस बात पर निर्भर करेगी कि अनुदेशन हेतु उपयुक्त माध्यम को प्रयोग करके उचित अनुदेशन वातावरण का निर्माण किया गया है या नहीं। इस इकाई में हम शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में विभिन्न प्रकार के माध्यमों के चयन को प्रभावित करने वाले कारक, माध्यम चयन की प्रक्रिया और माध्यम समाकलन की चर्चा करेंगे।

6.2 शिक्षण माध्यम एवं अधिगम अनुभव का संबंध (Relationship of Teaching Medium and Learning Aids)

माध्यमों को प्रत्यक्ष से अप्रत्यक्ष या मूर्त से अमूर्त की ओर निरंतरता के रूप में व्यवस्थित किया जा सकता है। भिन्न–भिन्न माध्यमों द्वारा प्रदान किये जाने वाले अनुभवों की प्रकृति भिन्न–भिन्न होती है और इनसे भिन्न–भिन्न उद्देश्यों की पूर्ति की जाती है।

एडगर डेल ने इन सारे अनुभवों का वर्गीकरण करने के लिए एक चित्र व्यवस्था की रचना की हैं इसे उन्होंने अनुभव कोन की संज्ञा दी है।



एडगर डेल का अनुभव कोन

डेल के अनुसार अनुभव कोन एक ऐसा दृश्य साधन हैं जो अनुभव के विभिन्न स्रोतों के अन्तर्सम्बन्धों तथा सीखने की प्रक्रिया में उनके व्यक्तिगत स्थान को इंगित करता है। इस शंकु में प्रत्यक्ष उद्देश्यपूर्ण अनुभव का आधार काफी विस्तृत हैं इसके अन्तर्गत वास्तविक वस्तुएं नमूने, क्षेत्र–भ्रमण, निरीक्षण, प्रयोग आदि आते हैं, जो अधिकाधिक संवेदनात्मक इन्द्रियों के प्रयोग का अवसर देते है।

जैसे – जैसे हम कोन के ऊपर की ओर जाते हैं, संवेदनात्मक इन्द्रियों का प्रयोग कम होता जाता है और हम ऐसे बहुत से अनुदेशी माध्यमों के संपर्क में आते हैं जो परोक्ष (अप्रत्यक्ष) अनुभव प्रदान करते हैं। ये साधन अमूर्तीकरण की दृष्टि से भी एक दूसरे से भिन्न होते है जैसे चलचित्र, टी.वी. के कार्यक्रम, वीडियो आदि अपेक्षाकृत अधिक सजीव अनुभव प्रदान करते है जब कि चार्ट, मॉडल, स्थिर चित्र, रेडियो तथा ऑडियो कैसेट अप्रत्यक्ष तथा मौखिक अनुभव प्रदान करते हैं।

6.3 शिक्षण उद्देश्य एवं शिक्षण माध्यम का सम्बन्ध (Relationship of Teaching Objectives and Teaching Medium)

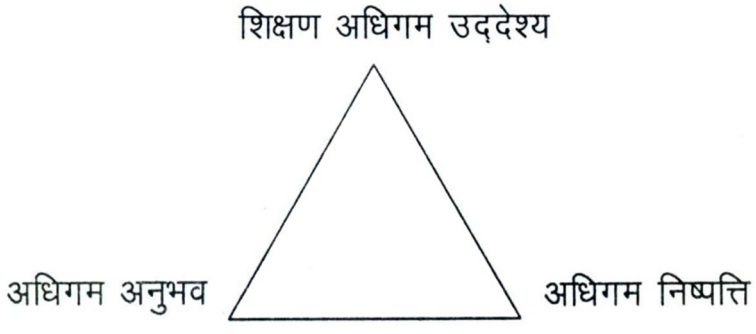
शिक्षण में दृश्य–श्रव्य माध्यम उद्देश्यों के अनुरूप होने चाहिए। भिन्न–भिन्न उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु निम्नलिखित शिक्षण सहायक माध्यमों का प्रयोग किया जाता है :–

ज्ञानात्मक उद्देश्य की प्राप्ति हेतु – चॉक बोर्ड, हस्तलिखित, प्रिंट सामग्री, बुलेटिन बोर्ड, फ़्लैनल बोर्ड, स्थिर चित्र, चार्ट, मॉडल, ओवर हैड प्रोजेक्टर, पारदर्शियां, स्लाइड व फिल्म स्ट्रिप, इंटरेक्टिव वीडियो, टेलीकांफ्रेसिंग आदि।

भावात्मक उद्देश्य – भावात्मक उद्देश्य की प्राप्ति हेतु ग्रामोफोन, टेपरिकॉर्डर, टेलीविजन, रेडियो, शैक्षिक भ्रमण, ऑडियो टेप, वीडियो टेप, वी.सी.आर, सजीव अनुदेशन, कक्षा व्याख्यान, कम्प्यूटर संगोष्ठी, दूरदर्शन द्वारा प्रसारित शैक्षिक कार्यक्रम।

क्रियात्मक उद्देश्य – क्रियात्मक उद्देश्य की प्राप्ति हेतु सजीव कक्षा कक्ष प्रदर्शन, प्रयोगशाला कार्य, मॉक अप, वर्किंग मॉडल, स्वयं निर्मित उपकरण, शैक्षिक भ्रमण, फिल्म/टी.वी./वीडियों टेप द्वारा प्रक्रियाओं का प्रदर्शन।

अत: शिक्षण अधिगम के परिणाम, जिन्हें शिक्षण अधिगम उद्देश्यों के रूप में निर्धारित किया जाता है वे अधिगम अनुभवों की प्रकृति पर निर्भर करते हैं। अत: इनके अंर्तसम्बंध को हम निम्नांकित त्रिकोण द्वारा दर्शा सकते हैं :–



स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. एडगर डेल का अनुभव शंकु, अधिगम अनुभवों और माध्यम के संबंध को कैसे दर्शाता है?
2. भावनात्मक पक्ष के विकास हेतु कौन से माध्यम सर्वाधिक उपयुक्त हैं? किन्हीं दो के नाम बताइये ।

6.4 माध्यम चयन को प्रभावित करने वाले कारक (Factor affecting Medium Selection)

शिक्षण उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु प्रयुक्त होने वाले विभिन्न प्रकार के शिक्षण सहायक माध्यम और उनसे प्राप्त होने वाले अधिगम अनुभवों पर ही अधिगम की निष्पत्ति निर्भर करती है। अत: शिक्षण को व्यवस्थित करने का अर्थ हैं शिक्षण उद्देश्यों के अनुसार अधिगम अनुभवों को व्यवस्थित करना। अधिगम अनुभवों को व्यवस्थित करने के लिए आवश्यक है, उपयुक्त माध्यम का चयन, समाकलन एवं उपयोग। अत: शिक्षण प्रक्रिया में माध्यम की महत्त्वपूर्ण भूमिका है, किन्तु सभी प्रकार के माध्यम सभी प्रकार के शिक्षण कार्य हेतु उपयुक्त नहीं होते हैं। अध्यापक को अनेक प्रकार के अधिगम माध्यमों में से उपयुक्त माध्यम चयन करना होता है अत: अध्यापक को माध्यम चयन को प्रभावित करने वाले कारकों का ज्ञान होना चाहिए -

(i) **उद्देश्यों में विविधता (Variation in Objectives)** – शिक्षण प्रक्रिया के द्वारा प्राप्त किये जाने वाले उद्देश्य विविध प्रकार के होते हैं। ब्लूम द्वारा दिये गये उद्देश्य ज्ञानात्मक, भावात्मक और क्रियात्मक तीनों पक्षों से सम्बन्धित है। इन तीनों पक्षों के उद्देश्यों के निर्धारण के अनुसार ही विभिन्न माध्यमों एवं सामग्री का चयन किया जाता है।

(ii) **अध्यापक की क्षमता (Capability of Teacher)** – माध्यम के उपयुक्त होने के साथ–साथ यह आवश्यक हैं कि अध्यापक स्वयं भी उसका उपयोग करने की सामर्थ्य रखता है। मौखिक सम्प्रेषण में आवाज की स्पष्टता–उच्चारण की शुद्धता, उतार–चढ़ाव आदि का होना जरूरी है, वही उसमें चित्र,चार्ट, श्यामपट्ट, विभिन्न प्रकार के बोर्डस के प्रयोग हेतु चित्रात्मक कौशल, सुपाठ्य, सुन्दर लेख तथा विषय वस्तु को क्रमबद्ध व्यवस्थित एवं प्रस्तुत करने की क्षमता होनी चाहिए। प्रक्षेपित दृश्य माध्यमों के प्रयोग हेतु आवश्यक कौशल एवं निपूर्णता होना जरूरी है। इसके लिए शिक्षक को उस माध्यम के प्रयोग का प्रशिक्षण एवं अभ्यास करना चाहिए, जैसे स्लाइड, पारदर्शी, पावर पाईन्ट स्लाइड आदि के निर्माण और प्रयोग हेतु उपयुक्त प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है ।

(iii) **विद्यार्थी की योग्यता (Ability of Student)** – माध्यम का चयन करने में विद्यार्थी की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है। जिन विद्यार्थियों के लिए जिस सामग्री का प्रयोग किया जाता है, उनमें उसे समझने व सूचनाएं ग्रहण करने हेतु पर्याप्त पूर्व ज्ञान तथा बौद्धिक स्तर का होना आवश्यक है। उच्च मानसिक योग्यता वाले छात्र ऐसी सामग्री से अधिक लाभान्वित होते हैं, जो असंरचित हो जहाँ स्वयं किसी समस्या का समाधान करना हो जिससे वे स्वयं आकड़ों को विश्लेषित करके निष्कर्ष निकाल सकें, जब कि निम्न योग्यता वाले छात्र संरचित अनुदेशन से अधिक अधिगम कर पाते हैं, जैसे चार्ट के प्रयोग से अध्यापक द्वारा विषय वस्तु को स्पष्ट करना। शारीरिक रूप से विकलांग विद्यार्थियों जैसे दृष्टि दोष, श्रवण दोष, वर्णान्धता आदि को भी ध्यान में रखना चाहिए।

(iv) **अधिगम साधनों की उपलब्धता (Availibility of Learning Material)** – शिक्षण हेतु माध्यम चयन करने से पूर्व यह सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि वह सामग्री जैसे कैसेट, सी.डी., स्लाइड्स आदि विद्यालय में, प्रयोगशाला में या विद्यालय के संसाधन केन्द्र में उपलब्ध

है या नहीं,अन्यथा इन्हें विद्यालय से बाहर कहीं से खरीदा या प्राप्त किया जा सकता है। किसी संस्थान या फर्म से प्राप्त ना होने की स्थिति में क्या अध्यापक स्वयं इसका निर्माण करने में सक्षम है। कभी कभी एक साधन के उपलब्ध ना होने पर दूसरे को उसके विकल्प के रूप में प्रयोग किया जा सकता है, जैसे किसी प्रकरण पर अध्यापक स्वयं शूटिंग करके फिल्म स्ट्रिप नहीं बना पाता तो इसी विषय पर प्रसारित होने वाले टी.वी. कार्यक्रम को रिकार्ड करके दिखाया जा सकता है।

(v) **संचालन सुगमता एवं सम्प्रेषण प्रभावशीलता (Ease in Operating and Communication Effectiveness)** – माध्यम ऐसा होना चाहिए जिसका संचालन अध्यापक तथा विद्यार्थी सुगमता से कर सके। यदि इसका संचालन तकनीकी दृष्टि से अत्यधिक जटिल होगा तो इसका प्रयोग करना मुश्किल होगा।

अध्यापक यदि शिक्षण में किसी ऑडियो टेप, वीडियो टेप, कम्प्यूटर प्रोग्राम का प्रयोग करना चाहता है तो वह आवश्यकतानुसार उसकी गति को निर्धारित कर सकता है, उसे रोक सकता है, पुन: उसका प्रस्तुतीकरण कर सकता है। रेडियो एवं टी.वी. प्रसारण की तुलना में स्थाई माध्यमों जैसे कैसेट, कम्प्यूटर आदि पर अध्यापक का नियंत्रण अधिक होता है। इनसे विद्यार्थी अधिक प्रभावी ढंग से सीख सकता है। मीडिया के चयन में महत्वपूर्ण बात यह है कि वह प्रभावी ढंग से सूचना का सम्प्रेषण कर सकें, जैसे यदि पिछले 10वर्षों में वायु प्रदूषण में भिन्न भिन्न गैसों की बढ़ती हुई मात्रा को दर्शाना है तो इसके लिए दंड ग्राफ (BAR GRAPH) का प्रयोग सूचनाओं को प्रभावी ढंग से प्रदर्शित कर सकता है।

(vi) **खर्च/लागत (Expenditure)** – माध्यम के चयन को उसकी लागत या उस पर आने वाला खर्च भी प्रभावित करता है। एक अध्यापक विद्यार्थियों को जिंक शोधन की प्रक्रिया को दर्शाना चाहता है, यदि उसके बजट में राशि है तो वह उस पर तैयार कोई फिल्म खरीद कर दिखा सकता है, अन्यथा उसे पारदर्शी का निर्माण करना होगा या फिर चार्ट खरीद कर या बना कर दिखाये जा सकते है। परन्तु माध्यम इस प्रकार का हो कि उसके निर्माण में बहुत अधिक समय ना लगे।

(vii) **विभिन्न माध्यमों की शैक्षिक सामर्थ्य (Educational Capability of Different Media)** – माध्यम का चयन उस विषय वस्तु तथा अधिगम अनुभवों से भी प्रभावित होता है, जिन्हें अध्यापक अपने विद्यार्थियों को प्रदान करना चाहता है। प्रत्येक माध्यम का प्रयोग अलग–अलग कार्यों के लिए किया जाता है, जैसे किसी विषय के प्रति जागरूकता एवं सकारात्मक दृष्टिकोण विकसित करने हेतु टी.वी., वीडियो फिल्म, प्रत्यक्ष अनुभव उपयुक्त रहते हैं, जबकि सूचना या जानकारी देने हेतु पारदर्शी, चार्ट, मुद्रित सामग्री आदि उपयुक्त रहते हैं। क्रियात्मक कौशल विकसित करने के लिए कम्प्यूटर, प्रायोगिक प्रदर्शन, प्रत्यक्ष अवलोकन आदि का प्रयोग करना सर्वोत्तम रहता है।

(viii) **समयाविधि (Time Duration)** – माध्यम के चयन में समय भी एक बहुत बड़ा घटक है। यदि कालांश की अवधि 30 या 45 मिनट है तो अध्यापक को माध्यम के प्रस्तुतीकरण हेतु कितना समय मिलेगा इस आधार पर यह निश्चित करें कि कौन सा माध्यम

सर्वोत्तम रहेगा। यदि 10–15 मिनट का समय है तो पारदर्शियां या चार्ट का प्रयोग उचित होगा। यदि समय अधिक है तो एक घंटे की कोई फिल्म दिखाई जा सकती है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. अध्यापक की क्षमता तथा छात्रों की योग्यता किस प्रकार से माध्यम के चयन को प्रभावित करती है?
2. संचालन सुगमता का माध्यम के चयन पर क्या प्रभाव पड़ता है?

6.5 मीडिया समाकलन का सम्प्रत्यय एवं परिभाषा (The Concept of Media Integration and Definition)

शिक्षण में प्रयुक्त हर माध्यम का प्रयोग विशिष्ट शिक्षण उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए किया जाता है। प्रत्येक माध्यम की अपनी विशिष्टताएं, शैक्षिक क्षमताएं एवं कमियां भी होती हैं। कुछ माध्यम अमूर्त ज्ञान (अनुभव) प्रदान करते है तो कुछ मूर्त ज्ञान प्रदान करने में उपयोगी होते हैं। अलग अलग माध्यम विद्यार्थियों में भिन्न भिन्न कौशलों का विकास करते हैं। अत: किसी भी शिक्षण प्रक्रिया के समस्त उद्देश्यों की पूर्ति के लिए केवल एक ही माध्यम उपयुक्त नहीं हो सकता। इसके लिए दो या दो से अधिक माध्यमों को संयुक्त रूप से प्रयुक्त किया जाता है। जिससे प्रस्तुतीकरण की गुणवत्ता, प्रभावशीलता एवं सम्प्रेषणशीलता में वृद्धि होती है। इनमें से कोई माध्यम प्रमुख हो सकता है और इसके साथ दूसरे माध्यमों का प्रयोग पूरक या सहायक के रूप में किया जा सकता है। जब हम अपने अध्यापन में एक से अधिक माध्यमों को समाकलित करते हैं अथवा शिक्षण सामग्री को विविध रूप में एक ही पाठ्य वस्तु के लिए प्रयुक्त करते हैं तो इसे बहु माध्यम उपागम (MULTIMEDIA APPROACH) या मीडिया समाकलन कहते।

डॉ. भास्कर के अनुसार :– बहुमाध्यम उपागम का अर्थ बहुत से माध्यमों के प्रयोग से नहीं है, वरन बहुत से माध्यमों तथा विधाओं के उपयुक्त सुनियोजित उपयोग से है।

दीपिका बी. शाह के अनुसार – माध्यम समाकलन से तात्पर्य – एक से अधिक माध्यम से हैं जो एक संप्रेषण में क्रमश: अथवा साथ–साथ प्रयोग किये जाते हैं। विशेषज्ञों के अनुसार विभिन्न माध्यम विभिन्न प्रकार के उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु प्रयोग किये जाते हैं। अत: विभिन्न माध्यमों का अलग–अलग प्रयोग ना करके उनको एकीकृत रूप में प्रयोग किया जाना अधिक प्रभावोत्पादक होता है।

माध्यम समाकलन संचार की आधुनिक तकनीकियों का विधिवत एवं सुचारू रूप से शिक्षा के क्षेत्र में प्रयोग करना है। जिससे व्यक्तिपरक अधिगम प्रभावी बन सके।

जैसे–चार्ट एक ऐसा दृश्य साधन है जिसका सामान्यत: विषय वस्तु को समझाने के लिए सबसे अधिक प्रयोग किया जाता है, किन्तु जब चार्ट का प्रयोग अन्य किसी माध्यम के साथ किया जाता है तो यह और अधिक उपयोगी साधन बन जाता है।

(1) मॉडल के साथ प्रयुक्त होने पर यह अधिक स्पष्ट जानकारी देता है उदाहरण :– पेट्रोल इंजन की क्रियाविधि को समझाने के लिए उसके मॉडल के साथ साथ चार्ट का प्रयोग करना अधिक प्रभावी होगा।

(2) किसी फिल्म या फिल्म पट्टिका (फिल्म स्ट्रिप) की किन्हीं बातों पर जोर देने के लिए चार्ट का उपयोग किया जाता है। जैसे ओजोन प्रदूषण संबंधित फिल्म दिखाने के साथ साथ वायुमण्डल की परतें, ओजोन परत, इसके द्वारा पराबैंगनी किरणों को रोकना आदि के चार्ट्स का उपयोग कर सकते हैं।

(3) चार्ट और पोस्टर, चार्ट और वास्तविक वस्तु या नमूनों का प्रदर्शन भी साथ साथ किया जा सकता है। जैसे ऊर्जा के गैर परम्परागत स्त्रोत, सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा द्वारा संचालित यंत्रों के चार्ट के साथ ऊर्जा संरक्षण तथा वैकल्पिक ऊर्जा के पोस्टर दिखाना। हीरे या ग्रेफाइट का नमूना दिखाने के साथ उसकी संरचना के चार्ट दिखाना जिससे विद्यार्थी इनके विशेष प्रकार के गुणों को समझ सकें।

माध्यम समाकलन/बहुमाध्यमों के प्रयोग से विद्यार्थी की एक से अधिक ज्ञानेन्द्रियां सक्रिय होती हैं। जिससे सीखना सरल तथा सुगम होता है। अध्यापक अपने शिक्षण में फ़्लैनल बोर्ड, ओ.एच.पी., फिल्म स्ट्रिप, टेलीविजन, रेडियो आदि का आवश्यकतानुसार एकीकृत रूप में प्रयोग करता है। इसके कुछ स्वरूप निम्नलिखित हैं :

1. स्लाइड + टेप (ऑडियो)
2. स्लाइड + टेप + अभ्यास पुस्तिका (मुद्रित)
3. रेडियो + स्लाइड + चार्ट
4. फिल्म + पोस्टर + अभ्यास पुस्तिका (मुद्रित)
5. टेलीविजन + कार्य पुस्तिका (मुद्रित)
6. मॉडल + चार्ट + श्यामपट्ट
7. कम्प्यूटर सी.डी. + मुद्रित विषय वस्तु + स्वपरीक्षण मॉड्यूल (कम्प्यूटर द्वारा)
8. पाठ्यपुस्तक + श्रव्य कैसेट
9. स्वअधिगम मॉड्यूल (मुद्रित) + वीडियो सी.डी.

6.6 माध्यम समाकलन के उदाहरण (Examples of Media Integration)

मीडिया समाकलन को स्पष्ट करने के लिए हम रसायन विज्ञान की एक कक्षा का उदाहरण लेते हैं जिसमें अध्यापक सी.एन.जी. (सम्पीड़ित प्राकृतिक गैस) प्रकरण को पढ़ा रहा है। कालांश की अवधि 45 मिनट है। अध्यापक विभिन्न माध्यमों का समाकलन करके निम्न लिखित प्रकार से समय का विभाजन करता है:–

सारणी :– सी.एन.जी. प्रकरण पर मीडिया समाकलन का उदाहरण

शिक्षक की क्रियाएँ	प्रयुक्त किए जाने वाले माध्यम और उनका समाकलन	अवधि
पाठ की प्रस्तावना	चार्ट द्वारा विभिन्न स्रोतों (कारखानों ,वाहनों ,घरेलू ईंधन) से निकालने वाले धुएँ उससे वायु प्रदूषण का बढ़ता खतरा दर्शना एवं विकल्पों पर विचार के लिए चर्चा द्वारा प्रेरित करना।	10 मिनट

पाठ प्रस्तुतीकरण	कम्प्यूटर पर तैयार किए गए पावर प्वाइंट स्लाइड शो द्वारा सी.एन.जी. के संगठन ,उत्पादन और प्रयोग को दिखाया जाएगा। सी.एन.जी. फिलिंग स्टेशन, सी.एन.जी. से चलने वाले वाहनों के वास्तविक चित्रों की स्लाइड।	20 मिनट
मूल्यांकन	सी.एन.जी., पेट्रोल व डीजल की तुलना मे कितना कम प्रदूषित करती है इसके लिए परदर्शियों के माध्यम से बार ग्राफ प्रदर्शित करना	10 मिनट
	उद्देश्यों की प्राप्ति की जांच हेतु मुद्रित मूल्यांकन प्रश्न पत्र हल करवाना।	5 मिनट

6.7 मीडिया समाकलन के लाभ (Advantage of Media Integration)

मीडिया समाकलन के निम्नलिखित लाभ हैं:–

1. विभिन्न माध्यमों के इन विशिष्ट मिश्रण का प्रयोग सम्पूर्ण अधिगम परिस्थितियों को उत्पन्न करके अपेक्षित उद्देश्यों की प्राप्ति में सहायक होता है।
2. सम्प्रेषण माध्यमों को अनुदेशन की विविध प्रविधियों के साथ भी सुगमता से प्रयुक्त किया जा सकता है।
3. इनका प्रयोग केवल शिक्षक ही नहीं बल्कि विद्यार्थी भी सीखने के लिए करते हैं, जिनसे उनकी निष्पत्ति/उपलब्धि स्तर में वृद्धि होती है।
4. मीडिया समाकलन से शिक्षण अधिगम की समस्याओं का समाधान किया जाता है।
5. उपचारात्मक शिक्षण में मीडिया समाकलन के द्वारा विद्यार्थियों की अधिगम संबंधी कमजोरियों और त्रुटियों को दूर किया जा सकता है।
6. मीडिया समाकलन में विभिन्न माध्यमों को प्रयोग करने से उद्दीपन परिवर्तन द्वारा विद्यार्थियों का ध्यान शिक्षण में केन्द्रित रहता है और उनकी रूचि बनी रहती है।
7. बहु माध्यम उपागम औपचारिक तथा अनौपचारिक सभी प्रकार की शिक्षा प्रणालियों के लिए उपयोगी सिद्ध हो रहे हैं। दूरवर्ती शिक्षा के क्षेत्र में इसका प्रयोग सरलता से किया जा रहा है।
8. शिक्षा की बढ़ती आवश्यकता एवं विद्यार्थियों की व्यक्तिगत भिन्नताओं के अनुसार छात्रों को पाठ्य सामग्री उपलब्ध करवाने के लिए बहु माध्यम एक अच्छा उपकरण है।
9. बहु माध्यम उपागम द्वारा शिक्षक जटिल व कठिन सम्प्रत्ययों को सरलता से पढ़ाकर समय एवं शक्ति दोनों की बचत कर सकता है।
10. बहु माध्यम का प्रयोग केवल एक अनुदेशनात्मक प्रारूप (Instructional Design) तक ही सीमित नहीं रहता बल्कि बहुत से प्रारूपों के विकास हेतु इनका प्रयोग किया जा सकता है।

11. बहु माध्यम के द्वारा हम विभिन्न अधिगम प्रतिमानों (Learning Models) का प्रयोग कर सकते हैं।

6.8 अनुदेशनात्मक विकास में बहु माध्यम के प्रयोग के चरण (Steps for the Usages of Multimedia in Instructional Development)

प्रभावशाली शिक्षण अधिगम के लिए बहुमाध्यम उपागम के प्रयोग हेतु निम्नलिखित सोपानों का अनुसरण किया जाता है:–

(i) सर्वप्रथम अंतिम व्यवहारों का निर्धारण एवं व्यवहारगत परिवर्तन के रूप में लेखन।

(ii) पाठ्य वस्तु तथा शिक्षण व्यूह रचना का निर्धारण।

इसके निम्नलिखित चरण हैं –

(a) पाठ्य वस्तु का विश्लेषण

(b) उद्देश्यों के अनुसार पाठ्य वस्तु के शिक्षण हेतु विभिन्न माध्यमों का चयन।

(c) चयन किये गये माध्यमों के प्रयोग की विधि तथा तकनीक का निर्धारण।

(d) माध्यमों के प्रस्तुतीकरण के क्रम एवं समय का निर्धारण।

(iii) शिक्षण व्यूह रचना के अनुसार माध्यमों का उचित विधि और तकनीक से सही क्रम में प्रयोग करना।

(iv) विद्यार्थियों का उद्देश्यों की प्राप्ति की दृष्टि से मूल्यांकन करना।

(i) छात्रों को पृष्ठ पोषण प्रदान करना

(v) छात्रों के निदान के आधार पर सुधारात्मक अनुदेशन की व्यवस्था करना।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. मीडिया समाकलन का क्या अर्थ है?
2. मीडिया समाकलन की शिक्षण में क्या आवश्यकता है?

6.9 सूचना एवं संचार प्रौद्यौगिकी के बहुविध माध्यमों के समाकलन द्वारा शिक्षण के क्षेत्र में उभरती नवीनतम तकनीकें (Emerging New Techniques Due to the Integration of Multiple Medium of Information and Communication Technology)

नवीन सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी विधियों ने शिक्षण और प्रशिक्षण में महत्त्वपूर्ण स्थान बना लिया है। कम्प्यूटर प्रौद्योगिकी और दूरसंचार के परस्पर जुड़ जाने से शिक्षा के क्षेत्र मे भी नवीन क्रांति का आगमन हुआ हैं। वर्तमान युग में नवाचारी संचार प्रौद्योगिकी को सज्जित

करना और प्रयोग में लाना अत्यावश्यक है। इन्हीं के द्वारा शिक्षण और अधिगम की समस्याओं का समाधान तथा शिक्षा का प्रसार संभव है।

अनुदेशनात्मक उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए जनसंचार माध्यम टी.वी., रेडियो आदि का प्रयोग भी अन्य माध्यमों के साथ बहुतायत से किया जाता है, जिसका वर्णन हमने पूर्व के अध्याय में किया है।

यहाँ हम सूचना एवं संचार प्रौद्योगिकी के बहुविध माध्यमों के एकीकरण से उभरती नई तकनीकों की चर्चा करेंगे और टी.वी. तथा रेडियो जैसे माध्यमों से अन्तःक्रिया बढ़ाने हेतु किये जा रहे नवीन अनुप्रयोगों पर विचार करेंगे।

(I) **बहुविध कम्प्यूटर (Multiple Computer)** – प्रौद्योगिकी के विकास के कारण शिक्षण में अध्यापक को बहुत सारे माध्यमों को समाकलित करने की आवश्यकता नहीं रहती, एक ही माध्यम में अनेक सॉफ्टवेयर्स के समूहों का एकत्रीकरण होता है। यह एक ऐसा सामूहिक प्रस्तुतीकरण है जिसमें विषय–वस्तु, ग्राफिक्स, चित्र, आवाज, संगीत, तथा वीडियों इमेज आदि का प्रयोग कम्प्यूटर के द्वारा किया जाता हैं। उन्नत किस्म के कम्प्यूटरों को बहुविध कम्प्यूटर कहा जा सकता हैं। इन कम्प्यूटरों में विषय वस्तु से सम्बन्धित पाठ्यांश, आंकड़े, ध्वनि, चित्र, ग्राफ, तथा अंतःक्रिया सम्मिलित होती है। ऐसे माध्यम को बहुविध माध्यम (Multiple Media) कहते है। शिक्षण प्रक्रिया में एकल बहुविध कम्प्यूटर का उपयोग बहुत सारे माध्यमों की विशेषताओं को सम्मिलित करता है।

यह शिक्षण को अधिक विद्यार्थी केन्द्रित बना देते हैं। कम्प्यूटर द्वारा ड्रिल और अभ्यास, खेल, अनुरूपण आदि विधाओं (Devices) का प्रयोग किया जा सकता है। कम्प्यूटर के क्षेत्र में एक नया आयाम आभासी वास्तविकता (Virtual Reality) है। इसका लक्ष्य एक ऐसे कृत्रिम किन्तु वास्तविक प्रतीत होने वाले पर्यावरण की रचना का है, जिसका प्रयोग विज्ञान के प्रयोगों की परिकल्पना करने के लिए खतरनाक, महंगे व समय साध्य प्रयोगों को क्रियान्वित करने हेतु किया जाता है। कम्प्यूटर पर बने कृत्रिम संसार की वस्तुएँ वास्तविक जीवन की वस्तुओं की तरह ही व्यवहार करती है। रसायन विज्ञान में ऐसी क्रियाएं जिन्हें स्वयं करना सम्भव नहीं जैसे परमाणु विस्फोट, नाभिकीय संलयन आदि को कम्प्यूटर स्क्रीन पर सजीवता से देखा जा सकता है।

(II) **अंतःक्रियात्मक प्रसारण (Interactive Broadcasting)** – रेडियो एवं टेलीविजन में सबसे बड़ी कमी यही अनुभव की जाती थी, कि संप्रेषण एकतरफा प्रणाली पर आधारित होते हैं, इससे अध्यापक प्रतिपुष्टि प्राप्त नहीं कर पाता है। सूचना का प्रसारण एक ही दिशा में होता है। जबकि अध्यापक छात्र अन्तःक्रिया शिक्षण का एक महत्त्वपूर्ण आधार है। अतः ऐसी संचार तकनीक विकसित करने के प्रयास किये गये जिससे भौतिक दूरियों को कम करके अंतःक्रिया को दोतरफा बनाया जा सके।

रेडियो द्वारा ऐसे अनेक कार्यक्रम प्रसारित किये जाते हैं, जहां विशेषज्ञ आपस में चर्चा करने के साथ–साथ श्रोताओं द्वारा पूछे गये सवालों के जवाब भी देते हैं। अतिक्रियात्मक प्रसारण में श्रोता "फोन कीजिए" प्रणाली के माध्यम से भाग लेते हैं।

कई विश्वविद्यालय कैरियर काउंसलिंग के लिए रेडियो प्रसारण द्वारा विद्यार्थियों की समस्याओं का समाधान करते हैं और उन्हें उचित निर्देशन देते हैं। कई खुले विश्वविद्यालय भी दूर अध्यापन के लिए अंत:क्रियात्मकरेडियो प्रसारण का इस्तेमाल कर रहे हैं।

टी. वी. पर भी शिक्षा, स्वास्थ्य तथा विज्ञान से सम्बन्धित ऐसे कई कार्यक्रम प्रसारित किये जाते हैं जिनमें दर्शक सजीव प्रसारण के समय सीधे फोन करके अपने प्रश्नों के उत्तर विशेषज्ञों से प्राप्त कर सकते हैं। उनसे विस्तृत जानकारी, सलाह या निर्देशन ले सकते हैं तथा अपनी समस्याओं का निराकरण कर सकते हैं।

(III) **इंटरेक्टिव टेलीविजन (आई.पी.टी.वी., इंटरनेट प्रोटोकाल टी.वी.)** – एक ऐसी सेवा है, जो टेलीविजन से दर्शक की अंतःक्रिया को और अधिक बढ़ा देती है। इससे टी.वी. देखने की प्रक्रिया को अधिक अन्तःक्रियात्मक बनाकर सक्रिय अनुभव का रूप दिया जा सकता है।

आई.पी.टी.वी., कम्प्यूटर नेटवर्क के लिए प्रयोग की जाने वाली टेक्नोलॉजी के जरिए देखा जा सकता है। इंटरनेट प्रोटोकाल के माध्यम से टीवी. कार्यक्रम सुरक्षित और सुव्यवस्थित नेटवर्क के जरिये उपभोक्ता तक आता है। आई. पी टी.वी. में मांग पर वीडियों (Video on Demand) वॉइस ओवर, डिजिटल फोन और वेब एक्सेस सुविधा भी उपलब्ध है। इसके द्वारा भिन्न–भिन्न स्थानों पर बैठे व्यक्ति विचारों का आदान–प्रदान (Chatting), आकड़ों और फाइलों का आदान प्रदान (File exchange) भी कर सकते हैं।

अत: इसका उपयोग करके शिक्षक और विद्यार्थी प्रसारित हो रहे शैक्षिक कार्यक्रम को प्रसारण के बाद भी देख सकते हैं। प्रसारण के समय भी किसी दृश्य को पुन: रिप्ले करके देख सकते हैं। आई. पी. टी. वी. के जरिये अलग–अलग शहरों में बैठे विद्यार्थी या अध्यापक एक ही कार्यक्रम को एक साथ देख सकते हैं।

(IV) **टेलीटैक्स्ट (Tele–Text)** – यह एक ऐसा इलैक्ट्रोनिक प्रकाशन है, जो टी. वी. प्रसारण या केबल टी.वी. नेटवर्क के माध्यम से टी.वी. सेट पर देखा जा सकता है। इसमें टैक्स और चित्र दोनों होते हैं। टी.वी. के परदे पर ये उसी प्रकार पढ़े जा सकते हैं, जिस प्रकार मुद्रित विषय वस्तु को पढ़ा जाता है। टेलीटैक्स्ट को देखने के लिए एक टी.वी. होना चाहिए। कुंजी पटल का उपयोग करके इच्छानुसार जिस पृष्ठ को देखना चाहते हैं, उसे चुन सकते हैं।

शैक्षणिक संप्रेषण में टेलीटैक्स्ट सहायक हो सकता है। किसी संस्थान द्वारा संचालित एवं आयोजित किये जाने वाले पाठ्यक्रमों, कार्यक्रमों एवं क्रियाकलापों का प्रचार इसके माध्यम से किया जा सकता है।

(V) **वीडियो टैक्स (Video–Text)** – वीडियो टैक्स्ट पद्धति दोनों ओर वाली चित्रोज़खी अंत:क्रियात्मक सेवा है। जिसमें सूचना के हजारों फ्रेम होते हैं। उपभोक्ता आंकड़ों, चित्रों और सूचनाओं को मानक टेलीफोन लाइन द्वारा कम्प्यूटर पर पुन: प्राप्त कर सकता है।

(VI) **टेलीकॉन्फ्रेंसिंग (Tele–Confrencing)** – टेली का अर्थ हैं दूर और कान्फ्रेंसिंग का अर्थ हैं वार्तालाप। अत: टेली कॉन्फ्रेंसिंग वह प्रक्रिया है जो विभिन्न स्थानों पर बैठे दो से अधिक व्यक्तियों के मध्य दृश्य, श्रव्य और कम्प्यूटर प्रणाली के द्वारा सम्बन्ध स्थापित करती है। शिक्षा, चिकित्सा, व्यापार एवं प्रशासन के क्षेत्र में यह एक महत्त्वपूर्ण साधन है।

टेली कान्फ्रेंसिंग का प्रयोग मुख्यत: तीन तरीकों से किया जा सकता हैं –

A श्रव्य वार्तालाप (Audio Confrencing)

B दृश्य वार्तालाप (Video Confrencing)

C कम्प्यूटर वार्तालाप (Computer Confrencing)

(A) **श्रव्य वार्तालाप** – इसमें एक व्यक्ति से बात करने की अपेक्षा अनेक स्थानों पर बैठे अनेक विद्यार्थियों से बात कर सकते हैं। इसका प्रयोग किसी एक समस्या पर वार्तालाप करने के लिए, सूचना और विचारों का आदान–प्रदान करने के लिए एक प्रभावी संचार उपकरण के रूप में किया जा सकता है। विद्यार्थी और अध्यापक, विशेषज्ञों से प्रश्न पूछ सकते हैं। सामूहिक चर्चा में अधिक सक्रियता से भाग ले सकते हैं।

जैसे :– रसायन विज्ञान की कक्षा में अध्यापक व विद्यार्थी, किसी अनुसंधान रासायनिक प्रयोगशाला में कार्यरत वैज्ञानिक तथा फैक्टरी में कार्यरत इंजीनियर के मध्य किसी उत्पाद की निर्माण प्रक्रिया के बारे में वार्तालाप हेतु यह एक संचार का सरल साधन है।

किन्तु इसके प्रयोग में केवल श्रवणेन्द्रिय ही सक्रिय रहती हैं। अत: अध्यापक को अन्य साधनों प्रदर्शन, चार्ट, आरेख आदि का प्रयोग भी पूरक साधनों के रूप में आवश्यकतानुसार करना चाहिए। अन्य दृश्य साधनों का इसके साथ समाकलन इस तकनीक की कमियों को दूर कर सकता है।

(B) **वीडियो वार्तालाप** – इसमें अध्यापक तथा विद्यार्थी दूर बैठे हुए एक दूसरे को देख सकते हैं और बातचीत कर सकते हैं। यह दो प्रकार से संभव है–

I. एक तरफा वार्तालाप (One Way Conversation)

II. दो तरफा वार्तालाप (Two Way Conversation)

(I) **एक तरफा वार्तालाप** – इस प्रकार के वार्तालापन में दृश्य सूचना एक दिशात्मक होती है। किसी रासायनिक प्रयोगशाला, या अनुसंधान केन्द्र से विद्यालय तक। विद्यालय में बैठे हुए विद्यार्थी दूर स्थित रासायनिक प्रयोगशाला में किसी प्रयोग हो होते हुए देख सकते हैं और समझ सकते हैं। तथा श्रव्य साधन द्वारा प्रश्न कर सकते हैं, चर्चा कर सकते हैं।

रेडियोएक्टिव आइसोटोप का प्रयोग असाध्य रोगों की चिकित्सा में कैसे किया जाता है, इसे कक्षा कक्ष में बैठे हुए देख और समझ सकते हैं व प्रश्नों द्वारा अपनी जिज्ञासाओं को विशेषज्ञों से पूछ सकते हैं ।

(II) **दो तरफा वार्तालाप** – इस प्रकार के वार्तालापन में विद्यार्थी शिक्षक को और शिक्षक विभिन्न अध्ययन केन्द्रों पर बैठे विद्यार्थियों को देख और सुन सकते हैं। इससे अन्त: क्रिया अधिक प्रभावी होती है और वे विचारों का आदान–प्रदान कर सकते हैं। इसके द्वारा विद्यार्थी एक दूसरे की प्रतिक्रिया को भी देख सकते हैं। इसमें यदि प्रसारण की गति उपयुक्त होती है, तो प्रसारण टी. वी. प्रसारण जैसा ही दिखायी देता है।

स्थिरीकृत फ्रेम वीडियो वार्तालाप में स्थिर चित्रों की श्रृंखला पर्दे पर आती है। दो तरफा वीडियो वार्तालाप में दोनों ओर के स्थानों/केन्द्रों को कैमरे और दृश्य प्रसारण के उपकरणों से सुसज्जित करना होता है। यह एक महंगी प्रक्रिया है।

(C) **कम्प्यूटर वार्तालाप** – इसमें चित्रों, आंकड़ों शब्दों रेखाचित्रों और आवाज आधारित सूचनाओं के आदान–प्रदान के लिए कम्प्यूटर का प्रयोग किया जाता है। विभिन्न स्थानों पर बैठे हुए व्यक्ति कम्प्यूटर नेटवर्किंग के द्वारा इंटरनेट से जुड़े होते हैं।

(VII) **इंटरनेट (Internet)** – इंटरनेट दुनिया की ऐसी सबसे बड़ीअन्तर्नेटवर्क प्रणाली है जो दुनिया के हर कोने में बैठे उपयोगकर्त्ताओ को सूचनाओं के आदान–प्रदान और संप्रेषण हेतु सबसे अधिक तेज आसान और कम खर्चीला साधन प्रस्तुत करती है। इंटरनेट नेटवर्को का समूह है। इंटरनेट विभिन्न संस्थाओं/अभिकरणों द्वारा बनाये गये विभिन्न जाल तंत्रों (इन्ट्रानेटों) का एक समूह होता है।

अत: अनेक छोटे नेटवर्कों लोकल एरिया नेटवर्क (LAN), वाइड एरिया नेटवर्क (WAN) को आपस में जोड़ने वाले नेटवर्क को इंटरनेट कहते हैं। इस नेटवर्क में प्रत्येक कम्प्यूटर टेलीफोन लाइन के द्वारा आपस में एक दूसरे से जुड़े होते हैं, और इसी के माध्यम से उपभोक्ता आंकड़ों एवं सूचनाओं का आदान–प्रदान करते हैं। इंटरनेट द्वारा दूरशिक्षण एवं पारम्परिक कक्षा शिक्षण दोनों ही पाठ्यक्रमों में सहायता मिलती है। इंटरनेट का क्षेत्र सम्पूर्ण विश्व है तथा यह किसी भी विषय की अद्यतन सम्पूर्ण एवं गुणवत्ता पूर्ण जानकारी उपलब्ध करवा सकता है। विभिन्न विश्वविद्यालयों को आपस में इंटरनेट से जोड़ा गया है। यह नेटवर्क सूचना के सक्रिय आदान – प्रदान और आंकड़ों के संचार को सुगम बनाते हैं तथा इससे शिक्षा और अनुसंधान के लिए सुविधा मिलती है।

इंटरनेट के लिए आवश्यक हार्डवेयर– 1. कम्प्यूटर, 2. मॉडम, 3. टेलीफोन कनेक्शन की आवश्यकता होती है।

आवश्यक सॉफ्टवेयर– इंटरनेट ब्राउजर जैसे इंटरनेट एक्सप्लोरर, नेटस्केप नेवीगेटर, मोज़िला फायर फोक्स इत्यादि। विंडो आपरेटिंग सिस्टम 98,2000, एन. टी., XP आदि।

सूचनाओं के आदान प्रदान के अलावा इंटरनेट विभिन्न सेवाएं भी उपलब्ध करता है। जैसे ई–कॉमर्स, ई मेल, ई–बैंकिंग, बुलेटिन बोर्ड सर्विस, ई–न्यूजू आदि। इस प्रकार इंटरनेट द्वारा उपलब्ध इन सेवाओं का उचित प्रयोग शिक्षण और अधिगम के क्षेत्र में निश्चय ही नवीन क्रांति का सूत्रपात करेगा।

(VIII) **ई–कंटेन्ट (E–Content)** – विश्वविद्यालय के प्रवक्ता ई–कंटेन्ट के माध्यम से अपने व्याख्यान ऑन लाईन कर रहे है। राजस्थान विश्वविद्यालय के शिक्षक अपने–अपने ब्लॉग्स बनाकर उसमें पाठ्यक्रम के अनुसार पढ़ाए जाने वाले यूनिट्स को विश्वविद्यालय की वेबसाइट पर अपीलों कर रहे हैं। जिससे विद्यार्थी यह जान पायेगा कि पढ़ाये जाने वाले प्रकरण की विषय वस्तु क्या होगी, कैसे चित्र होंगे आदि। अध्यापक इसमें पावर पॉइंट प्रजेन्टेशन बना कर भी अपलोड कर देते हैं। जिससे लम्बी विषय वस्तु को भी चित्रों और फ्लो डायग्राम के माध्यम से आसानी से समझा जा सकता है। इससे कक्षा में भी समूह चर्चा, वाद–विवाद आदि करने में वे सक्रिय रूप से भाग ले सकते हैं।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रेडियो तथा दूरदर्शन को अधिक अन्तःक्रियात्मक कैसे बनाया जा सकता है।
2. इन्टरनेट का शैक्षिक महत्व क्या है?

6.10 सारांश (Summary)

इस इकाई के अन्तर्गत हमने माध्यम चयन और माध्यम समाकलन की विवेचना की है। प्रारंभ में हमने माध्यम की उपयोगिता एवं उद्देश्यों, अधिगम अनुभवों तथा माध्यम के अन्तर्सम्बन्धों की चर्चा की है। भिन्न भिन्न शैक्षणिक उद्देश्यों की पूर्ति हेतु अलग अलग माध्यमों का प्रयोग किया जाता है। कौन सा माध्यम श्रेष्ठ है यह कह पाना मुश्किल है क्योंकि सभी प्रकार के माध्यम सभी प्रकार के शिक्षण कार्य हेतु उपयुक्त नहीं होते। माध्यम के चयन को विभिन्न कारक प्रभावित करते है। ये कारक हैं 1. अध्यापक की क्षमता 2. विद्यार्थियों की योग्यता 3. अधिगम साधनों की उपलब्धता 4. माध्यम की संचालन सुविधा तथा सम्प्रेषण प्रभावशीलता 5. माध्यम की शैक्षिक सामर्थ्य 6. खर्च/लागत 7. समयावधि।

शिक्षण अधिगम की प्रभावशीलता में वृद्धि करने के लिए एक से अधिक माध्यमों का प्रयोग मीडिया समाकलन कहलाता है। मीडिया समाकलन के प्रयोग से विद्यार्थियों की एक से अधिक ज्ञानेन्द्रियां सक्रिय होती हैं और सीखना सरल तथा सुगम हो जाता है। यहाँ हमने शिक्षण में मीडिया समाकलन के महत्व एवं इसकी प्रक्रिया के बारे में विचार किया है और शिक्षण के क्षेत्र में प्रयुक्त किये जाने वाले बहुविध माध्यमों का भी उल्लेख किया गया है।

6.11 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

आपने अभी तक कितना सीखा, इसका मूल्यांकन आप स्वयं निम्नलिखित प्रश्नों द्वारा करिये -

1. उद्देश्यों के अनुसार माध्यम चयन की क्या आवश्यकता है?
   What is the need of the selection of Medium according to the Objectives?
2. अनुदेशनात्मक विकास के बहु माध्यम चयन की प्रक्रिया के चरण कौन से हैं?
   What are the steps for the Usages of Multimedia in Instructional Development?
3. किसी प्रकरण का उदाहरण लेकर 45 मिनट के कालांश हेतु इसके प्रभावशाली शिक्षण हेतु मीडिया समाकलन का उदाहरण दीजिए।
   Give an example of Media integration on any topic for a period of 45 minutes Class room Teaching.
4. बहुविध माध्यम (मल्टीपल मीडिया) क्या है? और इसके कौन से मुख्य घटक हैं?
   What is Multiple Media? And what are its main components?
5. टेली कान्फ्रेन्सिंग का शिक्षण मे क्या उपयोग है?
   What is the use of Tele–conferencing in teaching?

6.12 संदर्भ ग्रन्थ (References)

– Venkataiah;N. (1996) Educational Technology,APH Publishing Corporation, New Delhi.

- Kulkarni;S.S. (1989) Introduction to Educational Technology, Oxford and IBH Publishing Corporation, New Delhi.
- Kohli;V.K. (1996) How to Teach Science, Vivek Publishers, Ambala.
- Brown Roger (2003), Media Integration,Retrived on November 5, 2003 from http://www.uncp.edu/mediaintegration/mi_info.html
- Diamond, M. Rober; Derick Unwin; Edingtun, B. The Encyclopedia of Educational Media Communication and Technology, London.
- Romiszowski; A. J. (1974) The Selection and Use of Instructional Media, Kogan Page, London.

इकाई–7

रसायन विज्ञान में नियोजन– सत्रीय, इकाई व दैनिक पाठ योजना (Planning in Chemistry teaching– Sessional, unit and daily lesson plan)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

7.0 उद्देश्य (Objectives)

7.1 प्रस्तावना (Introduction)

7.2 वार्षिक योजना (Annual Plan)

- 7.2.1 वार्षिक योजना का अर्थ (Meaning of annual plan)
- 7.2.2 रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक योजना (Annual Plan for Chemistry Teaching)
- 7.2.3 वार्षिक योजना का प्रारूप (Format of annual plan)
- 7.2.4 वार्षिक योजना का महत्त्व (Importance of annual plan)
- 7.2.5 वार्षिक योजना की विशेषता (Characteristics of annual plan)

7.3 इकाई योजना (Unit Plan)

- 7.3.1 इकाई की अवधारणा (Concept of Unit Plan)
- 7.3.2 इकाई योजना का अर्थ एवं स्वरूप (Meaning of Unit Plan)
- 7.3.3 इकाई योजना का प्रारूप (Format of Unit Plan)
- 7.3.4 रसायन विज्ञान की इकाई योजना (Unit plan of Chemistry teaching)

7.4 दैनिक पाठ योजना (Daily Lesson Plan)

- 7.4.1 दैनिक पाठ योजना का अर्थ (Meaning of Daily Lesson Plan)
- 7.4.2 पाठ योजना के गुण (Characteristics of Daily Lesson Plan)
- 7.4.3 पाठ योजना के सोपान (Steps of Lesson Plan)
- 7.4.4 पाठ योजना के प्रारूप (Format of Lesson Plan,)
- 7.4.5 रसायन विज्ञान की पाठ योजना (Daily Lesson Plan of Chemistry teaching)

7.5 सारांश (Summary)

7.6 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

7.7 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference)

7.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई की समाप्ति पर आप इस योग्य हो जायेंगे कि :

1. योजना, वार्षिक योजना, इकाई योजना, पाठ योजना के अर्थ व आवश्यकता को समझ सकें।
2. वार्षिक योजना, इकाई योजना पाठ योजना के महत्त्व को समझेंगे।
3. वार्षिक, इकाई की पाठ योजना के प्रारूप को बता सकेंगे।
4. रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक, योजना बनाने में दक्ष होगे।
5. रसायन शिक्षण की इकाई योजना बना सकेंगे।
6. रसायन विज्ञान शिक्षण की अच्छी पाठ योजना बना सकेंगे।

7.1 प्रस्तावना

किसी भी कार्य को सफलता पूर्वक करते हुए निश्चित लक्ष्य को प्राप्त करने का साधन योजना (Plan) या नियोजन कहलाता है। योजना द्वारा कार्य करने में क्रमबद्धता आ जाती है। इसलिए शिक्षण एवं परीक्षण को उद्देश्यनिष्ठ बनाने के लिए कार्य को योजनाबद्ध होना अत्यन्त आवश्यक है, शिक्षण योजना शिक्षक द्वारा किए जाने वाले शिक्षण कार्य के लिए पूर्व रूपरेखा तैयार करना है, शिक्षक अपने कालांश के दौरान क्या पढ़ाएगा? कितना पढ़ाएगा और कैसे पढ़ाता? आदि का निर्धारण ही योजना है। इसके अन्तर्गत करणीय कार्य के विभिन्न पक्षों पर पूर्व चिन्तन किया जाता है ताकि वह कार्य वह कार्य कुशलता पूर्वक एवं प्रभावशाली ढंग से पूरा किया जा सके।

उक्त विवेचन के आधार पर शिक्षण योजना का अर्थ हुआ शिक्षार्थियों के व्यवहार में अपेक्षित परिवर्तन लाने के लिए शिक्षण शास्त्र के ठोस सिद्धान्तों के प्रकाश में पूर्व चिन्तन।

7.2 रसायन शिक्षण की वार्षिक योजना (Annual Plan of teaching Chemistry)

7.2.1 वार्षिक योजना का अर्थ (Meaning of Annual Plan)

अध्यापक द्वारा अपनी दैनन्दिनी (Teachers diary) में सत्र पर्यन्त (Whole session) शिक्षण कार्य (Teaching Works) एवं अन्य करणीय कार्य की जो रूपरेखा तैयार की जाती है, उसे हम वार्षिक योजना Annual Plan) कहते है ।

7.2.2 रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक योजना (Annual Plan of teaching Chemistry)

रसायन विज्ञान विषय का शिक्षक अपने शिक्षण को तभी सफल बना सकता है जब वह उनकी व्यवस्थित योजना बना ले। यह योजना वास्तविक तथा व्यवहारिक होती है तथा इसमें केवल उन्हीं तथ्यों व कार्यों का उल्लेख किया जाता है जिन्हें शिक्षक एक शैक्षिक सत्र में पूरा कर सकता है। रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक योजना शिक्षक को रसायन विज्ञान विषय के सम्पूर्ण सत्र पर्यन्त पूर्ण करने वाले कार्यों की जानकारी देती है कि सत्र पर्यन्त किस अवधि में क्या–क्या कार्य पूरा कर लेना है? ऐसा करके अध्यापक सत्र पर्यन्त कार्यक्रम (Sessional Programme) का स्पष्ट ब्यौरा रखता है तथा वार्षिक योजना और विद्यालय में संचलित अन्य प्रकृतियों के साथ ताल–मेल रखते हुए रसायन विज्ञान शिक्षण के सभी पक्षों का मार्गदर्शन करता है।

रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक योजना, निम्नांकित प्रारूप में तैयार की जा सकती है:–

7.2.3 वार्षिक योजना का प्रारूप (Format)

विद्यालय का नाम .....सत्र .....

विषय..... सत्र के कुल कार्य दिवस.....

कक्षा..... शिक्षण हेतु कालांश .....

विषय के सम्पूर्ण इकाईयों की संख्या .....

सत्र के उपसत्रों की संख्या	शिक्षण हेतु उपलब्ध कार्य दिवस व कालांश	उपसत्र वार शिक्षण इकाई एवं उप इकाई (पाठ्य वस्तु)	इकाइयों/ उपइकाइयों से संबन्धित उद्देश्य व प्रयोजन	आवश्यक एवं प्रयुक्त की जाने वाली शिक्षण अधिगम सामग्री एवं विधि/प्रविधि	प्रधानाध्यापक द्वारा टिप्पणी
1.प्रथम उपसत्र					
2.द्वितीय उपसत्र					
3.तृतीय उपसत्र					

वार्षिक योजना का प्रारूप (Annual Plan Format)

विद्यालय (School) .....

विषय (Subject) .....

कक्षा (Class) .....

दिए गए कुल कालांश विद्यालय (Total number of Period allotted)

माह (Month)	इकाई/उप इकाई (Unit/Subunit)	विस्तृत उद्देश्य (Broad objective)	आवश्यक कालांश (Period Required)		पाठ्य सामग्री क्रियाएँ (Curricular activities)
			शिक्षण हेतु (For Teaching)	जांच के लिए (For Testing)	

उपर्युक्त वार्षिक योजना के आधार पर ही इकाई योजना व पाठ योजना बनाई जाती है। वार्षिक योजना तैयार करने से पूर्व विद्यालय की स्थिति, कार्य क्षमता छात्रों का बौद्धिक स्तर, शैक्षिक उपकरण, पाठ्यक्रम (Curriculum) एवं समय सीमा (time period) आदि सभी पक्षों को ध्यान मे रखा जाना चाहिये ।

7.2.4 वार्षिक योजना के महत्त्व/उपादेयता (Importance/Utility of Annual Plan) –

1. अध्यापक को इस बात का आभास रहता है कि उसके विषय हेतु कितने कालांश उपलब्ध होंगे।
2. शिक्षण उद्देश्यों का उल्लेख इकाईवार किया जाता है, जिससे शिक्षक को यह पता रहता है कि किस इकाई के कौन–कौन से उद्देश्य निर्धारित है।
3. इसमें प्रत्येक इकाई के बाद मूल्यांकन की व्यवस्था होने के कारण अध्यापक अपने शिक्षण का मूल्यांकन कर सकता है। इसमें प्रथम, द्वितीय, तृतीय सामयिक परीक्षाओं (Sessional Exam) अर्द्धवार्षिक परीक्षा तथा पाठ्यक्रम पूरा कराने सम्बन्धी निर्देश भी शिक्षक को मिलते रहते है।
4. वार्षिक योजना बनाने के पश्चात् रसायन विज्ञान को अध्यापक को इकाई योजना एवं पाठ योजना निर्माण में सुविधा रहती है।
5. शिक्षक सत्र पर्यन्त (Whole sessional) किए जाने वाले शिक्षण कार्य को सुव्यवस्थित सुनियोजित करने में सक्षम हो जाता है।
6. विद्यालय में उपलब्ध भौतिक (Physical) एवं मानवीय संसाधनों (Human Resources) का उपयोग किया जा सकता है। जिससे समन्वय (Correlation) के सिद्धान्तों की पालना की जा सकें।
7. वार्षिक योजना में शैक्षिक (Educational)/सह शैक्षिक (Co–educational) भौतिक गतिविधियों (Physical activities) का उल्लेख रहता है एवं रसायन विज्ञान की वार्षिक योजना में विषय की प्रकृति तथा क्षेत्र का संबंध पाठ्यक्रम में उपस्थित प्रकरण, प्रकरण में उपस्थित विषयवस्तु तथा दिए जाने वाले प्रायोगिक अधिगम–अनुभव व शिक्षण अधिगम उद्देश्य से सम्बन्ध स्पष्ट रहता है।
8. वार्षिक योजना के आधार पर निदानात्मक परीक्षण व उपचारात्मक कार्य (Diagnostic and Remedial) किया जाना संभव है।
9. वार्षिक योजना के आधार पर शिक्षक में अपने दायित्व के प्रति जागरूकता की भावना जागृत रहती है जो उत्तम व प्रभावशाली शिक्षण–कार्य को परिलक्षित करती है।

7.2.5 रसायन विज्ञान की अच्छी वार्षिक योजना की विशेषता (Characteristic of a Good Annual Plan) – रसायन विज्ञान की अच्छी पाठ योजना में निम्नलिखित विशेषताएं होती है–

- अच्छी वार्षिक योजना में कक्षा तथा विद्यालय में उपलब्ध साधनों को ध्यान में रखा जाता है।
- रसायन विज्ञान विषय की अच्छी वार्षिक योजना अन्य विषयों के शिक्षकों की वार्षिक योजना के साथ समन्वय रखती है।

- अच्छी वार्षिक योजना पूर्णतया लचीली (Flexible) होती है, जिसमें आवश्यकतानुसार संशोधन या परिवर्तन (Practical work) करने की सुविधा रहती है।
- एक अच्छी वार्षिक योजना में पाठ्य सहगामी–क्रियाओं (Co–curricular activities), खेलकूद व अन्य सांस्कृतिक कार्यक्रमों का पूरा–पूरा ध्यान रखा जाता है।
- एक अच्छी वार्षिक योजना में उपचारात्मक तथा निदानात्मक कार्यों की भी व्यवस्था होती है।
- अच्छी वार्षिक योजना में सत्र भर में उपलब्ध समय अथवा कार्य दिवसों का पूरा–पूरा ध्यान रखा जाता है।
- अच्छी वार्षिक योजना छात्रों की व्यक्तिगत विभिन्नताओं ध्यान में रखते हुए बनाई जाती है। यह वास्तविक एवं व्यावहारिक होनी चाहिए।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. अध्यापक के लिए वार्षिक योजना बनाना क्यों आवश्यक है?
2. रसायन विज्ञान की वार्षिक योजना बनाते समय अध्यापक को कौन से महत्त्वपूर्ण बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिये।

7.3 इकाई योजना (Unit Plan)

शिक्षक का केन्द्रीय महत्त्व का कार्य कक्षा शिक्षण है। शिक्षण एक मानवीय तथा चतुष्फलकीय (Tetrahedral) प्रक्रिया है। इसके चार फलक क्रमश: उद्देश्यों का निर्धारण पाठ्यक्रम का संगठन, अनुदेशन मूल्यांकन एवं पुनर्पुष्टि है। शिक्षण के चार फलकों में अनुदेशन (Instruction) केन्द्रीय महत्त्व रखता है। अधिगम इसी स्तर पर होता है तथा अधिगम एक विकास प्रक्रिया है। पूर्व निर्धारित उद्देश्यों को समयबद्ध रीति से प्राप्त करने में ही विकास प्रक्रिया की प्रभाविकता निहित है। इसके लिए नियोजन मूलभूत आधार है। कक्षागत अन्तःक्रिया को सार्थक बनाने, प्रस्तावित कालांश तथा श्रम की मितव्ययता के साथ शिक्षण–अधिगम को अधिकाधिक प्रभावी बनाने के लिए शिक्षण का नियोजन एक मूलभूत आवश्यकता है।

7.3.1 इकाई की अवधारणा (Unit concept)– इकाई का तात्पर्य ज्ञानानुभव के एकीकृत रूप से है। यह पाठ्यक्रम (Curriculum) का वह संगठित अंश है जो ज्ञान के किसी महत्त्वपूर्ण क्षेत्र पर केन्द्रित होता है। प्रत्येक इकाई की अपनी संरचना होती है, जिसका ज्ञान होने पर उसमें निहित विभिन्न प्रकरणों का परस्पर सम्बन्ध स्पष्ट हो जाता है।

शिक्षा शब्दकोश किसी विशेष विचार–विमर्श पर निर्मित पाठों के समुच्चय को इकाई नाम देते हैं। शिक्षण में इकाई का प्रयोग सर्वप्रथम मॉरीसन (Morrison) ने किया था।

मॉरीसन के अनुसार प्रत्येक विषय को इकाईयों में विभक्त किया जाता है । हर इकाई में विषय वस्तु ऐसी विशिष्टता (Specificity) से प्रस्तुत की जाती है कि प्रत्येक में सीखने वाला सूक्ष्मतम अवबोधन प्राप्त करने के बाद विषय में पारंगत हो जाये।

प्रिस्टन द्वारा दी गई परिभाषा, अधिकर्ता (Learner) द्वारा देखे गये अन्तर्सम्बन्धित (Interrelated) विषयवस्तु का वृहद् खण्ड ही इकाई है" इकाई के निर्माण में विषय वस्तु के

साथ–साथ अधिकर्त्ताओ (Learner) की क्षमताओं (Abilities) पूर्वज्ञान, आवश्यकताओं (Needs), रूचियों (Interest) को भी पर्याप्त स्थान दिया जाता है।

सैमफोर्ड (Samford) द्वारा दी गई परिभाषा, "सावधानीपूर्वक चयनित विषय–वस्तु की रूपरेखा जो कि अधिकर्ता के अनुरूप हो इकाई है।"

(Unit is an outline of carefully related subject matters which has been isolated because of its relationship with pupils need and interest)

यहाँ विषय–वस्तु को कार्य खण्डों में विभक्त किया जाता है।

इनमें से प्रत्येक खण्ड में अन्तर्सम्बन्धित विषय वस्तु होती है। इसको शिक्षण और पाठ्य–पुस्तक (Work–task) में व्यवस्थित करते है।

प्रत्येक इकाई को विभिन्न पदों (Terms) की श्रृंखला मे विकसित किया जाता है। साथ ही इकाई को उपखण्डों (Sub blocks) में बांटा जाता है। ये उपखंड उप–इकाई कहलाते है। उदाहरण के लिए : जल इकाई के लिए स्त्रोत, उपयोग, गुण पेयजल औद्यौगिक जल, जल का संघटन आदि विभिन्न उप इकाइयाँ है।

शिक्षण योजना – किसी भी कार्य को करने से पूर्व बुद्धिमतापूर्वक की गई अग्रिम तैयारी को योजना कहते है। इसके अन्तर्गत करणीय कार्य के विभिन्न पक्षों पर पूर्व चिन्तन किया जाता है ताकि वह कार्य कुशलतापूर्वक एवं प्रभावी ढंग से पूरा किया जा सकें।

इस प्रकार शिक्षण योजना का अर्थ शिक्षार्थियों के व्यवहार में अपेक्षित परिवर्तन लाने के लिए शिक्षण–शास्त्र के ठोस सिद्धान्तों के प्रकाश में पूर्व चिन्तन करना शिक्षण योजना बनाना, एक वैज्ञानिक प्रक्रिया है। जिसमें शिक्षण अधिगम स्थितियों के विधिवत् आयोजन की दृष्टि से व्यवस्थित रूप से चिन्तन किया जाता है।

7.3.2 इकाई योजना का अर्थ एवं स्वरूप (Meaning and Form of Unit Plan)

अनुदेशन–अधिगम की प्रभाविकता विषय–वस्तु में विद्यार्थी की पारंगति प्रतिबिम्बित होती हैं यह बात रसायन विज्ञान विषय के लिये भी सही है। इसमें तथ्यों (Facts) को मात्र याद करना ही नहीं है, अपितु, विज्ञान में पारंगत होना महत्त्वपूर्ण है और यह तभी संभव है जब छात्र को विषय–वस्तु (Content) का पूर्ण बोध (understanding) हो। इसके लिये आवश्यक है कि विषय–वस्तु को योजनाबद्ध तरीके (Planned way) से विस्तार से ग्रहण किया जाये।

अत: इकाई योजना का अर्थ हुआ–शिक्षार्थियों के व्यवहार में अपेक्षित परिवर्तन लाने के लिए शिक्षण शास्त्र के ठोस सिद्धान्तों के प्रकाश में पूर्व–चिन्तन करना। स्पष्ट है कि इकाई योजना बनाना एक वैज्ञानिक प्रक्रिया है। जिसका मूल प्रयोजन शिक्षण–अधिगम स्थितियों (Teaching–Learning Situations) को व्यवस्थित रूप से आयोजित करना है।

यह एक आधार पत्र है। जिसमें शिक्षण उद्देश्य, विषय वस्तु तथा मूल्यांकन आदि की स्पष्ट रूपरेखा होती है तथा इन सबका अर्न्तसम्बन्ध भी परिलक्षित होता है।

इस प्रकार सामान्य विज्ञान की इकाई योजना में निम्नलिखित अन्तर्भवित है।

- विज्ञान विषय की वस्तु को अर्न्तसम्बन्धित रूप में प्रकट करना।
- प्रस्तुतीकरण को छात्र मानसिक स्तर व पूर्वज्ञान के आधार पर व्यवस्थित करना।
- नवीन ज्ञान के लिए अभिकर्ताओं को अभिप्रेरित करने की युक्तियों पर अन्तर्दृष्टि।

– कक्षा में छात्र सहयोग बढ़ाने के प्रयास करना।
– विषय को रूचिकर बनाने की युक्तियों को विकसित करना।

इकाई के स्वरूप में समय–समय पर सैद्धान्तिक व व्यावहारिक विचारों में परिवर्तन हुए है। मनोविज्ञान की विभिन्न विचार धाराओं ने इसके स्वरूप को अधिगम सिद्धान्तों के अनुरूप प्रभावित किया।

वर्तमान में अधिगम सिद्धान्त, व्यवहारवाद, गैस्टाल्ट क्षेत्रवाद और संज्ञानात्मक क्षेत्रवाद से अधिक प्रभावित है तथा विभिन्न शिक्षण प्रतिरूपों ने भी अपने प्रभाव से इकाई को नया स्वरूप प्रदान किया।

इकाई के स्वरूप के गठन के लिए प्रत्येक शिक्षक अपने मत, मन्तव्य और सुविधा तथा परिस्थिति के अनुसार स्वतंत्र ह। वर्तमान में प्रमुख रूप से इकाई के स्वरूप के निम्नलिखित सोपान प्रचलित है–

1. **सामान्य सूचनाएँ (General Informations)**– इसमें, कक्षा, विषय, दिनांक, कालांश, अवधि जैसी सामान्य जानकारी का उल्लेख किया जाता है। जैसे–इकाई योजना कौन सी कक्षा से सम्बन्धित है? इकाई–शिक्षण हेतु कितने कालांशों की आवश्यकता होगी? मूल्यांकन हेतु कितने कालांशों की आवश्यकता होगी?
2. **इकाई (Unit)**– इस चरण में इकाई का शीर्षक लिखा जाता है।
3. **उप इकाई एवं प्रकरण (Sub Unit & Topic)**– इकाई को मनोवैज्ञानिक और तार्किक जिस क्रम में भी संभावित रूप में प्रस्तुत किया जाता है उसकी विषय वस्तु को विभिन्न उपभागों में आवंटित किया जाता है। प्रत्येक भाग स्वयं में पूर्ण होता है तथा अपने पूर्ण और आगामी भागों से अन्तर्सम्बन्धित होता है। इन भागों को उप–इकाइयाँ कहते है। जैसे कक्षा नौ की सामान्य विज्ञान विषय की ऊष्मा नामक इकाई की निम्न उप इकाइयाँ हो सकती है–

(अ) आण्विक व गतिज ऊर्जा

(ब) ऊष्मीय प्रसरण

(स) पानी का असंगत प्रसार

(द) ऊष्मा का मापन

उपइकाइयाँ निश्चित हो जाने के पश्चात् यह विचार करना होता है कि प्रत्येक उप–इकाई में कितने प्रकरण होगे।

यथा ऊष्मीय प्रसरण उप इकाई में निम्न शिक्षण बिन्दु है–

(1) ठोसो का प्रसार (2) द्रवों का प्रसार

(3) गैसों का प्रसार

उप–इकाइयाँ तथा प्रकरण निश्चित कर लेने से यह अनुमान लगाने में सुविधा हो जाती है कि इकाई शिक्षण में कितने कालांशों की आवश्यकता होती है।

यहाँ उपर्युक्त इकाई हेतु चार कालांश शिक्षण व एक कालांश परख के लिए अत: कुल पांच कालांश आवश्यक है। माध्यमिक व उच्च माध्यमिक स्तर पर संबन्धित प्रायोगिक कालांशों को भी सम्मिलित किया जाता है।

4. शिक्षण बिन्दु (Teaching points)

शिक्षण बिन्दुओं का चयन करना तथा उन्हें व्यवस्थित रूप में लिखना इकाई योजना का महत्त्वपूर्ण पक्ष है, इसके लिए शिक्षक में रसायन विज्ञान की विषय वस्तु पर पर्याप्त अधिकार, और विषय–वस्तु विश्लेषण करने की योग्यता होना आवश्यक है। अत: शिक्षण बिन्दु लिखने से पूर्व पाठ्य–वस्तु का गहराई से अध्ययन कर लेना चाहिये।

जैसे ऊष्मीय सिद्धान्त उप इकाई में

1. आण्विक व गतिज ऊर्जा का सिद्धान्त
2. ऊष्मा मापन का उपकरण, तापमापी की बनावट व कार्य
3. तापमापी के प्रकार

5. **विषय–वस्तु विश्लेषण (Content Analysis)**– विषय वस्तु विश्लेषण का तात्पर्य इकाई के अन्तर्गत विज्ञान से सम्बन्धित विषय वस्तु को संक्षिप्त किन्तु स्पष्ट रूप में लिखा जाना। जैसे पदों, तथ्यों, प्रत्ययों, परिभाषाएँ, विधियां, सिद्धान्त, नियम, तकनीकें, संरचनाएं आदि।

पद: आण्विक ऊर्जा, गतिज ऊर्जा, ऊष्मा, प्रसार असंगत प्रसार, विशिष्ट ऊष्मा

तथ्य : (1) ऊष्मा द्वारा पदार्थ की आण्विक गतिज ऊर्जा मे वृद्धि होती है।

(2) ठोस का उष्मीय प्रसार सबसे कम, गैसों का उष्मीय प्रसार सबसे अधिक होता है।

प्रत्यय: ऊष्मा के कारण पदार्थ की आण्विक गतिज ऊर्जा में वृद्धि होती है, जिससे ठोस द्रव व द्रव गैस में बदल जाते है।

6. उद्देश्यमय व्यवहारगत परिवर्तन (Specific behavioral changes)

इसमें उन शिक्षण उद्देश्यों का उल्लेख किया जाता है जो इकाई में अध्ययन के उपरान्त शिक्षार्थी अर्जित करते हैं। जो विशिष्ट, कार्यपरक व प्राप्य होते हैं। जिन्हें शिक्षण बिन्दुओं के पश्चात् इकाई–योजना में स्थान दिया जाता है। शिक्षण–उद्देश्य अध्ययन–अध्यापन स्थितियों, मूल्यांकन की प्रविधियों आदि को दिशा प्रदान करते हैं। इकाई शिक्षण में ज्ञान, अवबोध, कौशल, ज्ञानोपयोग, अभिरूचि, अभिवृत्ति आदि सभी उद्देश्यों को प्राप्त करने की दृष्टि से प्रयास करना चाहिये। केवल औपचारिकता निर्वाह करने के लिए उद्देश्य नहीं लिखा जाना चाहिये।

7. अध्ययनअध्यापन संस्थितियाँ (Teaching Learning Situations)

प्रस्तुतीकरण (Presentation) – इस शीर्षक के अन्तर्गत शिक्षण बिन्दु व उद्देश्य के अनुरूप शिक्षण शिक्षार्थी क्रियाओं का उल्लेख किया जाता है । शिक्षक उद्देश्यानुरूप शिक्षण परिस्थिति का निर्माण करता है । शिक्षार्थी परिस्थिति के प्रति अन्तःक्रिया करता है । इस अन्तःक्रिया के फलस्वरूप शिक्षार्थी को अधिगम अनुभवों की प्राप्ति होती है । यदि शिक्षार्थी शिक्षक–क्रियाओं के प्रति प्रतिक्रिया न करें तो शिक्षक द्वारा आयोजित क्रियाएं निकल रहती है । ऊष्मा के उदाहरण द्वारा इसे स्पष्ट किया जा सकता है ।

अध्ययनध्यापन संस्थितियाँ (Teaching Learning Situations)

	शिक्षक क्रियाएँ (Teacher Activities)	शिक्षार्थी अपेक्षित क्रियाएँ (Student Expected Activities)
1.	शिक्षक द्वारा ऊष्मा उत्पन्न होने सम्बन्धी प्रदर्शन तथा स्पष्टीकरण दिया जाएगा। हथेलियाँ रगड़कर, पत्थर रगड़कर	शिक्षार्थी द्वारा प्रदर्शन का ध्यानपूर्वक अवलोकन व अभ्यास किया जाए
2.	शिक्षक बर्फ के टुकड़ों का पानी में बदलना व पानी का ताप पाकर वाष्प में बदलने का प्रदर्शन व स्पष्टीकरण करना ।	शिक्षार्थी द्वारा ध्यानपूर्वक अवलोकन तथा जिज्ञासापूर्ण प्रश्न पूछना ।
3.	विषय वस्तु संबंधी प्रश्न पूछना प्रश्नोत्तर	उत्तर देना प्रश्न पूछना
4.	प्रयोग प्रदर्शन तथा शिक्षार्थी का सहयोग लेना	प्रयोग प्रेक्षण व शिक्षक को सहयोग देना
5.	श्यामपट पर चित्रांकन	पुस्तिका में चित्रांकन
6.	चार्ट प्रस्तुत करना, उदाहरण (Example)	चार्ट का अध्ययन व पूछे गए प्रश्नों के उत्तर देना
7.	प्रयोगशाला में विद्यार्थी को व्यक्तिगत मार्गदर्शन उपलब्ध करना ।	प्रयोगशाला में कार्य करना। व्यक्तिगत समस्याएं रखना

इस प्रकार इकाई योजना मे अधिगम अनुभव साररूप में दिया जाएगा। जिसमें सभी संभावित तकनीकों (Techniques) आव्यूह (Strategy), उपक्रमों (Procedures), आदि का उल्लेख होता है तथा उद्देश्यों एवं विषय–वस्तु के अनुसार शिक्षक–शिक्षार्थी क्रियाओं का आयोजन किया जाता है।

8. सहायक–शिक्षण सामग्री (Teaching Aid)

इकाई के अनुदेशन में जिन विशेष सामग्रियों का उपयोग अपेक्षित है उन्हीं का उल्लेख यहां किया जाता है। जिसमें कक्षा–कक्ष के शिक्षणोपयोगी सामग्रियों जैसे–श्यामपट्ट, चॉक, डस्टर, संकेतक लिखने की आवश्यकता नहीं होती। यहां केवल तकनीकी सामग्रियों का ही उल्लेख किया जाना चाहिये। प्रस्तुत उदाहरण में निम्नलिखित सहायक शिक्षण सामग्री की आवश्यकता होगी–

तापमापी, फ्लास्क बर्नर, कांच की मुड़ी हुई नली, जल, रंगीन द्रव, ताप द्वारा अवस्था में परिवर्तन व तापमान व आयतन में संबंध बताने वाला चार्ट, पानी में असंगत प्रसार को प्रदर्शित करता चार्ट आदि।

9. **नियत कार्य (Home Work)**– अध्ययन–अध्यापन संस्थितियो में नियत कार्य का अलग से खण्ड–निर्धारित होता है। नियत कार्य द्वारा शिक्षक कक्षान्तर्गत शिक्षण का विस्तार करता है तथा विभिन्न ढंग से अर्जित ज्ञान का प्रबलीकरण करने की परिस्थितियों का निर्माण करता है।

10. **मूल्यांकन (Evaluation)**– इकाई योजना का अन्तिम व महत्त्वपूर्ण पक्ष मूल्यांकन है जो यह प्रमाणित करता है कि इकाई–शिक्षण के उद्देश्य किस सीमा तक प्राप्त हो सके है। इस पक्ष में इकाई परीक्षण तैयार किया जाता है। जिसके द्वारा सामान्यतया ज्ञान, अवबोध, ज्ञानोपयोग

एवं कौशल, उद्देश्यों की ही जांच की जाती है। अभिक्रियाओं एवं अभिवृत्तियों की जांच के लिए पर्यवेक्षण, साक्षात्कार, घटनावृत्त प्रपत्र आदि विधियाँ अपनाई जाती हैं।

परीक्षण जांच से प्राप्त परिणामों का विश्लेषण किया जाता है तथा विद्यार्थी समूहों, व्यक्तिगत विद्यार्थी, अनुदेशन विधि, उद्देश्य निर्धारण, विषयवस्तु में यदि कोई कमी है तो वह स्पष्ट हो जाती तथा निष्कर्षों के आधार पर प्रतिपुष्टि में वांछनीय सुधार किया जाता है।

7.3.3 इकाई योजना का प्रारूप (Format of Unit Plan)

इकाई योजना के विभिन्न पक्षों को ध्यान में रखकर एक प्रारूप विकसित किया है जो विषय वस्तु के आधार पर शिक्षक के अपने मतानुसार आवश्यक परिवर्तन के साथ अपनाया जा सकता है।

परिचयात्मक सूचना–

(Class) कक्षा – दिनांक (Date) –

(Subject) विषय – इकाई शिक्षण हेतु आवश्यक कालांश (Period) –

(Unit) इकाई – मूल्यांकन हेतु आवश्यक कालांश –

पुनराध्यापन हेतु आवश्यक कालांश –

कुल कालांश

(Total Period)

उपइकाई / प्रकरण	शिक्षण बिन्दु व विषयवस्तु विश्लेषण	उद्देश्यमय व्यवहारगत परिवर्तन	अध्ययन अध्यापन संस्थितियाँ		सहायक सामग्री	नियत कार्य	मूल्यांकन
			शिक्षक क्रिया	शिक्षार्थी क्रिया			

7.3.4 रसायन विज्ञान की इकाई योजना
(Unit Plan of Chemistry)

(Class) कक्षा –VII

(Subject) विषय–रसायन विज्ञान

(Unit) -अम्ल, क्षार, लवण

दिनांक (Date) –

इकाई हेतु आवश्यक कालांश – 4

मूल्यांकन हेतु आवश्यक कालांश – 1

पुनराध्यापन हेतु आवश्यक कालांश – 1

कुल कालांश – 6

(Total Period)

उप इकाई/प्रकरण (Topic)	**शिक्षण बिन्दु (Teaching Point) विषय वस्तु विश्लेषण (Content Analysis)**	**उद्देश्यमय व्यवहारगत परिवर्तन (Behavior Change)**	**शिक्षक क्रियाएँ (Teacher Activity)**	**शिक्षार्थी क्रियाएँ (Pupil Activity)**
1.अम्ल	**अम्ल** - की परिभाषा - अम्लों के प्रकार यथा– साइट्रिक, टार्टरिक, एसिटिक, लैक्टिक अम्ल आदि खनिज अम्ल नमक, गंधक, क्षोरे के अम्ल आदि।	शिक्षार्थी निम्नलिखित का प्रत्यास्मरण करेंगे– **पद** - अम्ल, क्षारक, लवण, आदि। **परिभाषाएँ** – अम्ल, क्षारक, लवण की परिभाषाएँ स्वाद में खट्टे, नीले लिटमस को लाल करते हैं। विलयन में H_3O	1. प्रदर्शन द्वारा अध्यापक का प्रश्न पूछना ।	1. उत्तर देना।
			2. शंका समाधान में सहायता करना।	2. शंकाएँ रखना।
2. क्षार	**उपयोग** - भोजन, उद्योग,		3. अम्लों की रासायनिक क्रिया का प्रयोग प्रदर्शन तथा उसमें शिक्षार्थियों का सहयोग लेना।	3. प्रयोगों का निरीक्षण करेंगे।

	खाद्य पदार्थ, कृत्रिम रेशे बनाने में, औषधि निर्माण क्लोरीन आदि बनाने में औद्योगिक उपयोग में।	आयन देने वाले पदार्थ अमल कहलाते हैं। **तथ्य** - अमल क्षारक और लवण के गुण व प्रकार एवं उपयोग, रासायनिक समीकरण आदि।	4. श्यामपट्ट पर चित्रांकन करना। 5. रासायनिक समीकरण का चार्ट प्रस्तुत करना। 6. विभिन्न अम्लों के उदाहरण प्रस्तुत करना।	4. पुस्तिका में चित्रांकन करना। 5. चार्ट का निरीक्षण करना। 6. उदाहरण व उद्धरण देना।
3. लवण	भौतिक व रासायनिक गुण यदि इस प्रकार क्षार व लवण का विषय - वस्तु विश्लेषण जाता है।	**अवबोध** - शिक्षार्थी विभिन्न अम्ल क्षारक व लवण में अंतर कर सकेंगे। अम्ल, क्षार, लवण सम्बन्धी विभिन्न क्रियाओं के कारणों को स्पष्ट करेंगे। जैसे - पदार्थ में खट्टापन का कारण, पीतल के बर्तनों में खट्टी चीजें न रखने पर सावधानी आदि। **उपयोग** -दैनिक जीवन में अम्ल क्षारकों के कारण घटित घटना का विश्लेषण करेंगे व निष्कर्ष निकालेंगे। अम्ल क्षारकों के उपयोग में आवश्यक सावधानियाँ रखेंगे। **कौशल** - अम्ल, क्षारकों, सम्बन्धी चित्र	7. उद्धरण (Illustration) देना।	7. व्यक्तिगत समस्याएँ रखना।

		बनायेंगे तथा परीक्षण कर सकेंगे। **अभिरुचि –** छात्रों में अम्ल क्षारकों व लवण के संदर्भ में अधिक जानकारी प्राप्त करने में रुचि विकसित होगी **अभिवृति -** -अम्ल व क्षारक की रासायनिक क्रियाओं के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण विकसित होगा।		

सहायक सामग्री- विभिन्न अम्ल, क्षार, व लवण परखनलियाँ, बीकर, रसायन चार्ट आदि।

नियत कार्य - अम्ल, क्षारक, लवण प्रत्येक प्रकरण से संबन्धित प्रश्न गृह कार्य में दिये जाएंगे।

मूल्यांकन - इकाई शिक्षण के पश्चात इकाई परख लिया जाएगा।

7.4 दैनिक पाठ योजना (Daily Lesson Plan)

7.4.1पाठ योजना का अर्थ :– शिक्षक के केन्द्रीय महत्व का कार्य कक्षा शिक्षण है।कक्षा शिक्षण में शिक्षक और शिक्षार्थी प्रत्यक्ष रूप में परस्पर अन्तःक्रिया करते हैं। इस अन्तःक्रिया का उत्पादन ही विद्यार्थियों का अधिगम होता है। किसी शिक्षक के शिक्षण की प्रभावोत्पादकता का माप कक्षा के विद्यार्थियों के अधिगम की गुणवत्ता है। अत: यह कहा जा सकता है कि किसी विषय में विद्यार्थियों की उपलब्धि विषय शिक्षक के निष्पादन की गुणवत्ता का सूचक है। इस कार्य के सफल सम्पादन के लिए कार्य योजना तैयार करना आवश्यक है। इस कार्य योजना को ही पाठ–योजना कहते है।

यह योजना पूर्णत: कार्यपरक होती है अत: दैनिक पाठ योजना दैनन्दिनी शिक्षक की वह व्यवस्थित रूपरेखा है जो कक्षान्तर्गत शिक्षण से प्रत्यक्षत: सम्बन्धित होती है।

इसकी अवधारणा को समझने के लिए प्रमुख विद्वानों द्वारा परिभाषाएं इस प्रकार दी गई है:–

बोसिंग (Bossing) के अनुसार : "पाठ योजना उन कथनों (Statements) का विवरण (Description) है, जो एक कालांश (Period) में कक्षा में विभिन्न क्रियाओं (Activities) के द्वारा विषय–वस्तु (Content) की उपलब्धि के लिये किए गए हो ।"

बिन्निंग और बिन्निंग (Binning and Binning) : कहते हैं कि – दैनिक पाठ–योजना में उद्देश्यों (Objectives), विषय–वस्तु की अवस्थित रूपरेखा (Systematic outline) और विधियों (Methods) का उल्लेख होता है।

स्टैण्डस (Stands.) : "पाठ–योजना वास्तव में एक कार्य योजना (Work plan) है। इसमें शिक्षक का जीवन दर्शन (Life philosophy) उसका ज्ञान, शिक्षक शिक्षार्थियों के सम्बन्ध अभिज्ञान, उद्देश्यों का ज्ञान (Knowledge of objective) विषय–ज्ञान (Knowledge of the subject) को प्रस्तुत करने की विधियों का ज्ञान प्रतिबिम्बित होते है।

इस प्रकार पाठ–योजना अधिगम अनुभवों के सृजन के लिए अपेक्षित शिक्षक–शिक्षार्थी क्रियाओं की क्रमबद्ध व्यवस्था है।

पाठ–योजना में विद्यार्थियों के पूर्व अर्जित ज्ञान, विषय–वस्तु, उद्देश्य, व्यूह रचना, युक्ति, प्रविधियों, आदि के विवरण सम्मिलित होते है। शिक्षक आवश्यकतानुसार दैनिक पाठ–योजना में परिवर्तन व संशोधन के लिए स्वतन्त्र होता है।

7.4.2 अच्छी पाठ योजना के अभिलाक्षणिक गुण (Characteristics of a good lesson plan)

अच्छी पाठ योजना के अभिलाक्षणिक गुण इस प्रकार है–

पाठ योजना लिखित रूप में होती है । इसमें उप इकाई की विषय वस्तु (Content) का संक्षिप्त और स्पष्ट उल्लेख अधिगम अथवा शिक्षण बिन्दुओं (Learning or teaching points) के रूप में किया जाना चाहिये। विशिष्ट उद्देश्यों (specific objectives) को विषय–वस्तु के संदर्भ में सुसंगत (Relevant) होना चाहिये। पाठ योजना की भाषा सरल एवं बोधगम्य होनी चाहिये। विषयवस्तु को तार्किक अनुक्रम (Logical order) में प्रस्तुत किया जाये।

प्रश्नावली अर्न्तसम्बन्धित श्रृंखला को दशायें। प्रश्नों के लिए विकल्पों का प्रावधान रखा जाए। अधिगम क्रियाओं के चयन में किसी प्रकार की अनियमितता (Irregularity) नहीं होनी चाहिये। सरल, सुलभ एवं उपयोजनीय (Applicable) सहायक सामग्री का ही चयन किया जाये। इनके उपयोग की दृष्टि से ये विद्यार्थियों के मानसिक स्तर (Mental level) के अनुरूप होनी चाहिये। योजना के प्रत्येक पद में विद्यार्थियों की भागीदारी (Sharing) का प्रावधान (Provision) होना चाहिये। शिक्षक–शिक्षार्थी अन्तःक्रिया (Teacher–pupil interaction) को अविराम (Continuous) चलते रहने के उपक्रम (Procedure) अपनाये जाने चाहिये।

कालांश का कोई क्षण ऐसा न हो, जिसमें विद्यार्थी शिक्षक से असम्बन्धित होकर निष्क्रिय (Passive) बनने का अवसर पा सके। पाठ योजना में भिन्न–भिन्न मानसिक स्तर के विद्यार्थियों के लिये क्रियाओं का प्रावधान किया जाना चाहिये। मूल्यांकन के लिए प्रभावी (Effective) एवं व्यवहारिक तकनीकों (Practical techniques) का उपयोग किया जाना चाहिये। मूल्यांकन में सभी उद्देश्यों की संप्राप्ति (Achievement) की जांच के लिए प्रावधान हों। भिन्न मानसिक स्तर के विद्यार्थियों के लिए वैकल्पिक क्रियाओं (Alternative activities) का समावेश प्रतिपुष्टि हेतु होना चाहिये।

7.4.3 पाठ योजना के सोपान (Steps of Lesson Plan)

पाठ योजना को तैयार करने के लिए क्रमानुसार निम्नलिखित पदों का अनुसरण करना अपेक्षित है–

1. **परिचयात्मक सूचना (Identifying Information)**

   (Class) कक्षा (Date) दिनांक

   (Subject) विषय (Period) कालांश

   (Direction) विधि (Unit) इकाई

   (Sub unit) उप इकाई

2. उद्देश्य (Objectives) व्यवहारगत परिवर्तन (Specific behavioral change)

पाठ योजना में निर्धारित उद्देश्य विद्यार्थियों के कक्षा एवं मानसिक स्तर के अनुरूप होने चाहिये तथा सीखने की क्षमता, अभिप्रेरणा, निर्धारित, समयावधि, प्रयुक्त किए जाने वाले संसाधन, अनुभव व अभ्यास के अवसर को ध्यान में रखकर निर्धारित किये जाने चाहिये। उद्देश्य इकाई योजना में निर्धारित उद्देश्यों के आधार पर निर्धारित किये जाने चाहिये। प्रत्येक उद्देश्य सीखने के व्यवहार परिवर्तन का प्रतिनिधित्व कर सके। उद्देश्यों की प्राप्ति से विषय के लक्ष्यों का मार्ग प्रशस्त होना चाहिये। उपलब्ध समय एवं सुविधाओं की दृष्टि से सभी उद्देश्य प्राप्त किये जा सकने वाले हों। प्रत्येक उद्देश्य सापेक्ष रूप में सीखने वाले के लिए आवश्यक एवं सार्थक हो तथा उद्देश्यों को विशिष्ट रूप में लिखा जाए।

पूर्वज्ञान (Previous Knowledge)– पूर्व ज्ञान में शिक्षार्थी के वे सभी औपचारिक और अनौपचारिक अनुभव सम्मिलित है, जो उसके जीवन में किसी भी क्रिया–कलाप सम्बन्धित हो तथा उनका उपयोग नये ज्ञान की अभिप्रेरणा तथा नये अधिगम अनुभवों के निर्णय में किया जा रहा हो । पूर्वज्ञान मे वे सभी अधिगम अनुभव शामिल है कि विद्यार्थी को वर्तमान पाठ के पढ़ाने

से पूर्व किसी भी विषय में अध्ययन में प्राप्त हुए है तथा दैनिक जीवन के वे सभी अनुभव भी इसमें महत्त्व रखते हैं, जो कि विद्यार्थी को घर, बाग, खेल के मैदान, संगी साथियों से प्राप्त हुए है। अत: पाठ योजना तैयार करते समय शिक्षक को खुले मस्तिष्क से छात्र के दैनिक जीवन के सभी प्रकार के अनुभवों को ध्यान में रखते हुए अपने पाठ को अधिकाधिक रोचक व प्रेरणादायक बनाने का प्रयास करना चाहिये।

सहायक शिक्षण सामग्री (Teaching Aid)– शिक्षण को सफल बनाने के लिए विषय वस्तु व उद्देश्यों से सम्बन्धित सामग्री जिसमें मुख्यत: तकनीकी सामग्री यथा, चार्ट मॉडल, उपकरण, रसायन, नमूने, वास्तविक नमूने आदि।

अभिप्रेरणा या प्रस्तावना (Motivation or Introduction)– पाठ योजना में अभिप्रेरणा को प्रस्तावना भी कहा जाता है। पाठ की 'प्रस्तावना' के चरण में शिक्षक नयी उप इकाई की विषय–वस्तु को पाठ के अथवा अन्य विषयों के पूर्व पाठों के ज्ञान अथवा नवीन अधिगम अनुभवों एवं ऐसे औपचारिक या अनौपचारिक पूर्वानुभवों के मध्य कड़ी का काम करता है। इसमें सीखने वाले को अनुकूल मानसिक व्यवस्था का विकास करने में सहायता मिलती है। यह संक्षिप्त, सारगर्भित और प्रभावी होनी चाहिये । इस प्रक्रिया को कार्य रूप निम्न प्रकार दिया जा सकता है –

1. प्रश्न अथवा सुझाव के द्वारा पूर्वानुभवों से सम्बन्धित सीखने वालों की कल्पना को उद्वेलित करना।
2. किसी कहानी, घटना, अथवा अध्ययन के विषय के वर्णन या किसी क्रिया अथवा प्रयोग या प्रदर्शन के द्वारा।
3. नयी विषय वस्तु से सम्बन्धित पूर्व पाठ के मुख्य अधिगम बिन्दुओं की पुनरावृत्ति के द्वारा।

इस प्रकार विद्यार्थियों की रूचि और अवधान को नये पाठ की ओर केन्द्रित करने में सरलता होती है

यह दैनिक पाठ योजना की वह महत्त्वपूर्ण कड़ी है जो शिक्षार्थी के पूर्वज्ञान का सम्बन्ध नवीन–ज्ञान से स्थापित करने में सहायक होती हैं। इसके द्वारा शिक्षक कला में ऐसी परिस्थिति का निर्माण करता है जिससे शिक्षार्थियों के पूर्वज्ञान की पुनर्रचना हो जाती है। और वे नवीन अधिगम्यात्मक अनुभवों को प्राप्त करने के लिए अभिप्रेरित हो जाते है। पाठोपस्थापन की परिस्थिति द्वारा शिक्षक शिक्षार्थियों का ध्यान अपने–अपने मनोसंसार से हटाकर कक्षा की नवीन परिस्थितियों के प्रति आकर्षित करता है।

पाठ्याभिसूचन या उद्देश्य कथन (Statement of Aim)– यह प्रस्तावना व पाठ्याभिसूचन के विकास की कड़ी है।

प्रस्तावना या पाठोपस्थापन के पश्चात् पाठ्याभिसूचन किया जाता है जिससे शिक्षार्थियों को यह स्पष्ट ज्ञान हो जाये कि उन्हें किस प्रकरण का अध्ययन करना है और शिक्षार्थियों के प्रयास निश्चित दिशा की ओर अग्रसर होने लगते है। स्पष्टता पूर्वक सरल भाषा में पाठ्याभिसूचन करने से पाठ में निश्चितता उत्पन्न हो जाती है।

प्रस्तुतीकरण (Presentation)– पाठ–योजना के इस चरण के प्रमुख कारक जिस पर इसका स्वरूप निर्भर करता है, उनमें प्रमुख विद्यार्थियों की आयु और शैक्षिक स्तर, विषय–वस्तु का स्वरूप, शिक्षक की क्षमतायें, उपलब्ध संसाधन है। यह बात हमेशा ध्यान रखी जाये कि विषय वस्तु का प्रस्तुतीकरण मात्र सूचनाओं के यान्त्रिक सम्प्रेषण में न सिमट जाए। बल्कि सीखने वाले को वास्तव में नयी विषय–वस्तु के अन्वेषण की दिशा में सक्रिय बनाना है। शिक्षक को उन स्थितियों को सृजन करना चाहिये जिनमें विद्यार्थी एक सफल अन्वेषक की भौमिक का निर्वाह कर सके। शिक्षक को विषय–वस्तु के सम्प्रेषण में विविध, विधियों, प्रविधियों, कौशलों, और उपक्रमों का उपयोग करना चाहिए जिससे कि विद्यार्थियों को अपनी अधिक से अधिक ज्ञानेन्द्रियों को नये ज्ञान को आत्मसात करने में उपयोग करने के अवसर मिल सके जितना अधिक शिक्षक कल्पनाशील होगा उतना ही अधिक वह अध्ययनअध्यापनसंस्थितियो में विविधता ला सकेगा तथा पाठ को रोचक एवं उद्देश्यनिष्ठ शिक्षण कर सकेगा।

मूल्यांकन – जिस प्रकार शैक्षणिक विकास एक सतत् प्रक्रिया है वैसे ही मूल्यांकन कार्य भी सतत् प्रक्रिया है।

पाठ योजना में निर्धारित उद्देश्यों के परिप्रेक्ष्य मे शिक्षक नये ज्ञान की उपलब्धि के लिए जांच करता है एवं विद्यार्थियों की सफलता का आकलन करता है। साथ ही इसके द्वारा शिक्षण की कमियों का पता भी लगता हैं मूल्यांकन के परिणामों से प्रतिपुष्टि के लिए दिशा निर्देश प्राप्त होता है।

प्रत्येक पाठ के अन्त में मूल्यांकन करने में अधिक समय नहीं लगाना चाहिये। इसके लिए प्रत्येक उद्देश्य पर एक प्रश्न पूछ लेना पर्याप्त होता है।

नियत कार्य – नियत कार्य भी दैनिक पाठ योजना का आवश्यक अंग है। इसके द्वारा कक्षान्तर्गत शिक्षण या विस्तार होता है। नियत कार्य द्वारा शिक्षार्थियों को नये ज्ञान की उपयोगिता व्यावहारिक रूप में जानने का अवसर प्राप्त होता है। गृह कार्य में विभिन्न रूप हो सकते है। जैसे प्रश्न, निबन्ध, प्रायोजनाओं का आयोजन, चित्रांकन और चार्ट व मॉडल बनाना नमूने एकत्रित करना प्रेक्षण आदि।

7.4.4 पाठ योजना का प्रारूप (Format of Lesson Plan)

विज्ञान विषयों में पाठ योजना को लिखित रूप में प्रस्तुत करने के विभिन्न तरीके है, इनमें विषय–वस्तु तथा उसकी क्रमिक व्यवस्था में कोई अन्तर नहीं होता। शिक्षक किसी भी प्रारूप को अपनी सुविधा के अनुसार पाठ की विषय–वस्तु के अनुसार चुन सकता है। इनमें से कुछ प्रारूप निम्न है।

प्रथम प्रारूप

दिनांक..... कक्षा..... विषय .....कालांश.....

पाठ.....

प्रकरण.....

1. उद्देश्य
2. शिक्षण सामग्री
3. पूर्व ज्ञान
4. प्रस्तावना
5. उद्देश्य कथन
6. विकास
7. पुनरावृत्ति
8. श्यामपट्ट सारांश
9. गृहकार्य

उपर्युक्त प्रारूप परम्परागत प्रारूप है । इसमें उद्देश्य दो प्रकार के सामान्य और विशिष्ट को अलग–अलग उल्लेख किया जाता है

द्वितीय प्रारूप

दिनांक..... कक्षा ..... विषय ..... कालांश.....

इकाई.....

उप इकाई.....

अवधि .....

1. उद्देश्य
2. शिक्षण सामग्री
3. पूर्वज्ञान
4. अभिप्रेरणा या प्रस्तावना
5. पाठ्याभिसूचन
6. प्रस्तुतीकरण

शिक्षण बिन्दु शिक्षक क्रियाएं छात्र क्रियाएँ

7. मूल्यांकन
8. श्यामपट्ट कार्य (श्यामपट्ट सारांश)

3. गृहकार्य

तृतीय प्रारूप

दिनांक..... कक्षा ..... कालांश.....

इकाई.....

उप इकाई .....

1. उद्देश्य
2. शिक्षण सामग्री
3. पूर्वज्ञान
4. अभिप्रेरणा

5. पाठ्याभिसूचन
6. विकास

अधिगम बिन्दु | अधिगम अनुभव | श्यामपट्ट कार्य

शिक्षक क्रियाएं | शिक्षार्थी क्रियाएँ

7. मूल्यांकन
8. गृहकार्य

7.4.5 दृष्टांत पाठ योजना (Illustration Lesson Plan) – I

दिनांक ..... कालांश.....

अवधि.....

कक्षा – VII

विषय – रसायन विज्ञान

इकाई – जल

उप इकाई – जल के भौतिक गुण

उद्देश्य	विशिष्टीकरण	अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन
(1)	(2)	(3)
ज्ञान	प्रत्यास्मरण	विद्यार्थियों को निम्न का प्रत्यास्मरण करवाना – पद–क्वथनांक, हिमांक गलनांक, डिग्री सैन्टीग्रेड, ठोस, द्रव, गैस अवस्था आदि ।

परिभाषाएं – क्वथनांक, हिमांक, गलनांक की बिन्दुगत परिभाषाएं लिखी जायेगी।

पहचान – ठोस, द्रव, गैस अवस्था की पहचान करना, अवस्था परिवर्तन के आधार पर क्वथनांक, हिमांक, गलनांक, हिमांक बिन्दु की पहचान करवाना ।

	उद्देश्य	**विशिष्टीकरण**	**अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन**
2.	अवबोध	(1) अन्तर स्पष्ट एवं तुलना करना	जल की ठोस, द्रव, गैस अवस्था में अन्तर स्पष्ट करना, क्वथनांक, गलनांक व हिमांक में अन्तर करना।
		(2) परिभाषाओं को अपने शब्दों में व्यक्त करना	उपरोक्त परिभाषाओं को अपने शब्दों में स्पष्ट करना।
		(3) व्याख्या करना (कारण देना)	छात्रों एवं क्वथनांक, गलनांक, हिमांक, बिन्दु व जल की अवस्था परिवर्तन की व्याख्या करवाना।
		(4) उदाहरण देना	जल की तीनों अवस्थाओं के उदाहरण प्रस्तुत करवाना।
3.	उपयोग (ज्ञानोपयोग)	(1) सावधानियां	छात्र पदार्थ परिवर्तन के समय क्वथनांक, हिमांक, गलनांक बिन्दु को ज्ञात करने में सावधानी बरतेंगे।

	(2) विश्लेषण करना	जल की अवस्था परिवर्तन (क्वथनांक, गलनांक, हिमांक) सम्बन्धित घटनाओं का विश्लेषण कर सकेंगे।
4. कौशल	(1) प्रयोग करना	जल (व अन्य पदार्थ) के अवस्था परिवर्तन व क्वथनांक, गलनांक, हिमांक बिन्दु ज्ञान करने के लिए विभिन्न प्रयोग कर सकेंगे।
	(2) चार्ट बनाना	क्वथनांक, गलनांक, हिमांक, आधार पर अवस्था परिवर्तन संबंधी तथ्यों का चार्ट बनाएंगे।
5. अभिरुचि	पत्र–पत्रिकाएं पढ़ना	विभिन्न पदार्थो के क्वथनांक, गलनांक, हिमांक बिन्दु के संबंध में पत्र–पत्रिका में पढ़ने में रूचि विकसित करना। जल के भौतिक गुणों की अधिक जानकारी प्राप्त करने में रूचि विकसित करना।
6. अभिवृत्ति	वैज्ञानिक दृष्टिकोण जागरूकता	पदार्थों के अवस्था परिवर्तन व जल के भौतिक गुणों से संबंधित घटनाओं के प्रति वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास करना ।

पाठ्याभिसूचन (Statement of Aim)– जल का एक अवस्था से दूसरी अवस्था में परिवर्तन भौतिक अवस्था में परिवर्तन से होता है। आज हम जल के भौतिक गुणों का अध्ययन करेंगे।

उद्योतन सामग्री (Materials Aids) बीकर, स्परिटलैम्प परखनली, बर्फ के टुकड़े, थर्मामीटर अन्य ठोस, द्रव, पदार्थ, स्टैण्ड, जाली (पदार्थो का), क्वथनांक, गलनांक, हिमांक, बिन्दु दर्शाता चार्ट ।

पूर्वज्ञान (Previous Knowledge) (1) हमारी प्रमुख आवश्यकता हवा, पानी, रोशनी है।
(2) जल के प्रमुख स्त्रोत को छात्र जानते है।
(3) जल के रंग व गंध को जानते है।
(4) शुद्ध जल का उपयोग पीने के लिए किया जाना चाहिये।
(5) संघटन की दृष्टि से जल की तीन अवस्थाएं–ठोस,द्रव,गैस।

उतप्रेरणात्मक उपक्रम (Motivational Device)
(1) संघटन की दृष्टि से जल की कितनी अवस्थाएं है?
(2) जल की ठोस अवस्था कौन सी है?
(3) बर्फ पिघलकर किस अवस्था में बदल जाता है?
(4) द्रव गर्म करने पर किस अवस्था में परिवर्तित होता है?

पाठ का विकास (Development of the Lesson)

शिक्षण बिन्दु	शिक्षक क्रिया	शिक्षार्थी क्रिया (Teacher Learning Situation)	श्यामपट्ट कार्य (Black Board Work)
(1) जल का क्वथनांक	शिक्षण (प्रयोग प्रदर्शन द्वारा) (1) बीकर में बर्फ का टुकड़ा दिखाये हुए बर्फ जल की कौन सी अवस्था है? (2) बर्फ को कुछ समय बीकर मे रखने पर क्या परिवर्तन दिखाई दे रहा है? (3) बर्फ पिघलकर किसमें परिवर्तित हो रहा है? (4) वह पदार्थ की कौन सी अवस्था है? (5) जल को गर्म करने पर क्या होता है? (6) कुछ समय तक जल गर्म करते रहने पर क्या परिवर्तन दिखाई दे रहा है? (7) थर्मामीटर से ताप दिखते हुए जल किस ताप पर उबाल रहा है? (8) जल उबलकर किस अवस्था में परिवर्तित हो रहा है? (9) पदार्थ की कौन सी अवस्था है? (10) इस ताप को क्या कहते हैं?	ठोस बर्फ पिघल रहा है। जल में (पानी में) द्रव ताप बढ़ता है। उबाल रहा है 100^0c भाप (वाष्प में) गैस	ठोस - द्रव - गैस क्वथनांक - वह ताप जिस पर द्रव - द्रव अवस्था से वाष्प में परिवर्तित होता है। 100^0c

छात्राध्यापक कथन (Teacher Statement)–वह ताप जिस पर कोई पदार्थ (जल) द्रव अवस्था से वाष्प अवस्था में परिवर्तित हो जाए, क्वथनांक कहलाता है।

शिक्षण बिन्दु	अध्ययनअध्यापन संस्थितियाँ		श्यामपट्ट कार्य (Black Board Work)
	शिक्षक क्रियाएँ	शिक्षार्थी क्रियाएँ	
(2) जल का हिमांक	(1) फ्रिज की ट्रे दिखते हुए ट्रे में जल किस अवस्था में है?	द्रव में	
	(2) इस ट्रे को फ्रिज में रखने पर क्या परिवर्तन होगा?	जल बर्फ में बादल जाएगा	(द्रव) ठंडा करने पर
	(3) जल बर्फ में किस ताप पर बदलने लगता है?	0^0c	जल ---------- बर्फ (ठोस) 0^0c
	(4) इस ताप को क्या कहते हैं?		**हिमांक बिन्दु** :– वह ताप जिस पर द्रव, द्रव अवस्था से ठोस अवस्था में परिवर्तन होता है।

छात्राध्यापक कथन -वह ताप पर कोई पदार्थ (जल) द्रव अवस्था में ठोस अवस्था (बर्फ) ने परिवर्तित हो जाता है। उस पदार्थ का हिमांक बिन्दु कहलाता है।

(3) बर्फ का गलनांक:–	(1) बर्फ को प्याली में रखने पर क्या परिवर्तन होता है?	बर्फ पिघलती है	
	(2) कुछ समय सामान्य वातावरण के संपर्क में रहने पर बर्फ की अवस्था में क्या परिवर्तन हुआ।	द्रव में बदल गया	सामान्य वातावरण में द्रव $\rightarrow$ ठोस जल 0^0c बर्फ
	(3) इस द्रव में ताप कितना है?	0^0c	
	(4) किस ताप पर बर्फ, जल में परिवर्तित होना शुरू हो जाता है?	0^0c	**गलनांक** वह बिन्दु जिस पर कोई ठोस पदार्थ द्रव में परिवर्तित होता है
	(5) इस ताप को क्या कहते हैं?		

मूल्यांकन (Evaluation) : सही विकल्प चुनिये

प्र.1 जल की ठोस अवस्था कौन सी है?

(अ) पानी (ब) वाष्प (स) बर्फ (द) उपरोक्त सभी

प्र.2 जल का क्वथनांक बिन्दु है।

(अ) 75^0C (ब) 100^0C (स) 0^0C (द) 25^0C

प्र.3 वह ताप जिस पर कोई ठोस पदार्थ ठोस अवस्था से द्रव अवस्था में परिवर्तित होता है–

(अ) क्वथनांक (ब) हिमांक (स) गलनांक (द) उपरोक्त में से कोई नहीं

प्र. 4 जल का क्वथनांक (बिन्दु) किसे कहते हैं?

नियत कार्य

(1) जल के अवस्था परिवर्तन में तापक्रम के घटने व बढ़ने पर क्या परिवर्तन होता है?

(2) जल के क्वथनांक, गलनांक, व हिमांक बिन्दु स्पष्ट कीजिए।

दैनिक पाठ योजना– 2

विद्यालय का नाम.....

कक्षा व वर्ग	:	IX	दिनांक:.....
विषय	:	सामान्य विज्ञान	कालांश:.....
प्रकरण का नाम	:	हाइड्रोजन गैस : निर्माण, गुण एवं उपयोग	अवधि:.....

1. सामान्य उद्देश्य –(अपेक्षित व्यवहारगत परिवर्तन)
   (अ) ज्ञान – छात्र हाइड्रोजन गैस बनाने की विधि के ज्ञान का प्रत्यास्मरण कर सकेंगे।
   (ब) अवबोध – छात्र हाइड्रोजन गैस की अन्य गैसों से तुलना कर सकेंगे।
   (स) ज्ञानोपयोग – छात्र हाइड्रोजन गैस के बारे में अर्जित ज्ञान का उपयोग कर सकेंगे।
   (द) कौशल – छात्र प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस का निर्माण कर सकेंगे।
   (य) अभिरुचि – छात्र विज्ञान के अध्ययन में अपनी रुचि प्रदर्शित कर सकेंगे।
2. अधिगम सामग्री – दो मुँह वाली बोतल, थिसिल कीप, निकास नली, मधुकोष मंच, द्रोणिका, गैस जार, जस्ता, तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल, उपकरण का नामांकित चित्र का चार्ट तथा अन्य कक्षोपयोगी सहायक अधिगम सामग्री आदि।
3. पूर्वज्ञान – छात्र ऑक्सीजन तथा कार्बन– डाईऑक्साइड गैस का निर्माण, गुण एवं उपयोग का ज्ञान प्राप्त कर चुके हैं।
4. प्रस्तावना –
   (1) पदार्थ किन–किन अवस्थाओं में पाया जाता है?
   (2) ऑक्सीजन, हाइड्रोजन, कार्बन– डाईऑक्साइड आदि पदार्थ किस रूप में होते हैं?
   (3) वायुमण्डल में कौन– कौन सी गैसे विद्यमान हैं?
   (4) ईधन जलाने में कौन सी गैस सहायक है?
   (5) हम प्रश्वास में नाक से कौन सी गैस निकालते हैं?
   (6) गुब्बारों में कौन–सी गैस भरी जाती है?
   (7) हाइड्रोजन गैस को किस प्रकार बनाया जाता है? (निरूत्तर)
5. उद्देश्य कथन – आज हम हाइड्रोजन गैस को बनाना सीखेंगे तथा इसके गुणों व उपयोगों का अध्ययन भी करेंगे।
6. प्रस्तुतीकरण – पाठ का विकास प्रयोग प्रदर्शन एवं प्रश्नोत्तर विधि से किया जाएगा।

क्र.सं.	शिक्षण–बिन्दु	शिक्षक क्रियाएँ	शिक्षार्थी क्रियाएँ
1	उपकरण संबंधी जानकारी व उपकरण संयोजन	हाइड्रोजन गैस के निर्माण हेतु प्रयुक्त उपकरणों को दिखते हुए छात्रों से प्रश्न पूछे जाएंगे– 1. यह क्या है?(बोतल दिखाकर) 2. यह कीपनुमा नली क्या कहलाती है? 3. यह काँच का गोल बर्तन क्या कहलाता है? 4. यह टब जिसमे पानी भरा जाता है क्या नाम है? 5. यह छेददार प्याली क्या कहलाती है? 6. यह क्या काम आता है? 7. थिसिल कीप को किसमें लगायेंगे? 8. बोतल के दूसरे मुँह पर लगे कॉर्क में क्या लगाएंगे? 9. कॉर्क बन्द करने से पहले बोतल में किसके टुकड़े डाले गए हैं? 10. निकास नली का दूसरा सिरा कहाँ खुला हुआ है? अध्यापन कथन – गैस जार को मधुकोष मंच पर रखने से पहले उसमें पानी भरते हैं। उसके बाद सीसे की प्लेट रखकर मधुकोष मंच पर उल्टा रख देते हैं। 11. मधुकोष मंच पर गैस जार को किस प्रकार रखेंगे? 12. बोतल के दोनों मुँह पर क्या डाला जा रहा है? 13. बोतल का मुँह बंद करने से पूर्व क्या डाला था? अध्यापक कथन - हाइड्रोजन गैस	दो मुँह की बोतल। (वुल्फ़ बोतल) थिसिल कीप । गैसजार। द्रोणिका। मधुकोष मंच। गैस जार रखने के लिए कम आता है बोतल के मुँह में कार्क में से। निकास नली । जस्ते के दानेदार टुकड़े डाले गए हैं। पानी से भरी द्रोणिका में। छात्र ध्यानपूर्वक देखेंगे। पानी से भरकर उसे उल्टा करके रख देते हैं। मोम पिघला कर डाला जाता है। जस्ते के टुकड़े। छात्र ध्यानपूर्वक लिखेंगे व

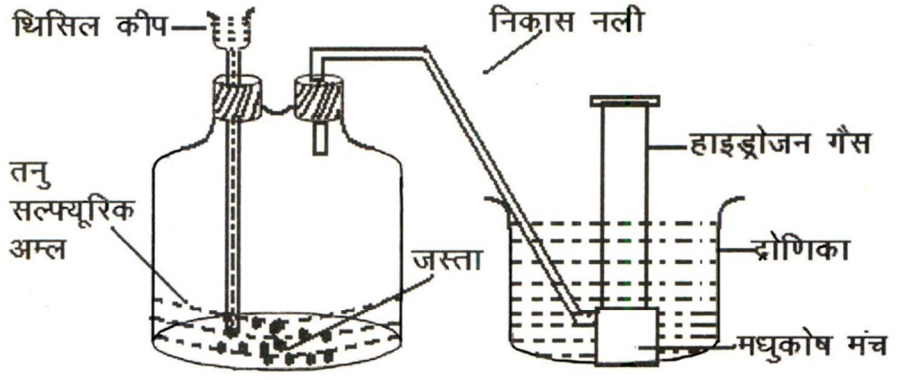
		बनाने के लिए जस्ते की क्रिया तनु गंधक के अम्ल से कराई जाती है ।	सुनेंगे।
2	गैस का निर्माण	14. अपने द्वारा बनाए गए उपकरण गैस बनाने के लिए किस पदार्थ की आवश्यकता है?	तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की।
		15. बोतल में अम्ल किससे डाला जायेगा ।	थिसिल कीप।
		16. अम्ल के जस्ते पर पहुँचते ही क्या हो रहा है?	छोटे–छोटे वायु जैसे बुलबुले बन रहे हैं
		17. थिसिल कीप का निचला हिस्सा पेंदे से कितना आधार (ऊपर) रहना चाहिए?	थिसिल कीप का निचला सिरा अम्ल में डूब जाना चाहिए।
		18. बोतल में बनी गैस बाहर किससे निकलेगी?	निकास नली से बाहर निकलेगी।
		19. गैस जार में क्या हो रहा है?	बुलबुले निकाल रहे हैं।
		20. ये बुलबुले किस गैस के हैं?	हाइड्रोजन गैस के।
		21. गैसजार में पानी की जगह गैस कैसे भरेगी?	गैस भरती जाएगी तथा पानी नीचे उतरता जायेगा।
		22. यह गैस किस विधि से बनाई गई है?	जल के विस्थापन विधि से ।
		23. दूसरा गैस जार किस प्रकार भरेंगे?	मधुकोष मंच पर पानी से भरकर उल्टा रख देंगे।
		24. गैस जारों को गैस से भरकर किस प्रकार रखना चाहिए?	उल्टा ही रखना चाहिए।
3	हाइड्रोजन गैस के गुण	25. गैस जार में भरी हुई गैस का रंग कैसा है?	रंगहीन है।
		26. हाइड्रोजन गैस में कैसी गन्ध आती है?	गैस गंधहीन है।
		27. लिटमस पेपर (नीला व लाल दोनों) को गैस में ले जाने पर क्या प्रभाव पड़ता है?	लिटमस पेपर पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। यह गैस उदासीन है।
		अध्यापक कथन – यह गैस पानी में अघुलनशील है ।	छात्र ध्यानपूर्वक सुनेंगे।
		एक गैस जार में जलती हुई तीली	छात्र जलती हुई तीली ले

		ले जाओ– 28. तीली पर क्या प्रभाव होता है? 29. गैस पर क्या प्रभाव पड़ता है? 30. तीली के उपयोग से गैस का कौन–सा गुण स्पष्ट होता है? अध्यापक क्रिया - अध्यापक को दो गैस जारों पर A व B अंकित करेगा। A में H_2 गैस होगी व B में वायु।  31. गैसजार A में क्या है? 32. गैसजार B में क्या हैं? 33. गैसजार B के ऊपर A को उल्टा करके दोनों को उलट देते हैं? 34. गैस जार B मे जलती हुई तीली ले जाने पर क्या हुआ? 35. गैस जार B में हाईड्रोजन गैस कैसे गई? 36. इससे क्या मालूम होता है? 37. गुब्बारों को उड़ाने के लिए उनमें कौन–सी गैस भरते हैं? 38. ऑक्सीजन के साथ जलाने पर उत्पन्न ताप किस काम आता है? अध्यापक कथन - निकिल धातु के चूर्ण की उपस्थिति में वनस्पति तेल में गैस को प्रवाहित करने पर तेल जम जाता है, यह क्रिया 'हाइड्रोजनीकरण' होती है।	जायेगा। तीली बुझ जाती है। विस्फोट व नीली लौ से जलती है। गैस स्वयं ज्वलनशील है तथा जलाने में सहायक नहीं है। छात्र प्रक्रिया देखेंगे। हाइड्रोजन गैस। वायु। छात्र क्रिया को ध्यानपूर्वक देखेंगे। गैस विस्फोट के साथ जलती है। गैस जारों को उल्टा करने पर A से B में चली गई। हाइड्रोजन वायु से हल्की होती है। हाइड्रोजन गैस। लोहे पर बैल्डिंग करने के काम आता है। छात्र ध्यानपूर्वक सुनेंगे।

7. श्यामपट्ट सारांश –

हाइड्रोजन गैस का बनना – हाइड्रोजन गैस बनाने के लिए चौड़े मुँह की बोतल में दो छिद्र वाला कार्क लगाकर एक छिद्र में थिसिल कीप व दूसरे छिद्र में निकास नली लगा देते हैं। इस नली का सम्बन्ध गैस जार से कर देते हैं, जो मधुकोष मंच (बिहाइवसेल्व) पर उल्टा रखा रहता है। यह जार पानी से पूरा भरा रहता है। इसके पश्चात बोतल में जस्ते के टुकड़े लेकर उस पर थिसिल कीप के द्वारा तनु गन्धक का अस्त डालते हैं। गैस जार में बुलबुले ऊपर की ओर उठते दिखाई देंगे। यह बुलबुले हाइड्रोजन गैस के होते हैं।

हाइड्रोजन गैस की निर्माण विधि – जल विस्थापन विधि



रासायनिक क्रिया –

Zn	$+ H_2So_4$	$\rightarrow ZnSO_4$	$+H_2\uparrow$
(जस्ता)	(गन्धकाम्ल)	(जिंक सल्फेट)	(हाइड्रोजन गैस)

हाइड्रोजन गैस बनाने में प्रयुक्त पदार्थ :– 1. जस्ता 2. तनु सल्फ्यूरिक अम्ल

हाइड्रोजन के गुण -

1. हाइड्रोजन गैस रंगहीन, गंधहीन व स्वादहीन है।
2. यह गैस स्वयं जलनषील है, परन्तु जलने में सहायक नहीं है।
3. वायु से हल्की है।
4. लिटमस के प्रति उदासीन है।
5. पानी में अघुलनशील है।

हाइड्रोजन गैस के उपयोग –

1. धातुओं के चट्टानों को काटने व जोड़ने में इसकी ज्वाला (ऑक्सी–हाइड्रोजन ज्वाला) का उपयोग किया जाता है। (बैल्डिंग)
2. यह गैस हल्की होने के कारण गुब्बारों में भी भरी जाती है, जिससे अन्तरिक्ष सम्बन्धी (मौसम) जानकारी प्राप्त होती है।
3. वनस्पति तेलों में हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करने पर तेल ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाते हैं। यह तेलों में हाइड्रोजनीकरण के काम आती है।

7.5 सारांश (Summary)

1.किसी भी कार्य को सफलतापूर्वक करते हुए निश्चित लक्ष्य को प्राप्त करने का साधन योजना (Plan) या नियोजन (Planning) है । शिक्षक–शिक्षण से पूर्व अपने विषय की सत्र पर्यन्त (Sessional) कार्य योजना जिसे वार्षिक योजना कहते है, तैयार करता है । शिक्षक वार्षिक योजना के आधार इकाई योजनापाठ योजना तैयार करता है । एक पाठ योजना में विषयवस्तु–शिक्षण विधियां (Teaching Method), शिक्षण कौशल तथा छात्रों की सहभागिता सम्मिलित होती है । पाठ योजना में शिक्षण बिन्दु (Teaching point) विशिष्ट उद्देश्य (Specific Objectives) एवं अधिगम क्रियाएं (Learning activities) विकसित करना शिक्षक की आवश्यक योग्यता है । प्रतिदिन पाठ योजना में लचीलापन, पूर्वज्ञान एवं नवीन ज्ञान का सामंजस्य एवं शिक्षण कौशलों को सम्मिलित किया जाना चाहिए ।

7.6 स्वमूल्यांकन

1. योजना, वार्षिक योजना, इकाई योजना एवं दैनिक पाठ योजना से आप क्या समझते है? स्पष्ट कीजिए।
   What do you understand by plan, yearly plan,unit plan and daily lesson plan? Elucidate.
2. वार्षिक योजना का शिक्षण में महत्त्व/उपादेयता स्पष्ट कीजिए।
   Explain the importance / utility of yearly/Annual plan in teaching.
3. एक अच्छी वार्षिक योजना की विशेषताओं का उल्लेख कीजिए।
   Enumerate the characteristics of good annual plan.
4. इकाई योजना क्या है? इसके उद्देश्यों पर प्रकाश डालिये।
   What is a unit plan? Discuss aims and objectives of a unit plan.
5. रसायन विज्ञान शिक्षण की वार्षिक योजना एवं इकाई योजना का प्रारूप दीजिए।
   Mention the format of an Annual plan and Unit plan of teaching chemistry.
6. इकाई योजना की क्या उपयोगिता/महत्त्व है? संक्षिप्त वर्णन कीजिये।
   What are the utilities/importance of unit plan? Explain briefly.
7. अच्छी इकाई योजना की कौन–कौन सी प्रमुख विशेषताएं है? उल्लेख कीजिये।
   What are the main characteristics of good unit plan?
8. इकाई योजना के गुण व दोष स्पष्ट कीजिए।
   Mention the merits and demerits of unit plan.
9. दैनिक पाठ योजना एवं इकाई योजना में अन्तर बताइये।
   Differentiate between Unit plan and daily lesson plan.
10. इकाई योजना सम्पूर्ण शिक्षण–प्रक्रिया का स्पष्ट चित्र है। विवेचन कीजिये।

Unit plan is the clear picture of the whole teaching process" Discuss.

11. कक्षा–VII के लिए 'प्रदूषण' पर इकाई योजना के निम्नलिखित पद तैयार कीजिए –
(i) उपइकाईयॉ (ii) उद्देश्य (iii) शिक्षक–शिक्षार्थी क्रियाएँ।
Prepare following steps of unit plan on "pollution" for Class–VII
(i)Sub Unit (ii)Objectives (iii)Teacher–pupil activities
12. दैनिक पाठ योजना से आप क्या समझते है? पाठ योजना की आवश्यकता लिखिए।
What do you mean by daily lesson planning? Write the necessity of lesson plan.
13. रसायन विज्ञान के प्रभावी शिक्षण मैं पाठ योजना का महत्त्व, उद्देश्य, सावधानियां एवं प्रारूप बताइये।
State the importance, aims, precautions, and format of lesson plan for effective teaching of chemistry.
14. रसायन विज्ञान की किसी एक प्रकरण पर कक्षा–9 के लिए 40 मिनट की एक विस्तृत पाठ योजना बनाइये।
Prepare a detailed lesson plan on any topic of chemistry for class–IX for a period, of 40 minutes duration.
15. आप भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन प्रकरण की प्रस्तावना किस प्रकार करेंगे?
How will you introduce the topic 'Physical and Chemical changes?
16. माध्यमिक कक्षाओं हेतु रसायन विज्ञान की किसी एक इकाई पर इकाई योजना बनाइये।
Prepare a unit plan on any one of the units of chemistry for secondary classes.
17. आप 'कार्बन के अपरूप' प्रकरण (कक्षा–X) का श्यामपट्ट सारांश किस प्रकार लिखेंगे?
How will you write the black board summary of the topic "Allotrops of carbon in class–X?

7.7 संदर्भ ग्रन्थ (Reference)

1. Sharma D.N. & Sharma R.C. – Teaching of Science,Dhanpat Rai and Sons, New Delhi,1971
2. Negi J.S. & Rakshita Negi – Chemistry Teaching, Vinod Pustak Mandir, Agra 2008
3. Sood J.Q. – Science Teaching Kohli Publishing Chandigarh, 1996
4. Mishra D.C. – Chemistry Teaching, Sahitya Publication, Agra

5. श्रीमाती नन्द किशोर आनन्दभूषण, रिहानी इंदू – विज्ञान शिक्षण राजस्थान हिन्दी ग्रन्थ अकादमी , जयपुर (राज.)
6. पुरोहित जगदीश – शिक्षण के लिए आयोजन राजस्थान हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, जयपुर
7. Science & Technology X – N.C.E.R.T., New Delhi
8. रसायन विज्ञान सीनियर हायर सैकंडरी – एन.सी.ई.आर.टी.,नई दिल्ली
9. Dr. D.R. Chopra – Science times Suman Prakashan.

इकाई–8

रसायन विज्ञान में विद्यार्थियों का आकलन (मापन एवं मूल्यांकन), निदानात्मक एवं उपचारात्मक परीक्षण बहु चयनात्मक प्रश्न पत्र का निर्माण, रसायन विज्ञान विषय वस्तु पर आधारित प्रश्न बैंक का निर्माण, खुली पुस्तक प्रणाली हेतु आधारित प्रश्न

(Students Assesment with specific illustration (Measurment & Evaluation) in Chemistry Teaching. Diagnostic Test and Remedial Teaching,Development of Multiple Question Paper, Content Based Question for Question Bank, Some Question for Open Book Examination)

इकाई की संरचना

(Structure of Unit)

8.1 लक्ष्य एवं उद्देश्य
(Aims and Objectives)

8.2 प्रस्तावना
(Introduction)

8.3 आकलन की अवधारणा
(Concept of Assesment)

8.4 मूल्यांकन की अवधारणा
(Concept of Evaluation)

8.4.1 मूल्यांकन का अर्थ एवं परिभाषा
(Meaning and Definition of Evaluation)

8.4.2 मापन
(Measurement)

8.5 रसायन विज्ञान शिक्षण में मूल्यांकन के प्रकार्य
(Functions of Evaluation in Chemistry Teaching)

8.6 मापन एवं मूल्यांकन की विशेषताएँ

(Characteristics of Measurement and Evaluation)
8.7 परीक्षा के प्रकार
(Forms of Examination)
8.8 मूल्यांकन की प्रविधियां एवं उपकरण
(Techniques and tools of Evaluations)
8.9 वस्तुनिष्ठ परीक्षण–पदों के प्रकार
(Types of Objective Type Test Items)
8.10 रसायन के परीक्षण निर्माण का प्रक्रम
(Procedure of Test Construction in Chemistry)
8.11 परीक्षण पद निर्माण में सावधानियां
(Precautions in Preparing test Items)
8.12 निदानात्मक परीक्षण का अर्थ एवं परिभाषाएँ
(Meaning and Definition of Diagnostic Test)
8.13 निदानात्मक परीक्षण का उद्देश्य
(Objectives of Diagnostic Test)
8.14 उपलब्धि एवं निदानात्मक परीक्षण में अन्तर
(Difference between Achievement and Diagnostic Test)
8.15 रसायन विज्ञान में नैदानिक परीक्षण
(Diagnostic Test in Chemistry)
8.16 उपचारात्मक शिक्षण
(Remedial Teaching)
8.17 रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रश्न बैंक
(Question Bank in Chemistry Teaching)
8.18 खुली पुस्तक परीक्षा
(Open Book Examination)
8.19 सारांश
(Summary)
8.20 स्वमूल्यांकन
(Self Evaluation)
8.21 संदर्भ ग्रन्थ
(References)

8.1 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई के अध्ययनोपरान्त विद्यार्थी –

1. मूल्यांकन की अवधारणा को स्पष्ट कर सकेंगे।
2. परीक्षा मापन, परीक्षण, मूल्यांकन आदि को परिभाषित कर सकेंगे।
3. रसायन विज्ञान विषयों में परीक्षण के लिए सही परीक्षण निर्मित कर सकेंगे।
4. विज्ञान में विद्यार्थियों का समुचित मूल्यांकन कर सकेंगे।
5. नैदानिक परीक्षण का अर्थ, निर्माण, अंकन प्रक्रिया को समझेंगे व नैदानिक परीक्षण का निर्माण कर सकेंगे।
6. उपचारात्मक शिक्षण का अर्थ, शिक्षण की पद्धति समझेंगे।
7. निदानात्मक एवं उपचारात्मक शिक्षण की तुलना कर सकेंगे।
8. 'प्रश्न बैंक' के महत्त्व को समझा सकेंगे।
9. छात्र खुली पुस्तक प्रणाली से अवगत हो सकेंगे।

8.2 प्रस्तावना (Introduction)

रसायन विज्ञान में क्या पढ़ाया जाना चाहिये, अर्थात् विषयवस्तु (तथ्य, सिद्धान्त नियम, संकेत, सूत्र आदि) किस प्रकार पढ़ाना चाहिए–

उपयुक्त विधि का निर्णय करने के पश्चात् अध्यापन–अधिगम प्रक्रम को निश्चित किया जाता है। अध्यापक किस प्रकार यह मालूम करें कि बच्चों ने वह सीख लिया है, जो उसने (अध्यापक ने) पढ़ाया है।

शिक्षार्थी की उपलब्धि की जाँच तथा शिक्षण प्रक्रिया की प्रभावोत्पादकता के संबंध में निर्णय लेने के लिए मापन (Measurement), आकलन (Assesment), परीक्षा (Examination), परीक्षण (Testing), से अधिक व्यापक शब्द मूल्यांकन का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया में स्पष्ट रूप से रसायन विज्ञान शिक्षण (Chemistry Teaching) के उद्देश्यों की पहचान कर उनका प्रकथन किया जाता है। शिक्षण उद्देश्यों के अनुरूप ही शिक्षण विधियों का चुनाव करके शिक्षक अध्ययन अध्यापन प्रक्रम सुनिश्चित करते है एवं उद्देश्यों को प्राप्त करने का प्रयास करते है। इसमे केवल शिक्षार्थियों की उपलब्धि का निर्णय ही नहीं किया जाता है, बल्कि इसका प्रयोग शिक्षार्थी के अधिगम को सुधारने में भी किया जाता है। मूल्यांकन आकड़ों का प्रयोग निदानात्मक साधन के रूप में करके समुचित उपचारात्मक शिक्षण किया जाता है जिससे रसायन विज्ञान शिक्षण की गुणात्मकता (Quality) को बढ़ाया जाता है।

8.3 आकलन की अवधारणा (Concept of Assesment)

हम हमारे विद्यालयों में प्रचलित मूल्यांकन प्रक्रिया पर दृष्टि डाले तो मूल्यांकन प्रक्रिया केवल ज्ञानपरक उपलब्धि तक ही सीमित है। जिसमें परीक्षा के प्रश्न उपलब्धि तक ही सीमित है। जिसमें परीक्षा के प्रश्न अधिकतर ज्ञान (Knowledge) पर आधारित होते है तथा अवबोध (Understanding), अनुप्रयोग (Application), विश्लेषण (Analysis), संश्लेषण (Synthesis) और मूल्यांकन (Evaluation) आधारित प्रश्नों को बहुत कम स्थान प्राप्त है। जबकि परीक्षा में प्रश्नों को सभी उद्देश्यों का परीक्षण करना चाहिये – संज्ञानात्मक (Cognitive), भावात्मक (affective), क्रियात्मक मनोगामक (Psychomotor), यह मूल्यांकन प्रक्रम का एक भाग है, जिसे आकलन कहा जाता है। आकलन विद्यार्थियों की विशिष्ट योग्यता को मापने का प्रयास है, जैसे, रसायन विज्ञान विषयवस्तु का ज्ञान, उपकरणों, के उपयोग का कौशल, विश्लेषण करना और निष्कर्ष निकालना आदि। आकलन विद्यार्थियों को केवल उत्तीर्ण एवं अनुत्तीर्ण के रूप में घोषित करता है या उनको प्रथम, द्वितीय, तृतीय श्रेणियों में श्रेणीबद्ध करता है।

8.3.1रसायन विज्ञान में आकलन (Assesment in Chemistry teaching)

शिक्षक रसायन विज्ञान विषय में विद्यार्थियों द्वारा विषय वस्तु (संकल्पनाएँ और कौशल) में से कितनी जानकारी प्राप्त की है इसका मापन करता है परन्तु अब राजस्थान राज्य बोर्ड ने X व XII की परीक्षाओं में और विकासोन्मुख विद्यालयों की अन्य कक्षाओं में भी बोध और अनुप्रयोग आधारित विषयवस्तु शामिल करना प्रारम्भ कर दिया है।

रसायन विज्ञान विषय में आकलन को निम्नलिखित प्रयोजन द्वारा अधिक वस्तुनिष्ठ व उपयोगी बनाया जा सकता है:

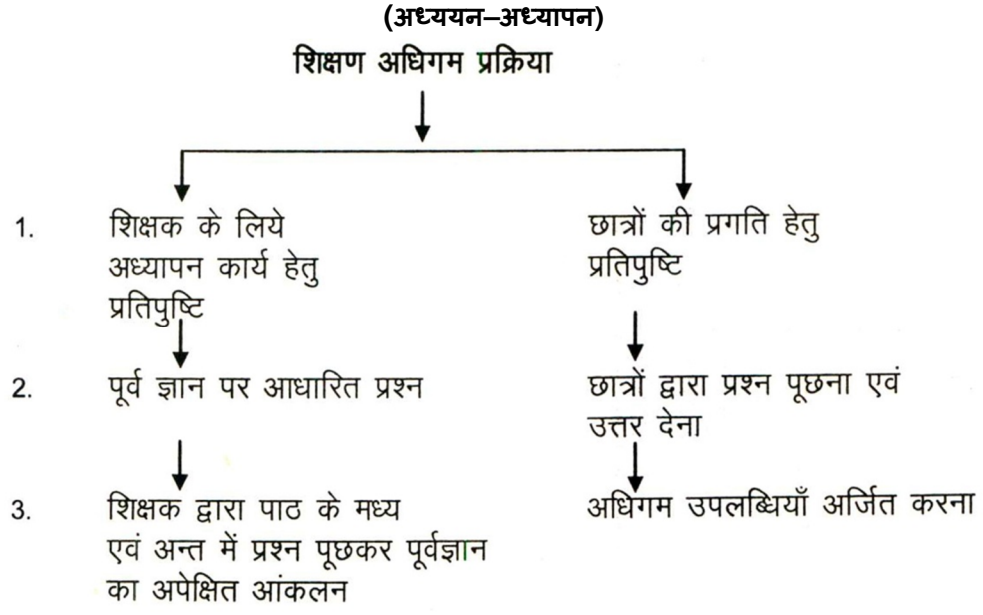
- विद्यार्थियों को रसायन विज्ञान विषय में रूचि विकसित करने हेतु स्वाध्याय के लिए अभिप्रेरित किया जाए।
- रसायन विज्ञान विषय में विद्यार्थी को उसकी प्रगति के संबंध में प्रतिपुष्टि प्रदान की जाए।
- रसायन विज्ञान अध्यापक को उसके शिक्षण के संबंध में प्रतिपुष्टि (Feedback) प्रदान की जाए।
- विद्यार्थियों को रसायन विज्ञान विषय में रोजगार के अवसरों की जानकारी दी जानी चाहिये।
- जब छात्र प्रयोगशाला में कार्य कर रहे हो तब प्रेक्षण करना तथा मौखिक व लिखित प्रश्न पूछना।
- रसायन विज्ञान विषय का पाठ प्रारम्भ करने से पूर्व शिक्षक द्वारा पूर्व ज्ञान पर आधारित प्रश्न जिससे छात्र के पूर्व ज्ञान का आकलन होता है और शिक्षक इस ज्ञान की अपेक्षा विद्यार्थियों से रखता है ।

- शिक्षक शिक्षण के दौरान विद्यार्थियों को प्रश्न पूछने की अनुमति प्रदान करता है तथा शिक्षण के दौरान भी अध्यापक प्रश्न पूछता है। ये प्रश्न इस बात का आकलन कर सकते हैं कि बच्चे वह समझ रहे है या नहीं, जो अध्यापक पढ़ा रहा है।
- शिक्षक पाठ समाप्ति पर भी कुछ प्रश्न पूछता है। ये प्रश्न आकलन करते है कि जो कुछ पढ़ाया गया है। वह विद्यार्थियों ने समझ लिया है अथवा नहीं।
- प्रयोग प्रदर्शन करते समय भी अध्यापक प्रश्न कर सकता है जब विद्यार्थी रसायन विज्ञान प्रयोगशालाओं में कार्य कर रहे है तब भी अध्यापक प्रश्न करें।

अध्यापक को कक्षा या प्रयोगशाला में पढ़ाते समय विभिन्न कार्यों में लगे हुए विद्यार्थियों का प्रेक्षण करना, भावात्मक क्षेत्र के उद्देश्यों को प्राप्त करने में किस सीमा तक अध्यापक सफल रहे है, का आकलन करने में मदद करता है। जैसे – विद्यार्थी वैज्ञानिक क्रियाकलापों में सहर्ष भाग लेते है या नहीं, अध्यापक द्वारा पूछे गए प्रश्नों पर अनुक्रिया करते है या नहीं, प्रश्न का सही उत्तर देने पर प्रसन्न होते हे या नहीं, वैज्ञानिक परिघटनाओं को समझाने पर आनन्दित होते है या नहीं, विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास हुआ है या नहीं आदि।

विद्यार्थियों के संज्ञानात्मक (Cognitive) क्षेत्र में आकलन हेतु अध्यापक द्वारा प्रश्न पत्र निर्माण करके लिखित परीक्षाओं का आयोजन करके परिणामों का विश्लेषण किया जाना चाहिये।

रसायन विज्ञान विषय में शिक्षक द्वारा कक्षा–कक्ष विद्यार्थियों का इस प्रकार आकलन किया जाता है



8.4 मूल्यांकन की अवधारणा
Concept of Evaluation

आंकलन की तुलना में मूल्यांकन एक बहुत विस्तृत अर्थ है। मूल्यांकन द्वारा छात्र के बौद्धिक विकास में क्या व कैसा परिवर्तन हो रहा है, ज्ञात करने की चेष्टा की जाती हैं। यहाँ यह स्पष्ट होना चाहिए कि यह परिवर्तन न तो व्यक्तित्व के एक पक्ष तक सीमित रहेगा और न ही एक सीमित सीमा के अन्दर आंका जा सकता है। यह एक अनवरत क्रिया होगी साथ में इसमें यह भी संकेत मिलेगा कि अध्यापक द्वारा किया गया शिक्षण छात्र ग्रहण कर रहा है या नहीं और किस सीमा तक अमुक विषय को पढ़ाने के उद्देश्य पूरे हो पाये है।

मूल्यांकन का प्रयोग बालक के तीनों क्षेत्रों – संज्ञानात्मक (Cognative), भावात्मक (Affective), क्रियात्मक (Psychomotor,) से संबंधित सम्पूर्ण व्यवहार में परिवर्तन के आंकलन के लिए किया जाता है। मूल्यांकन द्वारा यह जानने में सहायता मिलती है कि निर्धारित उद्देश्यों की उपलब्धि हुई है या नहीं। इसके द्वारा रसायन विज्ञान का अध्यापक अध्ययन, विधियों (Teaching Method) का आंकलन करते हैं और रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम (Curriculum) व रसायन विज्ञान परियोजनाओं (project), रसायन विज्ञान पर्यटन (Excursion), विज्ञान मेलों (Science fair), रसायन विज्ञान क्लब आदि पाठ्यान्तर कार्यकलापों (Co–curricular activity) में विद्यार्थियों की प्रगति का आंकलन करता है।

8.4.1 मूल्यांकन का अर्थ व परिभाषा
(Meaning and Definition of Evaluation)

मूल्य का अर्थ – अभिनिश्चित करना है। अत: किसी विषय वस्तु तथा स्थिति का मूल्य अंकन करने का वैज्ञानिक तरीका ही मूल्यांकन है।

टारगेरसन तथा एडम्स "मूल्यांकन का अर्थ है किसी वस्तु या प्रक्रिया का मूल्य निश्चित करना। इस प्रकार शैक्षणिक मूल्यांकन से तात्पर्य है किसी शिक्षण प्रक्रिया तथा सीखने की क्रियाओं से उत्पन्न अनुभवों की उपयोगिता के बारे में निर्णय देना।"

"The meaning of evaluation is to evaluate certain values of some process or things; Thus educational evaluation is to give of judgement on the degree of worth whileness of some teaching process or learning experience.

Targerson,G.S.ADAM

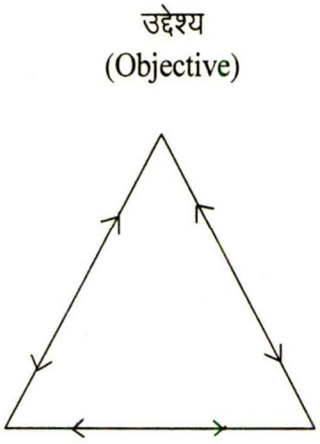
कोठारी कमीशन (1966) के अनुसार – मूल्यांकन एक क्रमिक प्रक्रिया है जो सम्पूर्ण शिक्षा–प्रणाली का एक महत्त्वपूर्ण अंग है और शैक्षिक उद्देश्यों से घनिष्ठ रूप से सम्बन्धित है।

"Evaluation is a continuous process form an integral part of the total system of education and it's interrelated to educational objectives."

परिभाषाओं से स्पष्ट है कि मूल्यांकन में उद्देश्य, अधिगम्यात्मक अनुभव घनिष्ठ रूप से जुड़े, होते हैं। शिक्षक अधिगम्यात्मक अनुभव प्रदान करने के लिए शिक्षक कई प्रकार की क्रियाएँ

कक्षा में आयोजित करता है। शिक्षार्थी इन क्रियाओं के प्रति प्रतिक्रिया करता है और परस्पर प्रतिक्रिया के फलस्वरूप उसमें अधिगम्यात्मक अनुभवों की प्राप्ति होती है जिससे शिक्षार्थी के व्यवहार में वांछित व्यवहार परिवर्तन होते हैं।

शिक्षण के उद्देश्य, अधिगम अनुभव तथा मूल्यांकन की प्रविधियां परस्पर अन्तःक्रिया करती है। इस अन्तःक्रिया को निम्नांकित त्रिकोण (Triangle) द्वारा दर्शाया जाता है।



उपर्युक्त विशेषताओं से यह स्पष्ट होता है कि उद्देश्य, शिक्षण व मूल्यांकन परस्पर समन्वित रूप का द्योतक है। ये तीनों एक दूसरे को प्रभावित करते है। शिक्षण उद्देश्य सामाजिक और राष्ट्रीय आवश्यकता के साथ परिवर्तित होते रहते है। उन्हीं के अनुरूप शैक्षिक अनुभव और मूल्यांकन तकनीक में परिवर्तन आते रहते है तथा मूल्यांकन का बल शैक्षिक उपलब्धियों (Educational achievement) पर ही नहीं है, अपितु शिक्षण परिस्थितियों को उन्नत करने पर भी उतना ही है।

8.4.2 मापन (Measurement)

मापन एक क्रिया है जिसमें किसी वस्तु की भौतिक विशेषताएँ जैसे लम्बाई, मात्रा, आकार का मापन व्यक्ति के गुण व व्यवहार का संख्यात्मक विवरण प्रस्तुत किया जाता है अर्थात् यह वस्तु या व्यक्ति के परिमापीकरण की प्रक्रिया है। कैम्पवेल ने भी इसे अंक प्रदान करने के प्रतीक के रूप में परिभाषित किया है – "मापन नियमों के अनुसार वस्तुओं या घटनाओं के अंक प्रदान करता है। तकनीकी शब्दों के मापन के द्वारा किसी तथ्य के विभिन्न आयामों को प्रतीक प्रदान करना ही मापन है।"

"Measurement is the process of assigning symbols to dimension of phenomenon as precisely as possible."'

इसी प्रकार एल. थार्नडाइक की भी यह मान्यता थी कि कोई भी वस्तु जो अस्तित्व में होती है, वह कुछ परिमाण में रहती है और जो वस्तु कुछ परिमाण मे होती है, वह मापन योग्य होती है।

"Anything that exists at all, exists in some quantity, and anything that exists in some quantity is capable of being measured.""

रसायन विज्ञान विषय में विद्यार्थी द्वारा प्राप्तांक उसकी उपलब्धि का माप है और यह निर्णय कि विद्यार्थी रसायन विज्ञान में सफल हुआ है या असफल। प्रथम, द्वितीय अथवा तृतीय श्रेणी में आया है तथा इसे विषय में कमजोर या अच्छा कहा जाये, मापन में यह निर्णय जोड़ने पर सम्पूर्ण प्रक्रिया मूल्यांकन है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. आंकलन किसे कहते है?
2. मूल्यांकन को परिभाषित कीजिए।
3. मापन से आप क्या समझते हैं?

सारांश –

मूल्यांकन शिक्षण के साथ चलने वाली प्रक्रिया है जिसमें विद्यार्थियों द्वारा प्राप्त प्राप्तांकों का विश्लेषण करके शिक्षण उद्देश्यों व शिक्षण की प्रभाविकता का निर्णय किया जाता है। इस प्रकार मापन, किसी निश्चित कसौटी के आधार पर निर्णयन प्रक्रिया मूल्यांकन है।

उद्देश्यों के अनुरूप शैक्षिक अनुभव और मूल्यांकन की तकनीक में परिवर्तन आते रहते है तथा मूल्यांकन का बल शैक्षणिक उपलब्धियों (Educational achievement) के मापन से नहीं है अपितु शिक्षण परिस्थितियों को उन्नत (Promotion) करने पर भी उतना ही है।

8.5 रसायन विज्ञान शिक्षण में मूल्यांकन के प्रकार्य (Functions of Evaluation in Chemistry Teaching)

मुख्य रूप से मूल्यांकन के दो प्रमुख कार्य मानक सन्दर्भित (Norms reference) और निष्कर्ष संदर्भित (Criteria reference) है।

मानक संदर्भित प्रकार्य का कार्य विद्यार्थी में विभेद (Discrimination) करना एवं उन्हें योग्यता क्रम में व्यवस्थित करना है। यह स्पर्धात्मक है, इसके परिणाम को वर्गीकरण (Classification), चयन (Selection)या प्रोन्नति (Promotions) के लिए प्रयोग में लाया जाता है। निष्कर्ष संदर्भित प्रकार्य इसका निभेदात्मक पक्ष निदानात्मक (Diagnostic) प्रयोजन है। जिसमें ज्ञान, अवबोध, कौशल, उपयोजन की पहचान होती है।

इस प्रकार मूल्यांकन के आधार पर शिक्षक विद्यार्थियों के प्राप्तांकों के विश्लेषणों के अनुसार उद्देश्यों, शिक्षण विधि, प्रविधि, आव्यूहों आदि में सुधार एवं परिवर्तन करता है। पाठ्यचर्या निर्माता, पाठ्यक्रम निर्माण और पाठ्यपुस्तक लेखक भी मूल्यांकन परिणाम का विश्लेषण एवं निर्वाचन के आधार पर अपने–अपने पक्ष में आवश्यक परिवर्तन व परिवर्द्धन करने के लिए अभिप्रेरणा प्राप्त करते है। मूल्यांकन के कार्य इस प्रकार है:

1. **अभिप्रेरणा (Motivation)** – जब परीक्षण का समय नजदीक होता है तो विद्यार्थी विज्ञान से सम्बन्धित पाठ्यक्रम की विषय–वस्तु के अध्ययन पर अपना सारा ध्यान केन्द्रित करता है तथा अच्छे परीक्षण परिणाम (Result) के आधार पर आगे अधिक प्रभावी अधिगम और

उच्चतर निष्पादन के लिए अच्छी अध्ययन सामग्री जुटाता है। अपने अध्ययन समय व तरीकों में आवश्यक परिवर्तन करता है।

2. **निदान (Diagnosis)** – कक्षा शिक्षण में इकाई परीक्षण प्रमुख रूप से यह भूमिका निभाते है। शिक्षक इकाई परीक्षण द्वारा छात्रों की उपलब्धि के विश्लेषण से विद्यार्थियों की कमजोरियों (Weakness) अनुदेशन की कमियों, उद्देश्यों की त्रुटियों (Error in objectives), छात्रों के पूर्वज्ञान और विषय वस्तु के स्तर (content level), की कमियों का पता आसानी से लगा सकता है। दैनिक मूल्यांकन भी इस प्रकार के कार्य में आंशिक भूमिका निभाते है।

3. **अनुदेशन उद्देश्यों का आधार निर्माण (Preparation of the base for the Instructional objectives)** – मूल्यांकन कार्य शैक्षिक उद्देश्यों पर पूर्णत: आश्रित है क्योंकि किसी शैक्षणिक कार्य उपलब्धि के परिणाम का मूल्य निर्धारण निर्धारित उद्देश्यों की पृष्ठभूमि में ही किया जा सकता है। रसायन विज्ञान की विषय–वस्तु के लिए सम्बन्धित अधिगम के लिए प्रयास किए जाते है। इसके उपरान्त निर्धारित उद्देश्यों की प्राप्ति किस सीमा तक हो पायी है तथा उद्देश्यों की प्राप्ति अपेक्षित स्तर से कम होने पर कौन–कौन से कारक उत्तरदायी है । इससे शिक्षक को प्रतिपुष्टि मार्गदर्शन व परामर्श के लिए आधार प्राप्त होता है।

4. **शिक्षार्थियों की प्रोन्नति एवं विभेदीकरण (Pupil's promotion and differentiation)**–रसायन विज्ञान में परीक्षणों के द्वारा शिक्षार्थियों की उपलब्धि के आधार पर उनकी प्रोन्नति का निर्णय किया जाता है तथा उनके प्राप्तांको के आधार पर उनका वर्गीकरण किया जाता है।

5. **शिक्षण प्रभाविकता की जाँच (Testing the teaching effectiveness)** – शिक्षण का प्रभाविकता की जाँच शिक्षार्थियों का उपलब्धि स्तर है। जिसके द्वारा शिक्षक शिक्षण उद्देश्य किस सीमा तक प्राप्त हुए तथा उद्देश्यों का प्राप्ति के अपेक्षित स्तर से कम प्राप्त होने के कारकों को ज्ञात कर अपनी शिक्षण क्रिया की सफलता का भी आकलन करता है। इस प्रकार शिक्षण विधि, प्रविधि, शिक्षण क्रियाओं की प्रभावोत्पादकता की भी जाँच हो जाती है।

8.6 मापन एवं मूल्यांकन की विशेषताएँ (Characteristics of Measurement and Evaluation)

अन्य विषयों की भाँति रसायन विज्ञान विषय में भी विषय ज्ञान के मापन हेतु परीक्षाओं का प्रयोग किया जाता है। विद्यालयों में जो निबन्धात्मक परीक्षाएँ प्रयोग की जाती है उसमें अनेक दोष है। परीक्षा का रूप व्यापक व विश्वसनीय बनाने के लिए निम्न विशेषताएँ आवश्यक है:

1. **विश्वसनीयता (Reliability)** – परीक्षा विश्वसनीय होनी चाहिये अर्थात परीक्षा में एक ही उत्तर पुस्तिका को विभिन्न परीक्षक एक ही अंक प्रदान करें अथवा एक विद्यार्थी की उत्तर–पुस्तिका में विभिन्न समय में एक ही परीक्षण एक समान अंक प्रदान करें। प्रचलित परीक्षा मे इस विशेषता की कमी दिखाई देती है। प्रचलित निबंधात्मक परीक्षा में विभिन्न परीक्षक भिन्न–भिन्न अंक प्रदान करते है।

2. **वैद्यता (Validity)** – परीक्षा में प्रश्नों का वैध होना आवश्यक है अर्थात् प्रश्न द्वारा उसी उद्देश्य का मापन करना चाहिये जिसके हेतु इसे बनाया गया है। प्रश्न पत्र सूझ–बूझ द्वारा

बनाये जाने चाहिये तथा पाठ्यक्रम पर आधारित होने चाहिए। निबन्धात्मक परीक्षा के प्रश्नों में वैधता का अभाव होता है।

3. **वैषयिकता (Objectivity)** – परीक्षा में वैषयिकता (Objectivity) होना चाहिये। इसके लिए प्रश्न ऐसे हो जिसका एक ही उत्तर हो, प्रश्नों का निर्माण वैषयिक ढंग से होना चाहिए। प्रश्न संक्षेप में होना चाहिये तथा उनके उत्तर भी संक्षेप में होने चाहिये। यह बात निबन्ध के साथ सार्थक नहीं होती है। एक ही विषय पर कई प्रकार से निबन्ध लिखा जा सकता है और जिसमें परीक्षक अंक अपने दृष्टिकोण के आधार पर देता है।

4. **व्यापकता (Comprehensive)** – परीक्षा में प्रश्नों को पूरे पाठ्यक्रम तथा सम्पूर्ण पाठ्यपुस्तक पर आधारित होना चाहिये। अत: परीक्षा में छोटे–छोटे अनेक प्रश्न रखे जाने चाहिये। निबन्धात्मक परीक्षा में ऐसा सम्भव नहीं हो पाता है।

5. **विभेदकारी (Discriminating) –** परीक्षा का मुख्य लक्ष्य यह है कि विभिन्न वर्गों के छात्रों में यह स्पष्ट विभेद किया जा सके। किस छात्र ने अधिक अंक प्राप्त किये हैं। विभेदकारी विशेषता वाली परीक्षा में वर्गीकरण इस प्रकार होता है:

कक्षा में पाँचवां स्थान (Top five of class)

प्रथम दस में (Top ten of class)

कक्षा में औसत अंकों से अधिक (Above class average)

औसत अंकों से नीचे (Below class average)

अनुत्तीर्ण (Fail/Unsatisfactory)

अत: एक अच्छी परीक्षा साधक न होकर साधन मात्र होनी चाहिये।

8.6.1 मूल्यांकन के प्रायोजन (Purpose of Evaluation)

विज्ञान शिक्षण की शिक्षा के निम्नलिखित प्रयोजन है –

1. मूल्यांकन का मुख्य प्रयोजन यह जाँच करना होता है कि विद्यार्थियों ने कुशलताओं, योग्यताओं, अभिवृत्तियों, रूचियों एवं समझदारी आदि को किस सीमा तक प्राप्त किया है।
2. विद्यार्थियों की कमजोरियाँ व कठिनाई स्तर को दूर करना।
3. विद्यार्थियों की कमजोरी स्तर को दूर करना।
4. विद्यार्थियों का सर्वांगीण विकास करने में भी मूल्यांकन सहायक है।
5. शैक्षिक उद्देश्यों में स्पष्टता व विशिष्टता लाने में भी सहायक है।
6. विद्यार्थियों में सीखने की प्रवृत्ति को प्रोत्साहित करने में सहायक है।
7. मूल्यांकन से विद्यार्थियों को उचित शैक्षिक तथा व्यावसायिक पथ–प्रदर्शन प्राप्त होता है।
8. यह शिक्षा प्रणाली के पुनरावलोकन, पुनर्गठन एवं समुन्नयन हेतु उपयोगी है।
9. विद्यार्थियों की उपलब्धि एवं दक्षता का पता लगाया जा सकता है।
10. अध्यापक की कुशलता एवं सफलता का मूल्यांकन करना।
11. मूल्यांकन द्वारा, शैक्षिक कार्यक्रम और शिक्षण–विधियों को कसौटी पर कसा जाता है जिससे अपेक्षित सुधार किया जा सके।

12. मूल्यांकन अध्ययन–अध्यापन के अवसरों का ज्ञान कराता है।

13. शिक्षक और विद्यार्थी दोनों को प्रतिपुष्टि प्रदान करना।

8.7 विज्ञान शिक्षण में मूल्यांकन के प्रकार

रसायन विज्ञान विषय में मूल्यांकन के लिए प्रमुख रूप से दो प्रकार की परीक्षाओं का प्रयोग होता है।

1. प्रमापीकृत साफल्य परीक्षा (Standardized Achievement Test)
2. अप्रमापीकृत (Unstandardized)

1. साफल्य परीक्षा – जो परीक्षाएँ मनोवैज्ञानिक अथवा परीक्षा निर्माता इस प्रकार बनाते है ताकि उन्हें किसी भी विद्यालय के लिए प्रयोग किया जा सके। ऐसी परीक्षा के सामान्य स्तर ज्ञात करते है। जिनकी सहायता से विभिन्न विद्यार्थियों के विषय सम्बन्धी ज्ञान की तुलना की जा सकती है। परीक्षा का प्रमापीकरण करने के लिए पहले प्रथम निर्माण परीक्षा (first–try out test) बनाई जाती है और तब उसमें सुधार करके अन्तिम परीक्षा (Final test) बनाई जाती है और उसके सामान्य स्तर ज्ञात करके उसे प्रमापीकृत किया जाता है। साफल्य परीक्षा द्वारा अध्यापक यह ज्ञात कर लेता है कि किसी विद्यार्थी ने विषय सम्बन्धी ज्ञान पूर्ण रूप से प्राप्त कर लिया है अथवा नहीं। इस परीक्षा द्वारा विद्यार्थियों के विषयज्ञान की तुलना की जा सकती है अर्थात् साफल्य परीक्षा से विद्यार्थियों की आपेक्षिक सफलता (Relative Achievement) पर ध्यान देते है, न कि केवल सफलता (Absolute achievement) पर। इस परीक्षा में उत्तीर्ण होने के लिए कोई निश्चित अंकों का निर्धारण नहीं किया जाता। प्रमापीकृत परीक्षा का उपयोग अनुदेशन में नहीं के बराबर है। इनका उपयोग अनुसंधान कार्यों में ही शिक्षक करते है।

2. अप्रमापीकृत परीक्षा (शिक्षक निर्मित) (Unstandardized Achievement test) – विज्ञान विषय में जो परीक्षाएँ शिक्षक बनाते है, उन्हें शिक्षक निर्मित परीक्षा कहते है। ये परीक्षाएँ विद्यार्थियों के विषय ज्ञान का मापन करने हेतु उपयोगी होती है क्योंकि ऐसी परीक्षा का निर्माण करने में परीक्षक उन उद्देश्यों को ध्यान में रखता है जिन उद्देश्यों के आधार पर विद्यार्थियों कोपढ़ाया जाता है। शिक्षक द्वारा बनाई गई प्रथम निर्माण परीक्षा ही अन्तिम परीक्षा होती है क्योंकि वह उस परीक्षा को दुबारा उसी कक्षा में प्रयोग करके सुधार नहीं कर सकता है। शिक्षक द्वारा निर्मित परीक्षा ही अधिक व्यावहारिक और उपयोजनीय है।

8.8 विज्ञान शिक्षण में मूल्यांकन की प्रविधियां एवं उपकरण (Techniques and tools of Evaluations in Chemistry)

रसायन विज्ञान शिक्षण में मूल्यांकन की विभिन्न तकनीकों (1) लिखित (2) मौखिक एवं (3) प्रायोगिक में विभाजित किया जा सकता है ।

ज्ञानात्मक उद्देश्य की प्राप्ति के लिए मौखिक, लिखित, प्रयोगात्मक तथा निरीक्षण प्रविधि का उपयोग करते है।

भावात्मक उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए अभिरूचि, अभिवृत्ति, अभियोग्यता निर्धारण मापनी (Rating Scale) तथा मूल्यों का परीक्षण किया जाता है तथा क्रियात्मक उद्देश्यों के मापन के

लिए प्रयोगात्मक परीक्षा उपयोगी रहती है क्योंकि इसमें क्रियाओं द्वारा बालकों में कौशलों का विकास किया जाता है।

परीक्षाएँ विभिन्न परीक्षणों के माध्यम से सम्पादित की जाती है। परीक्षण का चयन परीक्षा के उद्देश्यों के आधार पर किया जाता है। विज्ञान में मूल्यांकन व्यापक अभिज्ञान के आयामों के मापन को निर्धारित करता है। जिसके आधार पर छात्र को उत्तीर्ण (Pass) अनुत्तीर्ण (Fail) औसत (Average) प्रतिभावान (Gifted) कमजोर आदि वर्गो में रखा जाता है। यही प्राप्तांक या उनका प्रतिशत (percentage) या उनका सांख्य नियतांक (Statistical Constant) मूल्यांकन का आधार बन जाते है। प्राप्तांको को आंकलन के लिए उपयोग में आने वाले उपकरण (Tools) प्रश्न पत्र (Question paper) अभियोग्यता परीक्षण (Aptitude test) आदि है। परीक्षण मानक (Standard) या शिक्षक निर्मित (Teacher made) होते है। शिक्षक द्वारा निर्मित परीक्षण अनुदेशन में उपयोगी और व्यावहारिक है ये परीक्षण नियमित (regular) शिक्षण अधिगम (teaching learning) में मूल्यांकन के लिए प्राथमिक उपकरण है। परीक्षक पद निर्माण के लिए विज्ञान शिक्षक को प्रशिक्षण दिया जाना आवश्यक है।

(अ) मौखिक परीक्षा (Oral Examination) – मौखिक परीक्षा का प्रचलन बहुत पहले से है। विशेष रूप में उच्च शिक्षा में व्यावहारिक रूप में यह आज भी अस्तित्व में है। माध्यमिक स्तर पर इसका प्रयोग औपचारिकता मात्र है। विज्ञान शिक्षा में मौखिक परीक्षा का महत्त्वपूर्ण स्थान है। कक्षा में विषय वस्तु पढ़ाते समय मौखिक प्रश्न पूछकर छात्रों के पूर्व ज्ञान का पता लगाने में विषय वस्तु को समझाने के लिए तथा विषय वस्तु को पढ़ाने के बाद पुनरावृत्ति (Recapitulation) के लिए प्रश्न अवश्य पूछे जाने चाहिये। इससे अध्यापक को यह पता चलता है कि विद्यार्थी विषय–वस्तु को समझ रहे है या नहीं। सैद्धान्तिक व प्रायोगिक कार्य से संबंधित मौखिक प्रश्न भी छात्रों से पूछे जाने चाहिये। मौखिक परीक्षा के परिणाम स्वरूप विद्यार्थी की मौखिक अभिव्यक्ति के कौशल के विकास के साथ–साथ विद्यार्थी को निर्धारित सभी प्रायोगिक कार्य करने तथा उनकी सैद्धान्तिक पृष्ठभूमि तैयार करने के लिए आवश्यक परीक्षक व परीक्षार्थी के बीच सौहार्द्रता विकसित होती है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. मूल्यांकन की प्रमुख विशेषताएँ क्या हैं?
2. मूल्यांकन में अभिप्रेरणा का क्या तात्पर्य है?

अच्छे मूल्यांकन के साधन वे हैं जो बालक के व्यवहार में परिवर्तन का स्पष्ट ज्ञान करा सके। सीखने–सिखाने की प्रक्रिया में शिक्षक सदैव यह चाहता है कि वह यह जाँचता रहे कि बालक ने कितना सीखा है, और कितना नहीं। मूल्यांकन सभी विषयों का महत्त्वपूर्ण अंग है। यह सूचनाओं की स्मृति पर बल न देकर व्यवहारगत उपलव्यि पर बल देता है। जिन साधनों के द्वारा बालक के ज्ञान और व्यवहार में हुए परिवर्तनों एवं उसकी व्यक्तिगत विशेषताओं का मूल्यांकन करते हैं, वे निम्नलिखित है –

1. **शिक्षक द्वारा निर्मित परख–पत्र (Teacher made test)** – शिक्षक अपने दैनिक–शिक्षण के दौरान, किसी एक निश्चित अवधि के बाद या सत्रान्त में बालक की उपलब्धि तथा उसकी कमियों के क्षेत्र को ज्ञात करना चाहता है तो इस हेतु वह स्वयं प्रश्न–पत्र निर्मित करके

उनका उपयोग करता है। जैसे (अ) इकाई परख–पत्र (Unit test), (ब) सामयिक परख (Periodical test), (स) अर्द्धवार्षिक/वार्षिक परख–पत्र (Half yearly/Annual test)

2. **छात्र स्व–मूल्यांकन विधियाँ –** छात्र स्वयं ही अपने कार्य को देखकर उपयुक्तता के आधार पर कुछ प्रश्न करते हुए अपने द्वारा निर्मित विषय वस्तु से स्वमूल्यांकन करता है।

3. **मनोवैज्ञानिक परीक्षण** – मनोवैज्ञानिकों द्वारा विकसित प्रणाली एवं प्रमापीकृत (Standardized) परीक्षण इसके अन्तर्गत आते है। इसमें भिन्न–भिन्न परीक्षाओं के आधार पर बालक की रूचि/अभिरूचि, अभिवृत्ति, व्यक्तित्व, सामाजिकता आदि का परीक्षण किया जाता है। जैसे – बुद्धि परीक्षण, अभिवृत्ति परीक्षण, अभिरूचि परीक्षण आदि।

छात्र सम्बन्धी सूचनाएँ प्राप्त करने की विधियाँ:

शैक्षिक उद्देश्यों के सन्दर्भ में छात्रों में जो व्यावहारिक परिवर्तन होते है, उनके मूल्यांकन के लिए अनेक तरीके उपलब्ध है। छात्र सम्बन्धी सूचनाएँ प्राप्त करने की दो विधियाँ है –

(i) प्रमापीकृत विधियाँ (Standardized Devices),

(ii) अप्रमापीकृत विधियाँ (Unstandardized Devices)

1. **प्रमापीकृत विधियाँ** – बुद्धि–परीक्षण, निष्पत्ति, अभियोग्यता–परीक्षण अभिवृत्ति परीक्षण, अभिरूचि परीक्षण तथा व्यक्तित्व परीक्षण आदि।

2. **अप्रमापीकृत विधियों** – संचयी–अभिलेख, समाजमिति, प्रक्षेपण विधियाँ, निर्धारण क्रम, व्यक्तिवृत्त–अध्ययन, आकस्मिक अभिलेख (घटनावृत्त), निरीक्षण, आत्मकथा, पड़ताल सूची, प्रश्नावली, साक्षात्कार तथा सामयिक जाँच आदि। सामयिक जाँच (परीक्षण तकनीक) के अन्तर्गत मौखिक, लिखित (निबन्धात्मक, लघूत्तरात्मक, वस्तुनिष्ठ), व्यावहारिक आदि।

मूल्यांकन की प्रविधियां तकनीक एवं विधाएँ (अप्रमापीकृत) (Techniques of Evaluation) :

1. **निरीक्षण या अवलोकन (Observation)** : निरीक्षण के द्वारा बालकों के सामाजिक विकास, संवेगात्मक स्थिरता तथा बौद्धिक (मानसिक) परिपक्वता के बारे में पता चलता है । इसके माध्यम से बालक में विकसित रूचियों, अभिवृत्तियों, क्षमताओं तथा कौशल (Skill) का सही मूल्यांकन किया जा सकता है।

2. **साक्षात्कार (Interview)** : किसी व्यक्ति से आमने–सामने वार्तालाप करके सूचना एकत्रित करना साक्षात्कार कहलाता है। साक्षात्कार–प्रपत्र में सभी प्रश्न उद्देश्यनिष्ठ होते है। साक्षात्कार से सूचना प्राप्त होने के अतिरिक्त बालक या व्यक्ति की रूचि में वृद्धि, व्यक्तित्व एवं मनोवृत्ति (भावनाएं) में परिवर्तन का पता चलता है। इसके द्वारा छात्र के प्रस्तुतीकरण के आधार पर उसकी उपलब्धियों का मूल्यांकन किया जाता है।

3. **जांच सूची या चैकलिस्ट (Check list):** पड़ताल सूची या चैकलिस्ट द्वारा सही बिन्दु के आधार पर छात्र की क्रियाओं एवं व्यवहार का मूल्यांकन किया जाता है। इसके द्वारा मूल्यांकनकर्त्ता छात्रों की क्रियाओं और व्यवहार के सम्मुख हाँ या नहीं लिखकर अथवा सही (√) या गलत (x) का निशान लगाकर उनकी उपयुक्तता को जाँचता है। इस प्रकार बहुत कम समय, श्रम और स्थान में छात्र से सम्बन्धित पूरा अभिलेख (Record) तैयार हो जाता है।

4. **प्रश्नावली (Questionnaire)** : छात्रों में अनेक प्रकार की सूचनाएँ प्राप्त करने के लिए प्रश्नावली का उपयोग किया जाता है। इसमें प्रश्न उद्देश्य एवं लक्ष्यों से सम्बन्धित होते है। उत्तर देने वाले व्यक्ति को प्रश्न पढ़कर केवल चिन्ह लगाना होता है या कहीं कुछ शब्द लिखने होते हैं। प्रश्नों के उत्तर (अनुक्रिया) से बालक के ज्ञान, अभिरूचि तथा अभिवृत्ति का पता लग जाता है। इसी से आवश्यकतानुसार आँकड़े भी एकत्रित हो जाते है।

5. **क्रम निर्धारण मान या रेटिंग स्केल (Rating scale)** : यह सदैव व्यक्तिगत ही होता है। इसके द्वारा उन विभिन्न परिस्थितियों या विशेषताओं का मूल्यांकन किया जाता है जो बालक की किसी विशेष क्षेत्र (Field or Area) की कुशलताओं की जाँच, उसके व्यवहार की प्रगति से संबंधित है। जिसे निर्धारण मापनी द्वारा प्रस्तुत किया जाता है। यह मापनी (Scale) सामान्यतया: 0,1,2,3,4,5, या 0 से 7 आदि होती है।

6. **संचित अभिलेख (Cumulative Records) :** विद्यालय के छात्रों को व्यक्तिगत संबंधी तथ्यपरक जानकारी देने के लिए अभिलेख रचना, मूल्यांकन हेतु आवश्यक है । आकस्मिक अभिलेख या घटनावृत्त/कथापूर्ण प्रपत्र (Anecdotal Record) द्वारा किसी छात्र का कोई विशेष व्यवहार हुआ हो उसका अभिलेख (औपचारिक मूल्यांकन) रखा जाता है। छात्रों की डायरियाँ (दैनन्दिनी), शिक्षक द्वारा तैयार किया हुए घटनावृत्त तथा संचित अभिलेख पत्र भी मूल्यांकन के महत्त्वपूर्ण साधन है। छात्रों को उनकी श्लाघा (Appreciation) रूचि, मनोवृत्ति, व्यक्तिगत एवं सामाजिक समस्याओं का पता चलता है।

7. **छात्र उत्पादित साधन (Pupils Products)** : छात्रों द्वारा बनाई गई वस्तुएँ, तस्वीरें, चार्ट्स, मॉडल व संग्रह आदि छात्र उत्पादित साधन कहलाते है जिनके द्वारा छात्रों की रूचियों एवं रूझानों का पता चलता है ।

8. **सामयिक जाँच–पत्र (Periodical Test)** : छात्रों की समय–समय पर होने वाली उपलब्धि का ज्ञान करने के लिए सामयिक जाँच–पत्रों के माध्यम से सामयिक जाँच का आयोजन किया जाता हैं। यह सम्पूर्ण व अन्तिम परीक्षा नहीं होती है। इसमें छात्र की व्यक्तिगत जानकारी हेतु अभिलेख रखा जाता है इसमें छात्र की मौखिक लिखित अभिव्यक्ति की जाँच की जाती है तथा प्रायोगिक शक्ति एवं कौशलों का अनुमान लगाया जाता है।

9. **व्यक्तिवृत्त अध्ययन (Case study)** : किसी बालक की विलक्षणता व पिछड़ेपन को समझने हेतु परिवार से, इष्ट–मित्र, भाई–बहिन, रिश्तेदारों से सावधानी–पूर्वक सूचनाएँ संग्रहित की जाती है तथा सम्बन्धित व्यक्ति को विश्वास में लेकर ही तथ्यों की जाँच की जाती है जिससे छात्र की कठिनाइयों के कारण ज्ञात हो जाते है और फिर इन कठिनाइयों को दूर करने की योजना बनाई जाती है।

10. **समाजमिति (Sociogram)** : मनुष्य एक सामाजिक प्राणी है और जैसा व्यवहार समाज में रहकर वह करता है उसका मूल्यांकन भी उसके द्वारा व्यक्त परिस्थिति विशेष के व्यवहार से किया जा सकता है। सजीव परिस्थितियाँ बालक की मनोवृत्तियाँ को यथासम्भव प्रकट कर देती हैं तथा क्रिया–प्रतिक्रिया के स्वरूप का निर्धारण भी करती हैं, जिन्हें देखकर उनका वर्गीकृत मूल्यांकन सम्भव है। समाजमिति विधि द्वारा व्यक्ति का समाज में क्या स्थान है, यह पता लग सकता है। एण्ड तथा विलि के अनुसार, "समाजमिति एक रेखाचित्र है जिसमें कुछ चिन्ह और अंक

किसी सामाजिक समूह के सदस्यों द्वारा सामाजिक स्वीकृति या त्याग को प्रदर्शित करने के लिए प्रयुक्त होते है। समाजमिति द्वारा एक समूह के सदस्यों में पारस्परिक मित्रता का पता लगाया जा सकता है।

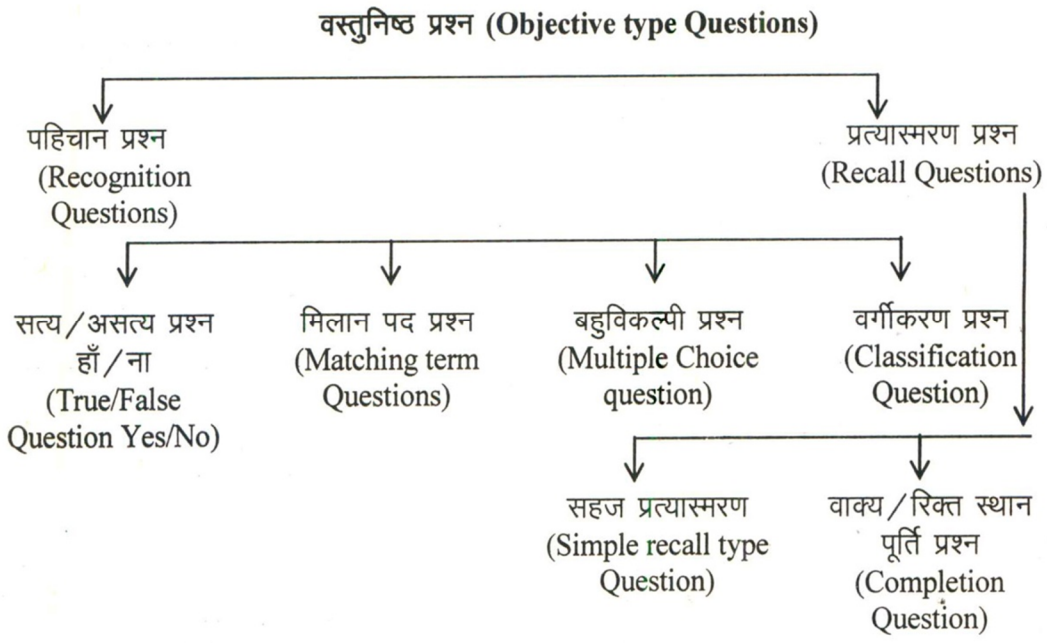
(ब) लिखित परीक्षाएँ (Written Examination) – ये परीक्षाएँ ऐसे परीक्षणों के माध्यम से होती है जो कि वस्तुनिष्ठ होने चाहिये। इन परीक्षाओं को सामान्यत: विज्ञान मंष उपलब्धि परीक्षण कहते है। ये प्रमापीकृत तथा शिक्षक द्वारा निर्मित दोनों ही प्रकार के होते है। इन परीक्षाओं को पाक्षिक, मासिक, त्रैमासिक, अर्द्धवार्षिक छमाही और वार्षिक परीक्षा के रूप में आयोजित किया जाता हैं। परम्परागत में प्रयुक्त परीक्षणों में वस्तुनिष्ठता, सत्यता, वैधता, विभेदकारिता व्यापकता जैसे गुणों का अभाव होता है। ये परीक्षाएँ रटने व स्मृति पर आधारित होती है। विषय–वस्तु में पारंगति के स्थान पर परीक्षा परिणाम इसका परम लक्ष्य रहा है। गत–शताब्दी के अन्तिम तीन दशकों में इस दिशा में क्रान्तिकारी परिवर्तन हुए है। जिसे फलस्वरूप व्यापक पद मूल्यांकन का प्रयोग किया गया है। जिससे परीक्षण पदों के नवीन संवर्गों का उद्विकास हुआ है। ये परीक्षण पद छोटे तथा सरल होते हैं, प्रश्न पत्र में ही उत्तर लिखने की व्यवस्था होती है।

8.9 वस्तुनिष्ठ प्रश्न (Objective Type Test)

निबंधात्मक प्रश्नों के अतिरिक्त प्रश्नों की नवीन शैली है जिससे पदों के नवीन संवर्गों का उद्विकास हुआ है ये परीक्षण पत्र छोटे तथा सरल होते है तथा विषय वस्तु पर आधारित होते है। ये परीक्षण तकनीकी दृष्टि से अपेक्षाकृत अधिक विश्वसनीय होते है। वस्तुनिष्ठ परीक्षण से अभिप्राय ऐसे परीक्षणों से जिनमें सम्मिलित प्रत्येक प्रश्न का केवल एक ही उत्तर होता है। यदि परीक्षार्थी उसका उत्तर सही नहीं देता तो शून्य अंक मिलता है। वस्तुनिष्ठ प्रश्न पाठ्यक्रम के अधिक से अधिक भाग का प्रतिनिधित्व करते है। जिससे छात्र सम्पूर्ण पाठ्यक्रम को समझने का प्रयास करता है। रटने की प्रवृत्ति कम होती है। इन प्रश्नों में व्यवस्थित व गहन अध्ययन पर अधिक बल दिया जाता है। अधिकांश प्रश्न अवबोध (Understanding) ज्ञानोपयोग (Application) कौशल (Skill) उद्देश्यों पर आधारित होते है। ये प्रश्न अध्यापक निर्मित, या प्रमापीकृत परीक्षण किसी भी प्रकार के हो सकते हैं। परीक्षा को वस्तुनिष्ठ निष्पक्ष बनाने के लिए विद्यार्थियों की तर्क क्षमता, बुद्धिलब्धि, स्मरण शक्ति, आत्मविश्वास, निर्णय शक्ति, वैज्ञानिक दृष्टिकोण जांचने के लिए प्रतियोगी परीक्षाओं में वस्तुनिष्ठ प्रश्नों को अधिक महत्त्व दिया जाता है। इस परीक्षण द्वारा कुरूपण व मन्द बुद्धि बालकों में अन्तर करना आसान होता है।

8.9.1 वस्तुनिष्ठ प्रश्नों के प्रकार (Types of Objective type Question)

वस्तुनिष्ठ प्रश्नों में विविधता होती है। प्रश्न पत्र में ही प्रश्नों के साथ उत्तर लिखने की व्यवस्था होती है। वस्तुनिष्ठ प्रश्न विभिन्न प्रकार के होते हैं उनमें से प्रमुख अधोलिखित है –



मुख्यतया इन पदों को निम्न रूप में प्रयोग किया जाता है –

1. निश्चित अनुक्रियात्मक पद (Fixed response items) या वस्तुनिष्ठ पद (Objective items) – सभी विज्ञान विषयों में ऐसे प्रश्न पदों का अधिक प्रचलन है। इस वर्ग में बहु विकल्पीय पद अधिक प्रचलित है। इसका प्रमुख अंग स्टेट (Stem) है । इसमें चार अथवा पांच वैकल्पिक उत्तर होते है। इस प्रकार के प्रश्नों में बहु विकल्पीय (multiple choice) एकान्तर प्रत्युत्तर (Alternative response) मिलान (Matching) वर्गीकरण (Classification), प्रत्यास्मरण (Simple recall) रिक्त स्थान की पूर्ति (Completion) प्रमुख है।

वस्तुनिष्ठ प्रश्न (Objective type question)

I. अनेक विकल्पों में से सही विकल्प को चुनिए –

1. अमोनिया गैस को पानी के विस्थापन विधि द्वारा एकत्रित करते है क्योंकि :–
   (अ) यह पानी से भारी है
   (ब) यह पानी में घुलनशील है
   (स) यह पानी में अघुलनशील है
   (द) यह पानी में क्षारीय है
2. आवर्त सारणी का आवर्त नियम दिया है –

अ) बोर ने (ब) मोजले ने (स) न्यूटन ने (द) मैण्डलिफ ने

II. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए (Completion type)

1. शुष्क सेल में जस्ते की बेलनाकार बर्तन **ऋण एलेक्ट्रोड** का कार्य करता है।
2. सोडियम कार्बोनेट का रासायनिक सूत्र Na_2CO_3 है।

III. तुलना या क्रमबद्धता वाले प्रश्न (Matching type)

नीचे लिखे स्तम्भ एक का मिलान स्तम्भ दो से कीजिए –

स्तम्भ (1)	स्तम्भ (2)
(अ)वायुमण्डल में ऑक्सीजन होती है	.00005%
(ब)वायुमण्डल में नाइट्रोजन होती है	20.95%
(स)वायुमण्डल में हाइड्रोजन होती है	1%
(द) दूसरी गैसे होती है	78.09%

2. मुक्त अनुक्रिया पद (Free response items)

इस प्रकार के प्रश्नों में लघुत्तरात्मक एवं निबन्धात्मक प्रश्न होते है। इन प्रश्नों के उत्तर देने में विद्यार्थी के बोध स्तर एवं उपयोजन कौशल का प्रयोग करते है। इसके द्वारा विद्यार्थी के चिन्तन स्तर की जाँच होती है।

लघुत्तर प्रश्न (Short Answer Type)

1. फॉस्फोरस पृथ्वी में किस यौगिक के रूप में मिलता है?
2. कुचालक किसे कहते है?

निबन्धात्मक प्रश्न (Essay type)

1. चालक एवं कुचालक पदार्थो को परिपथ बनाकर समझाइये।
2. प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैसे बनाने की विधि का वर्णन कीजिए तथा रासायनिक क्रिया को लिखिए। हाइड्रोजन व हाइड्रोजन पर ऑक्साइड के अन्तर को स्पष्ट कीजिए।

अतिलघुत्तरात्मक (Very Short Type)

इस प्रकार के प्रश्नों में अपसारी (Detergent) और अभिसारी (Convergent) बोध चिन्तन स्तर की जाँच होती है।

1. चालक पदार्थ के उदाहरण दीजिए ।
2. एल्यूमिनियम को प्राप्त करने में क्रायोलाइट की क्या उपयोगिता है?

सूचना माँग पद (Information & Demanding Items)

ऐसे प्रश्नों में परीक्षार्थी से वांछित सूचनाएँ प्राप्त की जाती है। इसके साथ ही क्यों, कैसे प्रश्न भी इसमें पूछे जा सकते है।

जैसे – रसायन विज्ञान मानव के लिए अभिशाप नहीं, अपितु वरदान है।

उदाहरणों की सहायता से इस कथन पर अपना मत स्पष्ट कीजिए।

प्रायोगिक कार्य का आंकलन – नवीं, दसवीं कक्षा के विद्यार्थी के लिए प्रायोगिक परीक्षा की व्यवस्था मात्र औपचारिकता के रूप मे की गई है। इसमें बाह्य मूल्यांकन की कोई व्यवस्था नहीं की गई है, आन्तरिक मूल्यांकन की परीक्षा प्रमुख है। इसकी आधारभूत मान्यता यह है कि शिक्षक वर्ष भर विद्यार्थी के सम्पर्क में रहता है तथा उसके प्रायोगिक कौशलों के विकास से निरन्तर परिचित रहता है। मूल्यांकन निश्चित समय पर न होकर निरन्तर अधिगम के साथ–साथ होता हैं जिसमें विज्ञान से सम्बन्धित अनेक क्रियाकलाप सम्मिलित रहते हैं प्रायोगिक कार्य के द्वारा परीक्षार्थी के केवल कौशलों की जाँच ही नहीं की जाती है अपितु अभिवृत्तियों, रूचियों की भी जाँच की जाती है।

इस परीक्षा में, विज्ञान के अध्ययन के लिए प्रोजेक्ट, वाद विवाद प्रायोगिक कार्य विज्ञान क्लब, विज्ञान प्रदर्शनी, मेलों तथा पर्यटन का अधिक महत्त्व है। इस प्रकार विज्ञान के प्रायोगिक कार्य के आंकलन में निम्नलिखित बातें प्रमुख हैं –

1. प्रयोगशाला में किये गये दैनिक कार्यों का मूल्यांकन।
2. प्रोजेक्ट कार्य का मूल्यांकन।
3. विज्ञान क्लब में किए गए कार्यों का मूल्यांकन।
4. विज्ञान प्रदर्शनी एवं मेलों में, पर्यटन में किए गए कार्यों का मूल्यांकन।
5. प्रयोगों के सूक्ष्म निरीक्षण का मूल्यांकन।
6. प्रायोगिक कार्यों, घटनाओं के रिकार्ड से सम्बन्धित डायरियों द्वारा मूल्यांकन।

रसायन विज्ञान में परीक्षा की प्रायोगिक परीक्षा में कुछ प्रयोग कार्य अभ्यास भी दिए जाते है। जिन्हें दिए गए समय में पूरा करना होता है। जब विद्यार्थी ये कार्य कर रहे होते हैं तब अध्यापक या बाह्य परीक्षक उनका प्रेक्षण करते है तथा कुछ मौखिक प्रश्न भी पूछते है। प्रयोगशाला रिकार्ड जिसमें दैनिक प्रयोगशाला का कार्य किया गया हो, के लिए भी अंक निर्धारित किए जाते है।

कुछ शिक्षक प्रयोग कार्य की परीक्षा के लिए प्रश्न पत्र भी बनाते है । इन प्रश्न पत्रों में रसायन विज्ञान प्रयोग कार्य के लिए आवश्यक (1) उपकरण व रसायनों की सूची तथा (2) परीक्षकों के लिए सामान्य हिदायतें होती है। जिससे बाह्य और आंतरिक परीक्षकों द्वारा परीक्षा के सुचारू रूप से संचालन और विद्यार्थियों के प्रयोग कार्य कौशलों के मूल्यांकन में मदद मिलती है।

आपको रसायन विज्ञान अध्यापक होने के नाते परीक्षा संचालन का कार्य करना पड़ सकता है। अत: माध्यमिक (IX,X) व उच्चतर माध्यमिक (XI,XII) स्कूलों की प्रायोगिक परीक्षा संचालन हेतु (1) परीक्षण प्रश्न पत्र (2) रसायन विज्ञान प्रयोग कार्य में आवश्यक उपकरण और रसायनों की सूची (3) परीक्षकों के लिए आवश्यक हिदायतें (4) प्रश्न पत्र की कुंजी आदि के निर्माण का अभ्यास करना चाहिए।

सारांश – रसायन विज्ञान के प्रायोगिक कार्य का मूल्यांकन सतत् रूप से चलना चाहिये। जिससे विद्यार्थी के व्यक्तित्व के विकास का सम्पूर्ण चित्र अध्यापक के सामने रहे तथा वह प्रत्येक विद्यार्थी द्वारा किये गए रसायन विज्ञान सम्बन्धी विभिन्न कार्यों में उनकी निपुणता,रूचि, अभिरुचियों, अभिवृत्तियों तथा चरित्र निर्माण सम्बन्धी विशेषताओं को जान सकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. वस्तुनिष्ठ प्रश्न कितने प्रकार के होते हैं।
2. रसायन विज्ञान प्रयोग कार्य संचालन के लिए किन–किन समग्रियों की आवश्यकता होती है।
3. आप रसायन विज्ञान प्रयोग कार्य मे विद्यार्थियों की प्रयोग कार्य कापियों का आंकलन क्यों करते हैं?

8.10 रसायन विज्ञान शिक्षण में परीक्षण निर्माण का प्रक्रम (Procedure of Test Construction in Chemistry)

जैसा कि विदित है कि रसायन विज्ञान शिक्षण में उपलब्धि परीक्षण शिक्षक द्वारा निर्मित होते हैं या प्रमापीकृत होते है। इन दोनों के निर्माण की प्रक्रिया के अग्रलिखित सोपान है –

1. परीक्षण डिजाइन (Design of the test)
2. ब्ल्यू प्रिन्ट बनाना (Preparation of Blue print)
3. परीक्षण पद बनाना (Writing test items)
4. पद विश्लेषण तालिका (Item Analysis table)
5. अंक कुंजी (Scoring key)
6. परीक्षण फलांकन (Analysis of the Scores)
7. निष्कर्ष एवं प्रतिपुष्टि (Conclusion and feedback)

1. अभिकल्प या परीक्षण का डिजाइन बनाने में निम्नांकित आयामों की दृष्टि से सामान्य नीति निश्चित की जाती है।

1. उद्देश्यों की दृष्टि से अंक भार (Weightage to objectives)
2. विषयवस्तु की दृष्टि से अंकभार (Weightage to content)
3. प्रश्नों के प्रकार की दृष्टि से अंकभार (Weightage to different form of questions)
4. विकल्पों की योजना (Science of options)
5. खण्डों की योजना (Schemes of sections)

इकाई परख बनाते समय केवल चार उद्देश्यों ज्ञान, अवबोध ज्ञानोपयोग और कौशल का ही अंकभार निश्चित किया जाता है क्योंकि लिखित परीक्षा द्वारा इन उद्देश्यों की जाँच संभव है। अभिरूचियों, अभिवृत्तियों आदि की जाँच लिखित परीक्षा द्वारा सामान्यत: संभव नहीं होती है।

(i) उद्देश्यों की दृष्टि से अंकभार (Weightage of Marks according to objectives)

तालिका – 1

क्रम संख्या	उद्देश्य	अंकभार	प्रतिशत
1.	ज्ञान	10	40
2.	अवबोध	8	32
3.	ज्ञानोपयोग	5	20
4.	कौशल	2	8
	योग	**25**	**100**

(ii) विषय वस्तु की दृष्टि से अंकभार (Weightage of Marks According to Content)

तालिका – 2

क्रम संख्या	प्रकरण	अंकभार	प्रतिशत
1.	प्रथम	4	16
2.	द्वितीय	5	20
3.	तृतीय	7	28
4.	चतुर्थ	4	16
5.	पंचम	5	20
	योग	**25**	**100**

(iii) प्रश्नों के प्रकार की दृष्टि से अंकभार (Weightage of Marks according to the Form of Question)

तालिका – 3

क्रम संख्या	प्रश्नों का प्रकार	अंकभार	प्रश्न संख्या	प्रतिशत
1.	वस्तुनिष्ठ प्रश्न	9	9	36
2.	अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न	4	2	16
3.	लघुत्तरात्मक प्रश्न	8	4	32
4.	निबन्धात्मक प्रश्न	4	1	16
	योग	25	16	100

2. ब्लू प्रिंट या रूपरेखा का निर्माण (Preparation of Blue Print) – उपरोक्त नियोजन के अनुसार प्रश्न–पत्र बनाने की दिशा में दूसरा मुख्य पद रूपरेखा बनाना है। रूपरेखा उस त्रिआयामी सारणी का नाम है जिसमें अभिकल्प (परीक्षण के डिजाइन) के अनुसार उद्देश्य, विषय–वस्तु, प्रश्नों के प्रकार एवं विकल्प को ध्यान में रखकर प्रश्न पत्र की सम्पूर्ण रूपरेखा बनाई जाती है। इसमें उद्देश्य, विषय–वस्तु और प्रश्नों का आकार–प्रकार एक साथ लिखे जात हैं। यह रूपरेखा निम्नानुसार हो सकती है।

प्रश्न पत्र की रूपरेखा या ब्ल्यू प्रिंट

उद्देश्य	ज्ञान				अवबोध				ज्ञानोपयोग				कौशल				अंको का योग
प्रश्नों के प्रकार / विषयवस्तु प्रकरण	व.	अ. ल.	ल.	नि.	व.	अ. ल.	ल.	नि.	व.	अ. ल.	ल.	नि.	व.	अ. ल.	ल.	नि.	
प्रथम	1(1)								1(1)	2(1)							4
द्वितीय	1(1)				1(1)		2(1)		1(1)								5
तृतीय	1(1)			4(1)	1(1)				1(1)								7
चतुर्थ		2(1)					2(1)										4
पंचम	1(1)						2(1)							2(1)			5
योग	**10**				**8**				**5**				**2**				**25**

संकेतो का स्पष्टीकरण – व. – वस्तुनिष्ठ प्रश्न ल. – लघुत्तरात्मक
अ. ल. – अति लघुत्तरात्मक नि. – निबन्धात्मक

निर्देश : प्रश्नों के अंक कोष्ठक के बाहर एवं प्रश्न संख्या कोष्ठक के अन्दर हैं।

उक्त रूपरेखा में उद्देश्यों के खण्डों तथा प्रकरणों के खण्डों का योग अभिकल्प में निर्धारित अंक भार के अनुसार है। प्रश्नों के प्रकार का योग भी अभिकल्प के अनुसार है। इस प्रकार रूपरेखा, अभिकल्प का क्रियात्मक पक्ष है।

प्रश्नों का निर्माण (Preparation of Questions) – रूपरेखा तैयार करने के पश्चात् प्रश्नों का निर्माण किया जाता है। सर्वप्रथम पहले प्रकरण में विभिन्न उद्देश्यों के अन्तर्गत जिस प्रकार के प्रश्न बनाने होते हैं, बनाए जाते हैं। इसी प्रकार अन्य प्रकरणों के अन्तर्गत प्रश्न बनाए जाते हैं।

प्रश्न–पत्र का सम्पादन (Editing of the paper) – सभी प्रकरणों के अन्तर्गत प्रश्न बना लेने के पश्चात् एक–एक प्रकार के प्रश्नों को एक साथ लिख लिया जाता है। जैसे वस्तुनिष्ठ प्रश्नों को एक साथ, अति लघुत्तरात्मक प्रश्नों को एक साथ आदि। अब इन प्रश्नों से पहले पूर्णांक, समय व उत्तर सीमा सम्बन्धित महत्वपूर्ण निर्देश लिख दिए जाते हैं और प्रश्न–पत्र का स्वरूप दे दिया जाता है। इस प्रकार सभी कार्य हो जाने पर इसे छापने के लिए दे दिया जाता है।

उत्तर–तालिका एवं अंकयोजना (Construction of the Scoring Key) – प्रश्न पत्र बनाकर उत्तर तालिका या अंक योजना बनाई जाती है। उत्तर तालिका बना लेने से एक से अधिक परीक्षक हो तो भी जांचने में समानता रखना संभव होता है। इससे जांचने की प्रक्रिया तर्क संगत एवं वैज्ञानिक हो जाती है।

प्रश्नवार विश्लेषण पत्रक तैयार करना (Preparation of Questionwise analysis) – प्रश्नवार पत्र बनाने के कार्य को वैज्ञानिक बनाने की दृष्टि से प्रश्नवार विश्लेषण पत्रक तैयार किया जाये। इसका प्रारूप निम्नानुसार होता है -

प्रश्नवार विश्लेषण पत्रक

क्रम संख्या	उद्देश्य	विशिष्टीकरण	प्रकरण	प्रश्न प्रकार	अंक	समय	कठिनाई का स्तर
1	2	3	4	5	6	7	8

इस प्रकार नील पत्र को आधार बनाकर एक आदर्श प्रश्न पत्र का निर्माण किया जा सकता है।

8.11 प्रश्न पत्र निर्माण मे सावधानियाँ (Precautions in Preparing test Items)

परीक्षाओं में प्रश्न पत्र की भाषा सरल व बोधगम्य तथा स्पष्ट होनी चाहिये तथा उद्देश्य आधारित प्रश्नों का निर्माण किया जाना चाहिये । प्रश्न–पत्रों में निर्देश स्पष्ट रूप से दिए जाने चाहिये। प्रश्न पत्र में विभेदकारिता को प्रमुखता दी जानी चाहिये। प्रश्न पत्र का विश्लेषण कर

सुधार प्रस्तावित किए जाए। प्रश्नों में विकल्पों की व्यवस्था की जानी चाहिये तथा प्रश्न व्याकरण की दृष्टि से त्रुटिपूर्ण नहीं हो और प्रश्नों के उत्तर अनुमान पर आधारित भी नहीं होने चाहिए।

कोई भी प्रश्न या प्रश्न का भाग पाठ्यक्रम के बाहर से नहीं लिया जाए। जहां तक हो सके प्रश्न पत्र को निर्धारित पाठ्यक्रम में उल्लेखित प्रकरणों के संपूर्ण शीर्षकों को लेना चाहिये।

सारांश (Summary) –

रसायन विज्ञान के प्रश्न पत्र को बनाते समय शिक्षक को अच्छे प्रश्न पत्र की कसौटियों व परीक्षण निर्माण के चरणों, परीक्षण का अभिकल्पन, खाका निर्माण करना, प्रश्नों की रचना, संयोजन और अनुदेशन को तैयार करने का ज्ञान होना चाहिये और उनका अनुसरण करना चाहिये। रसायन विज्ञान में संज्ञानात्मक (Cognitive) क्षेत्र की सभी योग्यताओं – ज्ञान, अवबोध, ज्ञानोपयोग विश्लेषण, संश्लेषण और मूल्यांकन के लिए बहुविकल्पीय (Multiple choice) परीक्षण पद (Test items), अत्यन्त लघुत्तरात्मक (Very short answer), लघुत्तरात्मक (Short answer), निबंधात्मक (Essay type) प्रश्नों का भी अभ्यास किया करना चाहिये।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. इकाई परख किसे कहते हैं?
2. ब्लू प्रिंट का तात्पर्य क्या है?
3. अध्यापक को ब्लूप्रिंट क्यों बनाना चाहिए?

8.12 शैक्षिक निदान की अवधारणा एवं अर्थ (Concept and Meaning of Educational Diagnosis)

रसायन विज्ञान में छात्र विभिन्न कक्षको (Orbits) में इलेक्ट्रोन के भरने की क्रमबद्धता व उनके ऊर्जा स्तर तथा स्थायित्व (Stability) में सम्बन्ध स्थापित नहीं कर पाते है।

विद्यार्थी तथ्यात्मक सामग्री को सीखने में कठिनाई अनुभव करते है। अत: पाठ को प्रारंभ करने से पूर्व अध्यापक कुछ प्रारम्भिक सामग्री को पढ़ाता है ताकि विद्यार्थी अनुत्तरित प्रश्नों के उत्तर दे सकें जिससे पाठ को समझने में विद्यार्थियों को अधिक समस्याएँ नहीं आती है और यह प्रक्रिया उपचारात्मक मापन (Remedial testing) का एक प्रकार है लेकिन हमेशा अनौपचारिक प्रश्नों द्वारा निदान संभव नहीं होता है। अध्यापक को साक्ष्यों की आवश्यकता होती है। अत: छात्रों से मौखिक या लिखित परीक्षण दिए जाते हैं। प्रश्नों पर विद्यार्थियों की अनुक्रिया के विश्लेषण को समझा जाता है। इसके लिए वह आवश्यक उपचारात्मक उपाय करता है।

मूलतः. 'निदान' (Diagnosis) शब्द का प्रयोग चिकित्सा विज्ञान में रोगी का इलाज करने से पूर्व उसके लक्षणों का पता लगाने के लिए किया जाता है। जिस प्रकार चिकित्सक रोगी का उपचार करने से पहले यह पता करता है कि रोगी को क्या परेशानी (बीमारी) है, कितनी है या बीमारी किस प्रकार की है तत्पश्चात ही डाक्टर उसी बीमारी या परेशानी का उपचार करता है। ठीक उसी प्रकार इन शैक्षिक परीक्षाओं के द्वारा शिक्षक यह जानने का प्रयास करता है कि किसी भी विषय के अध्ययन में छात्रों की क्या–क्या कठिनाइयाँ है? वे कहाँ गलतियां करते है? किस प्रकार की गलती करते हैं? तथा क्यों करते हैं? शिक्षार्थियों की शिक्षण के सम्बन्ध में व्यक्तिगत–

विभिन्नताओं के आधार पर, कठिनाई व समस्याओं को ज्ञात करने की प्रक्रिया "शैक्षिक निदान" कहलाती है।

गुड (Goode) के अनुसार – "निदान का अर्थ है – अधिगम सम्बन्धी कठिनाइयों और कमियों के स्वरूप का निर्धारण करना ।"

योकम व सिम्पसन के अनुसार – "निदान किसी कठिनाई का उसके चिन्हों या लक्षणों से ज्ञान प्राप्त करने की कला का कार्य है। यह तथ्यों के परीक्षण पर आधारित कठिनाई का स्पष्टीकरण है।"

"The diagnostic test is the instrument developed by educational scientists for the purpose of locating difficulties and if possible revealing their causes"

–Yokam and Simpson

निदानात्मक परीक्षण व्यक्ति की जाँच करने के पश्चात् किसी एक या अधिक क्षेत्रों में उसकी विशेषताओं एवं कमियों को व्यक्त करता है। इन परीक्षाओं में उपलब्धि परीक्षणों की भाँति अंक प्रदान नहीं किए जाते है बल्कि एक कमी या गलती के कारणों का पता लगाया जाता है। दूसरे शब्दों में, बालक की स्तरानुकूल अपेक्षित उपलब्धि क्यों नहीं हुई, बालक में कौन–कौन सी अक्षमताएँ है, जिससे वह वांछित योग्यता प्राप्त नहीं कर सकता, बालक किस–किस प्रकरण में कमजोर है? इसकी जाँच करना ही **निदानात्मक परीक्षण (Diagnostic Test)** है। निदानात्मक परीक्षण का प्रमुख लक्ष्य है – बालक की अपेक्षित उपलब्धि में बाधक तत्त्वों की जानकारी प्राप्त करना। इसमें छात्र का हित सर्वोपरि है तथा निदान के बाद उसका **उपचारात्मक शिक्षण (Remedial Teaching)** कराया जाता है।

निदानात्मक परीक्षण (मौखिक/लिखित) द्वारा यह पता लगाया जाता है कि शिक्षार्थी को किसी विषय को समझने में कहीं कठिनाई का अनुभव होती है जिसके कारण वह त्रुटियाँ कर रहा है तथा कमजोरी का क्षेत्र बना हुआ है। इस परीक्षण के माध्यम से किसी विषय के अध्ययन में होने वाली मानसिक प्रक्रिया का पूर्ण विश्लेषण किया जाता है। इसके द्वारा किसी विषय के अध्ययन में प्रभाव डालने वाले प्रत्येक कारक का परीक्षण किया जाता है कि कौन सा कारक शिक्षार्थी को अध्ययन करने में कठिनाई उत्पन्न कर रहा है।

"एक निदानात्मक परीक्षण किसी क्षेत्र विशेष में होशियारी या कमजोरी का एक विस्तृत आरेख उपलब्ध कराता है। यह विस्तृत विश्लेषण सामान्य कमियों के कारणों का सुझाव देता है और उपचारात्मक प्रक्रिया के लिए दिशा प्रदान करता है।

"A diagnostic test undertakes to provide a detailed picture of the strengths and weakness in an area. This detailed analysis suggests causes for general deficiencies and provide a guidance for remedial procedures."

रॉस की निदानात्मक परीक्षण की उपर्युक्त परिभाषाएँ निदानात्मक परीक्षण के अर्थ को स्पष्ट करने के लिए पर्याप्त है। यही अर्थ शिक्षा परिभाषा कोष में दी गयी परिभाषा से निकलता है–"वह विधि जिसमें हर व्यक्ति पर अलग–अलग परीक्षण किए जाने और विभिन्न व्यक्तियों की

अनुक्रियाओं का अलग–अलग परीक्षण किए जाने और विभिन्न व्यक्तियों की अनौन्यक्रियाओ का अलग–अलग मूल्यांकन करके सामान्य निष्कर्षों तक पहुँचा जाए, तो वह 'निदानात्मक परीक्षण' कहलाता है।"

8.13 निदानात्मक परीक्षणों के उद्देश्य
Aims of Diagnostic Tests

निदानात्मक परीक्षण के उद्देश्य निम्नलिखित होते है –

1. शिक्षण–विधियों में समुचित सुधार करना।
2. पाठ्यक्रम में आवश्यक परिवर्तन कर उसे उपयोगी व बाल–केन्द्रित बनाना।
3. उपलब्धि परीक्षण हेतु उचित आधार तैयार करना।
4. मूल्यांकन प्रक्रिया को स्पष्ट, सार्थक व प्रभावी बनाने में सहायता प्रदान करना।
5. 'उपचारात्मक शिक्षण'(Remedial Teaching) को आधार प्रदान करना।
6. शिक्षार्थियों की सूक्ष्मतम कमजोरियों को ज्ञात करना।
7. शिक्षार्थियों की व्यक्तिगत–विभिन्नताओं के प्रभाव को कम करना।
8. अधिगम–अनुभव एवं शिक्षण–अधिगम प्रक्रिया को प्रभावी बनाया जाना तथा आवश्यक सुधार करना।
9. शिक्षार्थियों एवं अभिभावकों को उचित निर्देश प्रदान करना।
10. शिक्षार्थियों की विषय सम्बन्धी समस्याओं, कठिनाइयों को ज्ञात करना।
11. पिछड़े बालकों की पहचान करना।
12. मूल्यांकन प्रक्रिया को प्रभावशाली बनाने हेतु मूल्यांकन पद्धतियों में परिवर्तन करना।
13. उपलब्धि परीक्षण हेतु परीक्षण पदों के प्रकार निर्धारित करने में सहायता देना।
14. छात्रों की कमियों एवं अच्छाइयों के आधार पर शैक्षिक एवं व्यावसायिक निर्देशन (Vocational Guidance)देना।

8.14 उपलब्धि एवं निदानात्मक परीक्षणों में अन्तर
(Difference between Achievement and Diagnostic Test)

उपलब्धि परीक्षण (Achievement Tests)	निदानात्मक परीक्षण (Diagnostic Tests)
1. इन परीक्षणों के माध्यम से छात्र की विषय विशेष की योग्यता का मापन किया जाता है (छात्र कितना जानता है।)	1. इन परीक्षाओं का उद्देश्य ऐसे कारकों तथा त्रुटियों की खोज करना है जो छात्र की विषय विशेष की प्रगति में बाधक है। (छात्र कितना नहीं जानता है।)
2. इन परीक्षणों के परिणामों के आधार पर परीक्षक अथवा अध्यापक छात्र की भविष्य	2. इन परीक्षणों के परिणामों के आधार पर अध्यापक छात्रों की कमजोरियां एवं

की चयन प्रक्रिया, नियोजन, कक्षोन्नति अथवा वर्गीकरण प्रक्रिया को सुनिश्चित करता है।	कठिनाइयों के निवारण हेतु उपचारात्मक (Remedial) शिक्षण की व्यवस्था करता है।
3. इन परीक्षणों का विषय क्षेत्र (Content) अत्यन्त व्यापक होता है।	3. इन परीक्षणों का विषय क्षेत्र सामान्यत: कुछ ही कौशलों की प्राप्ति तक सीमित रहता है।
4. उपलब्धि परीक्षणों के मानक (Norms) राष्ट्रीय स्तर पर स्थापित किए गए है।	4. इन परीक्षणों के मानक स्थापित करना यद्यपि असंभव तो नहीं फिर भी मुश्किल अवश्य है। यह सम्भव ही प्रतीत नहीं होता है कि हम पूरे देश के छात्रों की किसी विषय विशेष सम्बन्धी कमजोरियों का एक प्रतिनिधि न्यादर्श (Sampling) प्राप्त कर सकें।
5. इन परीक्षणों के शतांशीय मान तथा ग्रेड तुल्य मानक आसानी से तैयार किए जा सकते है।	5. इन परीक्षणों के लिए ये दोनों ही प्रकार के मानक स्थापित करना सम्भव नहीं है।
6. ये परीक्षण कक्षा के प्रत्येक विद्यार्थी पर प्रशासित किए जा सकते है।	6. ये परीक्षाएँ केवल उन्हीं विद्यार्थियों को दी जाती है जो कक्षा में अपेक्षित प्रगति करने में कठिनाई का अनुभव कर रहे होते हैं।
7. इन परीक्षणों का अंकन, प्रशासन (Marking, Administration) एवं व्याख्या सरल है।	7. इन परीक्षणों का अंकन, प्रशासन एवं व्याख्या अपेक्षाकृत अधिक कठिन है।
8. इन परीक्षणों में समय एवं शक्ति कम मात्रा में व्यय होती है।	8. इन परीक्षणों में समय एवं शक्ति अधिक मात्रा में व्यय होती है।
9. इन परीक्षण के सफलतापूर्वक प्रयोग के लिए अध्यापक को किसी विशेष प्रकार के प्रशिक्षण की आवश्यकता नहीं पड़ती।	9. इन परीक्षणों के सफलतापूर्वक प्रयोग के लिए विशेष प्रकार के प्रशिक्षण की आवश्यकता होती है।

8.15 रसायन विज्ञान में नैदानिक परीक्षण (Diagnostic test in Chemistry)

जब रसायन विज्ञान के शिक्षक कक्षा में अध्यापन कार्य करते हैं तब प्रकरणों को प्रस्तावित करने से पहले कुछ प्रश्न पूछते है। इन प्रश्नों से पाठ के लिए पूर्व ज्ञान का परीक्षण होता है। जब तक बच्चों को यह पूर्व ज्ञान नहीं होगा तब तक पाठ में जो कुछ पढ़ाया जाएगा नहीं समझ पाएंगे।

इस प्रकार पाठ के पूर्व प्रश्न करना नैदानिक परीक्षण है। छात्र रसायन विज्ञान में विभिन्न तत्त्वों के संकेत व परमाणु भारों को याद नहीं रख पाते हैं। विभिन्न यौगिकों का IUPAC के अनुसार नामांकन नहीं कर पाना, तत्त्वों की संयोजकता ज्ञात नहीं कर पाना, एवं तत्त्वों के गुणों को आवृर्तिता (Periodicity) के अनुसार स्पष्ट नहीं कर पाते है। उपरोक्त सभी उदाहरण रसायन विज्ञान विषय में विद्यार्थियों की कमजोरियाँ हैं अत: रसायन विज्ञान के अध्यापक के लिए विद्यार्थियों में इन कमजोरियों का निदान करना चाहिये व उपचारात्मक शिक्षण द्वारा इन्हें दूर करना चाहिये।

8.16 उपचारात्मक शिक्षण (Remedial Teaching)

शैक्षिक निदान व उपचारात्मक शिक्षण एक ही सिक्के के दो पहलू हैं।उपचार के पूर्व सही निदान होना आवश्यक है, तभी आसानी से प्रभावी उपचार सम्भव है। अत: शैक्षिक उपचार से पूर्व निदानात्मक परीक्षण किया जाता है जो बालक किन्हीं कारणों से सीखने की क्रिया में पिछड़ जाते है, और अपेक्षित प्रगति नहीं कर पाते हैं, उनकी कमजोरियों को ज्ञात करने के पश्चात् उन्हें दूर करने के लिए उपचारात्मक शिक्षण कहते हैं। उपचारात्मक परीक्षण का लक्ष्य सुधारात्मक होता है। उपचारात्मक शिक्षण प्रक्रिया वहाँ से प्रारम्भ की जानी चाहिये जहाँ से त्रुटिपूर्ण अधिगम प्रारम्भ हुआ है। इस प्रकार है–

रसायन विज्ञान विषय में उपचारात्मक शिक्षण की पद्धति

1. कक्षा शिक्षण
2. सामूहिक प्रबोधन शिक्षण
3. व्यक्तिगत प्रबोधन शिक्षण
4. पर्यवेक्षण प्रबोधन शिक्षण
5. प्रयोगात्मक प्रबोधन वर्ग

1. **कक्षा शिक्षण** में कक्षा कक्ष सभी विद्यार्थियों को जो इकाई या प्रकरण उन्हें समझ में नहीं आ रहा है या इन पाठ या इकाई के उत्तर लिखने में गलती कर रहे है उसे पुन: पढ़ाया जाता है। जिसमें प्रयोग, श्रव्य, दृश्य सामग्री आदि का उपयोग कर इकाई को रूचिपूर्ण व बोधगम्य बनाकर कमी को दूर किया जाता है।

2. **सामूहिक प्रबोधन शिक्षण –** इस शिक्षण में शिक्षक कक्षाओं के उपकक्षाएँ बनाकर परस्पर क्रियाएँ एवं प्रतिक्रियाएँ करवायी जाती है। जिससे छात्रों की अभिव्यक्ति सशक्त होती है । उनमें आत्मविश्वास का विकास होता है।,

3. **व्यक्तिगत प्रबोधन शिक्षण –** यदि किसी विशेष प्रकरण में दो चार छात्र कमजोर है तो उनको व्यक्तिगत शिक्षण, निर्देशन व अभ्यास करवाया जाता है। व्यक्तिगत रूप से छात्रों की त्रुटियों को कम किया जाता है। इस शिक्षण में छात्र स्वत: की गति, योग्यता एवं क्षमता के आधार पर सीखता है।

4. **पर्यवेक्षण प्रबोधन शिक्षण –** इस प्रकार का शिक्षण प्रतिभाशाली छात्रों के लिए उपयुक्त होता है। इसमें विचार विमर्श करते हैं, अपनी समस्याएं प्रस्तुत करते है शिक्षक उनकी समस्याओं का समाधान करते है। कठिन विषयों पर वाद–विवाद करवाया जाता है।

5. **प्रयोगात्मक प्रबोधन शिक्षण –** यह क्रियात्मक पक्ष पर अधिक बल देता है। इसमें व्यक्तिगत तथा सामूहिक दोनों रूपों में क्रियाएँ करवायी जाती है। रसायन विज्ञान विषय प्रयोगों व रासायनिक क्रियाओं पर आधारित है।

रसायन विज्ञान विषय में उपचारात्मक शिक्षण या अध्ययन करते समय निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिए।

1. कक्षा में विषय से संबन्धित समस्याओं को हल करते समय छात्रों का ध्यान विशेष रूप से उन प्रत्ययों सिद्धान्तों, प्रक्रियाओं आदि की ओर खींचा जाये जिनमें छात्र अधिकतर त्रुटियां करते हैं, जैसे – तत्त्वों के प्रतीक लिखना, रसायनिक समीकरणों को सन्तुलित करना, संयोजकता ज्ञात करना आदि।
2. अध्यापक द्वारा छात्रों को कक्षा में तथा कक्षा के पश्चात आवश्यकतानुसार व्यक्तिगत परामर्श देकर रसायन विज्ञान को सीखने में सहायता दी जानी चाहिए।
3. छात्रों के लिखित कार्य, समीकरण बनाना, सूत्र बनाना, चित्र बनाना, नामांकन करना आदि में सुधार कर त्रुटियाँ दूर करने का प्रयास करना चाहिए।
4. छात्रों को शुद्ध एवं स्पष्ट लिखने की व चित्र बनाने की आदत डाली जाये। आवर्त सारणी कण्ठस्थ करवायी जाए, प्रतीकों का अभ्यास करवाया जाए।
5. प्रयोग आदि करके दिखाया जाए फिर छात्रों को उपकरणों का उपयोग करने दिया जाये।
6. रसायन विज्ञान में अनुमापन मूलकों का परीक्षण, क्रियात्मक समूह परीक्षण, जल की कठोरता सम्बन्धी प्रयोग, गैसों का निर्माण, पदार्थो का पृथक्करण आदि प्रयोगों को करने को अभ्यास करवाना चाहिये।
7. छात्रों को सोचने एवं तर्क करने के लिए कक्षा में पर्याप्त अवसर देने चाहिए।
8. रसायन विज्ञान के प्रयोग, अभ्यास तथा विभिन्न प्रत्ययों, सिद्धान्तों प्रक्रियाओं आदि का विवेचन। जिससे उनमें आत्मविश्वास की भावना का विकास हो सके एवं सर्वेक्षण स्वयं करने के अवसर देना चाहिये।

प्राथमिक स्तर पर बच्चे भौतिक–जैविक पर्यावरण तथा सामान्य विज्ञान पढ़ते हैं। जिसमें कुछ अध्यायों में प्रारम्भिक तौर पर विभिन्न तत्त्वों के प्रतीक (Symbol), परमाणु संचरना आदि की सामान्य जानकारी होती हैं। माध्यमिक स्तर पर रसायन विज्ञान विषय का स्तर बढ़ता है और बच्चों को उसे समझने में कठिनाई होती है। अत: X की कक्षा मे विज्ञान अध्यापक को यह जानना आवश्यक है कि विद्यार्थियों को IX के लिए पूर्व ज्ञान है या नहीं। इस हेतु IX व X कक्षाओं में नैदानिक परीक्षण लिया जाना चाहिये। यही प्रक्रिया XI व XII कक्षाओं के लिए भी आवश्यक है।

सारांश –

निदान के उपरान्त ही उपचारात्मक शिक्षण कराया जाता है। उपचारात्मक शिक्षण की विभिन्न पद्धतियाँ है। उन पद्धतियों के माध्यम से विद्यार्थियों की कमियों का उपचार किया जाता

है। प्रत्येक कक्षा के प्रारम्भ में विज्ञान अध्यापक को नैदानिक परीक्षण लेना आवश्यक होगा। यदि संबंधित अध्यापक आवश्यक उपचारात्मक उपाय करेंगे, तो बच्चे रसायन विज्ञान को समझेंगे और उस विषय के अध्ययन में आनन्द लेंगे।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. नैदानिक परीक्षण क्यों आवश्यक हैं?
2. उपचारात्मक शिक्षण की विभिन्न पद्धतियां कौन–कौन सी हैं?
3. अपनी कक्षा में धीमी गति से सीखने वाले विद्यार्थियों की पहचान किस प्रकार करेंगे? और
4. उनको रसायन विज्ञान विषय किस प्रकार पढ़ाएंगे?

8.17 रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रश्न बैंक (Question Bank in Chemistry Teaching)

परीक्षा प्रणाली के दोषों को दूर करने के सम्बन्ध में अनेक आयोगों, समितियों, शिक्षाविदों तथा अनुसन्धानकर्ताओं ने समय–समय पर विचार किया है तथा उन्होंने आन्तरिक व सतत् मूल्यांकन करने, अंकों के स्थान पर ग्रेड प्रणाली अपनाने, विकल्पों को समाप्त करने, प्रश्न बैंकों का निर्माण करने, सपुस्तक परीक्षा (Open book examination) अपनाने, परीक्षाओं का विकेन्द्रीकरण करने जैसे सुझाव दिए है। नवीन शिक्षा नीति 1986 (New education policy, 1986) ने भी परीक्षा को शिक्षा प्रक्रिया का अभिन्न अंग स्वीकार किया है तथा परीक्षाओं को शिक्षा की गुणात्मक उन्नति के लिए एक सुदृढ़ शैक्षिक व्यूह रचना के रूप में प्रयुक्त करने पर बल दिया है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति में यह स्पष्ट किया गया है कि परीक्षा प्रणाली को इस प्रकार से पुनर्गठित करना होगा जिससे मूल्यांकन वैध तथा विश्वसनीय ढंग से किया जा सके। वर्तमान परीक्षा प्रणाली प्रश्न पत्र में पूछे गए प्रश्नों पर आधारित है। अत: प्रश्न पत्र का निर्माण उद्देश्यों के अनुसार किया जाना चाहिये किन्तु यह देखा गया है कि अधिकतम प्रश्न ज्ञानात्मक उद्देश्य की ही पूर्ति करते है जिससे बच्चे विषयवस्तु को रटते है तथा प्रश्न पत्र सम्पूर्ण विषय वस्तु व कार्य से भी सम्बन्धित नहीं होते है। इन कमियों को दूर करने के लिए आवश्यक है कि परीक्षा में विद्यार्थियों को उत्तम स्तर के तथा उद्देश्य आधारित प्रश्न पत्र दिए जाए एवं उन प्रश्नों का विद्यार्थियों को अभ्यास करवाया जाए। इस हेतु विभिन्न आयोगों व समितियों ने प्रश्न बैंक का सुझाव दिया है और रसायन विज्ञान विषय तर्क चिंतन, उपयोग, संश्लेषण, विश्लेषण जैसे व्यावहारिक परिवर्तनों से ही सम्बन्धित है।

प्रश्न बैंक वस्तुतः तैयार प्रश्नों का एक समूह (Readymade collection of questions) होता है। प्रश्न बैंक में किसी विशेष विषयवस्तु अथवा प्रकरण की विभिन्न इकाईयों पर अनेक प्रश्नों को तैयार करवाया जाता है। ये प्रश्न अध्यापक, प्रश्न पत्र निर्माताओं व छात्रों तीनों को लाभ पहुँचाते है। प्रश्न बैंक किसी प्रकरण विषय पर संभावित प्रश्नों का वृहद् समूह है

जो शिक्षण अधिगम को तथा परीक्षा को शैक्षिक निर्देशन प्रदान कर सकता है। प्रश्न बैंक में प्रश्नों का संकलन विषय विशेषज्ञों एवं प्रशिक्षित, अनुभवी अध्यापकों द्वारा किया जाता है।

प्रश्न बैंक में अग्रलिखित प्रकार के प्रश्न सम्मिलित होते हैं :–

1. वस्तुनिष्ठ प्रश्नों का बैंक (Bank of objective type question)
2. लघुत्तर प्रश्नों का बैंक (Bank of short type question)
3. विस्तृत उत्तर प्रश्नों का बैंक (Bank of Detailed Answer Question)
4. मिश्रित प्रश्नों का बैंक (Bank of Miscellaneous Question)

उपर्युक्त प्रकार के प्रश्नों का संकलन सभी कक्षाओं और विषय के लिए किया जा सकता है तथा विषय विशेषज्ञों द्वारा इन्हें प्रमाणित भी करवाया जा सकता है।

प्रश्न बैंक के लाभ (Merits of Question Bank)

1. प्रश्न बैंक से अध्यापक वर्ग अपनी शिक्षण योजना को व्यवस्थित कर सकेंगे।
2. छात्र व्यवस्थित व गहन अध्ययन कर सकेंगे।
3. उद्देश्य आधारित शिक्षण व अधिगम हो सकेगा।
4. प्रश्न बैंक छात्रों को क्या पढ़ना है? अध्यापकों को क्या पढ़ाना है व अध्यापकों को कौन सा तथ्य कैसे पूछना है, के संबंध में सार्थक दिशा–निर्देश प्रदान करेंगे।
5. छात्रों में चिन्तन, तर्क, विचार शक्ति का विकास कर सकेंगे।

प्रश्न बैंक की हानि (Demerits of Question Bank)

1. प्रश्न बैंक बाजार में उपलब्ध हो सकते है जिससे छात्र कक्षा शिक्षण में सक्रिय रूप से भाग नहीं लेंगे।
2. प्रश्न बैंक में भी नकल होने की संभावना रहेगी।
3. प्रश्न बैंक वनवीक सीरीज एवं गाईड में उपलब्ध हो जायेंगे।
4. छात्र प्रश्न बैंकों पर आश्रित होने लगेंगे।

प्रश्न बैंक के दोषों को दूर करने के लिए समय–समय पर विशेषज्ञों की सलाहानुसार प्रश्नों का पुनर्निर्माण करवाया जाना चाहिये तथा नये तथ्यों पर आधारित प्रश्नों का समावेश किया जाना चाहिए। अनावश्यक प्रश्नों को हटाकर छात्रहित में प्रश्नों में संशोधन किया जाना चाहिये। रसायन विज्ञान विषय में प्रश्न बैंक का नमूना प्रस्तुत किया जा रहा है।

रसायन विज्ञान की विषय वस्तु (हायर सैकंडरी स्कूल स्तर तक) (Subject matter of Chemistry upto high school stage)

1. बहुविकल्पीय प्रश्न (Multiple Choice Question)

1. दो तत्वों A तथा B की संयोजकता क्रमश: 5 और 2 है। इन तत्त्वों के रासायनिक संयोग से बने यौगिक का अणुसूत्र होगा –

   (अ) $A\&B_2$ (ब) A_2B_5 (स) AB_5 (द) AB_2 ( )

2. P_4O_{10} में फास्फोरस की संयोजकता है –

   (अ) 2.5 (ब) 10 (स) 5 (द) शून्य ( )

3. एक धातु आक्साइड का सूत्र MO है इसके फास्फेट का सूत्र होगा –

(अ) $M2(Po_4)_3$ (ब) $M(Po_4)_2$

(स) $M2Po_4$ (द) $M3(Po_4)_2$ ( )

4. कार्बन का कार्बन डाइआक्साइड में तुल्यांकी भार होता है –

(अ) 12 (ब) 8 (स) 3 (द) 6 ( )

5. द्रव्य की गैसीय अवस्था में होती है –

(अ) अधिकतम गतिज ऊर्जा (ब) अधिकतम स्थितिज ऊर्जा

(स) न्यूनतम गतिज ऊर्जा (द) न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा

6. निम्न लवणों में संकर लवण है

(अ) $NaKSo_4$ (ब) NaH_2Po_4

(स) K_2So_4, $Al_2(So_4)_324H_2O$ (द) $K_4[Fe(CN)_6]$ ( )

लघुत्तरात्मक प्रश्न (Short answer Question)

1. विद्युत अपघट्य किस प्रकार के आयनों से मिलकर बना होता है?
2. कीपर आयन का रंग कैसा होता है?
3. आयोडीन से टिंचर आयोडीन कैसे प्राप्त करोगे?
4. साबुन क्या है?
5. अम्लराज किसे कहते है?

8.18 खुली पुस्तक परीक्षा (Open book examination)

वर्तमान शिक्षा प्रक्रिया परीक्षा केन्द्रित है। शिक्षण संस्थाओं में अध्ययन–अध्यापन की प्रवृति गौण होती जा रही है। शिक्षक, अभिभावक सभी छात्रों को परीक्षा से अधिक अंक प्राप्त करने पर बल देते है। जिसके फलस्वरूप छात्र भी किसी भी प्रकार से उच्च अंक प्राप्त करने के लिए प्रयासरत रहते है। विद्यार्थियों का अच्छे अंक प्राप्त करना सामान्य कार्य बन गया है। इस गलत प्रवृत्ति ने शिक्षा की नैतिकता व मौलिकता को समाप्त कर दिया है। नकल करने की प्रवृत्ति ने संपूर्ण शिक्षण प्रक्रिया को दूषित कर दिया है।

प्रश्न पत्र समय से पूर्व ही बाजार में उपलब्ध हो जाते है। कोचिंग संस्थानों का महत्त्व बढ़ता जा रहा है। फलस्वरूप छात्रों पर शिक्षकों का नियन्त्रण कम होता जा रहा है। छात्रों में नैतिकता में भी कमी आ रही है। परीक्षा में अनुचित साधनों को अपनाने की प्रवृत्ति बढ़ती जा रही है। परीक्षा में इस अनैतिक कार्य के प्रति शिक्षा से जुड़े हुए लोग चिन्तित है। ये प्रबद्ध वर्ग परीक्षा में आई दूषित प्रवृत्ति को रोकना चाहते हैं। इस दिशा में सुधार हेतु अनेक सुझाव समय–समय पर मिलते रहे हैं।

अनेक शिक्षार्थियों व समितियों ने एक महत्त्वपूर्ण सुझाव खुली पुस्तक परीक्षा प्रणाली (Open book examination system) को लागू करने का दिया है। कुछ शिक्षाविद् इसे नवाचार के रूप में स्वीकार करते है।

खुली पुस्तक परीक्षा में परीक्षा के समय छात्रों को पुस्तकें अपने साथ रखने तथा प्रश्नों के उत्तर ढूंढने में पुस्तकों की सहायता लेने की अनुमति दी जाती है।

खुली पुस्तक प्रणाली के लाभ (Advantage of open book examination system)

1. नकल प्रवृत्ति से छुटकारा प्राप्त हो सकेगा।
2. छात्र गहराई से अध्ययन करेंगे क्योंकि प्रश्न सम्पूर्ण पाठ्यक्रम में से कही से भी पूछे जा सकते है।
3. इस परीक्षा प्रणाली में विद्यार्थियों के चिंतन स्तर व विषय की गहराई से जानकारी का मूल्यांकन संभव हो सकेगा।
4. नैतिक वातावरण उत्पन्न होगा छात्र परीक्षा कक्ष में गम्भीरतापूर्वक परीक्षा दे सकेंगे।
5. छात्रों को व्यावहारिक ज्ञान प्राप्त होगा।
6. छात्रों से संदर्भित पुस्तकें व उच्चस्तरीय पुस्तकों को पढ़ने की प्रवृत्ति विकसित होगी।
7. परीक्षा द्वारा सभी उद्देश्यों की प्राप्ति संभव हो सकेगी।
8. छात्रों में रटने की प्रवृत्ति कम होगी।
9. प्रश्न पत्र का ढांचा नवीन होगा क्योंकि पिछले दशकों में प्रश्न ज्ञान की सीमा में बंध गये है।
10. नवीन प्रकाशित पुस्तकों का स्तर बढ़ेगा तथा छात्र गैस पेपर, वनवीक सीरीज व गाइड पढ़ने की प्रवृत्ति से मुक्त होगे।

यह प्रणाली शिक्षा में नवीनता लायेगी साथ ही शिक्षक एवं विद्यार्थी सुखद होकर शैक्षिक अभिव्यक्ति का विकास करेंगे।

स्पष्ट है कि परीक्षा प्रणाली से शिक्षण व मूल्यांकन स्तर में सुधार होगा लेकिन परीक्षा के लिए प्रश्न पत्रों का निर्माण करना जटिल होगा, प्रश्न मुख्यत: बोध अनुप्रयोग व कौशल के उद्देश्यों पर आधारित निर्मित करने होगे। सम्पूर्ण पाठ्यक्रम पर आधारित गहराई में जाकर मस्तिष्क उद्देलन (Brain Storming), मानसिक मंथन तथा चिंतन स्तर पर आधारित प्रश्न निर्मित करने होंगे।

रसायन विज्ञान में माध्यमिक व उच्च माध्यम स्तर पर प्रश्नों की प्रकृति निम्न प्रकार रख सकते हैं।

1. एक तत्व को आक्सीजन में जलाया जाता है और फलस्वरूप MO यौगिक बनता है यदि तत्व 'M' का क्लोरीन तथा सल्फर से अलग–अलग संयोजित किया जाए, तब उनसे बने यौगिकों का सूत्र लिखें।
2. उन आबंधों के प्रकार बताइये (आयनी है या सह–संयोजक) जब निम्नलिखित परमाणु क्रमांक वाले तत्वों के जोड़े संयोजित किए जाते है।

   (अ) 11 तथा 17 (ब) 6 तथा 17

   (स) 11 तथा 7 (द) 12 तथा 16
3. 12.26 ग्राम $HClO_3$ से आक्सीजन का कितना आयतन प्राप्त होगा?
4. प्रत्येक अवस्था में आबंधन के स्वरूप को लिखे कि वह वैद्युत संयोजक है या सहसंयोजक?
5. H_2S के 40 मोल में H तथा S के कितने परमाणु है?

8.19 सारांश (Summary)

रसायन विज्ञान के शिक्षण में विषयवस्तु और विधियों के बाद महत्त्वपूर्ण कदम मूल्यांकन है, परीक्षा वास्तव में मूल्यांकन नहीं है। इसे आकलन (Assessment) के अधीन रखा जा सकता है। परीक्षा में प्रश्नों को सभी निर्धारित उद्देश्यों संज्ञानात्मक, भावात्मक और मनोगामक पक्षों का परीक्षण करना चाहिये। परीक्षा प्रणाली का निरन्तर और सर्वसमावेशी मूल्यांकन को निश्चित करने में महत्वपूर्ण योगदान रहा है। रसायन विज्ञान में मूल्यांकन का प्रयोजन बालक के समग्र विकास का आकलन करना होता है। इस हेतु प्रेक्षण करने और प्रश्न करना अध्यापक के दो महत्त्वपूर्ण क्रियाकलाप है। रसायन विज्ञान का सैद्धान्तिक प्रश्न पत्र को बनाते समय शिक्षण को अच्छे परीक्षण की कसौटियाँ (वैधता, स्वीकार्यता, विश्वसनीयता) और परीक्षण निर्माण के चरणों (परीक्षण का अभिकल्पन, परीक्षण खाका निर्माण, प्रश्नों की रचना करना, प्रश्नों का संयोजन करना और अनुदेशनों को तैयार करना) का ज्ञान होना चाहिये तथा इनका अनुसरण करना चाहिये।

वस्तुनिष्ठ प्रश्नों के विभिन्न प्रकार है जिनमें से बहु विकल्पीय प्रकार के प्रश्नों में यदि वस्तुनिष्ठ रूप बनाए जाए तो वे अत्यन्त लोकप्रिय और उपयोगी है। अत: रसायन विज्ञान के अध्यापक को संज्ञानात्मक की सभी योग्यताओं ज्ञान, अर्थग्रहण, बहु विकल्प प्रकार के परीक्षण पदों के निर्माण का पर्याप्त ज्ञान होना चाहिये। बहु विकल्प प्रश्नों के अलावा अन्य वस्तुनिष्ठ परीक्षणों और साथ ही साथ अत्यन्त लघुत्तर (Very short answer) लघुत्तर दीर्घ उत्तर (long answer) प्रश्नों का भी अभ्यास करना चाहिये।

रसायन विज्ञान के अध्यापकों को प्रयोगात्मक कार्य परीक्षा का संचालन कैसे किया जाता है? और परीक्षण प्रश्न पत्र, आवश्यक उपकरण और रसायनों की सूची, परीक्षकों के लिए सामान्य हिदायतें और प्रश्न पत्र कुंजी कैसे तैयार की जाती है? आदि का भी अभ्यास करना आवश्यक है।

विद्यार्थियों की प्रगति के अनुवीक्षण करने और अधिगम व उपलब्धि में कमी के कारणों को जानने के लिए नैदानिक परीक्षण व उपचारात्मक उपायों का पूर्ण ज्ञान अध्यापक को होना आवश्यक है। निदान एक क्रिया है, जिसका अर्थ पहचानना, निर्धारित करना, विभेद करना, ठीक पता लगाना आदि है। जिससे व्यक्ति में विशिष्ट अथवा विलक्षण विशेषता को पहचाना जाता है। विद्यार्थियों की कमजोरियों को दूर करने हेतु उपचारात्मक शिक्षण का पूर्णज्ञान व अभ्यास करना भी रसायन विज्ञान अध्यापक के लिए प्रमुख कार्य है।

उच्चतर माध्यमिक स्तर पर छात्रों को स्नातक शिक्षा के लिए तथा जीवन की तैयारी के लिए मूल्यांकन को उच्च स्तरीय बनाना होगा, सतत् और व्यापक मूल्यांकन उत्तीर्ण व अनुत्तीर्ण की समाप्ति तथा बाह्य परीक्षाओं के प्रभाव को कम करना होगा, उच्च माध्यमिक स्तर पर सेमेस्टर प्रणाली का क्रियान्वयन और अंको के स्थान पर ग्रेड प्रणाली लागू करना तथा मूल्यांकन में नवाचार का प्रयोग जैसे प्रश्न बैंक बनाना व खुली पुस्तक परीक्षा प्रणाली हेतु भी कार्य का अभ्यास करना होगा।

8.20 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

1. मूल्यांकन की आवश्यकता एवं महत्त्व पर अपने विचार व्यक्त कीजिए ।
   Give own comments on the need and importance of evaluation.

2. रसायन विज्ञान में प्रचलित मूल्यांकन प्रणाली के सुधार हेतु सुझाव दीजिए ।
   Give suggestion to improve present examination system in chemistry.
3. अध्यापक निर्मित परीक्षण एवं मानक परीक्षण में क्या अन्तर है?
   What is the difference between teacher made test and standardized test?
4. एक आदर्श प्रश्न पत्र निर्माण में किन मुख्य बिन्दुओं को ध्यान मे रखना चाहिये? वर्णन कीजिए।
   What are the main points which should be kept in mind in constructing/framing a model question paper? Describe.
5. ब्लू प्रिंट/आधार पत्र क्या है? उद्देश्य, विषयवस्तु व प्रश्नों को अधिभार देते हुए किसी भी रसायन विज्ञान की इकाई पर पचास अंकों का ब्लूप्रिंट बनाइये।
   What is blue print? Prepare a Blue print of Fifty Marks on any unit of chemistry giving weightage to objectives, content and types of questions.
6. रसायन विज्ञान में प्रायोगिक कार्य पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
   Write short note on the evaluation of practical work in chemistry.
7. निदानात्मक परीक्षण से आप क्या समझते है?
   Explain the concept and meaning of educational diagnosis.
8. उपचारात्मक शिक्षण एवं सामान्य शिक्षण में क्या अन्तर है? तुलना कीजिये ।
   What is the difference between Remedial teaching and general teaching? Compare.
9. शैक्षणिक उपचार के महत्त्व एवं करणीय कार्य स्पष्ट कीजिए।
   Enumerate the importance and functions of educational Remedial Programmed.
10. रसायन विज्ञान प्रश्न बैंक पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
    Write short note on question bank in chemistry?
11. खुली पुस्तक परीक्षा से आप क्या समझते है?
    What do you mean by open book examination?

8.21 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1. Mangle. S. K., Teaching of physical and Life Science,Arya.Book Depot Karol Bagh, New Delhi.
2. Sharma R.C. (2002): Modern Science Teaching Dhanpat Rai and Sons, Naisarak, Delhi.

3. Siddiqui M.N. and Yadav, R.A.,: Teaching of Science at Elementary level, part–I & II Arya.Book Depot Karol Bagh, New Delhi.
4. Agarwal J.C.: Educational Technology Management and Education Vinod Pustak Mandir,Agra
5. Sharma R.A.: Advance Educational Technology Loyal Book Depot Meerut.
6. Mishra D.C.: Chemistry Teaching, Sahitya Prakashan, Science:NCERT Publication, New Delhi.
7. Negi J.S. & Negi Rakshita(2003): Teaching of Chemistry Vinod Pustak Mandir.
8. Teaching of Science:NCERT Publication, New Delhi.
9. Jain S.K.: Chemistry Science and Technology Class–X(2002)
10. Organic Inorganic Chemistry, CBSE Board, New Delhi.

इकाई–9

रसायन विज्ञान की अनुदेशात्मक सामग्री का विकास, पाठ्यपुस्तक तैयारी व मूल्यांकन (Development of Instruction Material in Chemistry,Text Book Preparation and Evaluation)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

9.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

9.1 प्रस्तावना/अनुदेशात्मक सामग्री के रूप मे पाठ्यपुस्तक (Introductions/Text Book as Instructional Material)

9.2 पाठ्य पुस्तक का अर्थ व परिभाषाएं (Meaning and Definitions of Text Book)

9.2.1 पाठ्य पुस्तक का महत्व (Importance of Text Book)

9.3 रसायन विज्ञान शिक्षण मे पाठ्यपुस्तक की भूमिका (Role of Text Book in Chemistry Teaching)

9.3.1 प्रतिपुष्टि किया (Follow – up Action)

9.3.2 शिक्षण अधिगम संसाधन (Teaching Learning Resources)

9.3.3 सूचनाओं का संग्रह (Storage of Information)

9.3.4 मार्ग दर्शक (Guide)

9.3.5 अभिप्रेरणा (Motivation)

9.3.6 अनुदेशक (Instructor)

9.3.7 अनुपूरक (Supplementary)

9.3.8 समन्वयक (Co–coordinator)

9.3.9 मानक (Standard)

9.3.10 संदर्भ सामग्री (Reference Material)

9.3.11 पुनरावृत्ति के लिये साधन (Resources for Revision)

9.3.12 अभ्यास कार्य का स्रोत (Source of Exercise Work)

9.4 अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक तैयार करने हेतु आवश्यक बातें (Essential for preparation of Chemistry Text Book)

9.4.1 लेखक की योग्यता और अनुभव (Abilities and Experience of Author)

9.4.2 विषय वस्तु की प्रकृति व संगठन (Nature and organisation of content)

9.4.3 पाठ्य पुस्तक का गेट–अप (Get–up of Text Book)

9.4.4 कुछ अन्य उपयोगी बातें (Some other useful matter)

9.5 अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन
(Evaluation of Good Chemistry Text Book)
9.5.1 मूल्याकंन हेतु मानदण्ड (Criteria for Evaluation)
9.5.2 मूल्यांकन हेतु पंच पद रेटिंग स्केल (Five point Rating scale for Evaluation)
9.5.3 अंक पत्र मूल्यांकन विधि (Score card Method of Evaluation)
9.6 सुझाव (Suggestions)
9.6.1 राष्ट्रीय स्तर पर (At National level)
9.6.2 राज्य स्तर पर (At State level)
9.7 सारांश (Summary)
9.8 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)
9.9 संदर्भ ग्रन्थ (Reference)

9.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इकाई की समाप्ति पर प्रशिक्षणार्थी–

1. पाठ्य पुस्तक के महत्त्व व अर्थ को जान सकेंगे।
2. रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक की शिक्षण मे भूमिका को जान सकेंगे।
3. अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक का चयन कर सकेंगे।
4. रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन कर सकेंगे।
5. पाठ्य पुस्तक मे सुधार हेतु अपने स्वयं के सुझाव दे सकेंगे।

9.1 अनुदेशात्मक सामग्री के रूप में पाठ्यपुस्तक (Text Book as Instructional Material)

शैक्षिक तकनीकी के विकास के साथ–साथ अनुदेशात्मक सामग्रियों में भी विकास और विस्तार हो रहा है। संख्यात्मक और गुणात्मक दोनों ही दृष्टियों से इन सामग्रियों का विकास हो रहा है। अनुदेशात्मक सामग्रियों को दो भागों में बांटा गया हैं – मुद्रित व अमुद्रित। मुद्रित सामग्री में पाठ्य पुस्तक, शिक्षक मार्गदर्शिका, प्रयोगशाला, नियम पुस्तिका, कार्य पुस्तिका, आंकड़ा पुस्तिका, पत्र–पत्रिकाएं पम्पलेट और अनुपूरक पठन सम्मिलित है। अमुद्रित सामग्रियों में मुख्यत: श्यामपट्ट, ग्राफ, चार्ट, फ्लेनल बोर्ड, मॉडल, फिल्म, स्लाइड्स, वी.सी.आर., टी.वी., कैसट प्लेयर, प्रोजेक्टर और कम्प्यूटर सम्मिलित है। शिक्षण सामग्री में सर्वप्रथम स्थान पाठ्य पुस्तक को प्राप्त है। इसकी प्रभुजा को सभी स्वीकार करते है। इसका उपयोग शिक्षक शिक्षार्थी की दृष्टि से सार्वभौमिक है। पाठ्य पुस्तक के बिना अधिगम और शिक्षण की कल्पना नहीं की जा सकती। शैक्षिक विकास के साथ–साथ पाठ्यक्रम का विकास होता है। पाठ्यक्रम सामाजिक और राष्ट्रीय ध्येयों की और बढ़ने के लिये औपचारिक मार्ग का निर्माण करता है । इसके आधार पर रसायन विज्ञान आदि विषयों पर विभिन्न स्तरों के लिये पाठ्य वस्तु (सिलेबस) निर्मित किये जाते है। सिलेबस में निर्धारित विषय–वस्तु को ही पाठ्य पुस्तक में संग्रहित और संगठित किया जाता है।

पाठ्य पुस्तक उसके रचयिता का व्यक्तिगत सृजन होता है। फलस्वरूप इसके प्रारूप, भौतिक यांत्रिक संरचना, विषय वस्तु का संगठन, अधिगम स्थितियाँ आदि लेखन की सूझबूझ, कौशल और व्यक्तित्त्व से सहज रूप में प्रभावित होते है। पाठ्य पुस्तक में पाठ्यक्रम के लक्ष्यों की प्राप्ति और सामाजिक आवश्यकताओं की पूर्ति तथा शिक्षार्थी की जिज्ञासा को तृप्त करने के लिये विशिष्ट विषय वस्तु होती है। जिसका संगठन शैक्षिक ध्येयों के परिवर्तन, मनोवैज्ञानिक अनुसंधानों के प्रभावों, शैक्षिक तकनीक की प्रगति पर निर्भर करता हैं। इसमे किसी भी प्रकार के परिवर्तन से पाठ्य पुस्तक में परिवर्तन अनिवार्य हैं। अन्यथा वह व्यवहारातीत हो जाएगी। सभी क्षेत्र, पाठ्य पुस्तक अधिगम का मूल स्त्रोत है पाठ्य पुस्तक पर शिक्षक और शिक्षार्थी की निर्भरता इस कथन से है "कि जैसा पाठ्यपुस्तक, वैसा ही शिक्षण व अधिगम होगा"। हमारे देश में शिक्षार्थी की पाठ्यपुस्तक पर निर्भरता सर्वाधिक है। आज की स्थिति में शिक्षार्थी मुख्यतया पाठ्यपुस्तक को ही ज्ञान का स्त्रोत मानता है। आज का विद्यार्थी व्यावहारिक रूप में शिक्षक से भी अधिक महत्त्व पाठ्य पुस्तक को देता है। हमारी शिक्षण संस्थाओं में जैसी स्थिति कुछ वर्षों से चल रही है उससे पाठ्यपुस्तक पर निर्भरता बढ़ी है। रसायन विज्ञान विषय के लिये भी यह एक सत्य है। रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक विभिन्न रासायनिक तत्त्वों, समीकरणों, रासायनिक तथ्यों व प्रत्ययों को समझने तथा व्याख्या करने में समर्थ बनाती है। यह शिक्षण के उद्देश्यों को प्राप्त करने में सहायक बनाती है। पाठ्य पुस्तक छात्रों में पाठ को दोहराने, गह कार्य करने, स्वाध्याय, मनन और चिन्तन का अवसर प्रदान करती है। जिससे छात्रों में रसायन विज्ञान के प्रति रूचि का विकास होता है।

9.2 पाठ्य पुस्तक का अर्थ व परिभाषा (Meaning and Definitions of Text Book)

पाठ्य पुस्तक की अवधारणा को निम्नलिखित परिभाषाओं के द्वारा स्पष्ट करने का प्रयास किया गया है।

Dr. Thigra के अनुसार – "AText Book is Teacher of Teachers".

Duglus के अनुसार – "The Teacher and the Text book make the school."

एक पाठ्य पुस्तक शिक्षक के लिये शिक्षण का उपकरण तथा शिक्षार्थी के लिये अधिगम का संसाधन है।

"पाठ्य पुस्तक सूचनाओं का संग्रह मात्र नहीं है। यह विचारों और संप्रेषण का एक सामान्य साधन है।"

पाठ्य पुस्तक शिक्षण अधिगम की दृष्टि से एक पाठ्य सामग्री है। यह शिक्षण को निर्देशित तथा अधिगम को सुविधाजनक बनाती है। यह निर्धारित पाठ्य विषय का प्रतिनिधित्व करती है।

9.2.1 महत्त्व (Importance)

शिक्षा के उद्देश्य को प्राप्त करने का साधन है पाठ्य पुस्तक। पाठ्य पुस्तक में किसी कक्षा के लिये व्यवस्थित रूप से संगठित विषय वस्तु होती है। यह क्रियाओं के आयोजन,

व्यक्तिगत प्रयोजना प्रयोगशाला के प्रयोगों एवं विद्यार्थियों की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिये मार्गदर्शिका है। इस प्रकार यह शिक्षण अधिगम और मूल्यांकन के लिये दिशा निर्देशक के रूप में है। किसी पाठ्यवस्तु में निर्धारित अवधारणाओं के आधार पर पाठ्यक्रम का निर्माण होता है। आजकल विज्ञान की पाठ्य पुस्तकों का उपयोग संसाधन सामग्री के रूप में होता हैं इनमें सूचनाएँ एवं वैज्ञानिक तथ्य होते है। प्रयोगों व क्रियात्मक कार्यों के लिये इनमें आवश्यक निर्देश होते हैं ।

एक अच्छी पाठ्य पुस्तक अनुमान प्रयोग एवं निष्कर्ष निकालने के लिये अवसर प्रदान करती है। टी.एल. ग्रीन की मान्यता हैं कि, ज्यादातर जगहों में पाठ्यपुस्तक ही सम्पूर्ण शिक्षा है। यह भी कहा जाता है कि शिक्षार्थी पुस्तकों के विषय में अत्यधिक और सत्य के विषय में बहुत कम जानते है। चूंकि पाठ्य पुस्तक का निर्माण पाठ्य वस्तु के अनुसार किया जाता है। इसलिये शिक्षक द्वारा विषय सामग्री का संगठन छात्रों द्वारा अधिगम और परीक्षा, पाठ्य पुस्तक पर ही आधारित होती है। पाठ्य पुस्तक में विषय वस्तु की संरचना का आधार पाठ्यक्रम है। इसमें अधिगम के अधिकाधिक अवसरों के लिये पर्याप्त अभ्यास कार्य होता है।

पाठ्य पुस्तक के महत्त्व का वर्णन करते हुए प्रो. कीटिंग ने कहा है कि "पाठ्य पुस्तक शिक्षण सामग्री का आधा अंग है" पाठ्य पुस्तक शिक्षक के अध्ययन कार्य की सीमा निर्धारित करती है। इसकी सहायता से पाठ्यक्रम एवं पाठ्य योजना का ज्ञान होता है। इसके अलावा पुस्तकें संचित ज्ञान का भंडार है। इसके द्वारा छात्रों को विभिन्न लेखकों के विचारों का स्पष्ट ज्ञान प्राप्त हो जाता है। एक प्रकार से पाठ्य पुस्तकें छात्र तथा शिक्षक दोनों के लिये ही एक मूल्यवान सम्पत्ति है। छात्र अपनी इस सम्पत्ति की सहायता से अपना श्रम एवं समय बचाते हैं तथा उसे मूल पुस्तक के अध्ययन हेतु प्रयास नहीं करने पड़ते हैं। पाठ्य पुस्तकें ज्ञान प्राप्ति को सरल तथा सुगम बना देती है ।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

अब तक अपने जो समझा इसका आप स्वयं मूल्यांकन निम्नलिखित प्रश्नों के द्वारा करिये -

नीचे कुछ कथन दिये गए हैं।इनमें से आपको जो सही लगे उसके सामने (✓) तथा गलत के सामने (×) निशान लगाइये।

(i) रसायन विज्ञान की पाठ्यपुस्तक से छात्रों के वैज्ञानिक दृष्टिकोण उत्पन्न होना चाहिए। ( )

(ii) वैज्ञानिक विचार छात्रों में केवल पाठ्य पुस्तक पढ़ने में उत्पन्न होते है। इसके लिए प्रयोगिक कार्य की आवश्यकता होती है। ( )

(iii) पाठ्य पुस्तक को मुद्रित माध्यम के अन्तर्गत रखा गया है। ( )

(iv) अधिगम का मूल स्त्रोत सहायक सामग्री है। पाठ्य पुस्तक नहीं। ( )

(v) पाठ्य पुस्तक के द्वारा ही पाठ्यक्रम के लक्ष्यों को प्राप्तकर सकते है। ( )

(vi) पाठ्य पुस्तक के संगठन पर मनोवैज्ञानिक अनुसन्धानों व सामाजिक आवश्यकताओं का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। ( )

9.3 रसायन विज्ञान शिक्षण में पाठ्य पुस्तक की भूमिका (Role of Text Book in Chemistry Teaching)

पाठ्य पुस्तक एक अधिगम्यात्मक साधन है जिसका उपयोग विद्यालय में शैक्षिक कार्यक्रम को संपादित करने में किया जाता है। इसके महत्त्व को स्पष्ट करते हुए केन्द्रीय शिक्षा सलाहकार समिति ने अपनी एक रिपोर्ट में कहा है "कि जिस प्रकार डेनमार्क राजा के अभाव में हेमलेट की कल्पना करना संभव नहीं है उसी भांति आधुनिक शिक्षा में पाठ्य पुस्तक के अभाव की कल्पना नहीं की जा सकती"। मुदालियर आयोग ने भी इसकी महत्ता को स्वीकार करते हुए लिखा है कि "'कुछ निर्धारित पाठ्य पुस्तकों पर ही छात्रों की निर्भरता आवश्यक और सही नहीं है। रसायन विज्ञान जैसी विषयों के लिये विशेषज्ञों द्वारा पाठ्य पुस्तकों की सूची निर्धारित करनी चाहिए जिससे छात्रों को अपनी वैयक्तिक विभिन्नता के अनुसार अधिगम के अवसर प्राप्त हो सकें"। रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक की महत्ता उसकी निम्नलिखित भूमिकाओं में विभिन्न कार्यों से स्पष्ट हो जाती है –

9.3.1 प्रतिपुष्टि क्रिया (Follow – up Action)

शिक्षण एक चतुष्पदिय प्रक्रिया है। सामाजिक ध्येयों की प्राप्ति के लिये पाठ्यक्रम निर्मित किये जाते है। इसमें ध्येयों की और बढ़ने के लिये विभिन्न विषयों की क्रियाओं को संगठित किया जाता है। किसी स्तर पर प्रत्येक विषय के लिये उद्देश्य निर्धारित किये जाते है। इन उद्देश्यों की प्राप्ति के लिये पाठ्य वस्तु (सिलेबस) बनाया जाता है। सिलेबस की विषय वस्तु को पाठ्य पुस्तक में मूर्त रूप दिया जाता है। इस प्रकार पाठ्य पुस्तक की रचना शिक्षण प्रक्रिया से पाठ्य वस्तु (सिलेबस) निर्माण के पदों की सहचरी के रूप में उसकी प्रतिपुष्टि क्रिया है। पाठ्य पुस्तक रसायन विज्ञान की वस्तु में अपेक्षित लक्ष्यों और अनुदेशन प्रक्रिया के बीच सेतु का कार्य करती है।

9.3.2 शिक्षण अधिगम संसाधन (Teaching Learning Resources)

पाठ्य पुस्तक शिक्षकों के लिये शिक्षण और शिक्षार्थियों के लिये अधिगम का सरल और सहज रूप से उपलब्ध होने वाला महत्वपूर्ण संसाधन है। कक्षानुरूप शिक्षार्थियों की रूचि आवश्यकताओं और मानसिक स्तर के अनुसार विषय वस्तु का संगठन पाठ्य पुस्तक में व्यवस्थित होता है। अनुदेशन प्रक्रिया में अधिगम के लिये प्रभावी संस्थितियो के सृजन हेतु पर्याप्त सामग्री होती है। यदि किसी पाठ के शिक्षण की अवधि में छात्र कारणवश अनुपस्थित हो जाते है तो वे छात्र पाठ्य पुस्तक से स्वाध्याय द्वारा अनुभव प्राप्त कर लेते है और किसी भी प्रकार की बाधाओं को शिक्षक से व्यक्तिगत मार्गदर्शन द्वारा दूर कर सकते है। इस प्रकार छात्र उसकी अनुपस्थिति की अवधि में पढ़ाने गए पाठों के हमेशा के लिये नुकसान से बच जाता है।

9.3.3 सूचनाओं का संग्रह (Storage of Information)

पाठ्य पुस्तक में सिलेबस में निर्धारित रसायन विज्ञान के सम्बन्ध में सभी प्रकार की आवश्यक सूचनाएँ संग्रहित होती है। यह सूचनाएँ, नवीनज्ञान प्राप्त करने के लिये आधार प्रस्तुत करती है। शिक्षकों और शिक्षार्थियों को बिना परिश्रम किये सभी प्रकार की आवश्यक सूचनाएँ पाठ्य पुस्तक से प्राप्त होती हैं।

9.3.4 मार्गदर्शक (Guide)

सामान्य रूप में सभी ओर विशेषत: नये रसायन विज्ञान शिक्षकों के लिये पाठ्य पुस्तक एक सफल मार्गदर्शक का कार्य करती है। पाठ्य पुस्तक से शिक्षकों को अनुदेशन में आने वाली विभिन्न समस्याओं का ज्ञान हो जाता है तथा इसी के द्वारा समाधान भी खोज लेते है। शिक्षकों को पाठ्य पुस्तक से विभिन्न विधाओं उपागमों और कौशलों के चयन में सहायता मिलती है। अधिगम और उसके अभ्यास के लिये शिक्षार्थी का मार्गदर्शन पाठ्य पुस्तक से ही होता है। कक्षा में अन्त: प्रक्रिया के लिये इससे सहायता मिलती है।

9.3.5 अभिप्रेरणा (Motivation)

नये ज्ञान के अध्ययन के लिये शिक्षार्थियों को अभिप्रेरणा मिलती है। इस कार्य को शिक्षक तो करते ही है किन्तु रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक भी पर्याप्त स्थितियां उपलब्ध कराती है। रसायन विज्ञान के विभिन्न तथ्यों, अभिक्रियाओं, सिद्धान्तों, विधियों व तकनीकी के लाभ पाठ्य पुस्तक में उपलब्ध होते है शिक्षार्थी के दैनिक जीवन में इनके उपयोग पर पाठ्य पुस्तक में पर्याप्त उदाहरण होते है। छात्र में सहज भाव से उठने वाले प्रश्न क्यों, क्या, कैसे? के सही उत्तर रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक से प्राप्त होते है जिससे छात्रों की जिज्ञासा को संतुष्टि मिलती है और वे तनाव से मुक्त हो जाते है।

9.3.6 अनुदेशक (Instructor)

अधिगम अनुदेशन का ही परिणाम होता है। कक्षा में शिक्षक सामूहिक रूप से शिक्षार्थियों के साथ अन्त: प्रक्रिया के माध्यम से अधिगम के अवसर प्रदान करता है। पाठ्य पुस्तक का लेखक पाठ की विषय वस्तु को इस प्रकार व्यवस्थित करता है कि प्रत्येक छात्र इसका अध्ययन करते समय लेखक के साथ अन्त: प्रक्रिया करता है क्योंकि पाठ्य पुस्तक में उसके विचार एवं ज्ञान लिखित रूप से होते है। बारम्बार अध्ययन से शिक्षार्थी नवीन ज्ञान प्राप्त कर लेता है। इस प्रकार पाठ्य पुस्तक शिक्षार्थी के साथ अन्त: प्रक्रिया करते हुए अनुदेशक का कार्य निभाती है।

9.3.7 अनुपूरक (Supplementary)

रसायन विज्ञान में अधिगम की सबसे प्रभावी विधि आत्म प्रेक्षण है। प्रयोगों के द्वारा ही रसायन विज्ञान शिक्षण सार्थक है। नये–नये अनुसंधानों से वर्तमान में रसायन विज्ञान की विषय वस्तु हर स्तर पर विस्तृत और जटिल होती जा रही है। ऐसी स्थिति में उपलब्ध अवधि मे निर्धारित विषय वस्तु का प्रयोगों द्वारा ही सीखना सहज नहीं है। जो विषय वस्तु प्रयोग प्रदर्शन, प्रयोग करने जैसी आत्म निरीक्षण विधियों के द्वारा न पढ़ायी जा सके उसका शिक्षण व्याख्यान जैसी विधियों से ही किया जा सकता है। इस परिस्थिति में पाठ्य पुस्तक कक्षा कार्य के अनुपूरक की भूमिका सफलतापूर्वक निभाती है जो बिन्दु कक्षा शिक्षण की क्रियाओं में छूट जाते है, उनको विद्यार्थी सरलता से पाठ्य पुस्तक में पढ़ कर सीख लेते है। किसी सूत्र या सिद्धान्त के अनुप्रयोग के लिये कक्षा का समय ही पर्याप्त नहीं होता। इसके लिये पाठ्य पुस्तक की सहायता शिक्षार्थी ले सकता है।

9.3.8 समन्वयक (Co–ordinator)

रसायन विज्ञान में किसी विषय पर स्कूल स्तर पर मतांतर होना संभव नहीं है। क्योंकि रसायन विज्ञान व्यावहारिक विषय है। प्रयोग प्रेक्षण के परिणाम ही इसके निष्कर्ष के आधार है किन्तु मूल पुस्तकों में विषय के अलग–अलग बिन्दुओं पर अलग–अलग दृष्टिकोण से चर्चा की

जाती है। पाठ्य पुस्तक में अधिक से अधिक संदर्भ पुस्तकों एवं उपलब्ध स्त्रोंतो के आधार पर सभी अध्ययन बिन्दुओं की संतुलित विवेचना का समावेश होता है। इसके साथ ही इसमें विषय के सैद्धान्तिक और प्रयोगात्मक दोनों ही पक्षों का समन्वय होता है।

9.3.9 मानक (Standard)

रसायन विज्ञान में ऐसे प्रकरण भी होते है जो प्राथमिक, माध्यमिक और उच्च शिक्षा के स्तरों के पाठ्यक्रम में है। प्रश्न यह उठता है कि किस स्तर पर शिक्षक प्रकरण का गहनता के किस मानक तक शिक्षण करें और सभी शिक्षक इस स्तर पर इसी मानक का अनुसरण करें। इस समस्या का समाधान भी हमें पाठ्य पुस्तक से ही मिलता है। पाठ्य पुस्तक प्रकरण के जिस मानक का निर्धारण करती है उसी का अनुसरण सभी विद्यालयों में सभी शिक्षक और शिक्षार्थी करते है। इसी मानक के आधार पर सार्वजनिक परीक्षा भी ली जाती है।

9.3.10 सन्दर्भ सामग्री (Reference Material)

शिक्षक निर्धारित कालांश में किसी इकाई पर सीमित ज्ञान प्रदान कर सकता है। कक्षा में कई छात्र प्रतिभाशाली होते है, जो कक्षा में प्राप्त ज्ञान से संतुष्ट नहीं होते और उनको असंतुष्ट बनाये रखने से कई प्रकार की समस्याएंडी हो सकती है। ऐसी स्थिति में इन छात्रों को अतिरिक्त विषय वस्तु का ज्ञान उपलब्ध कराना अनिवार्य हो जाता है। यह अतिरिक्त ज्ञान संदर्भ सामग्री से प्राप्त हो सकता है। पाठ्य पुस्तक में यह सहज ही प्राप्त हो सकता है, क्योंकि अधिक अध्ययन हेतु इनमें पुस्तकों की सूची रहती है। इस प्रकार हर प्रतिभा स्तर के छात्र को पाठ्य पुस्तक के द्वारा संदर्भ सामग्री प्राप्त हो जाती है।

9.3.11 पुनरावृत्ति के लिये साधन (Resources for Revision)

कक्षा कार्य में जो अधिगम होता है उसको बल प्रदान करना आवश्यक है। इसके लिये अध्ययन की बार–बार आवृत्ति आवश्यक है जो पाठ्य पुस्तक से की जा सकती है।

9.3.12अभ्यास कार्य का स्त्रोत (Source of Exercise Work)

रसायन विज्ञान में विभिन्न सूत्रों, समीकरणों व सिद्धान्तों के आधार पर आंकिक प्रश्न होते है। कक्षा में हर प्रकार के प्रश्नों को हल करना संभव नहीं है। इस प्रकार के प्रश्न अभ्यासार्थ कार्य में पाठ्य पुस्तक में दिये होते है। साथी ही अधिगम को अधिकाधिक बल प्रदान करने के लिये पाठ्य पुस्तक में छात्रों के लिये संबंधित क्रियाओं के संपादन के लिये सुझाव होते है, और विषय वस्तु की पुनरावृत्ति हेतु या मूल्यांकन के लिये भी अभ्यास प्रश्न पाठ्य पुस्तक में दिये जाते है।

9.4 अच्छी रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक तैयार करने हेतु आवश्यक बातें (Essential for preparation of Chemistry Text Book)

अच्छी पाठ्य पुस्तक शिक्षण प्रक्रिया, विवेचन व मनन के पश्चात विभिन्न परिस्थितियों में इस ज्ञान का प्रयोग करने की क्षमता का विकास करती है। अच्छी पाठ्य पुस्तक तैयार करने हेतु निम्न दृष्टिकोण से देखते है –

9.4.1 लेखक की योग्यता और अनुभव (Abilities and Experience of Author)

लेखक की विषयगत योग्यता, प्रशिक्षण, अनुभव एवं सृजनात्मक प्रतिभा के आधार पर ही अच्छी पाठ्य पुस्तक की रचना संभव है। यदि लेखक सीखने के सिद्धान्तों और मनोविज्ञान के नियमों को जानता है तो यह और भी अच्छा रहेगा।

9.4.2 विषय वस्तु की प्रकृति और संगठन (Nature and organisation of content)

1. विषयवस्तु का संगठन मनोवैज्ञानिक और तार्किक क्रम (Psychological and Logical order) से होना चाहिए अर्थात छात्रों के मानसिक स्तर व रूचि के अनुरूप होना चाहिए।
2. विषयवस्तु की भाषा सरल, स्पष्ट, एवं बोधगम्य होनी चाहिए।
3. पाठ्य पुस्तक रसायन विज्ञान विषय के शिक्षण उद्देश्यों को ध्यान में रखकर तैयार की जानी चाहिए, ताकि शिक्षण उद्देश्यों को प्राप्त करने में सहायता मिलें।
4. पाठ्य पुस्तक निर्धारित पाठ्यक्रम के अनुरूप होनी चाहिए।
5. पाठ्य पुस्तक में उदाहरणों का चयन रसायन विज्ञान के दैनिक जीवन में प्रयोग से संबंधित लिखे जाने चाहिए।
6. रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक में विषय संगत विविध स्पष्टीकरण हेतु चार्टस, चित्र, मॉडल, रेखाचित्र, वर्गीकरण आदि का प्रयोग सफलतापूर्वक दर्शाना चाहिए।
7. पाठ्य पुस्तक सामान्य बुद्धि के छात्रों को दृष्टि में रखते हुए लिखी गई हो परन्तु प्रतिभावान और पिछड़े बालकों के लिये भी पाठ्य वस्तु होनी चाहिए।

9.4.3 पाठ्य पुस्तक का गेट अप

1. पाठ्य पुस्तक अच्छे कागज पर जो चमकीला न हो, अच्छे स्याही से मुद्रित होनी चाहिए।
2. अक्षरों का आकार छात्रों की आयु के अनुसार होना चाहिए।
3. पाठ्यपुस्तक में प्रयुक्त चित्र, फोटो, रेखाचित्र, सारणियां आदि स्पष्ट छपे होने चाहिए।
4. पाठ्य पुस्तक की बाह्य रूप सज्जा आर्कषक व जिल्द मजबूत होनी चाहिए। आकार सुविधाजनक होना चाहिए।

9.4.4 कुछ अन्य उपयोगी बातें (Some other useful matter)

1. संस्करण (Edition) अधिक पुराना नहीं होना चाहिए। जहाँ तक हो उसी साल का हो या उसमें आवश्यक सुधार कर दिये गए हो।
2. पाठ्य पुस्तक बाजार में आसानी से उपलब्ध होनी चाहिए।
3. पाठ्य पुस्तक का मूल्य अधिक नहीं होना चाहिए।

उपरोक्त सभी बातों को पाठ्य पुस्तक तैयार करते समय ध्यान में रखना चाहिये।

स्वमूल्यांकन प्रश्न (Self Evaluation questions)

1. छात्र जीवन के लिये पाठ्य पुस्तक के महत्त्व के चार उदाहरण लिखिये -

   अ.

   ब.

   स.

द.

2. रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक में चार बातों का अवश्य समावेश होना चाहिये–
   अ
   ब
   स
   द
3. पाठ्य पुस्तक के पठन से छात्रों में चार गुणों का विकास होता है –
   अ.
   ब.
   स.
   द.
4. आप रसायन विज्ञान की कैसी पाठ्य पुस्तक चुनना पसन्द करेंगे जिनमें निम्न चार विशेषताएं हो
   अ.
   ब.
   स.
   द.

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. प्रायोगिक कार्य हेतु पाठ्य पुस्तक में निर्देश कैसे और किस स्थान पर रखना आप उचित समझेंगे?
2. रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक में ऐसे क्रियाकलापों की सूची बनाइये जिनसे आप छात्रों का बौद्धिक विकास भली भांति कर सकें।
3. मुद्रित अनुदेशात्मक माध्यम के अन्तर्गत आप क्या – क्या सामग्री रखेंगे?
4. क्या आप इस कथन से सहमत है कि पाठ्य पुस्तक में एक चित्र हजार शब्दों को अभिव्यक्त करता है।
5. पाठ्य पुस्तक को परिभाषित कीजिए।

9.5 एक अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन (Evaluation of Good Chemistry Text Book)

पाठ्य पुस्तक के मूल्यांकन हेतु निम्नलिखित मापदण्ड प्रयुक्त किये जाते है –

1. प्रकाशन (Edition)
   अ. पुस्तक का नाम
   ब. प्रकाशन
   स. मूल्य

द. कॉपीराइट, बाइंडिंग

2. लेखक (Author)
   - अ. लेखक की स्थिति
   - ब. योग्यता
   - स.अनुभव
   - द.दृष्टिकोण
3. बाह्य रचना (External appearance)
   - अ. आकार
   - ब. फोरमेट
   - स. दिनांक
   - द. कागज की किस्म
   - य. अक्षरों की शुद्धता
   - र. मार्जिन
4. संगठन (Organisation)
   - अ. सामान्य योग्यता
   - ब. विभाजन
   - स. अध्ययन
   - द. समन्वय
5. विषय वस्तु (Content)
   - अ. कथन
   - ब. शैली
   - स. शब्दावली
   - द. यथार्थता
   - य. दृष्टिकोण
6. सहायक सामग्री
   - अ. चित्र, चार्ट
   - ब. वर्गीकरण, सारणीकरण, समीकरण आदि की शुद्धता व यथार्थता
   - स. प्रश्न
   - द. अन्य
7. उदाहरण
   - अ. वस्तुनिष्ठता
   - ब. उपयुक्तता
   - स. स्पष्टता
   - द. अनुपात
8. प्रश्न आदि
   - अ. पाठ्य सामग्री से सम्बन्ध
   - ब. प्रेरणात्मक

स. व्यापकता

द. वस्तुनिष्ठता, विश्वसनीयता, उपयोगिता

9. परिशिष्ट एवं अनुक्रमणिका

अ. व्यावहारिकता ब पूर्णता

स. शिक्षण में उपयोगिता

द. विषय सूची

य. महत्त्व

पाठ्य पुस्तक के मूल्यांकन हेतु पंचपद रेटिंग स्केल (Five point Rating scale for Evaluation of Text Book)

उपरोक्त मानदण्डों पर ध्यान देते हुये निम्न पांच पद रेटिंग स्केल (Five point Rating scale) के रूप में पाठ्यपुस्तक का मूल्यांकन संभव है और प्रत्येक पाठ्यपुस्तक के संबंध में अंक निर्धारित किये जा सकते है।

क्र.सं. S.No.	**वर्गक्रम (Classification)**	**अंक (Marks)**
1.	सर्वोत्कृष्ट (Excellent)	5
2.	अच्छा (Good)	4
3.	साधारण (Average)	3
4.	निकृष्ट (Poor)	2
5.	निकृष्टतम (Poorest)	1
	कुल (Total)	15

रेटिंग के बाद उन्हें अंकों के रूप में परिवर्तित कर दिया जाता है। सर्वोत्कृष्ट के लिये 5 अंक, अच्छा के लिये 4 अंक, साधारण के लिये 3 अंक, निष्कृष्ट के लिये 2 अंक तथा निकृष्टतम हेतु 1 अंक प्रदान किया जा सकता है। उदाहरण स्वरूप नमूना प्रस्तुत है।

इस रेटिंग में आठ मापदण्ड दिये गये है । इन मापदण्डों के अनुसार आगे के कॉलम में रेटिंग करना होता है रेटिंग प्रदर्शित करने कि लिये (✓)चिन्ह का प्रयोग करना होता है प्रत्येक मानदण्ड पर सोच समझ कर पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन किया जाता है अपनी रेटिंग को निष्पक्ष तथा वस्तुनिष्ठ बनाने का प्रयास करना चाहिए।

उदाहरण : पाठ्य पुस्तक का शीर्षक (A)

क्र.सं. S.No.	**मानदंड Criteria**	**सर्वोत्क्रष्ट Excellent**	**अच्छा Good**	**साधारण Average**	**निकृष्ट Poor**	**निकृष्टतम Poorest**
1	पाठ्यपुस्तक का यांत्रिक पहलू (Mechanical aspect)		✓			
2	पाठ्य पुस्तक की			✓		

	व्यवस्था (Organisation)					
3	प्रस्तुतीकरण (Presentation)				✓	
4	उदाहरण (Examples)			✓		
5	अभ्यास प्रश्न (Exercises)			✓		
6	संदर्भ ग्रन्थों की सूची (References of Bibliography)			✓		
7	विषय सूची (Index)			✓		
8	लेखक (Author)		✓			

हस्ताक्षर रेटिंग कर्ता (Signature of the Rater)

अंको का कुल योग 8+15+2=25

(Total Mark)

प्रतिशत रेटिंग = 25 out of 40

(%Rating)= 25/40×100 = 62.5% अच्छा

रेटिंग करने के बाद उन्हें अंको में परिवर्तित किया जाता है उपरोक्त उदाहरण में पाठ्यपुस्तक के लिये प्राप्त अंक 25होगे इस रेटिंग स्केल पर आठ मानदण्डों के लिये अधिकतम रेटिंग 40 न्यूनतम अंग 8होगे। इस प्रकार निष्कर्ष के रूप में पाठ्यपुस्तक को साधारण स्तर से कुछ अच्छा माना जा सकता है।

9.5.2 अंक पत्र मूल्यांकन विधि (The Score card Method of Evaluation)

मूल्यांकन अंक पत्रों का निर्माण पाठ्यपुस्तक की चयन संबंधी कठिनाईयों के समाधान तथा शिक्षक के चयन को अधिक वस्तुनिष्ठ बनाने के लिये किया जाता है अंक पत्र के आधार पर शिक्षक विभिन्न पक्षों को अंक देकर अपने चयन में वस्तुनिष्ठता ला सकता है इस संबंध में हण्टर जार्जे अंक उल्लेखनीय है।

हंटर जार्ज अंक पत्र

(Hunter George Score Card)

क्र.सं. S.No.	विवरण (Description)	अंक (Marks)
1	लेखक का शैक्षिक स्तर	50
2	यांत्रिक रूप सज्जा व मूल्य	100
3	मनोवैज्ञानिक उपयुक्तता	300
4	पाठ्यवस्तु	250
5	साहित्यिक शैली	110

6	अधिगम क्रियाएँ	140
7	शिक्षक हेतु सहायक	50
	कुल अंक	1000

9.6 सुझाव

राष्ट्रीय शिक्षा नीति 1986 द्वारा पाठ्यपुस्तक के स्तर में सुझाव हेतु विभिन्न सुझाव दिये गये।

1. पुस्तक की गुणवत्ता में सुधार हो।
2. पुस्तकों द्वारा स्वाध्याय की आदत का विकास हो।
3. पुस्तक का मूल्य कम रखा जाये।
4. विदेशी अच्छी पुस्तकों का हिन्दी भाषा में अनुवाद हों।

NCTE. (कोठारी कमीशन) Kothari Commission व Secondary Education Commission ने पाठ्य पुस्तक के स्तर को उच्च स्तर का करने हेतु अनेक सुझाव दिये जो निम्न है।

9.6.1 अर्द्ध राष्ट्रीय स्तर पर

1. शिक्षा मंत्रालय सार्वजनिक क्षेत्र में एक स्वायत्त संगठन की स्थापना करें।
2. भारत सरकार प्रतिभाशाली व अनुभवी लेखक को उदार पारिश्रमिक देकर पाठ्यक्रम लिखने हेतु प्रोत्साहन दे।
3. पाठ्य पुस्तक लिखने का कार्यक्रम राष्ट्रीय स्तर पर तैयार किया जाना चाहिये।

9.6.2 अर्द्ध राज्य स्तर पर

1. पाठ्य पुस्तक द्वारा छात्रों में राष्ट्रीय प्रेम की भावना विकसित होनी चाहिए।
2. महाविद्यालयों में अच्छी पुस्तकों के लेखकों को नियुक्ति किया जाना चाहिए।
3. शिक्षा विभाग को कुछ अच्छे लेखकों का चयन करके उनसे पांडुलिपियाँ तथा प्रस्ताव आमंत्रित करने चाहिये।
4. पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन करना प्रदेशीय शिक्षा विभाग का उत्तरदायित्व होना चाहिए।

9.7 सारांश (Summary)

- शिक्षण सामग्री में सर्वप्रथम स्थान पाठ्य पुस्तक को दिया गया है उसका उपयोग शिक्षक शिक्षार्थी की दृष्टि से सार्वभौमिक है।
- पाठ्यपुस्तक में पाठ्यक्रम के लक्ष्यों की प्राप्ति और सामाजिक आवश्यकताओं की पूर्ति तथा शिक्षार्थी की जिज्ञासाओं को तृप्त करने के लिये विशिष्ट विषय वस्तु होती है।
- रसायन विज्ञान की पाठ्य पुस्तक विभिन्न रासायनिक तत्त्वों समीकरणों रासायनिक तथ्यों व प्रत्ययों को समझने तथा व्याख्या करने में समर्थ बनाती है।
- एक पाठ्य पुस्तक शिक्षक के लिये शिक्षण का उपकरण तथा शिक्षार्थी कि लिये अधिगम का संसाधन है।

- "The Teacher and Text Book Make the School."
- पाठ्य पुस्तक शिक्षा के उद्देश्यों को प्राप्त करने का साधन है । एक अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्यपुस्तक प्रयोग एवं निष्कर्ष निकालने के अवसर प्रदान करती है।
- पाठ्य पुस्तक शिक्षण सामग्री का आधा अंग है। पाठ्यक्रम शिक्षक के अध्ययन कार्य की सीमा निर्धारित है।
- पुस्तकें संचित ज्ञान का भंडार है। छात्र व शिक्षक दोनों के लिये मूल्यवान सम्पत्ति है।
- पुस्तक ज्ञान प्राप्ति को सरल व सुगम बनाती है।
- भूमिकाएँ :– प्रतिपुष्टि क्रिया (Follow up action) शिक्षण अधिगम संसाधन सूचनाओं का संग्रह, मार्गदर्शक, अभिप्रेरणा अनुदेशक अनुपूरक, समन्वयक, मानक पुनरावृत्ति व अभ्यास कार्य का स्त्रोत।
- एक अच्छी रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम तैयार करने हेतु लेखक की योग्यता अनुभव, पाठ्यपुस्तक का मनोवैज्ञानिक व तार्किक क्रम भाषा सरल, स्पष्ट, बोधगम्य, विषय संगतता, चित्रांकन, वर्गीकरण सभी वर्गो के छात्रों हेतु पर्याप्त सामग्री, गेट अप, मूल्य, उपलब्धता होनी चाहिये।
- पाठ्य पुस्तक के मूल्यांकन हेतु प्रकाशन, लेखक, संगठन विषयवस्तु, सहायक सामग्री, उदाहरण, प्रश्न, अनुक्रमणिका आदि बातों पर ध्यान दिया जाता है।
- पाठ्यपुस्तक के मूल्यांकन में पंचपद रेटिंग स्केल व हण्टर जार्ज अंक पत्र का प्रयोग किया जा सकता है।
- पाठ्यपुस्तक में सुधार हेतु राष्ट्रीय शिक्षा नीति कोठारी कमीशन माध्यमिक शिक्षा आयोग द्वारा सकारात्मक सुझाव दिये गये।

9.8 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

1. रसायन विज्ञान में पाठ्यपुस्तक की भूमिका कैसे महत्त्वपूर्ण है?
2. पाठ्य पुस्तक अनुदेशक का कार्य करती है। इस कथन की पुष्टि कीजिए?
3. अच्छी पाठ्य पुस्तक में क्या–क्या विशेषताएँ होनी चाहिए?
4. पाठ्य पुस्तक में विषय वस्तु का गठन किस प्रकार होना चाहिए?
5. पाठ्य पुस्तक का मूल्यांकन किन किन आधारों पर होना चाहिए?
6. राजस्थान माध्यमिक शिक्षा परिषद द्वारा उच्च माध्यमिक कक्षाओं के लिये निर्धारित रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक का समालोचनात्मक मूल्यांकन कीजिये?
7. रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तक के मूल्यांकन के लिये मानदण्ड क्या–क्या होने चाहिए?
8. पाठ्य पुस्तक मूल्यांकन हेतु हण्टर जार्ज पत्र द्वारा मूल्यांकन कैसे किया जाता है?

9.9 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1. Good J.K. Teaching of Life Science Kohli Publisher Chandigarh, 1989.
2. Negi J.S. Teaching of Chemistry.

3. Vaidya N. The Pampael of Science Teaching, Oxford and PBH Publishing Company,1971, New Delhi.
4. निगम डी. एस. विज्ञान शिक्षण हरियाणा साहित्य अकादमी चंडीगढ़, 1990.
5. Kohli V.K., Teaching of Science,Krishna Brothers,Amritsar,1990.

इकाई–10

रसायन विज्ञान संदर्भित सहायक सामग्री (CONTEXT SPECIFIC TEACHING AIDS IN CHEMISTRY)

इकाई की संरचना (Structure)

10.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

10.1 शिक्षण सहायक सामग्री का अर्थ एवं परिभाषा
(Meaning and Definition of Teaching Aid)

10.2 दृश्य श्रव्य साधनों के प्रयोग हेतु मार्गदर्शक सिद्धान्त
(Guiding Principles for the use of audio–visual aids)

10.3 दृश्य श्रव्य सामग्री की आवश्यकता एवं महत्त्व
(Need and Importance of A.V. Aids)

10.4 शिक्षण अधिगम सामग्री का वर्गीकरण
(Classification of Teaching Learning Material)
10.4.1 श्रव्य साधन (Audio Aids)
10.4.2 दृश्य साधन (Visual Aids)
10.4.3 श्रव्य दृश्य साधन (Audio–Visual Aids)

10.5 वर्गीकरण के अनुसार दृश्य श्रव्य साधनों का वर्णन
(Description of Audio Visual Aids According to Classification)

10.6 क्रियात्मक साधन (Activity Aids)

10.7 सारांश (Summary)

10.8 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

10.9 संदर्भ ग्रन्थ (References)

10.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई को पढ़ने के बाद विद्यार्थी –

- शिक्षण सहायक सामग्री को परिभाषित कर सकेंगे।
- शिक्षण सहायक साधनों के प्रयोग के सिद्धान्त बता सकेंगे।
- शिक्षण में सहायक सामग्री की आवश्यकता एवं महत्त्व को व्यक्त कर सकेंगे।
- शिक्षण सहायक सामग्री को वर्गीकृत कर सकेंगे।
- शिक्षण में श्रव्य साधनों जैसे ग्रामोफोन, टेपरिकॉर्डर, रेडियो की उपयोगिता को समझ सकेंगे।

- दृश्य मुद्रित सामग्री के शिक्षण में महत्त्व को स्पष्ट कर सकेंगे।
- अप्रक्षेपित दृश्य सामग्री चार्ट, पोस्टर, मॉडल, मॉकअप आदि का उपयोग कर सकेंगे।
- कक्षा शिक्षण में श्यामपट्ट और अन्य प्रकार के बोर्डों के प्रयोग की योजना बनाकर उसे क्रियान्वित कर सकेंगे।
- कक्षा शिक्षण में पारदर्शी, स्लाइड, फिल्म स्ट्रिप जैसे प्रक्षेपित साधनों का महत्त्व एवं उपयोगिता बता सकेंगे।
- रसायन विज्ञान शिक्षण में क्रियात्मक साधनों संग्रहालय, प्रदर्शनी, भ्रमण की भूमिका को स्पष्ट कर सकेंगे।
- स्वनिर्मित उपकरणों की शिक्षण में उपयोगिता बता सकेंगे।
- स्वनिर्मित उपकरणों के निर्माण एवं प्रयोग करने का प्रयास करेंगे।

10.1 शिक्षण सहायक सामग्री का अर्थ एवं परिभाषा (Meaning and Definition of Teaching Aid)

रसायन विज्ञान के अध्यापक को अपने शिक्षण को अधिक स्पष्ट, स्थायी तथा प्रभावपूर्ण बनाने के लिए कुछ साधनों जैसे वास्तविक वस्तु, चित्र, मॉडल आदि का प्रयोग करना पड़ता हैं जिन्हें सहायक सामग्री के नाम से जाना जाता है। शिक्षण उद्देश्यों की प्रभावी एवं कुशल प्राप्ति में शिक्षण सहायक सामग्री अध्यापक की मददगार होती हैं।

जिस प्रकार विद्युत धारा के उत्तम और सतत् प्रवाह के लिए दोनों ध्रुवों और उन्हें जोड़ने वाले तारों का बढ़िया होना आवश्यक हैं जिससे विद्युत धारा के प्रवाह के मार्ग में कोई बाधा ना आये उसी प्रकार शिक्षण अधिगम प्रक्रिया के सुचारू संचालन के लिए अध्यापक और छात्र दोनों के मध्य कार्य करने वाली सम्प्रेषण कड़ी को सशक्त बनाना बहुत आवश्यक हैं। ऐसे साधनों की जरूरत हैं जिससे अध्यापक अधिक अच्छे ढंग से पढ़ा सके और विद्यार्थी अधिक अच्छी तरह अधिगम अनुभव अर्जित कर सकें। इस कार्य को करने के लिए जिस वस्तु, सामग्री, साधन और उपकरण की आवश्यकता होती हैं, उन्हें शिक्षण अधिगम के क्षेत्र में सहायक साधन कहा जाता है। इन सहायक साधनों को प्रयुक्त करने के लिए ज्ञानेन्द्रियों की आवश्यकता होती हैं। इनकी सहायता से या तो देखकर ज्ञान अर्जित करते हैं या सुनकर अथवा देखकर और सुनकर दोनों ही प्रकार से ज्ञान ग्रहण किया जाता हैं। इसलिए इन्हें दृश्य–श्रव्य साधनों का नाम दिया जाता हैं।

अत: हम दृश्य–श्रव्य साधनों को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं :–

"ऐसी सामग्री, वस्तुएं या उपकरण जो विद्यार्थियों की देखने और सुनने सम्बन्धी शक्तियों के माध्यम से उन्हें प्रभावशाली तरीके से अधिगम कराने तथा अध्यापक को उसके शिक्षण उद्देश्यों की प्राप्ति में सहायता प्रदान करते हैं, दृश्य श्रव्य साधन कहलाते हैं।"

गुड के शब्दकोष के अनुसार : " कोई वस्तु जिससे सीखने की प्रक्रिया को प्रोत्साहन मिल सकता हो अथवा जिसे सुना व देखा जा सके, दृश्य–श्रव्य सामग्री कहलाती है । "

10.2 दृश्य श्रव्य साधनों के प्रयोग हेतु मार्गदर्शक सिद्धान्त (Guiding Principles for the use of audio–visual aids)

किसी भी सहायक साधन की शिक्षण में प्रभावशीलता उसके सही चयन एवं प्रयोग पर निर्भर करती हैं। दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग द्वारा अच्छे परिणाम तभी प्राप्त किये जा सकते हैं जब हम निम्नलिखित सिद्धान्तों को ध्यान में रखेंगे।

(अ) चयन का सिद्धान्त (Principle of Selection)–

दृश्य–श्रव्य सामग्री का चयन करते समय निम्नलिखित बिन्दुओं पर ध्यान दिया जाना चाहिए:

(i) जिन विद्यार्थियों के लिए शिक्षण सामग्री का प्रयोग किया जा रहा है, उनकी आयु, शैक्षणिक स्तर, मानसिक स्तर, पूर्व ज्ञान, लिंग, सामाजिक आर्थिक तथा भौतिक परिवेश आदि को ध्यान में रखकर ही सामग्री का चयन करना चाहिए।

(ii) शिक्षण सामग्री का चयन अधिगम उद्देश्यों (Learning Objectives) को ध्यान में रखते हुए किया जाना चाहिए।

(iii) दृश्य–श्रव्य सामग्री या साधन ऐसा होना चाहिए जो छात्रों को वास्तविकता तथा यथार्थता के अधिक से अधिक नजदीक ले जा सके।

(iv) सामग्री प्रेरणादायक एवं सूचनात्मक होनी चाहिए जो बालकों का ध्यान आकर्षित कर सके।

(ब) तैयारी का सिद्धान्त (Principle of Preparation)–

सहायक सामग्री के प्रयोग से पूर्व उससे सम्बन्धित सभी तैयारी पूर्व में ही कर ली जानी चाहिए। इस सन्दर्भ में ध्यान रखने योग्य बिन्दु निम्नलिखित हैं :–

(i) अध्यापक को दृश्य–श्रव्य साधन की प्रकृति, संरचना और क्रिया विधि की पूरी जानकारी कर लेनी चाहिए।

(ii) अध्यापक को सहायक सामग्री के प्रयोग में कुशल होना चाहिए इसलिए शिक्षक द्वारा उसके प्रयोग का पूर्वाभ्यास कर लेना चाहिए। ऐसा करने से यदि सामग्री में कोई कमियां होती हैं, तो उसे समय रहते दूर करने का भी अवसर मिल जाता हैं।

(iii) विद्यार्थियों को भी सहायक सामग्री का प्रयोग करते समय किन–किन बातों पर विशेष ध्यान देना है, किन बातों का निरीक्षण करना है तथा क्या नोट करना हैं, इसकी पूरी जानकारी पूर्व में ही दे देनी चाहिए।

(स) भौतिक परिस्थितियों के नियंत्रण का सिद्धान्त (Principle of Control of Physical Conditions)–

दृश्य–श्रव्य सामग्री के प्रयोग हेतु आवश्यक भौतिक सुविधाओं, परिस्थितियों का ज्ञान एवं उनकी व्यवस्था करना बहुत महत्त्वपूर्ण हैं।

जैसे किसी प्रोजेक्टर पर फिल्म को प्रदर्शित करने से पूर्व कक्षा में बालकों के बैठने की व्यवस्था प्रकाश की व्यवस्था, प्रोजेक्टर को उचित स्थान पर रखने की व्यवस्था करनी होगी। सामग्री जैसे चार्ट, नमूने, स्लाइड आदि को ऐसे स्थान पर क्रमबद्ध रूप से सुरक्षित रखा जाना

चाहिए जहाँ से आवश्यकता पड़ने पर वह तुरंत उपलब्ध हो जाये और लम्बे समय तक संरक्षित रह सके।

(द) प्रस्तुतीकरण का सिद्धान्त (Principle of Presentation)–

दृश्य–श्रव्य साधनों के उपयुक्त प्रस्तुतीकरण हेतु निम्नलिखित बातों की ओर ध्यान दिया जाना चाहिए–

(i) अध्यापक को अपनी पाठ की योजना के अनुसार यह तय कर लेना चाहिए कि किस सामग्री को कब, कहाँ और कैसे प्रयोग करना है।

(ii) सहायक साधन मात्र प्रदर्शन की वस्तु नहीं हैं, वरन् इनसे शिक्षण अधिगम उद्देश्यों की उचित प्राप्ति होनी चाहिए।

(iii) सहायक साधनों के प्रस्तुतीकरण में विद्यार्थियों का अधिकतम सहयोग लिया जाना चाहिए। विद्यार्थी को दृश्य–श्रव्य साधन के प्रति यथेष्ट अनुक्रिया करने के लिए प्रेरित करना चाहिए।

(iv) दृश्य–श्रव्य साधन को प्रयोग करते समय आवश्यक सावधानियों एवं उसकी सुरक्षा का पूरा ध्यान रखा जाना चाहिए।

(य) मूल्यांकन या समीक्षा का सिद्धान्त (Principle of Evaluation)

एक अध्यापक को प्रयोग में लाये जाने वाली दृश्य–श्रव्य सामग्री का निरंतर मूल्यांकन करते रहना चाहिए। अध्यापक को इस बात की समीक्षा (जाँच) करनी चाहिए कि दृश्य–श्रव्य सामग्री का शिक्षण में उपयोग कितना प्रभावकारी रहा। अधिगम उद्देश्यों की प्राप्ति में कितनी सफलता मिली, कक्षा का वातावरण कितना रूचिकर बना, अध्यापक और छात्र के मध्य अन्त: क्रिया एवं सम्प्रेषण सुचारू रूप से सम्पन्न कराने में कितनी मदद मिली। इस प्रकार की जाँच से दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग में उचित सुधार लाने में सहायता मिलती हैं।

10.3 दृश्य श्रव्य सामग्री की आवश्यकता एवं महत्त्व (Need and Importance of A.V. Aids)

दृश्य श्रव्य साधन शिक्षार्थी और शिक्षक के मध्य सम्पन्न होने वाली सीखने और सिखाने की प्रक्रिया में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं । अत: इनके महत्त्व को निम्नलिखित बिन्दुओं द्वारा दर्शाया जा सकता है–

(1) ज्ञानेन्द्रियां ज्ञान के द्वार होती हैं। दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग से चक्षु एवं श्रवणेन्द्रियो का प्रयोग कर ज्ञान प्राप्त करने के बहु मूल्य अवसर मिलते हैं।

(2) शिक्षण में प्रत्यक्ष अनुभव प्रदान करना सदैव संभव नहीं होता। ऐसी स्थिति में प्रत्यक्ष अनुभव के समान ही वैकल्पिक अनुभव देने के लिए दृश्य– श्रव्य साधन महत्वपूर्णभूमिका निभाते हैं।

(3) दृश्य–श्रव्य साधन शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में प्रभावपूर्ण अभिप्रेरणा स्त्रोत सिद्ध हो सकते हैं, इससे बालक की मूल प्रवृत्तियों और स्वाभाविक रूचियों को पोषण मिलता हैं।

(4) सहायक सामग्री शिक्षण अधिगम प्रक्रिया की एकरसता को समाप्त करती है और शिक्षण को सरस एवं रोचक बनाती है। इससे विद्यार्थियों को अपना ध्यान केन्द्रित करके रूचि एवं उत्साह पूर्वक पढ़ने में सहायता मिलती हैं।

(5) विभिन्न विषयों से सम्बन्धित ऐसे तथ्य, विचार, सिद्धान्त एवं प्रक्रियाएं होती हैं जिन्हें स्वयं पढ़कर या केवल मौखिक वर्णन से नहीं समझा जा सकता, ऐसी स्थिति में दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग द्वारा कठिन विषय वस्तु भी सरल, स्पष्ट और सार्थक बन जाती हैं।

(6) सहायक सामग्री का प्रयोग बालक के मस्तिष्क पर एक स्थायी प्रभाव या चिन्ह छोड़ता हैं, जिसके द्वारा प्रभावपूर्ण अधिगम अनुभव प्राप्त करने में सहायता मिलती हैं।

(7) शिक्षण सहायक सामग्री द्वारा सीखे गये ज्ञान को बालक अन्य विषय क्षेत्रों एवं दैनिक जीवन में वास्तविक रूप से प्रयोग करने में समर्थ हो जाता है।

(8) दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग से अध्यापक कम समय में अधिक स्थायी एवं प्रभावी ज्ञान दे सकता हैं इससे समय की बचत होती हैं।

(9) दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग द्वारा बालक की मानसिक शक्तियों जैसे कल्पना शक्ति, तर्कशक्ति निरीक्षण शक्ति, चिन्तन शक्ति आदि को विकसित करने का अवसर मिलता हैं।

(10) इनके द्वारा छात्रों में मौलिकता, अन्वेषणशीलता और सृजनात्मकता तथा मूल्यांकन करने की योग्यताओं का विकास होता हैं।

(11) विभिन्न विद्यार्थियों की व्यक्तिगत विभिन्नता सम्बन्धी आवश्यकताओं को दृश्य–श्रव्य सामग्री और स्वशिक्षण से जुड़े हुए उन्नत उपकरणों जैसे कम्प्यूटर, शिक्षण मशीन आदि द्वारा अच्छी तरह पूर्ण किया जा सकता हैं।

(12) शिक्षण सूत्रों जैसे ज्ञात से अज्ञात की ओर, स्थूल से सूक्ष्म की ओर, प्रत्यक्ष से अप्रत्यक्ष की ओर आदि का उपयोग करने में दृश्य–श्रव्य साधनों के प्रयोग से बहुत मदद मिलती हैं।

(13) श्रव्य–दृश्य साधनों के प्रयोगों से विद्यार्थियों को शिक्षण प्रक्रिया में सक्रिय बनाने से उनकी शारीरिक और मानसिक शक्तियों के उपयोग के रचनात्मक अवसर प्राप्त होते हैं जिससे अनुशासनहीनता से सम्बन्धित समस्याओं के पैदा होने की सम्भावनाएं बहुत कम हो जाती हैं।

(14) दृश्य– श्रव्य साधनों का उपयोग बढ़ती हुई जनसंख्या एवं विद्यार्थियों की अधिक संख्या के अनुरूप शिक्षा का विस्तार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। लाउडस्पीकर, रेडियो, टी. वी. प्रोजेक्टर आदि का उपयोग करके शिक्षक आसानी से बहुत अधिक विद्यार्थियों को अधिगम अनुभव प्रदान कर सकता है।

अत: दृश्य–श्रव्य साधन शिक्षण अधिगम प्रक्रिया को सजीव, रूचिकर और आकर्षक बनाकर अध्यापक और छात्र दोनों को कम शक्ति और कम समय में अधिक से अधिक शिक्षण उद्देश्यों की प्राप्ति और अधिगम अनुभव अर्जित कराने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. दृश्य श्रव्य साधनों का रसायन विज्ञान शिक्षण में क्या महत्व है?
2. अपने विद्यालय में उपलब्ध शिक्षण सामग्रियों की सूची बनाइये। इनके द्वारा उद्दीप्त की जाने वाली ज्ञानेन्द्रियों के आधार पर इन सामग्रियों को वर्गीकृत कीजिये।

10.4 शिक्षण अधिगम सामग्री का वर्गीकरण (Classification of Teaching Learning Material)

शिक्षण अधिगम साधनों का वर्गीकरण इनकी विभिन्न विशेषताओं के आधार पर किया जा सकता है। चार महत्त्वपूर्ण विशेषताओं के आधार पर इन्हें वर्गीकृत किया जा सकता हैं –

(1) ज्ञानेन्द्रियों को प्रभावित करने वाले उद्दीपन के आधार पर

(2) साधनों पर विद्यार्थियों के नियंत्रण के आधार पर

(3) शिक्षण अधिगम साधनों से प्राप्त होने वाले अनुभव के आधार पर

(4) इन साधनों की पहुँच (प्रसारण) के आधार पर।

उपरोक्त चारों आधारों में से सबसे अधिक प्रचलित वर्गीकरण शिक्षण अधिगम साधनों के माध्यम से ज्ञानेन्द्रियों को प्रभावित करने वाले उद्दीपन के आधार पर किया गया हैं। यहां हम इस आधार पर किये गये वर्गीकरण की विस्तृत चर्चा करेंगे।

10.5 वर्गीकरण के अनुसार दृश्य श्रव्य साधनों का वर्णन (Description of Audio Visual Aids According to Classification) .

- **श्रव्य साधन (Audio Aids)**

  1. टेप–रिकॉर्डर 2. ग्रामोफोन 3. ऑडियो कैसेट
  4. ऑडियो सी.डी. 5. रेडियो

1. टेपरिकॉर्डर (Tape Recorder) – टेपरिकॉर्डर एक ऐसा साधन हैं जिसमें विषय से सम्बन्धित विचारों, व्याख्यान, वार्ताओं को रिकॉर्ड कर लिया जाता हैं और सुविधानुसार विद्यार्थियों को सुनाया जा सकता हैं। कैसेट टेपरिकॉर्डर बैटरी से और विद्युत से चलते हैं ये आसानी से इधर उधर ले जाये जा सकते हैं और सस्ते होते हैं। टेपरिकॉर्डर में विभिन्न क्रिया निर्देश तथा नियंत्रण बटन लगे होते हैं। अध्यापक को इन सभी की पूरी जानकारी होनी चाहिए। टेपरिकॉर्डर की रसायन विज्ञान शिक्षण में उपयोगिता को निम्नांकित बिन्दुओं में व्यक्त किया जा सकता हैं –

1. टेपरिकॉर्डर द्वारा रेडियो तथा दूरदर्शन से प्रसारित होने वाले कार्यक्रमों को रिकार्ड करके अध्यापक अपने कालांश के समय छात्रों को सुना सकता है किसी तथ्य के अस्पष्ट होने या ना समझ आने की स्थिति में उसे पुन: सुना जा सकता है। शिक्षक स्वयं की अपनी आवाज में भी विषय सम्बन्धी जानकारी, सूचनाओं को रिकॉर्ड करके छात्रों को सुना सकता है।

2. अध्यापक अपने शिक्षण कार्य को रिकॉर्ड करके स्वयं उसका मूल्यांकन भी कर सकता है।
3. फिल्म स्ट्रिप तथा स्लाइडों के लिए व्याख्यात्मक वर्णन (Commentary) तैयार करने में भी इसकी सहायता ली जा सकती है।
4. रसायन, विज्ञान से सम्बन्धित सम्मेलनों कार्यशालाओं, विचारगोष्ठियों की कार्यवाही को रिकॉर्ड करके विद्यार्थियों को सुनाया जा सकता है।
5. टेपरिकॉर्डर मौखिक अभिव्यक्ति के गुणों को विकसित करने में अत्यन्त सहायक सिद्ध हो सकता है, छात्र अपनी वार्ता को टेप करके उन्हें पुन: सुन कर अपनी त्रुटियों को दूर करने का प्रयास कर सकते हैं।

2. ग्रामोफोन (Gramophone) – ग्रामोफोन का प्रयोग टेपरिकॉर्डर की भांति शिक्षण के उपकरण के रूप में किया जा सकता हैं। टेपरिकॉर्डर का प्रयोग सरल हैं तथा आसनी से उसे कक्षा में लाया जा सकता है, जबकि ग्रामोफोन का प्रयोग सुविधा पूर्वक नहीं किया जा सकता। ग्रामोफोन के रिकॉर्ड द्वारा रसायन विज्ञान से सम्बन्धित व्याख्यान, वार्ता, नाटक परिचर्चा को रिकॉर्ड करके विद्यार्थियों को सुनाया जा सकता हैं।

3. ऑडियो कैसेट (Audio Cassette) – कैसेट प्लास्टिक का बना एक केस होता हैं जिसमें दो नन्हे हब होते हैं। टेप 1/8 इंच चौड़ी होती हैं । कैसेट 1 –7/8 इंच प्रति सैकण्ड की गति से कैसेट टेप रिकॉर्डर द्वारा चलायी जाती हैं। इस पर किसी भी संदेश विषय वस्तु को रिकॉर्ड किया जा सकता हैं। अध्यापक स्वयं अपनी आवाज मे भी विषय वस्तु को इसमें रिकॉर्ड कर सकता है।

4. ऑडियो सी.डी. (Audio C. D.) – यह प्लास्टिक की एक गोल डिस्क होती है। इस पर सूचनाएं, आकड़े, श्रव्य सामग्री लेसर की मदद से संग्रहित की जाती है। जिन्हें सी.डी. प्लेयर, डी.वी.डी. प्लेयर या कम्प्यूटर की मदद से सुना जा सकता है। पूर्व में केवल ऐसी सी.डी. ही उपलब्ध थी जिनमें एक बार ही सूचनाएं संग्रहित की जा सकती थीं, परन्तु आज कल ऐसी सी.डी. व डी.वी.डी. उपलब्ध हैं जिसमें कई बार सूचनाएं संग्रहित की जा सकती हैं।

5. रेडियो (Radio) – रेडियो विश्व में एक लोकप्रिय और सार्वजनिक संचार माध्यम हैं। यह शहरी और ग्रामीण दोनों क्षेत्रों में लोकप्रिय हैं सार्वजनिक शिक्षा रेडियो प्रसारण द्वारा दिये जाने का विचार 1917 में किया गया। भारत में पहला रेडियो स्टेशन मुंबई में जुलाई 1927 में स्थापित किया गया। भारत में रेडियो प्रसारण आकाशवाणी के विभिन्न केन्द्रों द्वारा होता हैं। स्कूल प्रसारण का शुभारंभ 1937 में कोलकाता से हुआ। रेडियो कार्यक्रम उन विषयों पर तैयार किये जाते हैं जिन्हें शाब्दिक सम्प्रेषण द्वारा अधिक अच्छे तरीके से समझाया जा सकता हैं।

रेडियो प्रसारण दो प्रकार के होते हैं –

1. साधारण प्रसारण (Ordinary Broadcast) – इसके अन्तर्गत सूचना, मनोरंजन, कला एवं संस्कृति, बाल जगत तथा महिलाओं के कार्यक्रम प्रसारित किये जाते हैं। ये कार्यक्रम जन साधारण के लिए प्रसारित किये जाते हैं।

2. शैक्षिक प्रसारण (Educational Broadcast) – इस प्रकार के प्रसारण में ऐसे कार्यक्रम आते हैं जिनका सीधा सम्बन्ध स्कूली पाठ्यक्रम से होता हैं। ऐसे कार्यक्रमों को विषय

विशेषज्ञों द्वारा तैयार किया जाता हैं और प्रसारण भी विशिष्ट रूप से किया जाता हैं जिससे ये रेडियो पाठ कक्षा शिक्षण के उद्देश्यों को प्राप्त करने में सहायक हो सकें।

एन.सी.ई.आर.टी के केन्द्रीय शैक्षिक प्रौद्योगिकी संस्थान नई दिल्ली, एन.सी.ई.आर.टी, शैक्षिक प्रौद्योगिकी एक जैसी संस्थाएँ विद्यालय स्तर के विद्यार्थियों के लिए आवश्यकता आधारित रेडियो पाठों और कार्यक्रमों का निर्माण करती है।

रेडियो द्वारा किसी भी क्षेत्र का अद्यतन ज्ञान जितनी सरलता से दिया जा सकता हैं उतना शायद किसी अन्य साधन से सम्भव नहीं है। सुप्रसिद्ध रसायनविदों, वैज्ञानिकों के व्याख्यानों, जैव रसायन, औद्योगिक रसायन, पर्यावरणीय रसायन आदि से सम्बन्धित वार्ताओं, चर्चाओं आदि के प्रसारण के लिए रेडियो एक प्रभावी माध्यम हैं। रसायन विज्ञान से सम्बन्धित नवीन जानकारी के समाचार, समाज में व्याप्त भ्रान्तियों को दूर करने के लिए, वैज्ञानिक जागरूकता हेतु नाटक, कहानियों, प्रश्नोत्तरी आदि का प्रसारण रेडियो द्वारा किया जाता हैं। इन कार्यक्रमों को प्रभावी बनाने हेतु इनमें ध्वनि, संगीत विशेष ध्वनि प्रभावों का उपयोग किया जाता हैं। रेडियो द्वारा प्रसारित कार्यक्रम के रसायन विज्ञान शिक्षण में सदुपयोग हेतु निम्न तथ्यों को ध्यान में रखना चाहिए।

(1) शिक्षक प्रसारण से पहले विद्यार्थियों को पूर्व सूचना दे और उन्हें कार्यक्रम को सुनने के लिए उत्सुक करें। विषय के सम्बन्ध में पूर्व में पढ़ कर आने को कहे।

(2) कार्यक्रम के प्रसारण समय के अनुसार विद्यालय समय सारणी में व्यवस्था करनी चाहिए।

(3) प्रसारण के समय कक्ष में पूर्ण शांति हो, बैठने की उपयुक्त व्यवस्था हो, रेडियो सेटकी ध्वनि उचित हो तथा विद्यार्थी ध्यानपूर्वक सुनें और महत्त्वपूर्ण तथ्यों को नोट करते जाए।

(4) प्रसारण की समाप्ति पर अनुवर्ती कार्य हेतु शिक्षक को अर्जित ज्ञान की जाँच प्रश्नों द्वारा करनी चाहिए। विद्यार्थियों की जिज्ञासाओं का समाधान करना चाहिए। छात्रों को वाद–विवाद का अवसर देना चाहिए। रेडियो द्वारा प्रसारित कार्यक्रम का जो अंश स्पष्ट न हो उसे पुन: समझाने का प्रयास करना चाहिए।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रेडियो का रसायन विज्ञान शिक्षण में क्या स्थान है?
2. विद्यार्थियों में संदर्भ ग्रंथ और शब्दकोष तथ्यात्मक ज्ञान बढ़ाने में किस प्रकार सहायक है?

- दृश्य साधन (Visual Aid)

  दृश्य (शाब्दिक मुद्रित सामग्री) (Visual : Verbal Printed Material)

  - पाठ्यपुस्तक
  - संदर्भ ग्रंथ शब्दकोष
  - पत्रिका, समाचार पत्र

- अभिक्रमित अधिगम सामग्री और स्वशिक्षण मॉड्यूल

दृश्य शाब्दिक मुद्रित सामग्री में विषय वस्तु और पाठ्य सामग्री का संगठन अलग–अलग प्रयोजन से किया जाता है। शिक्षण प्रक्रिया में भी इनका उपयोग समान रूप से नहीं किया जाता है। कुछ प्रमुख शाब्दिक मुद्रित सामग्री निम्नलिखित है:–

- **पाठ्यपुस्तक (Text Book)** – पाठ्यपुस्तक विशेष कक्षा स्तर के पाठ्यक्रम के अनुसार अनुभवी लेखकों के द्वारा लिखी जाती हैं। पाठ्यपुस्तक का निर्धारण संस्थाओं द्वारा किया जाता हैं। पाठ्यपुस्तक में पाठ्यचर्या के अनुसार इकाईयों और पाठों के अंतर्गत विषयवस्तु को वर्गीकृत करके प्रस्तुत किया जाता है। पाठ्यपुस्तक में अधिकांश सामग्री शाब्दिक होती हैं कुछ चित्रात्मक दृश्य सामग्री भी होती है।

रसायन विज्ञान को पाठ्यपुस्तकों मे छात्रों को विषयवस्तु से सम्बन्धित विभिन्न प्रकार की क्रियाएं करने के निर्देश दिये जाते हैं। जिनके आधार पर छात्र निष्कर्ष निकाल सकें और विषय वस्तु को समझ सकें।

पाठ्यपुस्तक की आलोचना इस रूप में की जाती हैं कि इसमें पहले से पची पचाई सामग्री प्रस्तुत की जाती हैं और विद्यार्थी को चिंतन करने की आवश्यकता नहीं होती वह केवल तथ्यों को रटता हैं।

- **संदर्भ ग्रंथ एवं शब्दकोष (Reference Books and Dictionary)** – कक्षा अधिगम में अनेक प्रश्न और समस्याएं आती हैं, और कई बार छात्र किसी प्रकरण के बारे में और अधिक विस्तार से जानना चाहते हैं, ऐसी स्थिति में मूल तथ्यात्मक जानकारी देने हेतु संदर्भ ग्रंथ एक उत्तम स्त्रोत हैं। इनमें विषय के बारे में गहन जानकारी मिलती हैं। ये विद्यार्थी को विषयगत विस्तृत सामग्री ढूंढने, व्यवस्थित करने, नोट्स तैयार करने का अवसर प्रदान करती हैं।

शब्दकोष आमतौर पर खण्डों के रूप में उपलब्ध होते हैं इनमें किसी संकल्पना, तथ्य सम्बन्धी जानकारी को सुगमता से ढूंढने के लिए उन्हें अक्षर क्रम में व्यवस्थित किया जाता है। यदि शब्दकोष और संदर्भ ग्रंथों का उचित उपयोग किया जाये तो ये तथ्यात्मक जानकारी को स्पष्ट करने, पढ़ने के कौशल को सुधारने और विषय के प्रति रूचि विकसित करने में विद्यार्थियों की सहायता करते हैं।

- **समाचार पत्र एवं पत्रिकाएं (News Paper and Magazines)** – वैसे तो समाचार पत्र सभी आयु वर्ग के लोगों के लिए प्रकाशित किये जाते हैं। इनमें नए और समसामयिक विषय और देश विदेश की खबरें छपती है। समाचार पत्रों में अलग से विज्ञान परिशिष्ट, विज्ञान व तकनीकी सम्बन्धी समाचार भी दिये जाते हैं। नवीन खोजों, अविष्कारों सम्बन्धी जानकारी भी दी जाती है।

यह प्रकार पत्रिकाएं भी आम लोगों और विद्यालय में पढ़ने वाले विद्यार्थियों के लिए भी प्रकाशित की जाती हैं। इन पत्रिकाओं मे अन्य सामग्री के साथ–साथ विज्ञान सम्बन्धी सामग्री भी दी जाती हैं। कुछ पत्रिकाएं विशेषतौर पर विज्ञान पर केन्द्रित होती हैं। शिक्षण अधिगम में समाचार पत्र और पत्रिकाओं के महत्त्वपूर्ण अनुप्रयोग इस प्रकार है –

1. समाचार पत्र और पत्रिकाओं की कटिंग्स से विज्ञान एवं तकनीकी की अद्यतन खोजों और आविष्कारों की स्क्रेप बुक तैयार करवाना।

2. रसायन विज्ञान पर प्रोजेक्ट कार्य करवाने हेतु।
3. दृश्य एवं चित्रात्मक सामग्री के संग्रह हेतु।
4. पढ़ने का अभ्यास डालने तथा लिखित अभिव्यक्ति का विकास करने हेतु।
5. विज्ञान सम्बन्धी पाठ्य सहगामी क्रियाओं के आयोजन हेतु जैसे – बुलेटिन बोर्ड, प्रश्नोत्तरी,

   वाद–विवाद, पत्र वाचन समूह परिचर्चा आदि।

अभिक्रमित अधिगम सामग्री एवं स्वअधिगम मॉड्यूल (Programme Instruction Material and Self Learning Module) – रसायन विज्ञान में व्यक्तिगत अधिगम के लिए स्वअधिगम सामग्री अध्यापक द्वारा ही तैयार की जाती हैं। जो मुद्रित रूप में या कम्प्यूटर प्रोग्राम के रूप में होती है। अभिक्रमित अनुदेशन में विद्यार्थी को छोटे चरणों में अध्ययन सामग्री प्रदान की जाती है। जिन्हें फ्रेम कहते हैं। विद्यार्थी दिये गये फ्रेम में निहित सूचना को पढ़कर उसके प्रति अनुक्रिया व्यक्त करता हैं अगले फ्रेम पर जाने से पहले उसे अनुक्रिया के सही या गलत होने की जानकारी दी जाती हैं जिससे उन्हें पुनर्बलन मिलता हैं।

रसायन विज्ञान पाठ्यक्रमों के लिए भी मुक्त विद्यालयों एवं मुक्त विश्वविद्यालयों द्वारा स्वशिक्षण मॉड्यूल तैयार किये जाते हैं। इन मॉड्यूल में विशेष प्रकरण, उप शीर्षक पर दो या तीन पैराग्राफ का एक अनुभाग दिया जाता हैं इसके बाद कुछ अभ्यास कार्य या स्वमूल्यांकनहेतु प्रश्न दिये जाते हैं। स्वमूल्यांकन प्रश्नों के उत्तर छात्र को प्रतिपुष्टि प्रदान करते हैं।

दृश्य–अप्रक्षेपित साधन (Visual Non Projective Aids) – दृश्य साधनों के प्रयोग से शिक्षण में रूचि जाग्रत होती हैं और सीखने में सहायता मिलती है। अप्रक्षेपित दृश्य साधनों में वे साधन आते हैं जिनके प्रयोग में बिजली, प्रोजेक्टर आदि आवश्यकता नहीं होती इन्हें हम नग्न आंखों से ही देख सकते हैं। दृश्य अप्रक्षेपित साधन दो प्रकार के होते हैं, द्वि–आयामी साधन और त्रि–आयामी साधन। मुख्य अप्रक्षेपित माध्यमों की चर्चा नीचे की जा रही हैं –

दृश्य अप्रक्षेपित (द्वि–आयामी) (Two Dimensional)

1. श्यामपट्ट	4. चुम्बकीय बोर्ड	7. पोस्टर
2. फ्लैनल बोर्ड	5. फ्लैश कार्ड	8. फोटोग्राफ
3. बुलेटिन बोर्ड	6. चार्ट	9. कार्टून

1. चॉक बोर्ड या श्यामपट्ट (Chalk Board) – दृश्य साधनों में चॉक बोर्ड का प्रयोग सर्वाधिक एवं सर्वत्र किया जाता हैं। श्यामपट्ट बनाने में लकड़ी, शीशा, स्लेट, प्लास्टिक, सीमेन्ट के मिश्रण आदि का प्रयोग किया जाता हैं। सामान्यत: काले या गहरे हरे रंग के चॉक पट्ट का प्रयोग किया जाता हैं । चॉक बोर्ड का उपयोग रेखा चित्र बनाने, कोई आकृति बनाने, प्रमुख तथ्यों, आंकड़ों की तालिका बनाने सवाल हल करने, गणना करने, मुख्य बिन्दुओं को लिखने में किया जाता है। पाठ के शिक्षण में चॉक बोर्ड पर बनाया गया रेखाचित्र समूची कक्षा का ध्यान पाठ की ओर आकृष्ट कर सकता हैं।

श्यामपट्ट के उपयोग से सम्बन्धित महत्वपूर्ण बातें – श्यामपट्ट का प्रयोग करते समय यदि निम्नलिखित बिन्दुओं को ध्यान में रखा जाये तो एक दृश्य साधन के रूप में श्यामपट्ट की प्रभावशीलता और उपयोगिता बहुत बढ़ जाती है –

1. चॉक बोर्ड पर लिखे शब्द बड़े, स्पष्ट तथा ऐसे होने चाहिए कि अन्तिम पंक्ति में बैठे विद्यार्थी भी उसे अच्छी तरह पढ़ सकें।
2. अक्षरों और शब्दों के बीच में उचित दूरी होनी चाहिए। बायी ओर से लिखना प्रारम्भकरके सीधी पंक्ति में लिखना चाहिए।
3. रेखाचित्र के किसी विशिष्ट भाग को दर्शाने या मुख्य बातों को रेखांकित करने में विभिन्न रंगों के चॉक का प्रयोग आवश्यकतानुसार किया जा सकता हैं। लेकिन रंगीन चॉक के अत्यधिक प्रयोग से बचना चाहिए।
4. संक्षिप्त एवं महत्त्वपूर्ण बातें ही श्यामपट्ट पर लिखी जायें।
5. श्यामपट्ट कार्य की पूर्व में योजना बना लेनी चाहिए। श्यामपट्ट का ऊपरी भाग पाठ का शीर्षक लिखने के प्रयोग में लाना चाहिए। रसायन विज्ञान में आकड़े, रेखाचित्र, ग्राफ आदि को बाये भाग में दर्शाया जाये और दायें भाग में जरूरी तथ्यों को लिखा जाये।
6. अनावश्यक सामग्री को बोर्ड से साफ कर देना चाहिए।
7. श्यामपट्ट के एक ओर ही खड़े होना चाहिए और रेखाचित्र बना लेने के बाद विद्यार्थियों का ध्यान केन्द्रित करने के लिए संकेतक का प्रयोग करना चाहिए।

2. फ्लैनल बोर्ड (Flannel Board) – फ्लैनल बोर्ड एक अचल या सचल बोर्ड या सतह होती हैं जो रोयेंदार फ्लैनल के कपड़े से ढका रहता हैं। इस पर दर्शाये जाने वाले चित्र, तस्वीर, फ्लैश कार्ड की पिछली तरफ, रेगमाल का टुकड़ा चिपका दिया जाता हैं जिससे इन्हें यदि फ्लैनल बोर्ड पर धीरे से दबाया जाये तो ये उससे चिपक जाते हैं। यदि आवश्यकता हो तो इन्हें निकाल भी सकते हैं और नये चित्र लगा सकते हैं। कक्षाओं के लिए बनाये जाने वाले फ्लैनल पट्ट का आकार 6 × 4 फुट से छोटा नहीं होना चाहिए । फ्लैनल बोर्ड हेतु किसी भी रंग के फ्लैनल के कपड़े का प्रयोग किया जा सकता हैं परन्तु कुछ गहरा हरा या नीला रंग अपेक्षाकृत अधिक अच्छा होता हैं।

फ्लैनल बोर्ड का महत्त्व –

1. चॉकबोर्ड पर हमें चित्र, रेखाचित्र बनाने पड़ते हैं जबकि फ्लैनल बोर्ड पर हम तैयार की गई सामग्री लगाकर दिखाते हैं, आवश्यकता होने पर उसे हटा भी सकते हैं, इससे समय की बचत होती है।
2. फ्लैनल बोर्ड के उपयोग का महत्त्व ऐसी विषयवस्तु में और बढ़ जाता हैं जो क्रमबद्ध होती हैं। जैसे रसायन विज्ञान में नाइट्रोजन चक्र, नाभिकीय विखण्डन, नाभिकीय संलयन कार्बन चक्र आदि प्रकरणों का शिक्षण कर रहे हैं तो इस संकल्पनाओं से जुड़ेप्रत्येक घटक को व्याख्यापरक टिप्पणी सहित फ्लैनल बोर्ड के माध्यम से क्रमबद्ध चित्रात्मक कटिंग द्वारा स्पष्ट किया जा सकता।
3. पलैनल बोर्ड के माध्यम से कठिन संकल्पनाओं को आसानी से स्पष्ट किया जा सकता है। विद्यार्थियों की रूचि और एकाग्रता भी इसके प्रयोग से बढ़ती है।
4. एक बार किसी प्रकरण की सामग्री पर फ्लैनल यूनिट तैयार हो जाने पर उसे सुरक्षित रखकर भविष्य में भी बार–बार काम में लिया जा सकता हैं।

5. फ्लैनल बोर्ड सामग्री को अध्यापक के निर्देशन में तैयार किया जाना चाहिये, जिससे शिक्षण में विद्यार्थियों की सक्रिय भागीदारी हो और उन्हें सृजनात्मक अनुभव मिल सके।

3. बुलेटिन बोर्ड (Bulletin Board) – बुलेटिन बोर्ड एक मृदु बोर्ड हैं जिसकी पृष्ठ भूमि रंगीन वस्त्र की होती है। इस बोर्ड पर प्रदर्शित की जाने वाली सामग्री को ड्राइंग पिन की सहायता से बोर्ड पर लगाया जाता हैं। समाचार पत्रों की कटिंग, चित्र, फोटोग्राफ, कार्दूनचित्र आदि को शिक्षण के दौरान इस बोर्ड की सहायता से आसानी से प्रदर्शित किया जा सकता है। बुलेटिन बोर्ड का प्रयोग रसायन विज्ञान में निम्नलिखित कार्यों हेतु किया जा सकता है।

1. कक्षा में पढ़ाए गये विषय की परिपुष्टि के लिए बुलेटिन बोर्ड का प्रयोग किया जा सकता है। जैसे रसायन विज्ञान में परमाणु ऊर्जा प्रकरण पढ़ाने के बाद समाचार पत्रों, पत्रिकाओं या इंटरनेट से एकत्र किये गये फोटोग्राफ एवं सामग्री को पूरे सप्ताह इस बोर्ड पर लगा सकते हैं।
2. किसी प्रकरण को पढ़ाने से पूर्व उस विषय से संबंधित जानकारी ऐसे बोर्ड पर लगा सकते हैं, ताकि अध्ययन से पूर्व विद्यार्थी इसे पढ़े और उनमें विषय का गहन अध्ययन करने की रूचि, इच्छा और उत्सुकता जागृत हो। जैसे ई–वेस्ट प्रकरण पढ़ाने से पूर्व उससे सम्बन्धित जानकारी को प्रदर्शित करना।
3. छात्रों को कोई सामूहिक प्रोजेक्ट देकर उससे सम्बन्धित सामग्री एकत्र करके प्रदर्शित करने के लिए प्रेरित कर सकते हैं जैसे–ओजोन प्रदूषण के कारण, प्रभाव, निवारण पर सामग्री एकत्र करके इस कुछ समय बोर्ड पर प्रदर्शित कर सकते हैं।
4. रसायन विज्ञान से सम्बन्धित आकर्षक कॉर्टून, वर्ग पहेलियों, स्लोगन आदि को छात्रों से बनवाकर बोर्ड पर प्रदर्शित किया जा सकता है।
5. वैज्ञानिक स्थानों की यात्राओं के दौरान एकत्र किये गये मिट्टी, खनिजों, वस्तुओं के नमूने, फोटोग्राफ आदि बुलेटिन बोर्ड पर दर्शाये जा सकते है।

बुलेटिन बोर्ड के प्रयोग से सम्बन्धित महत्वपूर्ण बातें –

1. प्रदर्शित की गई सामग्री सुव्यवस्थित तथा क्रमबद्ध ढंग से प्रदर्शित की जानी चाहिए।
2. प्रदर्शित सामग्री का आकार इतना हो कि सामान्य दूरी से साफ देखा जा सके।
3. केवल विषय से सम्बन्धित उपयुक्त सामग्री ही प्रदर्शित की जानी चाहिए।
4. बुलेटिन बोर्ड को ऐसे स्थान पर लगाया जाना चाहिए जिससे विद्यार्थी इसे आसानी से पढ़ सकें।
5. प्रदर्शित सामग्री का उपयुक्त शीर्षक होना चाहिए।

4. चुम्बकीय बोर्ड (Magnetic Board) – चुम्बकीय बोर्ड इस्पात का बना होता हैं जिस पर चुम्बक लगाये जा सकते हैं। यह बहुत उपयोगी तथा मनोरंजक होता है। इस पर लगाए जाने वाले चित्रों के पीछे छोटे–छोटे चुम्बक लगा दिये जाते हैं, जिससे ये आसानी से बोर्ड पर चिपक जाते हैं। जब विद्यार्थी इस बोर्ड पर चित्र चिपकाते हैं तो रचनात्मक आवेग अंशत: जाग उठता है। इसके द्वारा इलैक्ट्रॉनिक विन्यास, जल शोधक संयंत्र, पेट्रोलियम शोधन की क्रिया विधि आदि को रोचक ढंग से पढ़ाया जा सकता हैं।

5. फ्लैश काईस (Flash Cards) – फ्लैश काईस कक्षा शिक्षण में प्रयोग की जा सकने वाली सबसे सरल और सुलभ दृश्य सामग्री हैं। फ्लैश काईस की पूरी श्रृंखला होती है, जिन्हें छात्रों के समक्ष क्रम में प्रस्तुत किया जाता है। किसी घटना के क्रम या चरणों के अनुसार काईस को क्रम से दिखाया (फ्लैश) जाता है। काईस का आकार छोटे समूह के लिए 9" × 12"तथा 40 से 50 की संख्या में समूह के लिए 22"× 28" का बोर्ड उचित होता हैं। रसायन विज्ञान में इसका प्रयोग तांबे के निष्कर्षण की विधियों, कैथोड किरणों के गुणों आदि को पढ़ाने में किया जा सकता है। फ्लैश काईस सभी आयुवर्ग के विद्यार्थियों के लिए प्रयुक्त किये जा सकते हैं, यह छात्रों का ध्यान आकर्षित करने के अच्छे माध्यम हैं।

6. चार्ट (Charts) – चार्ट मोटे कागज का बना एक ऐसा दृश्य प्रतीक है, जिसके ऊपर विभिन्न चित्रों, महत्त्वपूर्ण सूचनाओं, आंकड़ों, संकेतों, शब्दों और रेखाचित्रों को संप्रेषित किया जाता है। चार्ट द्वारा अमूर्त विचारों को दृश्यात्मक बनाया जा सकता है। साधारण चार्ट कार्ड पेपर से तैयार किये जाते हैं, इन्हें लम्बे समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है।

चार्ट के निर्माण में ध्यान रखने योग्य बाते –

चार्ट निर्माण हेतु निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखना चाहिए :–

1. चार्ट का आकार बड़ा होना चाहिए। शिक्षक को यह ध्यान रखना चाहिए कि कितने बड़े समूह द्वारा कितनी अधिकतम दूरी से चार्ट को देखा जायेगा।
2. चार्ट के ऊपर विषय वस्तु का शीर्षक बड़े शब्दों में लिखा जाना चाहिए।
3. चार्ट में उचित शब्दों एवं जानकारी को ही शामिल करना चाहिए। बहुत अधिक विषय वस्तु, शब्दों को भर देने से चार्ट की प्रभावशीलता कम हो जाती हैं।
4. चार्ट में विभिन्न भागों एवं संकल्पनाओं को दर्शाने हेतु उपयुक्त अलग–अलग रंगों का प्रयोग करना चाहिए। रंग संयोजन उचित होना चाहिए।
5. चार्ट पर अक्षरों को लिखने के लिए स्टेन्सिल का प्रयोग किया जा सकता है।
6. चार्ट पर बनाये गये चित्र की आकृति वास्तविक व स्पष्ट होनी चाहिए।
7. मौखिक संदेश के साथ ग्राफिक्स संदेश भी मिला दिये जाये तो संदेश की प्रभावशीलता बढ़ जाती हैं। ग्राफिक्स संदेश में आकड़े, तालिका, ग्राफ, रेखाचित्र आदि को शामिल किया जाता हैं।

चार्ट के प्रकार – चार्ट द्वारा विषयवस्तु/सूचना को प्रदर्शित करने के ढंग के आधार पर चार्टों को वर्गीकृत किया जा सकता हैं।

(i) **चित्रमय चार्ट (Diagrammatic Chart)–** इसमें विभिन्न रंगीन चित्र तथा लिखित शब्द हो सकते हैं। जैसे बायोगैस संयत्र का चार्ट, परमाणु संरचना का चार्ट, ऑक्सीजन निर्माण की विधि का चार्ट।

(ii) **वृक्ष चार्ट (Tree Chart)–** इनका प्रयोग विकास क्रम या वंशावली को दर्शाने के लिए किया जाता है। इसमें एक स्त्रोत से शुरू होने वाले विकास, संवृद्धि या परिवर्तन को दर्शाया जाता है, जो आगे जाकर वृक्ष की भाँति अनेक शाखाओं में बट जाता है।

(iii) **तालिका चार्ट (Table Chart)** – इसमें कोई जानकारी या आंकड़े एक अनुक्रम में प्रस्तुत किये जाते हैं। तालिकाओं द्वारा समयानुसार किसी चर की वृद्धि या कमी को क्रम से दर्शाया जा सकता है। जैसे एन्जाइम की क्रियाशीलता, तापक्रम में परिवर्तन, दाब की वृद्धि से आयतन में परिवर्तन आदि।

(iv) **फ्लो चार्ट (Flow Chart)** – जब किसी वस्तु के निर्माण की विधि दर्शानी हो तो हम फ्लोचार्ट का प्रयोग करते हैं। विभिन्न कच्चे माल या वस्तुओं का प्रयोग करके किसी उत्पाद या मशीन के द्वारा निर्माण की प्रक्रिया को फ्लोचार्ट के माध्यम से दर्शाया जा सकता हैं, जैसे कागज के निर्माण की विधि, गंधक के अम्ल के निर्माण की विधि आदि को प्रवाह चार्ट द्वारा दर्शाया जा सकता है।

(v) **संगठनात्मक चार्ट (Organisational Chart)** – इस चार्ट द्वारा संगठन के भीतर फलन संबंधों का निरूपण होता हैं इसमें आयतों, रेखाओं, बाण तथा वृत्तों का प्रयोग होता है। किसी संगठन या संस्था के प्रशासनिक सोपानों को दर्शाने के लिए इसका प्रयोग किया जा सकता है, जैसे रसायन विज्ञान के क्लब में पदाधिकारियों का संगठनात्मक चार्ट, कार्बन के अपररूपों को दर्शाने हेतु चार्ट।

(vi) **ग्राफ (Graph)** – ग्राफ संख्यात्मक या मात्रात्मक ऑकड़ों का आरेखीय निरूपण होता हैं। इसके तीन मुख्य प्रकार हैं :

1. रेखीय ग्राफ 2. स्तम्भ ग्राफ 3. वृत्तीय ग्राफ

इनके माध्यम से अध्यापक विभिन्न चरों के संबंधों की मूर्त रूप से व्याख्या कर सकता हैं। ग्राफ विद्यार्थियों को भी आकड़ों का विश्लेषण करने और तुलना करने का अवसर प्रदान करते हैं। जैसे वायु में विभिन्न गैसों का प्रतिशत संगठन दर्शाने वाला वृतीय ग्राफ, स्थिर ताप पर गैस के दाब व आयतन का संबंध दर्शाने वाला रेखीय ग्राफ।

(vii) **अनुक्रम चार्ट (फ्लिप चार्ट/स्ट्रिप चार्ट)** – इस प्रकार के चार्ट में एक से अधिक खण्ड या चार्ट होते हैं। इनका संबंध विषयवस्तु की बजाए उसके निरूपण से है। फ्लिप चार्ट कलैंडर की भांति होता है, जिसमें प्रत्येक माह हेतु एक अलग पन्ना होता हैं क्रम से व्यवस्थित चार्ट को एक सिरे पर स्पाइरल, धातु या लकड़ी की पट्टी से बांध दिया जाता हैं। किसी प्रक्रम के अलग–अलग खण्डों या किसी घटना के अलग–अलग दृश्यों को फ्लिप चार्ट के माध्यम से बखूबी दिखाया जा सकता है ।

स्ट्रिप चार्ट को एक ही चार्ट के रूप में बनाया जाता है, इसके विभिन्न भागों को कागज की अलग–अलग पट्टियों से ढक दिया जाता है। आवश्यकतानुसार क्रम से इन पट्टियों को हटाया जाता है ताकि विषय वस्तु चरणों के अनुसार प्रदर्शित की जा सके।

7. पोस्टर (Poster) - "किसी चित्र और लेखन के द्वारा जब किसी समस्या की ओर सब का ध्यान आकृष्ट किया जाता है तो इसे पोस्टर कहते है"। पोस्टर के द्वारा कोई एक विचार/ संदेश विद्यार्थियों तक पहुंचाया जाता है। पोस्टर को देख कर विद्यार्थी इसके द्वारा संप्रेषित संदेश को आसानी से समझ जाते हैं। पोस्टर रंगीन, आकर्षक, सरल व स्पष्ट होने चाहिए। पोस्टर का उपयोग कक्षा में प्रेरणा देने वाले साधन के रूप में किया जा सकता हैं। पोस्टर में शाब्दिक घटक उसका शीर्षक है और दृश्य घटक चित्र होता है। जैसे – रसायन विज्ञान में ऊर्जा संरक्षण, आयोडीन

नमक, पर्यावरण प्रदूषण, भूमि प्रदूषण, ठोस कचरा प्रबंधन आदि से सम्बन्धित पोस्टरों द्वारा कम शब्दों में असरदार बात कही जा सकती है। विभिन्न विभागों द्वारा जारी किये गये पोस्टर्स का उपयोग विद्यार्थियों में जागरूकता लाने के लिये भी किया जा सकता है।

8. फोटोग्राफ (Photograph) – कक्षा शिक्षण में चित्रात्मक सामग्री के प्रदर्शन के रूप में फोटोग्राफ का अपना एक विशेष स्थान है, विज्ञान की घटनाओं, प्रकृति तथा प्रक्रियाओं का स्पष्ट अवलोकन भी फोटोग्राफी की सहायता से किया जा सकता हैं। फोटोग्राफ का महत्त्व चित्र व चार्ट से अधिक माना जाता है, क्योंकि ये बनाये गये चित्रों की तुलना में वास्तविकता के अधिक निकट होते हैं । अध्यापक स्वयं भी फोटोग्राफी द्वारा इन्हें तैयार कर सकता है। फोटोग्राफ को एनलार्जर (Enlarger) की सहायता से बड़े आकार में भी प्रिंट कर सकते हैं। विभिन्न संयत्रों, फैक्ट्रियों में वस्तुओं के व्यावसायिक उत्पादन की प्रक्रियाओं के फोटोग्राफ वास्तविक अनुभव देते हैं।

9. कार्टून (Cartoon) – वैसे तो कार्टून साधारण रेखाओं से बनी ऐसी आकृतियां हैं जो रूचिकर होने के साथ–साथ मनोरंजक भी होती हैं। रसायन विज्ञान में भी कार्टूनों का उपयोग किसी विषय के प्रति विद्यार्थियों को सजग करने के दृष्टिकोण से प्रभावी ढंग से किया जा सकता है।

दृश्य अप्रक्षेपित (त्रिआयामी) सामग्री (Visual Non Projective Aids - Three Dimensional) –

1. मॉडल 2. प्रायोगिक प्रतिदर्श (मॉडल) 3. नमूना/प्रतिदर्श

1. मॉडल (Models) – मॉडल किसी पदार्थ का ज्यों त्यों नकल किया हुआ सुविधाजनक रूप होता हैं। वास्तविक पदार्थो की छोटी या बड़ी प्रतिमूर्ति को मॉडल कहते है। जब वास्तविक पदार्थ की उपलब्धि संभव न हो या वास्तविक वस्तु इतनी बड़ी या इतनी छोटी हो कि उसे अधिगमकर्ता को दिखाना सम्भव ना हो तो वास्तविक पदार्थो से मिलते–जुलते स्थूल रूप में उनकी प्रतिमूर्ति बनाकर प्रयोग में लायी जाती है। मॉडल वास्तविक वस्तु से छोटे या बड़े हो सकते हैं, परन्तु ये स्पष्ट और आकर्षक होने चाहिए। मॉडल हार्ड बोर्ड, लकड़ी, तार, मॉडलिंगक्ले पेपरमेशी, प्लास्टर ऑफ पेरिस, थर्मोकॉल जैसी सामग्री से बनाये जा सकते है। मॉडल के विशेष रूप से तीन उपयोग हैं:

1. जो बातें चित्र द्वारा नहीं दिखायी जा सकती उन्हें मॉडल द्वारा दर्शाया जा सकता है।
2. इनके द्वारा विद्यार्थी को किसी वस्तु की भीतरी और बाहरी दोनों संरचनाओं का ज्ञान दिया जा सकता है।
3. अत्यंत जटिल स्थिति या प्रक्रिया को सरल ढंग से समझा जा सकता है। इसके लिए भ्रमित करने वाली जटिलताओं को हटाकर केवल अत्यावश्यक लक्षणों को ही प्रतिमान में समाहित किया जाता हैं।

मॉडल के उपयोग में निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखा जाना चाहिए –

1. मॉडल वास्तविक पदार्थ की हूबहू नकल होने चाहिए।
2. मॉडल का प्रयोग करते समय विद्यार्थियों को वास्तविक पदार्थो के आकार का बोध करा देना चाहिए।
3. मॉडल को ऐसे स्थान पर रखना चाहिए कि सब विद्यार्थी उसे सरलता से देख सकें।

4. मॉडल इस प्रकार का हो कि उसे आसानी से पढ़ने एवं शिक्षण के लिए उपयोग में लाया जा सके। वह जल्दी से खराब या क्षति ग्रस्त ना हो और भविष्य में प्रयोग के लिए भी संभालकर रखा जा सके। जैसे रसायन विज्ञान में तारों और थर्मोकॉल की गोलियों से बनाया गया परमाणु संरचना का मॉडल, टिन के डिब्बों व पाइप से बनाया गया बायोगैस संयत्र का मॉडल, थर्मोकॉल से बनाया गया एन्जाइम की क्रियाविधि दर्शाने हेतु "लॉक एण्ड की" (ताला चाबी) मॉडल।

2. प्रायोगिक प्रतिदर्श (Mock – up) – जब अध्यापक के लिए छात्रों को प्रत्यक्ष अनुभव प्रदान करना कठिन हो तब शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में प्रायोगिक प्रतिदर्श का प्रयोग किया जाता है। मॉक–अप एक प्रकार से वस्तुओं के मॉडल का ही विशिष्ट रूप होता है। मॉकअप, मॉडल और वास्तविक वस्तुओं के बीच के नकली रूप का निरूपण करते हैं। जिसे शिक्षण या प्रशिक्षण हेतु बनाया जाता है, विशेष शिक्षण प्रशिक्षण परिस्थितियों में ही इनके उपयोग की आवश्यकता पड़ती है। जैसे – जल विद्युत संयंत्र, अग्निशमन संस्थान की कार्य प्रणाली आदि को इनके माध्यम से अच्छी तरह समझाया जा सकता हैं। भूमिगत खदानों में बिजली फिटिंग व सुरक्षा उपाय कैसे किये जाते है, जहरीली वायु कैसे निकाली जाती है, इन बातों की जानकारी और प्रशिक्षण देने के लिए मॉकअप के रूप में कृत्रिम खदानें तथा कृत्रिम वातावरण का निर्माण करने का प्रयत्न किया जाता है। परमाणु संयंत्र, किसी संस्थान की सुरक्षा तकनीकी आदि की प्रणाली की जानकारी के लिए मॉकअप बनाये जाते हैं।

3. नमूने (Specimens) – कक्षा शिक्षण के समय कई बार ऐसी स्थिति आती हैं कि किसी पदार्थ के बारे में जानकारी देते समय पदार्थ का प्रदर्शन तो आवश्यक हो जाता हैं लेकिन पदार्थ को सम्पूर्ण रूप में कक्षा में दिखाना सम्भव नहीं होता है, ऐसी स्थिति में उसके थोड़े से अंश को नमूने के रूप में कक्षा में दिखलाया जाता है। जैसे विभिन्न प्रकार के खनिजों, कोयलों और धातुओं आदि के बारे में पढ़ाते समय उनके नमूने प्रदर्शित करना उचित रहता है। नमूने का प्रयोग करते समय महत्त्वपूर्ण बात यह है कि नमूना ऐसा होना चाहिए जो वास्तविक पदार्थ का सही तौर पर प्रतिनिधित्व करता हो। कृत्रिम रेशों के बारे में पढ़ाते समय विभिन्न वस्त्रों के छोटे–छोटे टुकड़े प्रदर्शित करना। विभिन्न रंगों के कांच का निर्माण अलग–अलग रसायनों के प्रयोग द्वारा किया जाता है, इसके लिए रसायनों और रंगीन कांच के टुकडों को नमूने के रूप में प्रदर्शित करना।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. श्याम पट्ट का प्रयोग करते समय अध्यापक को किन महत्वपूर्ण बातों का ध्यान रखना चाहिए?
2. फ्लिप चार्ट और स्ट्रिप चार्ट में क्या अंतर है?

दृश्य प्रक्षेपित (साधन) (Visual Project Aids)

दृश्य प्रक्षेपित साधनों में स्लाइड, फिल्म स्ट्रिप, ओवर हैड प्रोजेक्टर, पारदर्शियां आदि सम्मिलित किये जाते हैं, क्योंकि इन्हें देखने के लिये पर्दे पर किसी प्रोजेक्टर की सहायता से

प्रक्षेपित करने की आवश्यकता पड़ती है। अधिक संख्या में विद्यार्थियों को शिक्षण देते समय प्रोजेक्टर का प्रयोग किया जाता है। यहाँ हम शिक्षण में प्रयुक्त किये जाने वाले मुख्य दृश्य प्रक्षेपित माध्यमों की चर्चा कर रहे हैं –

(1) ओवर हैड प्रोजेक्टर

(2) स्लाइड प्रोजेक्टर

(3) फिल्म स्ट्रिप प्रोजेक्टर

(4) एपीडाइस्कोप

(5) माइक्रो प्रोजेक्टर

1. **ओवर हेड प्रोजेक्टर (Overhead Projector)** – दृश्य प्रक्षेपित साधनों में ओवर हेड प्रोजेक्टर सबसे अधिक लोकप्रिय एवं व्यापक रूप से उपयोग में लिया जाने वाला उपकरण है। इसके द्वारा पारदर्शी को एक चौड़े काँच के प्लेटफॉर्म पर रखकर लेन्समीटर द्वारा शिक्षक के पीछे सिर के ऊपर की ओर चित्र को प्रक्षेपित किया जाता हैं। इसीलिए इसका नाम ओवर हैड प्रोजेक्टर रखा गया है।

ओवर हैड प्रोजेक्टर की संरचना (Structure of O.H.P.) - ओ.एच.पी. एक सरल प्रक्षेपण उपकरण है, इसमें एक बॉक्स होता है, जिसमें एक उच्च शक्ति का बल्ब होता है। इसे ठंडा रखने के लिये इसके अन्दर एक पंखा (ब्लोअर) लगा रहता है। बॉक्स का उपरी भाग एक 10"× 10" इंच के काँच के प्लेटफॉर्म से ढका होता है। जिस पर ट्रांसपेरेन्सी को रखा जाता हैं। बॉक्स पर तीन स्विच लगे होते है। एक स्विच बिजली आपूर्ति के लिए होता हैं। अन्य दो स्विचों में से एक ब्लोअर और एक प्रकाश के लिए होता है। प्रक्षेपण की गति अध्यापक के नियंत्रण में रहती है।

ओवर हैड प्रोजेक्टर की पारदर्शियों का निर्माण व उपलब्धता –

पारदर्शी का निर्माण निम्न प्रकार से किया जाता है :–

1. पारदर्शी शीट पर विभिन्न रंगो के मार्कर की सहायता से शब्द, चित्र, रेखाचित्र, तस्वीर तथा आरेख आदि बनाये जा सकते हैं। प्रोजेक्टर स्कीन पर ये साफ दिखाई दे इसलिए अधिकतर काले, हरे और लाल रंगों का प्रयोग किया जाता है।
2. हस्त निर्मित पारदर्शी के अलावा मुद्रित सामग्री को पारदर्शी पर जिरॉक्स द्वारा छायाप्रति के रूप में प्राप्त किया जा सकता हैं। रंगीन फोटोस्टेट भी उपलब्ध हैं जिनसे चित्र एक दम वास्तविक जैसे प्रतीत होते हैं।
3. वास्तविक स्त्रोतों से सामग्री की छपाई भी की जा सकती हैं।
4. विभिन्न संस्थान विभिन्न स्तर के विद्यार्थियों के लिए ट्रान्सपेरेन्सी निर्मित करते हैं तथा बेचते हैं।
5. रोलिंग पारदर्शी पर पर्याप्त मात्रा में सामग्री तथा चित्र तैयार कर सुविधानुसार प्रक्षेपित की जा सकती है। इसका प्रयोग श्यामपट्ट की तरह भी किया जा सकता है। अध्यापक शिक्षण के साथ–साथ शैक्षणिक सामग्री को विकसित करता जाता है

ओवर हैड प्रोजेक्टर के प्रयोग में रखी जाने वाली सावधानी –

1. कक्षा में विद्यार्थियों के सम्मुख प्रक्षेपण से पूर्व पारदर्शियों को प्रोजेक्टर के प्लेटफॉर्म पर रखकर प्रक्षेपण देख लेने चाहिए। जिससे यह पता लग जाये कि पारदर्शी पर लिखे शब्द व चित्र स्पष्ट दिखाई दे रहे हैं या नहीं।
2. प्रोजेक्टर ऐसे स्थान पर रखा जाये जहाँ से प्रक्षेपण पूरी कक्षा को दिखाई दे।
3. प्रोजेक्टर का अगला सिरा थोड़ा उठा कर रखना चाहिये जिससे प्रक्षेपण सिर से अधिक ऊँचाई पर हो तथा सभी विद्यार्थी उसे आसानी से देख सकें।
4. पतले पॉइंट या लेजर पॉइंट से पारदर्शी पर संकेत करना चाहिए। स्कीन के पास जाकर हाथ से संकेत नहीं करना चाहिए।
5. अध्यापक को ऐसे स्थान पर बैठना या खड़े होना चाहिए जिससे वह प्रक्षेपण को बाधित न करें।
6. प्रोजेक्टर के बल्ब को पारदर्शी का प्रयोग करते समय ही चालू करना चाहिए। अन्यथा बल्ब को बंद कर देना चाहिए जिससे वह गर्म ना हो। अन्दर लगे पंखे को चलते रहने देना चाहिए।

ओवर हैड प्रोजेक्टर के उपयोग से अध्यापक को निम्नलिखित लाभ हैं :–

1. इसका उपयोग अध्यापक अपने स्थान पर बैठ कर भी कर सकता है और पारदर्शियों को प्रदर्शित करते समय उसका नेत्र सम्पर्क विद्यार्थियों से बना रहता है। इस तरह अध्यापक अपने शिक्षण के बारे में विद्यार्थियों की प्रतिक्रियाएं देख सकता है।
2. पारदर्शियों के प्रक्षेपण के समय कमरे में अंधेरा करने की आवश्यकता नहीं होती अत: विद्यार्थी पाठ के दौरान नोट्स ले सकते है।
3. पारदर्शियां पहले से तैयार करके, क्रमानुसार रख ली जाती हैं, इससे अध्यापक का चॉकबोर्ड पर लिखने का समय बच जाता हैं और वह अधिक समय तक चर्चा कर सकता है।
4. ओवर हैड प्रोजेक्टर को चलाने के लिए किसी विशेष प्रशिक्षण की आवश्यकता नहीं होती क्योंकि उसकी परिचालन प्रणाली जटिल नहीं होती है। केवल एक स्विच से ही यह कार्य करना प्रारम्भ कर देता है।

1. स्लाइड प्रोजेक्टर - सेल्यूलाईड/काँच की स्लाइड पर बनी आकृति को दीवार या पर्दे पर बड़ा करके दिखाने के लिए स्लाइड प्रोजेक्टर का प्रयोग किया जाता है।

स्लाइड प्रोजेक्टर की संरचना – स्लाइड प्रोजेक्टर विभिन्न प्रकार के उत्तल (Convex) तथा अवतल (Concave) लैन्स को संयुक्त रूप से मिला कर बनाया जाता है, इस लैन्स की आवर्धन क्षमता पर ही प्रक्षेपित स्लाइड का आकार निर्भर करता है। प्रकाश के लिए प्रक्षेपी बल्ब (Projection Lamp) का प्रयोग किया जाता है। जो एक नली जैसा बेलनाकार बल्ब होता है, जिसमें हैलोजन गैस भरी होती है। इसके द्वारा तेज दूधिया प्रकाश फैलता है। प्रक्षेपण स्क्रीन के रूप में सफेद कपड़े, प्लास्टिक या सफेद दीवार का प्रयोग किया जाता है।

स्लाइड प्रोजेक्टर दो प्रकार के होते हैं –

1. हस्त चलित स्लाइड प्रोजेक्टर
2. स्वचालित स्लाइड प्रोजेक्टर

1. हस्त चलित प्रोजेक्टर को चलाते समय दो स्लाइडों को एक ही समय में व्यवस्थित करना पड़ता है। अर्थात जब एक स्लाइड को पर्दे पर प्रक्षेपित किया जाता है तो दूसरी को वापिस रख दिया जाता है।
2. स्वचालित स्लाइड प्रोजेक्टर में दो ट्रे होती हैं, जिनमें 20 से 120 स्लाइडों को क्रमबद्ध रूप व्यवस्थित किया जा सकता है। प्रोजेक्टर उन्हें एक–एक करके प्रक्षेपित करता है। शिक्षक रिमोट कंट्रोल के द्वारा स्लाइड को आगे पीछे कर सकता है या समान स्थिति में आवश्यकतानुसार स्लाइड को रोक सकता हैं। स्लाइड को अंधेरे कमरे में ही प्रक्षेपित करना होता है।

स्लाइड दो प्रकार की होती हैं -

- हाथ से बनी हुई स्लाइड
- फोटोग्राफिक स्लाइड

1. पारदर्शी फिल्म पर चित्र बनाकर या संबंधित विषय वस्तु को लिख कर स्लाइड तैयार की जा सकती है। स्लाइड बनाने के लिए फिल्म को 24 × 18mm या 24 × 36mm के टुकड़ों में काट कर बाजार में उपलब्ध कार्ड बोर्ड या प्लास्टिक माउंटों पर चढ़ा लिया जाता हैं।
2. फोटोग्राफिक स्लाइडों को तैयार करने के लिए कैमरे और कम्प्यूटर ग्राफिक्स का प्रयोग किया जाता हैं।

धनात्मक (Positive) फिल्म के द्वारा फोटोग्राफिक स्लाइडों को तैयार किया जाता है। इसके लिए वास्तविक दृश्यों, प्रक्रियाओं संयंत्रों आदि के कैमरे के द्वारा चित्र लिये जा सकते हैं या पहले से पुस्तकों में उपलब्ध रेखाचित्रों या तस्वीरों के फोटो लेकर उसकी स्लाइड बनायी जा सकती है। जैसे कीटनाशकों के निर्माण, पी.वी.सी. पाईप के निर्माण की वास्तविक फोटोग्राफी करके भी स्लाइड बनायी जा सकती है। स्लाइड प्रोजेक्टर द्वारा केवल दृश्य दिखाये जाते हैं, इसलिये अध्यापक को स्लाइड दिखाते समय उसका वर्णन अवश्य करना होता है।

3. **फिल्म स्ट्रिप प्रोजेक्टर** – रसायन विज्ञान शिक्षण में एक ही प्रकरण से सम्बन्धित विभिन्न स्लाइडों के प्रयोग की बजाय स्थायी फिल्म की एक पट्टी (Strip) तैयार की जाती है। प्रकरण से संबन्धित चित्रों को क्रमबद्ध रूप से 35 एमएम या 16 एमएम चौड़ी और लगभग 60 से 150 से.मी. लम्बी फोटोग्राफी की फिल्म पर उतार दिया जाता है, इसे ही फिल्म स्ट्रिप कहते हैं। अध्यापक स्वयं फोटो खींचकर फिल्म स्ट्रिप तैयार कर सकते हैं या कई व्यावसायिक फर्मो से अलग अलग कक्षाओं के लिए विज्ञान के प्रकरणों पर तैयार की गयी फिल्म स्ट्रिप प्राप्त की जा सकती हैं।

फिल्म स्ट्रिप प्रोजेक्टर की सहायता से फिल्म स्ट्रिप पर्दे पर बड़ा प्रतिबिम्ब बनाकर बड़ी आसानी से प्रदर्शित की जा सकती है। इसमें स्थिर चित्र ही पर्दे पर आते हैं। लैन्स (Object Lens) को घुमाकर चित्र को फोकस किया जाता है। इसे हाथ से चलाया जाता है। अध्यापक फिल्म स्ट्रिप के विभिन्न फ्रेमों को आवश्यकतानुसार रोक कर उसकी व्याख्या कर सकता हैं।

4. **एपीडाइस्कोप (Epidiascope)** - स्लाइड प्रोजेक्टर की सहायता से केवल पारदर्शक स्लाइडों को ही पर्दे पर बड़ा करके दिखाया जाता हैं जब कि एपीडाइस्कोप ऐसा यंत्र है, जिससे ना

केवल पारदर्शक स्लाइडों को बल्कि किसी भी प्रकार की अपारदर्शक सामग्री चार्ट, चित्र, रेखाचित्र, फोटोग्राफ, पदार्थो के छोटे नमूने, पुस्तकों में बने चित्र या लिखावट को भी बिना पुस्तक से अलग किये बड़ा करके पर्दे पर दिखाया जा सकता हैं। इसके लिए कमरे में अंधेरा करके स्कीन पर कोई भी सामग्री बड़ी कर के दिखाई जा सकती हैं। इसके प्रयोग से अध्यापक के समय की भी बचत होती है क्यों कि उसे पारदर्शी, स्लाइड आदि बनाने की अतिरिक्त मेहनत नहीं करनी पड़ती।

यह यंत्र इस प्रकार बना होता हैं कि एक तेज लैम्प (लगभग 500 वाट से अधिक) से अपारदर्शी वस्तु पर प्रकाश डाला जाता हैं। उस वस्तु के ऊपर 45० के कोण पर एक सादा प्लेन शीशा रखा होता है, जिसमें प्रतिबिम्बित होता हुआ प्रकाश प्रक्षेपण लैंस में से गुजरता है और उस वस्तु को पर्दे पर बड़े आकार में दिखाता हैं। इस प्रकार की प्रोजेक्शन तकनीक को परावर्तित प्रोजेक्शन तकनीक (Reflected Projection) भी कहा जाता है।

यह यंत्र दो तरह से काम करता हैं जब अपारदर्शी वस्तु को इससे दिखाया जाता है तब यह (Episcope) एपीस्कोप के रूप में काम करता है और जब इस प्रोजेक्टर से पारदर्शी स्लाइड दिखायी जाती है तब यह डायस्कोप के रूप में काम करता है। दोनों को मिलाकर ही इसका नाम एपिडाइस्कोप रखा गया है। इसके प्रयोग में इस बात का विशेष ध्यान रखना चाहिए कि कोमल, चित्रों, नमूनों और पुराने फोटोग्राफ आदि को अधिक देर तक इसके तेज प्रकाश में नहीं रखना चाहिए अन्यथा उन्हें नुकसान पहुँचने का खतरा रहता है।

इसके क्षैतिज प्लेटफॉर्म में चित्र रखने का अध्यापक को अभ्यास कर लेना चाहिए ताकि सामग्री को प्लेटफॉर्म पर रखने, और हटाने तथा उसकी जगह नई सामग्री रखने में दिक्कत न आये।

5. **माइक्रो प्रोजेक्टर** – इस यन्त्र द्वारा सूक्ष्म वस्तुओं को कई गुना बड़ा करके पर्दे पर दिखाया जाता हैं। इस प्रोजेक्टर की यह विशेषता हैं कि इसमें न केवल स्लाइडों को बल्कि अति सूक्ष्म आकार के सजीव नमूनों, क्रिस्टल की वृद्धि को भी पर्दे पर बड़ा करके दिखाया जा सकता है। इस यंत्र के द्वारा जब स्लाइड दिखानी हो तो उसे क्षैतिज दिशा (Horizontal Position) में रखना पड़ता है जब जीवित नमूने दिखाने हो तो लम्ब रूप (Vertical Position) में रखा जाता हैं। ताकि नमूनों वाली थाली को आसानी से टिकाया जा सके। इसका प्रयोग करने हेतु कमरे में अंधेरा करना पड़ता है, ताकि पर्दे पर बना प्रतिबिम्ब साफ दिखायी दें।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान शिक्षण में ओवर हैड प्रोजेक्टर एक प्रभावी दृश्य प्रक्षेपित साधन है? अपने उत्तर की पुष्टि में तर्क दीजिए।
2. स्लाइड तथा फिल्म स्ट्रिप में क्या अंतर है?

दृश्य–श्रव्य साधन (Audio Visual Aids) – ये वे साधन हैं जिनका प्रयोग करने से विद्यार्थी की श्रवण व दृश्य दोनों इन्द्रियां सक्रिय रहती हैं –

1. चलचित्र फिल्म
2. वी.सी.आर.

3. सी.डी. प्लेयर/डी.वी.डी. प्लेयर
4. टेलीविजन
5. निकट परिपथ टी.वी
6. कम्प्यूटर
7. एल.सी.डी. प्रोजेक्टर

1. फिल्म/चलचित्र – चलचित्र का प्रयोग मनोरंजन के साधन के रूप में तो किया ही जाता हैं। परन्तु यह एक प्रभावशाली शैक्षिक साधन भी हैं। प्रत्यक्ष अनुभव पर आधारित ज्ञान उत्तम होता है, परन्तु प्रत्येक अवस्था में प्रत्यक्ष अनुभव प्रदान करना सम्भव नहीं होता। जैसे रसायन विज्ञान के इतिहास की रोचक घटनाएं, वैज्ञानिक आविष्कारों की कहानियाँ, नाभिकीय ऊर्जा, दुर्गम खानों व स्थलों आदि को यथार्थ रूप में दिखाना सम्भव नहीं होता है। अत: इस प्रकार की परिस्थितियों में सजीव, रोचक और वास्तविक अनुभव प्रदान करने में चलचित्र से बढ़कर कोई प्रभावी साधन नहीं है। चलचित्र विद्यार्थियों को अभिप्रेरित करते हैं। चलचित्र में अचल चित्रों की श्रृंखला होती है, जो सामान्यत: 16 एम.एम. आकार के होते हैं। इन्हें फिल्म प्रोजेक्टर द्वारा 16 फ्रेम प्रति सैकण्ड की गति से प्रक्षेपित किया जाता है, जिससे यह गति का आभास देते हैं।

रसायन विज्ञान शिक्षण में अधिकतर चार प्रकार की फिल्मों को दिखाया जाना लाभप्रद रहता है–

1. रसायन विज्ञान सम्बन्धी तथ्यों और जानकारी का दैनिक जीवन में प्रयोग दिखाने वाली फिल्में।
2. रसायन विज्ञान के इतिहास और रसायनविदों की जीवन गाथा को दिखाने वाली फिल्में।
3. विभिन्न ग्रहों, सौरमण्डल, ब्रह्माण्ड, प्रकृति के रहस्यों, से अवगत कराने वाली फिल्में।
4. विभिन्न कक्षाओं की विषय वस्तु पर आधारित फिल्में जो रसायन विज्ञान की पढ़ाई में मदद करती हैं।

यह फिल्में व्यावसायिक फार्मों, केन्द्रीय तथा विभिन्न राज्यों के शिक्षा विभागों की फिल्म लाइब्रेरियों, एन.सी.ई.आर.टी. और यूनेस्को आदि से प्राप्त की जा सकती हैं। पर्यावरण प्रदूषण, ओजोन प्रदूषण, ग्लोबल वार्मिंग आदि पर रोचक सूचनात्मक फिल्में उपलब्ध हैं।

चलचित्रों को दिखाने के लिए 16 मि.मी. फिल्म प्रोजेक्टर का प्रयोग अब विद्यालयों में काफी कम हो गया हैं। वीडियो प्रोद्योगिकी के विकास से अब फिल्मों को वीडियों कैसेट, सी.डी. और डी.वी.डी. में रिकॉर्ड करना संभव हैं जिससे इन्हें वीडियों कैसट प्लेयर, सी.डी. प्लेयर, डी.वी.डी. प्लेयर के द्वारा दिखाया जा सकता है।

चलचित्रों से लाभ – फिल्में विद्यार्थियों के ज्ञानात्मक तथा भावनात्मक पक्ष को विकसित करने का बेहतर साधन हैं, इसके प्रयोग के निम्नलिखित लाभ हैं –

1. फिल्मों की सहायता से विद्यार्थियों के दृष्टिकोण को परिवर्तित और उनके व्यक्तित्व को उचित रूप से विकसित किया जा सकता है।
2. किसी विषय क्षेत्र के प्रति जागरूकता उत्पन्न करने और आलोचनात्मक चिन्तन विकसित करने के लिए फिल्में प्रभावी साधन हैं।

3. चलचित्र द्वारा प्रयोगात्मक व क्रियात्मक क्रियाओं के प्रदर्शन से विद्यार्थी प्रायोगिक कार्यों का भी भली भांति अधिगम कर लेते हैं।
4. उच्च गुणवत्ता व श्रेष्ठ कोटि की फिल्में विद्यार्थियों में समस्या समाधान की योग्यता विकसित करती है।
5. आविष्कारों की कहानियां, वैज्ञानिकों के जीवन संघर्ष व कार्य के प्रति निष्ठा, समर्पण आदि पर आधारित फिल्में विद्यार्थियों में विज्ञान के प्रति एक भावनात्मक लगाव तथा प्रशंसा का भाव विकसित करने में सक्षम हैं।
6. राष्ट्रीय व अन्तर्राष्ट्रीय विषयों, समसामयिक समस्याओं, वर्तमान समय की आवश्यकताओं आदि से विद्यार्थियों को भली भांति परिचित करवाया जा सकता है।
7. अधिगम के लिए छात्रों को तैयार करने और प्रेरित करने के लिए फिल्में उपयोगी रहती है।
8. फिल्म को बार–बार दिखाने की सुविधा होने के कारण कठिन विषय को भी आसानी से समझा जा सकता है।

2. वी.सी.आर. - वी.सी.आर. के द्वारा फिल्मों के रिकार्ड किये गये कैसट्स दिखाये जा सकते है। पहले तैयार लघु फिल्में, डॉक्यूमेंट्री फिल्मों के कैसट्स या किसी विज्ञान मेले, प्रदर्शनी, विज्ञान के कार्यक्रम, सेमीनार, प्रश्नोत्तरी की शूटिंग करके तैयार किये गये कैसेट्स आदि को वी.सी.आर. का प्रयोग करके टी.वी स्कीन पर दिखाया जा सकता है। इसका एक लाभ यह भी हैं कि इसके द्वारा टी.वी कार्यक्रमों के प्रसारण के समय उन्हें रिकार्ड करके अध्यापक सुविधानुसार विद्यार्थियों को दिखा सकता है।

3. सी.डी. प्लेयर/डी.वी.डी. प्लेयर - सी.डी. प्लेयर या डी.वी.डी. प्लेयर के माध्यम से वीडियों सी.डी. और डी.वी.डी लगा कर टी.वी. के पर्दे पर दिखाया जा सकता है। विभिन्न कक्षाओं के लिए रसायन विज्ञान के पाठ्यक्रम पर तैयार की गयी सी.डी./डी.वी.डी. बाजार में उपलब्ध हैं, जिनमें विषय वस्तु को प्रयोग प्रदर्शन और प्रत्यक्ष उदाहरणों द्वारा प्रभावी व्याख्या के साथ स्पष्ट किया जाता है। इनमें कक्षा के स्तरानुसार प्रत्येक प्रकरण का विस्तृत विवरण दिया जाता है। अध्यापक आसानी से सी।डी प्लेयर को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जा सकता है। इसका संचालन भी बहुत आसान होता हैं। आवश्यकतानुसार चित्रों को आगे पीछे करके पुन: देखा जा सकता है।

4. दूरदर्शन (टेलीविजन) (Television) – दूरदर्शन सम्प्रेषण का एक शक्तिशाली जन संचार माध्यम हैं। आज के युग में दूरदर्शन की लोकप्रियता दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही हैं। दूरदर्शन की पैठ ग्रामीण क्षेत्र से लेकर शहरी क्षेत्र तक है। इसीलिए संसार के विकसित तथा विकासशील देशों में शिक्षा के सभी स्तरों पर गुणात्मक विकास करने हेतु और छात्रों की शिक्षण में रूचि विकसित करने के लिए औपचारिक तथा अनौपचारिक शिक्षा प्रणालियों में दूरदर्शन के प्रयोग को महत्त्व दिया जाने लगा है।

भारत के कक्षा शिक्षण में दूरदर्शन के प्रयोग की तरफ पहला प्रयास 1961 में आकाशवाणी के फोर्ड फाउंडेशन (Ford Foundation) तथा दिल्ली के शिक्षा निदेशालय के सहयोग से किया गया। इसमें विद्यालय स्तर के बालकों के लिए कार्यक्रम प्रसारित किये गये। जिसके परिणाम उत्साहवर्धक रहे। अब तो अधिकांश राज्यों में विभिन्न कक्षाओं से संबंधित

विषयवस्तु एवं पाठ्यचर्या के दूरदर्शन पर कार्यक्रम प्रसारित किये जाते हैं। दूरदर्शन पर प्रसारित किये जाने वाले प्रसारण दो प्रकार के होते हैं :–

(1) सामान्य प्रसारण (2) शैक्षिक प्रसारण

सामान्य प्रसारण – सामान्य प्रसारण में इस प्रकार के प्रसारण आते हैं जो कला, संस्कृति, खेलकूद, पर्यावरण, देश–विदेश की घटनाओं, समाचारों, स्वास्थ्य आदि से सम्बन्धित होते हैं। इसका सीधा सम्बन्ध स्कूली पाठ्यक्रम से नहीं होता किन्तु बच्चों का सामान्य ज्ञानवर्धन करने में ये कार्यक्रम सहायक होते है।

शैक्षिक प्रसारण – यह प्रसारण प्रत्यक्ष रूप से स्कूली पाठ्यक्रम से सम्बन्धित होते हैं। इस प्रकार के कार्यक्रमों में प्रसारित किये जाने वाले पाठों को विषय विशेषज्ञों द्वारा तैयार किया जाता है। इसमें विशेषज्ञ टेलीविजन पर शिक्षण करते हुए प्रयोग करते हुए देखे जा सकते हैं। इससे विद्यार्थी कठिन तथ्यों को भी आसानी से समझ सकते हैं।

उपग्रह शैक्षणिक दूरदर्शन प्रयोग (Satellite Instructional Television Experiment–SITE) का प्रयोग छः राज्यों में किया गया। इसका मुख्य उद्देश्य शिक्षण प्रक्रिया को रूचिपूर्ण, सृजनात्मक तथा उद्देश्यपूर्ण बनाकर छात्रों में अनौपचारिक शिक्षण के प्रति सकारात्मक दृष्टिकोण विकसित करना था। भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (Indian National Satellite–INSAT) के माध्यम से दूरदर्शन स्कूली शिक्षा, विश्वविद्यालयी शिक्षा, कृषि एवं प्रौढ़ शिक्षा संबन्धी अनेक कार्यक्रमों का प्रसारण करता है। कार्यक्रमों के निर्माण में एन.सी.ई.आर.टी., यू.जी.सी., इग्नू आदि विशेष भूमिका अदा कर रहे हैं।

शिक्षण में दूरदर्शन का प्रयोग (Application of Television in teaching) – दूरदर्शन का शिक्षण में प्रयोग करते समय अध्यापक को कुछ विशेष बातों का ध्यान रखना चाहिए जिससे विद्यार्थी इससे पूर्णतया लाभान्वित हो सके –

1. सर्वप्रथम अध्यापक को दूरदर्शन केन्द्रों से प्रसारित होने वाले कार्यक्रमों की दिनांक, समय आदि की पूरी जानकारी होनी चाहिए।
2. प्रसारण दिखाने से पूर्व विद्यार्थियों को मनोवैज्ञानिक तौर पर तैयार कर लेना चाहिए। अध्यापक को यह निर्देश देने चाहिए कि किन महत्त्वपूर्ण बिन्दुओं पर ध्यान देना है। आवश्यक बिन्दुओं को नोट करना है तथा यदि कोई जिज्ञासा या प्रश्न हो तो उसे लिख लेना है।
3. प्रसारण दिखाने से पूर्व टी.वी. सेट की जाँच कर लेनी चाहिए कि ध्वनि चित्र आदि स्पष्ट हैं या नहीं हैं।
4. प्रसारण दिखाते समय कमरे का भौतिक वातावरण उपयुक्त होना चाहिए। कक्षा कक्ष में अनुशासन व उचित अधिगम वातावरण बना रहे इसका ध्यान रखना चाहिए।
5. प्रसारण कार्यक्रम पूरा होने के बाद अध्यापक के नेतृत्व में प्रसारण सम्बन्धी विषय पर छात्रों के साथ विचार विमर्श करना चाहिए और विद्यार्थियों को पाठ सम्बन्धी शंकाओं का समाधान करने का अवसर देना चाहिए।

6. मौखिक या लिखित रूप से छात्रों का मूल्यांकन भी करना चाहिए, जिससे यह ज्ञात हो सके कि विद्यार्थियों ने इससे कितना सीखा, जो कमजोरियां या त्रुटियां रह जायें उन्हें सामूहिक या व्यक्तिगत रूप से दूर करने का प्रयास करना चाहिए।

दूरदर्शन के लाभ/ महत्त्व/ शैक्षिक उपादेयता – शिक्षा में दूरदर्शन का प्रयोग करने से अध्यापक व विद्यार्थियों को निम्नलिखित लाभ मिलते हैं –

1. दूरदर्शन के कार्यक्रमों का निर्माण विषय के अनुभवी विद्वानों, विशेषज्ञों, श्रेष्ठ कार्यक्रम निर्माताओं, तकनीशियनों, दृश्य–श्रव्य कलाकारों द्वारा किया जाता है। वे इन कार्यक्रमों के निर्माण में आधुनिकतम तकनीक और अद्यतन ज्ञान का प्रयोग करते हैं। अत: इन कार्यक्रमों को दिखाने से शिक्षण की गुणवत्ता और छात्रों की उपलब्धि में वृद्धि होने की संभावना रहती है।
2. दूरदर्शन के द्वारा एक ही समय में दूर दराज क्षेत्रों में बैठे विद्यार्थियों को श्रेष्ठ एवं अनुभवी विशेषज्ञों के ज्ञान का लाभ मिलता है।
3. दूरदर्शन पर प्रसारित कार्यक्रम मनोरंजक, आकर्षक एवं रूचिपूर्ण होते हैं, और इसमें दृश्य–श्रव्य सामग्री तथा उपकरणों की पूर्ण योजना तथा प्रभावी प्रस्तुतीकरण होने से विद्यार्थी कठिन तथ्यों को भी आसानी से समझ जाते हैं।
4. दूरदर्शन कार्यक्रमों को देखकर अध्यापकों को भी नवीनतम जानकारियां मिलती हैं। जिससे वे अपने शिक्षण में नवीन पद्धतियों प्रविधियों, नवीन शोध और ज्ञान का समावेश कर लेते हैं, और उन्हें अपने अध्यापन कौशलों में सुधार की प्रेरणा मिलती हैं।
5. दूरदर्शन के कार्यक्रम समय और स्थान की सीमा को लांघकर राष्ट्रीय तथा अंतर्राष्ट्रीय समस्याओं, पर्यावरण आदि के अनुभव विद्यार्थियों को प्रदान करते हैं।
6. दृश्य–श्रव्य साधनों की कमी, प्रयोगशालाओं, कक्षा भवनों की कमी को भी दूरदर्शन का प्रयोग काफी हद तक कम करने में लाभकारी सिद्ध होता हैं।
7. दूरदर्शन द्वारा भावात्मक पक्ष का विकास एवं भावात्मक शिक्षण सम्भव हैं। विद्यार्थियों में प्राकृतिक आपदाओं, प्रकृति से अनावश्यक छेड़ छाड़ के दुष्परिणामों, अत्यधिक प्राकृतिक संसाधनों के दोहन से पारिस्थितिक तंत्र पर पड़ने वाले प्रभावों के प्रति जागरूकता पैदा करने में यह कार्यक्रम महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
8. दूरदर्शन पर छात्र उच्च स्तर के शिक्षा शास्त्रियों, वैज्ञानिकों, अपने–अपने क्षेत्र के विशिष्ट व्यक्तियों के काम को देख व सुन सकते है। उनसे यह निकटता विद्यार्थियों के लिए शैक्षिक व मनोवैज्ञानिक दृष्टि से अत्यन्त लाभदायक सिद्ध होती हैं।

5. निकट बंद परिपथ टेलीविजन (Close Circuit T.V.) – निकट परिपथ टीवी. शिक्षण के क्षेत्र को कक्षा से दूर एक या अधिक स्थानों तक बढ़ा देता हैं यह शैक्षिक टीवी. का ही एक रूप हैं। सी.सी. टी.वी में रिसीवर द्वारा संकेत केबल के माध्यम से प्राप्त किये जाते हैं, इसलिए इसका प्रसारण क्षेत्र केबल की लम्बाई तक सीमित होता है। यह विद्यार्थियों के बड़े समूह के अध्यापन में बहुत उपयोगी है। इसका उपयोग ऐसे प्रयोगों या मशीनों की कार्य प्रणाली दिखाने में किया जा सकता है, जहाँ एक साथ सभी विद्यार्थियों को नहीं ले जाया जा सकता। रेडियोएक्टिविटी से

सम्बन्धित परीक्षण, खनन व धातु निष्कर्षण से सम्बन्धित कार्यों को दिखाने के लिए इसका उपयोग किया जा सकता है।

6. कम्प्यूटर – कम्प्यूटर का उपयोग विज्ञान अनुसंधान, व्यापार, कृषि आदि क्षेत्रों में व्यापक रूप से किया जा रहा है। वर्तमान में अध्ययन–अध्यापन प्रक्रिया में भी कम्प्यूटर का प्रयोग व्यापक रूप से किया जाने लगा है। कम्प्यूटर एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति हैं जिसमें प्रयुक्त इलेक्ट्रॉनिक व चुम्बकीय उपकरणों के माध्यम से विस्तृत सूचनाओं और आंकड़ों को सुरक्षित रखा जा सकता हैं। सूचनाओं व चित्रों को मॉनीटर स्क्रीन पर देखा भी जा सकता है। इससे जुड़े प्रिंटर द्वारा कागज पर प्रिंट भी प्राप्त कर सकते हैं। अत: कम्प्यूटर वह युक्ति है जिसके द्वारा विविध प्रकार के आंकड़ों को संचित (Store) संसाधित (Process) व पुन: प्राप्त (Retrieve) कर सकते हैं। कम्प्यूटर विद्यार्थियों की अनुक्रियाओं का अभिलेखन, विश्लेषण करने के साथ–साथ विद्यार्थियों के उत्तरों पर प्रतिक्रिया भी कर सकता है। यह एक साथ अनेक व्यक्तियों की अधिगम आवश्यकताओं की पूर्ति कर सकता है।

कम्प्यूटर को शिक्षण में एक प्रभावशाली शिक्षण सहायक सामग्री के रूप में निम्नलिखित परिस्थितियों में प्रयुक्त किया जा सकता हैं –

1. जब स्वयं प्रत्यक्ष रूप से किसी वस्तु का निर्माण या प्रदर्शन करना कठिन हो।
2. विद्यार्थियों को विभिन्न प्रक्रियाओं का सार्थक एवं प्रमाणिक ज्ञान देना हो।
3. जब दुर्गम स्थलों, दुर्लभ वस्तुओं या पूर्व में घटित वैज्ञानिक घटनाओं को उसी रूप में प्रदर्शित करना हो।
4. प्रयोगों से प्राप्त जटिल आंकड़ों का विश्लेषण करना हो।

इसके अतिरिक्त कम्प्यूटर का महत्त्वपूर्ण प्रयोग कम्प्यूटर प्रबन्धित अनुदेशन (Computer Managed Instruction), कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन (Computer Assisted Instruction), कम्प्यूटर आधारित अनुदेशनात्मक अनुरूपण (Computer Based Instructional Simulation) के रूप में किया जाता है।

7. एल.सी.डी. प्रोजेक्टर (L.C.D. Projector) – दृश्य–श्रव्य माध्यम से शिक्षण के क्षेत्र में एल.सी.डी. प्रोजेक्टर नवीनतम साधन है। एल.सी.डी. प्रोजेक्टर का प्रयोग कम्प्यूटर, वी.सी.डी. प्लेयर, डी.वी.डी. प्लेयर आदि के माध्यम से किया जाता है। इसका प्रयोग बड़े समूह के शिक्षण हेतु प्रभावी तरीके से किया जा सकता है। सी.डी. व डी.वी.डी. को वी.सी.डी./डी.वी.डी. प्लेयर में लगा कर एल.सी.डी. प्रोजेक्टर के द्वारा स्लाइड और चलचित्र को पर्दे पर बड़े आकार में प्रदर्शित किया जा सकता है। कम्प्यूटर के द्वारा सम्पादित प्रत्येक कार्य को एल.सी.डी. प्रोजेक्टर के द्वारा पर्दे पर बड़े आकार में प्रदर्शित किया जा सकता है। एल.सी.डी. प्रोजेक्टर के साथ कम्प्यूटर के उपयोग ने अन्य सभी दृश्य– श्रव्य माध्यमों को विस्थापित कर दिया है, किन्तु अभी इसका मूल्य अन्य माध्यमों के मुकाबले अधिक होने के कारण इसका विस्तृत उपयोग नहीं हो पा रहा है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान शिक्षण में दूरदर्शन के प्रयोग को कैसे प्रभावी बनाया जा सकता है?
2. निकटबंद परिपथ टी.वी. का प्रयोग किन परिस्थितियों में उपयोगी रहता है?

10.6 क्रियात्मक साधन (Activity Aids)

जो साधन विद्यार्थी तथा अध्यापकों की क्रियाओं से विकसित होते हैं, उन्हें क्रियात्मक साधन कहा है। रसायन विज्ञान में निम्नलिखित क्रिया साधन उपयोगी हैं –

(1) रसायन विज्ञान संग्रहालय (2) विज्ञान प्रदर्शनी

(3) वैज्ञानिक भ्रमण (4) स्वयं निर्मित उपकरण

10.6.1 रसायन विज्ञान दृश्य–श्रव्य संग्रहालय (Chemistry Audio–Visual Museum) – संग्रहालय वह स्थान है जहाँ विभिन्न प्रकार की वस्तुओं को संग्रहीत एवं सुरक्षित–रखकर प्रदर्शित किया जा सकता है। दृश्य– श्रव्य संग्रहालय से तात्पर्य विद्यालय में स्थित उस स्थान से है, जहाँ बाह्य जगत से एकत्रित की गई अथवा विद्यार्थियों की सहायता से विद्यालय में ही निर्मित दृश्य– श्रव्य सामग्री को सावधानी से रखकर उसका इस तरह प्रदर्शन या शैक्षिक उपयोग किया जाता है कि उससे सम्बन्धित ज्ञान को प्रभावपूर्ण ढंग से अर्जित किया जा सके। रसायन विज्ञान दृश्य–श्रव्य संग्रहालय में विषय के अनुसार शैक्षिक उद्देश्यों की पूर्ति के लिए वस्तु विशेष का संग्रह किया जाता है। इस सम्बन्ध में विषय अध्यापकों तथा विशेषज्ञों को विचार विमर्श करके निर्णय लेना चाहिए। विभिन्न प्रकार की मिट्टियों, पत्थर, खनिज पदार्थो,धातुओं के अयस्क, वैज्ञानिकों के फोटोग्राफ, रासायनिक संयत्रों के मॉडल, कैसेट सी.डी. रसायन विज्ञान दृश्य– श्रव्य संग्रहालय के लिये उपयोगी रहती है। वस्तुओं को सुरक्षित रखने के लिए विशेष ध्यान रखना चाहिए। जिस प्रकार की सामग्री हो उसे उसकी आवश्यकतानुसार तकनीकी जानकारी के आधार पर सुरक्षित रखना चाहिए। वस्तुओं का उचित विभाजन करके एक वर्ग की सामग्री को उचित क्रम और व्यवस्था करते हुए एक ही जगह ठीक प्रकार रखना चाहिए प्रत्येक वस्तु के आगे गत्ते या एक्रेलिक शीट पर उसका नाम, स्त्रोत, संग्रहकर्ता का नाम आदि लिख कर लगाना चाहिए। विद्यार्थियों के सहयोग से विभिन्न वैज्ञानिक उपकरणों, चित्र, चार्ट, मॉडल आदि का निर्माण करवाया जा सकता हैं।

रसायन विज्ञान संग्रहालय का महत्त्व –

1. रसायन विज्ञान के अध्ययन के प्रति रूचि जागृत करने तथा विषय को सरल और स्पष्ट करके रूचि पूर्ण बनाने में विज्ञान संग्रहालय का महत्वपूर्ण स्थान है।
2. संग्रहालय द्वारा विद्यार्थियों की निरीक्षण शक्ति का विकास होता है।
3. विद्यार्थियों की संग्रह प्रवृत्ति की संतुष्टि होती है।
4. विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण तथा वैज्ञानिक अभिरूचि विकासित करने में संग्रहालय का महत्त्वपूर्ण स्थान है।

2. विज्ञान प्रदर्शनी (Science Exhibition) - विज्ञान प्रदर्शनी से तात्पर्य एक ऐसे सुव्यवस्थित एवं सुनियोजित आयोजन से हैं जिसमें विभिन्न प्रकार की दृश्य–श्रव्य सामग्री, उपकरण तथा प्रयोगात्मक कार्य को इस रूप में प्रदर्शित करने का प्रयत्न किया जाता है कि उसके द्वारा अध्यापक और विद्यार्थियों को इससे सम्बन्धित सैद्धान्तिक और क्रियात्मक ज्ञान का अर्जन कर वांछित शिक्षण एवं अधिगम उद्देश्यों को प्राप्त करने में अधिक से अधिक सहायता मिल सके।

प्रदर्शनी के लाभ – प्रदर्शनी के आयोजन, प्रबन्धन, संगठन एवं अवलोकन के निम्नलिखित लाभ हैं–

1. विद्यार्थियों को प्रकार विभिन्न प्रकार की दृश्य–श्रव्य सामग्री एवं साधनों का प्रत्यक्ष रूप से अनुभव प्रदान कर सकते है।
2. छात्रों द्वारा संग्रहीत एवं स्वयं निर्मित विभिन्न प्रकार की सहायक सामग्री का अवलोकन करने से उनके शैक्षिक, मनोवैज्ञानिक उपयोगों से परिचित होते है।
3. विद्यार्थियों को भी निर्मित उपकरणों व सामग्री को देख कर स्वयं कुछ संग्रह करने और बनाने की प्रेरणा मिलती है।
4. रसायन विज्ञान से सम्बन्धित प्रकरणों को दृश्य–श्रव्य सामग्री के उपयोग द्वारा भली भांति स्पष्ट कर सकने के लिए नई विधियों तथा तकनीकी के प्रदर्शन के अवसर मिलते है।

3. वैज्ञानिक भ्रमण (Science Excursion) – वैज्ञानिक भ्रमण एक मात्र सजीव एवं स्वाभाविक सहायक साधन हैं जिसके द्वारा विद्यार्थियों को वस्तुओं को समीप से देखने और प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त करने का अवसर मिलता हैं और विद्यार्थी कठिन तथ्यों को भी प्रसन्नता पूर्वक रोचक ढंग से सीख जाते हैं। इससे विद्यार्थियों को अपनी मानसिक शक्तियों का उचित उपयोग करने और अपनी अन्वेषणात्मक प्रवृत्ति का उचित पोषण करने का अवसर मिलता हैं। भ्रमण के द्वारा विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण एवं वैज्ञानिक अभिरूचि का विकास होता हैं। वैज्ञानिक स्थलों के भ्रमण का आयोजन यदि योजनाबद्ध एवं सुनिश्चित ढंग से किया जाये तो इससे ना केवल शैक्षिक लाभ प्राप्त होते हैं, बल्कि यह अध्यापक और विद्यार्थियों के लिए एक नवीन उत्साह एवं ऊर्जा के स्त्रोत के रूप में कार्य करता है।

रसायन विज्ञान की दृष्टि से रासायनिक तथा अन्य वैज्ञानिक प्लांट, डेयरी फॉर्म, दुग्ध डेयरी, खाद्य परिरक्षण केन्द्र, जल शोधन एवं आपूर्ति केन्द्र, विज्ञान भवन, विज्ञान मेले, विज्ञान पार्क आदि का भ्रमण लाभप्रद है।

4. स्वयं निर्मित उपकरण (Improvised Apparatus) - विज्ञान की किसी भी कक्षा में विद्यार्थियों को विज्ञान के समृद्ध अनुभवों से इसलिए वंचित नहीं रखना चाहिए क्योंकि विद्यालय में वैज्ञानिक उपकरणों का अभाव हैं अध्यापक यदि सजग एवं जागरूक है और उसमें अपने कार्य के प्रति निष्ठा हैं तो वह इन वैज्ञानिक उपकरणों को विद्यार्थियों का सक्रिय सहयोग लेकर स्वयं निर्मित कर सकता है। ये उपकरण बहुत ही साधारण, कम मूल्य की वस्तुओं से जिन्हें बेकार समझ कर फेंक दिया जाता है, उनका उपयोग करके बनाये जा सकते हैं।

स्वयं निर्मित उपकरणों की उपयोगिता –

1. इससे विद्यार्थियों को क्रियात्मक कार्य करने और उसकी सृजनात्मक तथा रचनात्मक प्रवृत्तियों को बढ़ावा देने का पूर्ण अवसर मिलता है।
2. विद्यार्थियों को अपनी मानसिक शक्तियों को विकसित करने का अवसर मिलता है।
3. विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का समुचित विकास किया जा सकता है।
4. इन उपकरणों का स्वयं निर्माण करने के कारण विद्यार्थी इनके सिद्धान्त और कार्य प्रणाली से परिचित हो जाते है।

5. छात्रों में वैज्ञानिक अभिरूचियों का विकास होता हैं।

कुछ आसानी से स्वयं निर्मित की जा सकने वाले उपकरण (Some Apparatus which can be easily improvised) – रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए उपयोगी कुछ स्वयं निर्मित उपकरणों की सूची नीचे दी जा रही हैं। जिन्हें आसानी से बनाया जा सकता है।

(1) पानी का वोल्टामीटर (Water Voltmeter)
(2) स्वर्ण पत्रिका विद्युतदर्शी (Gold leaf Electroscope)
(3) डेवी का अभय दीप (Davy's Safety Lamp)
(4) आग बुझाने का यंत्र (Model of a Fire Extinguisher)
(5) सरल कमानीदारतुला (A Simple Spring Balance)
(6) आशांकित सिलेण्डर (Caliberated Cylinder)
(7) तिपाई (Tripod Stand)
(8) स्प्रिट लैम्प (Sprit Lamp)
(9) दुग्धमापी (Lactometer)
(10) आसवन प्लांट (Distillation Plant)
(11) मधुकोष मंच (Bee–Hive Shelf)

10.7 सारांश (Summary)

शिक्षण उद्देश्य की कुशल प्राप्ति तथा कक्षा सम्प्रेषण को प्रभावी बनाने में शिक्षण सामग्री अध्यापक की मददगार होती है । इस इकाई में हमने विभिन्न प्रकार के शिक्षण सहायक साधनों की चर्चा की है। शिक्षण साधनों के सही चयन एवं प्रयोग पर ही शिक्षण की प्रभावशीलता निर्भर करती है। इसके लिए अध्यापक को कुछ सिद्धान्तों को ध्यान में रखना चाहिए। शिक्षण साधनों को विभिन्न आधारों पर वर्गीकृत किया जाता है। इस इकाई में हमने जिन ज्ञानेन्द्रियों को इन साधनों द्वारा उद्दीप्त किया जाता है, उसके आधार पर तीन श्रेणियों में वर्गीकृत किया है – श्रव्य साधन, दृश्य साधन, दृश्य श्रव्य साधन।

श्रव्य साधनों में ग्रामोफोन, टेपरिकार्डर, ऑडियो सी.डी., रेडियो आदि की चर्चा की गई है। दृश्य साधनों को शाब्दिक मुद्रित, अप्रक्षेपित और प्रक्षेपित साधनों के रूप में वर्गीकृत किया गया है। शाब्दिक मुद्रित साधनों में पाठ्य पुस्तक, संदर्भ ग्रंथ, शब्दकोष, समाचार पत्र आदि का उल्लेख किया गया है। दृश्य अप्रक्षेपित साधनों में चार्ट, मॉडल, मॉक अप, फ्लैनल बोर्ड, बुलेटिन बोर्ड, फ्लैश कार्ड्स आदि के महत्व इनके निर्माण एवं प्रयोग में ध्यान रखने योग्य बिन्दुओं की चर्चा की गई है। अध्यापक अधिकांशत: दृश्य अप्रक्षेपित साधनों का ही प्रयोग करते हैं। दृश्य अप्रक्षेपित साधनों में ओवर हैड प्रोजेक्टर सर्वाधिक लोकप्रिय साधन है। पारदर्शियों का निर्माण स्वयं करके या फोटोस्टेट करवाकर इनका प्रयोग किया जा सकता है। अन्य प्रक्षेपित साधनों जैसे स्लाईड प्रोजेक्टर, एपिडाईस्कोप फिल्म स्ट्रिप प्रोजेक्टर की संरचना प्रयोग विधि आदि की विस्तार से चर्चा की गई है। दृश्य श्रव्य साधन जैसे फिल्म, टेलीविजन, कम्प्यूटर आदि ज्ञानात्मक पक्ष के विकास के साथ साथ भावनात्मक एवं क्रियात्मक पक्षों के विकास में भी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

इन साधनों के अतिरिक्त कुछ क्रियात्मक साधनों की भी चर्चा की गई है जैसे– विज्ञान संग्रहालय, विज्ञान प्रदर्शनी, वैज्ञानिक भ्रमण एवं स्वयं निर्मित उपकरण। ये क्रियात्मक साधन विद्यार्थियों में सृजनात्मक एवं रचनात्मक प्रवृत्तियों को बढ़ावा देने का पूर्ण अवसर प्रदान करते हैं। अत: एक अध्यापक को सावधानी पूर्वक विविध माध्यमों का चयन करके शिक्षण में इनका प्रयोग करना चाहिए जिससे विद्यार्थियों में अपेक्षित व्यवहारगत परिवर्तनों को प्राप्त किया जा सके।

10.8 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

आप यदि इस इकाई को भलीभांति समझ गये हैं तो नीचे लिखे प्रश्नों के उत्तर दीजिये:–

1. दृश्य श्रव्य साधनों के प्रयोग हेतु तैयारी के सिद्धांत को स्पष्ट कीजिये।
   Explain the principles for the use of audio–visual aids.
2. दृश्य अप्रेक्षित (द्वि–आयामी)साधनों में से कक्षा शिक्षण में सबसे अधिक प्रयुक्त किये जाने वाले दो साधनों का उल्लेख कीजिये।
   Enumerate the two visual non projective two dimensional teaching aids which are prominently used for class room teaching.
3. रसायन विज्ञान शिक्षण में फ्लैनल बोर्ड की क्या उपयोगिता है?
   What is the utility of Flannel Board in Chemistry Teaching?
4. बुलेटिन बोर्ड का प्रयोग किस प्रकार विद्यार्थियों की रसायन विज्ञान शिक्षण में रूचि उत्पन्न करने में सहायक है?
   How the use of Bulletin Board increase the interest of students in Chemistry Teaching?
5. दृश्य प्रक्षेपित साधनों की सूची बनाइये, इनमें से सर्वाधिक लोकप्रिय साधन कौन सा है?
   Prepare a list of Visual Projective Aids, Which is the most popular among these?
6. रसायन विज्ञान संग्रहालय की शिक्षण में क्या उपादेयता है?
   What is the utility of Chemistry Museum in Teaching?
7. वैज्ञानिक भ्रमण किस प्रकार विद्यार्थियों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करने में सहायक है?
   How science is helpful in creating scientific attitude among students?
8. स्वयं निर्मित उपकरणों की रसायन विज्ञान शिक्षण में क्या उपयोगिता है? किन्हीं तीन स्वयं निर्मित उपकरणों के उदाहरण दीजिए।
   What is the use of improvised apparatusin chemistry Teaching? Give any three examples of improvised apparatus

10.9 संदर्भ ग्रंथ (References)

- sampat.K; Pannirselvam,A; and Sanatham.S.(1990),Introduction to Educational technology,Sterling Publishing Pvt.Ltd. New Delhi.
- Khirwadkar, Anjali (2003), Teaching of Chemistry,Modern Methods, Sarup& Sons, Publishers, New Delhi.
- Mirabato,Michael; M.A.(1994), New Communications Technologies, Focal Press, Boston.
- Erickson Carlton W.H. and Curl David (1972), Fundamentals of Teaching With Audio Visual Technology, Mac. Millan Company, New York.
- Waddinton, D.J.(ed) (1984); Teaching School Chemistry,Sterling Publishers Pvt. Ltd. New Delhi.
- Zadi, S.M. (2004) Modern Teaching of Science, Amul Publication Pvt. Ltd. New Delhi.

इकाई–11

रसायन विज्ञान शिक्षक के गुण, समस्या व समाधान (Qualities of good Chemistry Teacher,Problem and Solution)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

11.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य
(Aims and Objectives)

11.1 शिक्षक की महत्ता
(Importance of Teacher)

11.2 रसायन विज्ञान शिक्षक की महत्ता
(Importance of Chemistry Teacher)

11.3 रसायन विज्ञान शिक्षक के सामान्य गुण
(General Characteristics of Chemistry Teacher)

11.4 रसायन विज्ञान शिक्षक के विशिष्ट गुण
(Specific Characteristics of Chemistry Teacher)

11.5 रसायन विज्ञान शिक्षक के व्यावसायिक गुण
(Professional Characteristics of Chemistry Teacher)

11.6 रसायन विज्ञान शिक्षक की समस्याएँ एवं उनका समाधान
(Problem of Chemistry Teacher and their Solutions)

11.7 सारांश
(Summary)

11.8 स्वमूल्यांकन
(Self Evaluation)

11.9 संदर्भ ग्रंथ
(References)

11.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य
(Aims and Objectives)

इकाई कि समाप्ति पर प्रशिक्षणार्थी

1. रसायन विज्ञान शिक्षक के महत्त्व को जान सकेंगे ।
2. रसायन विज्ञान शिक्षक के व्यक्तिगत व विषयवस्तु ज्ञान के बारे में जान सकेंगे ।

3. रसायन विज्ञान शिक्षक के व्यावसायिक गुणों के बारे में जानकर स्वयं में इन गुणों का विकास कर सकेंगे ।
4. रसायन विज्ञान के शिक्षक की शिक्षण में कठिनाईयों को जानकर समाधान हेतु सुझाव दे सकेंगे।

11.1 शिक्षक का महत्त्व (Importance of Teacher)

बालक के चहुँमुखी क्किास हेतु शिक्षक का स्थान सर्वोपरि है। विद्यालय में शिक्षक के महत्त्वपूर्ण भूमिका का निर्वहन करना पड़ता है। शिक्षक शिक्षण प्रक्रिया का वास्तविक गत्यात्मक शक्ति है। शिक्षक विद्यालय को गति प्रदान करता है। विद्यालय में शिक्षक आत्मास्वरूप होता है बिना शिक्षक के विद्यालय मृत शरीर के समान है। इसलिए कहा गया है कि–

शिक्षक राष्ट्र के भविष्य का निर्माता, मार्ग दर्शक, संस्कृति का पोषक, परिमार्जक रक्षक व मानव अभियन्ता है।

हमारे प्राचीन ग्रन्थों में शिक्षक (आचार्य) की महिमा का गुणगान स्थान–स्थान पर किया गया है। सत्यार्थ प्रकाश में कहा गया है कि –

मातृ देवो भव: पितृ देवो भव:, आचार्य देवो भव:

अर्थात :– बालक के लिए माता–पिता व आचार्य तीनों देवता समान है ।

"अग्निराचार्यस्तव"

आचार्य को अग्नि की संज्ञा देते हुए कहा गया है कि जिस प्रकार अग्नि प्रज्जवलक प्रकाशक व पवित्र होती है उसी प्रकार आचार्य छात्र के जीवन में प्रसुप्त आत्माग्नि को प्रज्वलित व प्रकाशित करता है। विचारों का पवित्र, भावनाओं का विशुद्ध, आत्माओं का प्रबुद्ध करता है।

हुँमायू कबीर ने कहा है कि शिक्षक राष्ट्र के भाग्य निर्णायक है व शिक्षा के पुनर्निर्माण की महत्त्वपूर्ण कुंजी है।

प्रो. टी रेमाण्ट Prof. T.Raymont ने अध्यापक की महत्ता बताते हुए कहा है कि "योजना चाहे कितनी ही व्यापक क्यों न हो, विद्यालय का भवन कितना ही भव्य क्यों न हो, साज सज्जा कितनी ही आर्कषक क्यों न हो, पाठ्यक्रम कितना ही उपयोगी क्यों न हो, उस योजना को क्रियान्वित करने वाला शिक्षक (कार्यकर्ता) जब तक सुयोग्य व सुसंस्कृत नहीं होगा तब तक वह योजना उसी प्रकार निरर्थक सिद्ध होगी, जिस तरह अनाड़ी के हाथों एक सुन्दर यंत्र की स्थिति होती है"।

11.2 रसायन विज्ञान शिक्षक का महत्त्व (Importance of Chemistry Teacher)

रसायन विज्ञान स्वयं करके सीखने, प्रयोग करने, निरीक्षण करने का विषय हैं। रसायन व रासायनिक अभिक्रियाओं का पर्यावरण व वायुमंडल में उपस्थिति गैसों के आवरण का, विभिन्न तत्त्वों, धातु–अधातु पदार्थो के गुणों का जीवन से सीधा संबंध है।

रसायन विज्ञान शिक्षक का महत्त्व निम्न बिन्दुओं द्वारा स्पष्ट किया जा रहा है क्योंकि रसायन विज्ञान में :–

1. प्रयोग दर्शाते हुए विषय वस्तु का अध्यापन करना होता है।
2. पदार्थों, तत्त्वों, मिश्रणों, यौगिकों की सत्यता की जांच परीक्षणों द्वारा करनी होती है।
3. परीक्षण हेतु विभिन्न रसायन अम्ल, क्षार व ज्वलनशील पदार्थों को प्रयोगशाला में सावधानीपूर्वक सुरक्षित रखरखाव करना होता है।
4. छात्रों को विभिन्न अम्ल, क्षार व ज्वलनशील रसायन के प्रयोग से सावधानी बरतने हेतु निर्देश देने होते हैं।
5. प्रयोगशाला में गैस तैयार करने व उनके रिसाव से बचाने के निर्देश देने होते हैं।
6. प्रयोग व शिक्षण में नवाचारों का प्रयोग करना होता है।
7. प्रयोग हेतु आशुरचित उपकरण बनाना उपकरणों की व्यवस्थित करना, प्रयोग में लेना, धज्जताय करना, वायुरोधक बनाना, काँच के उपकरणों का रखरखाव करना होता है।
8. प्रयोगशाला में यदि कोई दुर्घटना घटित हो जाए तो उससे सुरक्षात्मक उपाय क्या अपनाये जायें व प्राथमिक चिकित्सा करने में शिक्षक की अहम् भूमिका है।

अत: रसायन विज्ञान शिक्षक को छात्रों को निर्देशित करने हेतु स्वयं सतर्क, आत्मविश्वासी, विषय का पूर्ण ज्ञाता व मनोवैज्ञानिक होना चाहिए।

11.3 रसायन विज्ञान शिक्षक के सामान्य गुण (General Characteristics of Chemistry Teacher)

रसायन विज्ञान शिक्षण हेतु एक अच्छी प्रयोगशाला, पर्याप्त सहायक सामग्री, पुस्तकालय निर्देशिका, साधन सम्पन्नता की आवश्यकता होती है। लेकिन इससे भी अधिक महत्त्वपूर्ण अच्छा अध्यापक उपलब्ध कराना होता है। शिक्षा की गुणवत्ता शिक्षक की योग्यता व कौशल पर आधारित होती है न कि भौतिक साधनों की उपलब्धि पर। एक कुशल अध्यापक अपर्याप्त साधनों के रहते भी शिक्षण कार्य को प्रभावी बना सकता हैं। शिक्षक की गुणवत्ता व सामर्थ्य राष्ट्रीय विकास का सशक्त माध्यम है।

शिक्षक की सृजनशीलता ही शिक्षा में नई–नई विधाओं को जन्म दे सकती है। शिक्षक वह केन्द्र की धुरी के समान है जिस पर छात्रों का सर्वांगीण व संतुलित व्यक्तित्व विकास निर्भर करता है।

अन्य विषय शिक्षकों की भांति रसायन विज्ञान शिक्षक के निम्नलिखित सामान्य गुणों का होना आवश्यक है।

1. **व्यक्तिगत रूप सज्जा (Personal Appearance)** – रसायन विज्ञान शिक्षक में व्यक्तिगत रूप सज्जा सादगीपूर्ण व शालीनता लिए हुये होनी चाहिए, शिक्षक की वेशभूषा स्वच्छ व व्यक्तित्त्व को प्रभावित करने वाली होनी चाहिए।
2. **चारित्रिक दृढ़ता** – व्यक्तित्त्व के चहुँमुखी विकास हेतु चरित्र का दृढ़ होना परम आवश्यक है। एक अच्छे शिक्षक मंय आत्मविश्वास (Self Confidence) स्थिरता (Consistency), उत्साह (Enthusiasm), सहानुभूति(Sympathy), सजगता

(Carefulness), नमनीयता (Adaptability), साहसी (Courage), निर्णय क्षमता (Decision Power), नेतृत्वशक्ति (Leadership), आशावादी, परिश्रमी गुणों का होना आवश्यक है।

3. **सामाजिक गुण (Social Qualities)** – रसायन विज्ञान शिक्षक को सहयोगी स्वभाव, सदभावना, निष्ठावान शिक्षक छात्र के बीच मधुर सम्बन्ध स्थापित करना छात्रों की समस्याओं को सुनना समझना व उसे विनोदप्रिय होना चाहिए।
4. **सांवेगिक गुण (Emotional Qualities)** – रसायन विज्ञान शिक्षक को आत्मसंयमी, सहनशील, समायोजनशील होना चाहिए ।
5. **सामाजिक चेतना (Social Consciousness)** – सामाजिक चेतना से युक्त हो व अंधविश्वासी, रूढ़ीवादी न हो समाज में फैली दुर्व्यवस्था, भ्रष्टाचार, अलगाववादी, विनाशकारी शक्तियों के प्रति छात्रों को सावधान करते हुए उनका विरोध करने की शक्ति जाग्रत कर देश कि समसामयिक समस्याओं पर जैसे जनसंख्या वृद्धि, पर्यावरण प्रदूषण, वायुमंडलीय असंतुलन ग्रीनहाउस प्रभाव और दूषित गैस का प्रभाव आदि बिन्दुओं पर विचार कर व छात्रों को सचेत करें।
6. **वैज्ञानिक दृष्टिकोण (Scientific Attitude)** – रसायन विज्ञान शिक्षक व्यापक दृष्टिकोण रखने वाला हो। वैज्ञानिक विधि से कार्य करें व जिज्ञासु हो निरीक्षण क्षमता व सभी के मतों को मानने वाला हो, लेकिन परीक्षण करके उसी मत को स्वीकारें जो विश्वसनीय हो।
7. शिक्षण व्यवसाय के प्रति समर्पणभाव रखने वाला होना चाहिए।

11.4 रसायन विज्ञान शिक्षक के विशिष्ट गुण (Specific Characteristics of Chemistry Teacher)

रसायन विज्ञान शिक्षक में अपने विषय से सम्बन्धित सभी गुणों का होना आवश्यक है शिक्षक के विषयगत गुणों को निम्नांकित रूप से विभक्त किया जा सकता है ।

1. **शैक्षिक योग्यता** – रसायन विज्ञान शिक्षक बी.एस.सी., एम.एस.सी. उपाधि प्राप्त व बी.एड. प्रशिक्षण प्राप्त हो।

2. **रसायन विज्ञान विषय का पूर्णज्ञाता** – रसायन विज्ञान शिक्षक को नित नयी खोजों सामयिक ज्ञान से परिपूर्ण होना चाहिए। अध्यापक वही है जो छात्र बनकर रहे, सीखने की जिज्ञासा जिसमें हमेशा बनी रहे क्योंकि सच्चे अर्थों में शिक्षक वही है जो स्वयं सीख रहा हो। रविन्द्रनाथ टैगोर ने सही कहा है कि एक दीपक दूसरे दीपक को तभी प्रज्जवलित कर सकता है जब उसकी स्वयं की लौ जलती हो।

रसायन विज्ञान के वैज्ञानिकों के बारे में जानकारी हो ताकि वे छात्रों को उनके आविष्कारों योगदान व जीवनियों के बारे में बता सकें।

रसायन की आधारभूत विषय वस्तु जैसे तत्व, यौगिक, मिश्रण, पदार्थ की अवस्थाएँ, अणु, परमाणु संरचना, आवर्त सारणी, आक्सीकरण अपचयन क्रियाऐं, रासायनिक अभिक्रियाएँ

द्वारा गैस का बनना, धातु, अधातु पर्यावरण में घटित रासायनिक परिवर्तन आदि प्रत्यय स्पष्ट होना चाहिए।

रसायन विज्ञान का अन्य विषयों से रोचक उदाहरणों व रोचक प्रसंगों द्वारा सहसम्बन्ध स्थापित करना आना चाहिए।

11.5 रसायन विज्ञान शिक्षक का व्यावसायिक गुण (Professional Characteristics of Chemistry Teacher)

i. रसायन विज्ञान शिक्षक को अपने व्यवसाय में दक्ष होना चाहिए जैसे विषयवस्तु के अनुरूप शिक्षण विधि का चुनाव, उनका प्रयोग, बोलने, प्रश्न पूछने, चित्र बनाने, प्रदर्शन करने की कला मे निपुण होना चाहिए।

ii. बाल मनोविज्ञान का ज्ञाता हो ताकि छात्रों की आवश्यकताओं व रूचियों के अनुसार शिक्षण कार्य कर सकें।

iii. रसायन विज्ञान प्रयोगशाला संगठन का ज्ञान होना चाहिए। प्रयोगशाला में काम में आने वाले सभी तत्त्वों यौगिकों, रसायनों, अम्लों, क्षारों उपकरणों को व्यवस्थित करने का ज्ञान होना चाहिए।

iv. प्रयोगशाला में प्रयुक्त ज्वलनशील पदार्थ, हानिकारक पदार्थो को सुरक्षित रखना व प्रयोग लेते समय पूर्व सावधानी रखने का ज्ञान होना चाहिए।

v. प्रयोग करते समय यदि कोई दुर्घटना घटित हो जाये तो उससे कैसे बचा जाये, कैसे सावधानी रखी जाये इसका ज्ञान रसायन विज्ञान शिक्षक को होना चाहिए।

vi. प्रयोगशाला में कार्य में आने वाले उपकरणों मे यदि खराबी आ जाये तो इनमें कैसे सुधार और मरम्मत की जाए व स्वयं निर्मित उपकरण तैयार करना व उनका प्रयोग रसायन विज्ञान शिक्षक को आना चाहिए।

vii. प्रयोगशाला के साथ रसायन विज्ञान शिक्षक को रसायन शास्त्र पुस्तकालय, क्लब, प्रदर्शनी पत्रिका पर्यटन आदि में रूचि लेकर उनका गठन करना आना चाहिए।

viii. प्रयोगशाला से सम्बन्धित सभी वस्तुओं के रिकार्ड रखने का ज्ञान होना चाहिए।

ix. छात्रों के प्रयोगशाला में प्रयोग करते समय उन्हें पर्याप्त निर्देशन देने की कला में निपुण होना चाहिए।

x. मूल्यांकन की विभिन्न प्रविधियों का ज्ञान – रसायन विज्ञान अध्यापक को मूल्यांकन की नवीन प्रविधियों का ज्ञान होना चाहिए इन्हीं के द्वारा वह अपने छात्रों की प्रगति का मूल्यांकन कर सकता है। विभिन्न प्रमापी व अप्रमापी प्रविधियों की जानकारी उनको प्रयुक्त करने का तरीका सैद्धांतिक परीक्षाएँ निष्पत्ति परीक्षाएं आयोजित करना, परीक्षा परिणाम तैयार करना, आलेख पत्र भरना और इसके आधार पर छात्रों का उपचार और मार्ग दर्शन करना आदि आना चाहिए।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

निम्नलिखित कथनों में से सही के सामने (✓) और गलत के सामने (X) चिन्ह लगाये।

1. शिक्षक में मनोविज्ञान का ज्ञान होना आवश्यक है ( )
2. प्रयोगशाला निर्देशिका में अध्ययन की विषय वस्तु होती है। ( )
3. स्वयं निर्मित उपकरण बाजार में उपलब्ध होते है। ( )
4. शिक्षक विद्यालय को गति प्रदान करता है। ( )
5. सान्द्र अम्ल, क्षार व ज्वलनशील रसायनों को सुरक्षित रखना चाहिए। ( )
6. प्रयोगशाला में प्राथमिक चिकित्सा बाक्स होना चाहिए। ( )
7. शिक्षक बिना आत्मविश्वास के शिक्षण कार्य कर सकता है। ( )
8. रसायन विज्ञान शिक्षक में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का होना आवश्यक है। ( )

11.6 रसायन विज्ञान शिक्षक की समस्याएँ एवं उनका समाधान (Problem of Chemistry Teacher and their Solutions)

हम रसायन विज्ञान शिक्षक में उपरोक्त लिखित सभी गुणों की अपेक्षा करते है लेकिन यह आवश्यक नहीं कि एक व्यक्ति में सभी गुणों का समावेश हो। शिक्षकों को शिक्षण करते समय, प्रायोगिक कार्य करते समय, छात्रों से सम्प्रेषण करते समय, कई प्रकार की समस्याओं का सामना करना पड़ता है।

सामान्यत: रसायन विज्ञान शिक्षक की निम्न समस्याएं होती हैं।

1. तैयार व प्रचलित पाठ्यक्रम सभी बालकों की रूचि, स्तर योग्यता के अनुरूप नहीं होता अत: कक्षा के अधिकतर छात्र इसे कार्यभार स्वरूप समझते है।
2. रसायन विज्ञान में होने वाले नित नये आविष्कार व खोजों का पाठ्यपुस्तकों में समावेश न हो पाना तथा कुछ विषयवस्तु अधूरी व विवादग्रस्त होती है जिसको स्पष्ट करने में शिक्षक अपने आपको असहाय महसूस करता है।
3. भारतीय विद्यालयों में धनाभाव व अन्य कारणों से प्रयोगशाला की स्थापना नहीं हो पाती और जहां प्रयोगशाला होती भी है तो उसकी साज सज्जा रसायन व उपकरणों का अभाव होता है जिससे शिक्षक के लिये प्रायोगिक कार्य द्वारा विषय वस्तु को समझाना कठिन होता है।
4. कक्षा कक्ष व प्रयोगशाला का आकार छोटा होना व छात्रों की संख्या अधिक होना समस्या से शिक्षक को जूझना पड़ता है। छात्रों की आवश्यकताओं की पूर्ति नहीं हो पाती।
5. उपकरणों की भांति विद्यालयों में दृश्य श्रव्य सामग्री का भी अभाव रहता है। शिक्षक नयी विधियों को प्रयोग मे नहीं ले सकते। नयी विधाओं द्वारा शिक्षण करने व प्रयोग करने हेतु शिक्षकों के पास कोई निर्देशिका नहीं होती जिससे उन्हें कठिनाई का सामना करना पड़ता है।

6. रसायन अम्ल, क्षार व क्रियाकारक आदि बाजार में बड़े पैकेट में उपलब्ध होते है व महंगें भी होते है जिससे विद्यालय व्यय भार वहन नहीं कर पाते जहां उपलब्ध होते है वही कुछ रसायन तो काम आते है बाकी पड़े पड़े खराब हो जाते है उनकी प्रतिक्रिया क्षमता समाप्त हो जाती है।

रसायन विज्ञान शिक्षक को अपने व्यवसाय शिक्षण में आने वाली कठिनाईयों के समाधान हेतु निम्न उपाय अपनाने चाहिए–

1. जिस स्तर का रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम तैयार किया जा रहा है उस स्तर की सभी विषयवस्तु उस विषय के छात्रों के स्तर के अनुरूप शामिल की जाये व पाठ्यक्रम व्यापकता लिये हुए होना चाहिए।
2. रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम तैयार करते समय विषय विशेषज्ञों की राय व सुझावों को पाठ्यक्रम में शामिल किया जाये।
3. पाठ्यक्रम लचीला होना चाहिये समय समय हुये खोजों और अनुसंधानों का समावेश पाठ्यक्रम व पुस्तकों में होते रहना चाहिए।
4. जहां तक सम्भव हो रसायन विज्ञान शिक्षक को स्वयं निर्मित उपकरणों से प्रयोग प्रदर्शित करना चाहिए व छात्रों को ऐसा उपकरण तैयार करने हेतु प्रेरित व निर्देशित भी करें।
5. रसायन विज्ञान के क्षेत्र में नवीनतम जानकारी हेतु वैज्ञानिक पत्र पत्रिकाओं शोध पत्र का अध्ययन करना चाहिए।
6. प्रयोगशाला में प्रयोग हेतु छात्रों को क्रमवार बैच बनाकर उनका समय निर्धारित कर दिया जाना चाहिए कुछ प्रयोग समूह में भी करवाये जा सकते है जैसे Titration आदि।
7. सत्रान्त तक होने वाले क्रियाकलापों की सूची सत्र के आरम्भ में ही बना लेनी चाहिए।
8. उपकरणों व श्रव्य दृश्य सामग्री की कमी को दूर करने हेतु अवकाश के समय का सदुपयोग कर स्वयं उपकरण बनाये जाये।
9. शिक्षकों के ज्ञान के अभिनवन हेतु उन्हें समय समय पर विषयक संगोष्ठियां व शिक्षक सम्मेलनों में भाग लेना चाहिए।
10. नवाचारों व प्रयोगों हेतु शिक्षकों के लिए निर्देशिका तैयार कर उन्हें उपलब्ध करवाया जाय।
11. रसायन व उपकरणों के क्रय व उपयोग हेतु आसपास के एक स्तर के विद्यालयों में परस्पर सहभागिता द्वारा समस्या का समाधान किया जाना चाहिए।

11.7 सारांश

(Summary)

शिक्षक, शिक्षण प्रक्रिया का वास्तविक गत्यात्मक शक्ति है शिक्षक के बिना विद्यालय मृत शरीर के समान है रसायन विज्ञान शिक्षक के महत्त्व को निम्न बिन्दुओं से स्पष्ट किया जा सकता है।

महत्त्व (Importance) :– प्रयोग प्रदर्शन में, रसायन के परीक्षणों में, प्रयोगशाला व्यवस्था में, उपकरणों व रसायन के सुरक्षित रखरखाव में, दुर्घटनाओं घटित होने पर उनसे बचाव हेतु निर्देशन देने, प्राथमिक चिकित्सा करने में।

सामान्य गुण (General Qualities) :– रसायन विज्ञान शिक्षक को आत्मविश्वासी तथा प्रभावशाली व्यक्तित्त्व वाला, समायोजनशील व्यापक दृष्टिकोण रखने वाला होना चाहिए।

सामाजिक चेतना से युक्त व समाज में फैली दुर्व्यवस्था के प्रति सचेत समसामयिक समस्याओं पर विचार विमर्श करने व निष्कर्ष पर पहुँचने वैज्ञानिक विधि से कार्य करने व शिक्षण के प्रति समर्पण भाव रखने वाला होना चाहिए।

विशिष्ट गुण (Specific Qualities) :– रसायन विज्ञान शिक्षक की शैक्षिक योग्यता व विषय का ज्ञान पूर्ण होना चाहिए विषय वस्तु का प्रस्तुतीकरण पूर्ण दक्षता से करें, सही शिक्षण विधि का चुनाव, प्रश्न पूछने की कला, प्रयोग करने की कला में निपुण हो, बाल मनोविज्ञान का ज्ञाता, उपकरण के रखरखाव, मरम्मत करने व आशुरचित उपकरण तैयार करने, प्रयोगशाला में घटित दुघर्टनाओं से बचाव करने के गुण होने चाहिए।

उपरोक्त गुणों की अपेक्षा करते समय रसायन विज्ञान शिक्षक के मार्ग में आने वाली समस्याओं का भी ध्यान रखना आवश्यक है विद्यालय के उपकरणों रसायनों व अन्य साधनों की कमी संदर्भ पुस्तकों प्रयोगशाला निर्देशिका का अभाव आदि अनेक समस्याएँ होती है इस समस्याओं का समाधान स्वयं निर्मित उपकरण तैयार कर शैक्षिक सेमिनार, सम्मेलनों में भाग लेकर रसायन व उपकरणों क्रय हेतु प्रयोग हेतु आस पास के एक स्तर के विद्यालयों में परस्पर सहभागिता द्वारा दूर किया जा सकता है।

11.8 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

1. रसायन विज्ञान शिक्षण में शिक्षक की क्या भूमिका है?
2. शिक्षकों के अभिवन्दन हेतु क्या क्या कार्यक्षेत्र आयोजित किये जा सकते है?
3. शिक्षक में सामाजिक चेतना से क्या अभिप्राय है?
4. रसायन विज्ञान शिक्षक में शिक्षण के कौन कौन से कौशल होने चाहिए?
5. रसायन विज्ञान शिक्षक की समस्याएं व समाधान क्या है?

11.9 संदर्भ ग्रन्थ (References)

1. J.K. Sood Teaching of Science, Kohli Publishing Chandigarh, 1989.
2. J.S. Negi Teaching of Chemistry.
3. R.C. Sharma Modern Science Teaching Dhanpat Rai and Sons, Naisarak, Delhi,2002

4. S.P. Kulshreshtha, Teaching of Science Loyal Book Depot Meerut,1988.
5. Mangal S.K. Teaching of Science Arya Book Depot, New Delhi,1996.
6. Vaidya N. The Impact of Science Teaching, Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi,1985.

इकाई–12

रसायन विज्ञान शिक्षण में प्रयुक्त संसाधन : कक्षा–कक्ष, प्रयोगशाला, संग्रहालय, सामुदायिक वातावरण तथा पुस्तकालय एवं अन्य संसाधन

(Resources : Classroom, Laboratory, Museum, Community Environment, Library and other Resources)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

12.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

12.1 प्रस्तावना (Introduction)

12.2 विज्ञान–कक्ष (Science Room)

12.3 प्रयोगशाला (Laboratory)

- 12.3.1 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला प्रबंध (Management of Chemistry Laboratory)
- 12.3.2 यूनेस्को के सुझाव (Suggestions of UNESCO)
- 12.3.3 सीनियर हायर सैकण्डरी की रसायन–विज्ञान प्रयोगशाला (Chemistry Laboratory of Senior Higher Secondary)
- 12.3.4 आवश्यक उपकरण व सामग्री (Essential Apparatus)
- 12.3.5 प्रयोगशाला की विशेषताएँ (Characteristics of Laboratory)
- 12.3.6 प्रयोगशाला दुर्घटनाएँ व उपचार (Laboratory accidents and their Remedies)
- 12.3.7 बचाव हेतु सावधानियाँ (Precautions for avoiding)
- 12.3.8 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला का महत्त्व (Importance of Chemistry Laboratory

12.4 विज्ञान संग्रहालय(Museum)

- 12.4.1 उपयोगिता (Utility)
- 12.4.2 संगठन (Organisation)
- 12.4.3 संग्रहीत वस्तुएँ (Collecting Material)

12.5 सामुदायिक वातावरण (Community Environment)

- 12.5.1 सामुदायिक विज्ञान केन्द्र (Community Science Centre)

12.5.2 कार्यगोष्ठी (Workshop)
12.5.3 विज्ञान व तकनीक विभाग (Science and Technology Department)
12.5.4 राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशालाएँ (National Chemical Laboratories)
12.5.5 उर्वरक एवं उनके उपयोग (Fertilizers and its utility)
12.5.8 रासायनिक कम्पनियाँ (Chemical Companies)
12.6 विज्ञान क्लब (Science Club)
12.7 विज्ञान मेले (Science Fair)
12.8 पर्यटन (Excursion)
12.9 पुस्तकालय (Library)
12.10 सारांश (Summary)
12.11 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)
12.12 संदर्भ गन्ध (References)

12.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई की सम्प्राप्ति पर आप इस योग्य हो सकेंगे कि –

1. रसायन विज्ञान कक्ष, प्रयोगशाला की रूपरेखा व महत्त्व को बता सकेंगे।
2. विज्ञान संग्रहालय व सामुदायिक संसाधनों का वर्णन कर सकेंगे।
3. विज्ञान मेले, पर्यटन, विज्ञान क्लब की आवश्यकता, महत्त्व, विशेषताओं को समझेंगे।
4. रसायन विज्ञान पुस्तकालय की आवश्यकता, महत्त्व व विशेषताओं का वर्णन कर सकेंगे।

12.1 प्रस्तावना (Introduction)

प्रत्येक व्यक्ति का किसी न किसी समुदाय से सम्बन्ध होता है। प्रत्येक समुदाय का अपना भौतिक, जैविक, सामाजिक व सांस्कृतिक पर्यावरण होता हैं। उसकी अपनी एक परम्पराएं अथवा मान्यताएं होती हैं उसका अपना एक आर्थिक ढाँचा होता हैं तथा अपनी संस्थाएं होती हैं। इन साधनों को ही सामुदायिक संसाधन/स्त्रोत (Community Resources) कहते हैं। इन संसाधनों का रसायन विज्ञान में प्रयोग कर वैज्ञानिक उद्देश्यों की पूर्ति की जा सकती हैं। यदि शिक्षण को प्रभावशाली एवं व्यावहारिक बनाना है तो इन संसाधनों को खोजकर शिक्षण में प्रस्तुत करना होगा। इस दृष्टि से समुदाय को बालक की शिक्षा में एक विद्यालय या प्रयोगशाला की भूमिका निभानी चाहिये। समुदाय विद्यालय के लिए एक प्रकार का पुस्तकालय हैं जो कि छात्र को प्रथम –ज्ञान एवं अनुभव प्रदान करता हैं।

सामुदायिक स्त्रोतों का महत्त्व (Importance of Community Resources)

1. बालक में सामाजिक, ऐतिहासिक व सांस्कृतिक पर्यावरण के माध्यम सें सामाजिक, सांस्कृतिक व चारित्रिक गुणों का विकास किया जाता हैं।
2. बालक पर्यावरण अध्ययन के माध्यम से वास्तविक परिस्थितियों में औद्योगिक क्षेत्र में उर्वरक, चीनी, साबुन, कपड़ा, कीटनाशक, औषधियों आदि का ज्ञान प्राप्त कर वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित कर सकता हैं।

3. प्रकृति की खुली किताब को स्वयं पढ़ने की चेष्टा करने के कारण विद्यार्थियों में निरीक्षण शक्ति बढ़ती हैं तथा जिज्ञासा एवं संग्रह की प्रकृति का विकास होता हैं यह बालक को स्वाध्याय के लिए प्रेरित करता है।
4. वास्तविक रुप में ही प्रत्यक्ष अपव्यय करने के दृष्टिकोण से पर्यावरण बहुत उपयोगी हैं तथा अर्जित ज्ञान स्थायी व चिरस्मरणीय होता है।
5. विद्यार्थी जीवन में रसायन विज्ञान की उपयोगिता एवं आवश्यकता को समझ सकेंगे। तथा स्थानीय पर्यावरण का महत्त्व सीख सकेंगे।
6. छात्रों सामुदायिक संसाधनों के माध्यम से अवकाश के समय का सदुपयोग कर सकेंगे।
7. छात्रों की नेतृत्व शक्ति व बन्धुत्व की भावना का विकास होता हैं।
8. इनके द्वारा छात्रों में आवश्यक चिन्तन तथा तर्क–शक्ति का विकास होता हैं।
9. छात्र प्राप्त ज्ञान को अपने व्यावहारिक जीवन में प्रयोग करना सीख जाते हैं।

12.2 विज्ञान – कक्ष (Classroom)

विज्ञान कक्ष की आवश्यकता (Need of Science Room)

रसायन विज्ञान के समुचित और प्रभावोत्पादक अध्ययन (teaching) के लिए विज्ञान – कक्ष नितान्त आवश्यक है। पूर्णत: सुसज्जित कमरे के अभाव में आवश्यक उपकरण तथा सामग्री को एक स्थान से दूसरे स्थान पर लाने और वापिस ले जाने में टूटने की सम्भावना रहती है। विज्ञान कक्ष रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए अनुकूल वातावरण पैदा करता है और विद्यार्थियों की कल्पना शक्ति को प्रखर बनाता है।

रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए प्रमुख कक्ष के अतिरिक्त कम से कम तीन सहायक कमरे– भण्डारगृह (Store Room), प्रयोगशाला (Laboratory), अंधेरा कमरा (Dark Room) और होने चाहिये। ये कमरे एक–दूसरे से सम्बन्धित होने चाहिये।

विज्ञान का प्रमुख कक्ष (Class Room)

साधारणतया: यह कमरा 3०' × 25' × 15' का होना चाहिये। विज्ञान कक्ष में शिक्षक को शिक्षण के दौरान प्रयोग प्रदर्शन (Demonstration) करना होता है। अत: कक्षा में सीटें इस प्रकार बनी होनी चाहिये कि आगे की सीटें नीचे और पीछे की सीटें ऊँची हो, विज्ञान कक्ष में दरवाजे, खिड़कियाँ और रोशनदान का पर्याप्त संख्या में समुचित प्रबन्ध रहे। किवाडों पर काले परदे लगे होने चाहिये ताकि मैजिक लैन्टर्न या प्रोजेक्ट द्वारा स्लाइड दिखाते समय कमरे में अँधेरा किया जा सके । शिक्षक के लिए कक्षा–कक्ष में एक प्रदर्शन मेज होनी चाहिये। जिसकी माप। 10'× 4' होनी चाहिये। कमरे में सिंक, नल व गैस पाइप की भी व्यवस्था होनी चाहिये। विज्ञान कक्ष में विख्यात वैज्ञानिकों के चित्र लगे रहने चाहिये। कुछ रेखाचित्र मॉडल, चार्ट आदि भी कक्ष में होने चाहिये ।

भण्डार कक्ष (Store Room)

यह कमरा इस प्रकार स्थित होना चाहिये जिसका एक दरवाजा विज्ञान के प्रमुख कमरे की ओर तथा दूसरा प्रयोगशाला में हो। इसका आकार विज्ञान के सामान की मात्रा पर निर्भर है,

फिर भी 25' × 25' होना चाहिये। इस कमरे में सामान रखने के लिए खुली हुई काफी गहरी अलमारियां व कांच की अलमारियाँ भी होनी चाहिये। आकस्मिक दुर्घटनाओं के लिए आग बुझाने वाला उपकरण, एक बाल्टी रेत से भरी हुई, कम्बल, प्राथमिक सहायता (First aid) सामान होना चाहिए।

अन्धेरा कमरा (Dark Room)

रसायन विज्ञान में प्रयोगों के लिए अंधेरा कमरा नितान्त आवश्यक है। इसके दरवाजों व खिड़कियों पर काले परदे लगे होने चाहिये जिनसे आवश्यकतानुसार अंधेरा किया जा सके। इसमें विद्युत का समुचित प्रबन्ध होना चाहिये। इसमें विद्युत लैम्प (Light Lamp) दीवार पर भी लगा होना चाहिये। जिससे आवश्यकतानुसार कमरे में प्रकाश कर सके।

12.3 प्रयोगशाला (Laboratory)

रसायन विज्ञान–शिक्षण के उद्देश्यों में निरन्तर होने वाले परिवर्तनों के कारण रसायन विज्ञान शिक्षक का कार्य भी बढ़ता गया और आज वह बहुआयामी हो गया है। दूसरे विषयों के शिक्षकों के अनुरूप ही रसायन विज्ञान पाठ्यक्रम को कई सम्भावित स्तरों पर छात्रों तक पहुँचाने और उनके व्यवहार के तदनुकूल परिवर्तन लाने के साथ–साथ उनका उत्तरदायित्व यह भी है कि वे प्रयोगशाला को अपनी आवश्यकताओं, सीमाओं और विषय के आधुनिक शिक्षण की मिली–जुली शर्तों के अनुरूप ढाल सके। इसके लिए शिक्षक को प्रयोगशाला के लिए उपयुक्त स्थान, निर्माण योजना, फर्नीचर आदि का पर्याप्त ज्ञान होना चाहिये ।

रसायन विज्ञान–शिक्षण दूसरे विषयों के शिक्षण से पर्याप्त भिन्न है। इसमें पर्याप्त मात्रा में उपकरण, साज–सामान व एक उपयुक्त प्रयोगशाला की आवश्यकता पड़ती हैं। शिक्षण कार्य करते समय जब तक अध्यापक प्रयोग अथवा प्रदर्शन नहीं करता तथा विद्यार्थियों का प्रयोग करने के पर्याप्त अवसर नहीं देता तब तक रसायन विज्ञान का सही प्रकार से अध्ययन नहीं हो सकता।

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला के उद्देश्य (Objectives of Chemistry Laboratory)

(1) वैज्ञानिक घटनाओं के दृश्य अनुभव प्रदान करना।

(2) वैज्ञानिक उपकरणों पर कार्य करने का कौशल विकसित करना।

(3) वैज्ञानिक प्रयोगों तथा विज्ञान सम्बन्धी गतिविधियों मे रूचि विकसित करना।

(4) वैज्ञानिक दृष्टिकोण तथा वैज्ञानिक ढंग से कार्य करने की आदत का विकास करना ।

(5) छात्रों को इस योग्य बनाना कि वे वैज्ञानिक प्रत्ययों एवं' सिद्धान्तों का विकास स्वयं कर सकें ।

(6) समस्या हल करने की वैज्ञानिक विधि का अभ्यास करना।

(7) वातावरण के प्रति चेतना व जिज्ञासा उत्पन्न करना।

प्रयोगशाला शब्द का अर्थ है वह कमरा जिसमें विद्यार्थियों का समूह प्रयोग करता है। विज्ञान शिक्षण में विज्ञान सम्बन्धी प्रयोग बिना प्रयोगशाला के संभव नहीं। 1964 में भारत सरकार ने माध्यमिक एवं उच्च माध्यमिक विद्यालयों में विज्ञान शिक्षण हेतु प्रयोगशाला नियोजन

के लिए कमेटी गठित की। इस कमेटी का नाम था "Committee on Plan Project" इस कमेटी ने प्रयोगशाला नियोजन के लिए निम्न छ: बिन्दु निर्धारित किए –

(1) किसी एक निश्चित समय मे प्रयोगशाला मे प्रयोग करने वाले छात्रों की संख्या।

(2) प्रत्येक छात्र के सुविधापूर्वक कार्य करने की दृष्टि से उसके लिए न्यूनतम स्थान की आवश्यकता।

(3) स्कूल में विज्ञान अध्यापकों की संख्या।

(4) प्रयोगशाला के स्टोर रूम के लिए अतिरिक्त कमरों की व्यवस्था।

(5) विज्ञान प्रयोगशाला का प्रारूप इस प्रकार तैयार करना चाहिये ताकि उसे माध्यमिक एवं उच्च माध्यमिक स्तर के विद्यार्थियों के लिए कक्षा–कक्ष के रूप में प्रयोग किया जा सके।

(6) आर्थिक साधनों की ओर ध्यान देना ।

शिमला में आयोजित विज्ञान शिक्षण पर तारा देवी अखिल भारतीय सम्मेलन में प्रयोगशाला गठन से संबंधित निम्नलिखित बिन्दुओं पर विचार–विमर्श किया गया –

(1) रूपरेखा

(2) उपकरण

(3) प्रबन्ध

(1) रूपरेखा (Format) :– प्रयोगशाला की रूपरेखा के सम्बन्ध में अधोलिखित सुझाव दिए गए–

(i) प्रत्येक माध्यमिक विद्यालय में भौतिकी, रसायन एवं जीव विज्ञान की प्रयोगशालाओं के अतिरिक्त एक समान विज्ञान की प्रयोगशाला भी होनी चाहिए।

(ii) प्रयोगशालाओं में प्रति छात्र बैठने के लिए 30 वर्ग फुट स्थान होना चाहिये।

(iii) प्रयोगशाला से जुड़ा एक स्टोर रुम होना चाहिये।

(iv) स्टोर रुम के एक भाग को तैयारी कक्ष के रुप में प्रयोग किया जा सकता है

(v) प्रयोगशाला में छात्रों के बैठने के लिए बैंचों की व्यवस्था हों।

(2) उपकरण (Apparatus) :–

(i) एक प्रदर्शन मेज जिसका आकार 8' × 4' हो तथा जिस पर कपबोर्ड, जल व गैस की उचित व्यवस्था है।

(ii) एक स्थिर श्यामपट्ट व दो सरकने वाले बोर्ड होने चाहिये।

(iii) एक सफेद पर्दा जिसका उपयोग फिल्म दिखाने में किया जा सके।

(iv) दरवाजे, खिड़कियां तथा रोशनदानों पर काले रंग के पर्दे टंगे होने चाहिये।

(3) सामग्री (Material)

(i) कपबोर्ड, शैल्फ, जल, गैस से सुसज्जित कार्य करने की बड़ी मेज।

(ii) एक अलग से बनाया गया तुला कक्ष।

(iii) एक 8' × 4' आकार की प्रदर्शन मेज जिसमें कप बोर्ड, पानी व गैस की व्यवस्था हो।

(iv) एक श्यामपट्ट।

(v) अलमारियां।

(vi) प्रयोगशाला के कोनों में दो बड़े सिंक।

(vii) सिंक के पास ड्राइ रैक।

(viii) एक फ़्यूम कप बोर्ड।

(ix) एक लकड़ी का कूड़ादान जिसके नीचे रेत बिछी हो ।

(x) रासायनिक पदार्थो के लिए दीवारों में शैल्फ।

(xi) विशेष अम्ल निरोधक नालियाँ।

उपरोक्त सभी उपकरणों एवं सामग्री की उपलब्धता प्रयोगशाला की प्रकृति पर निर्भर करती है। कुछ वस्तुएँ ऐसी भी है जो प्रत्येक प्रकार की प्रयोगशाला की दृष्टि से महत्त्वपूर्ण हैं। ये निम्नलिखित हैं।

(i) शीघ्र जाने वाली तथा विषैली वस्तुओं के लिये अलग–अलग अलमारियाँ।

(ii) वर्कशॉप की अलग से व्यवस्था होनी चाहिये जिसमें काम करने के लिए बैंचों तथा औजारों की व्यवस्था हो।

(iii) आकस्मिक दुर्घटनाओं से बचने के लिए प्राथमिक उपचार बक्स।

(iv) अग्निशामक यंत्र की व्यवस्था।

(v) छात्रों की बैठने के लिए लम्बी गैलेरी।

(vi) जो विद्यालय वर्कशॉप की व्यवस्था करने में असमर्थ हों वे विज्ञान–कक्ष की व्यवस्था कर अपना काम चला सकते हैं।

12.3.1 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला प्रबन्ध (Management of Chemistry Laboratory)

(1) प्रयोगशाला में एक प्रयोगशाला सहायक, प्रयोगशाला कर्मचारी तथा एक स्टोर कीपर होना चाहिये।

जिन विद्यालयों में वर्कशॉप की व्यवस्था हो वहाँ एक कारीगर होना चाहिये।

प्रयोगशाला में प्रयोगात्मक कार्य के लिए सप्ताह में कम से कम दो पीरियड छात्रों को अवश्य दिये जाने चाहिये।

यूँ तो प्रयोगात्मक कार्य छात्र को व्यक्तिगत रूप से ही कराया जाए, परन्तु यदि छात्रों की संख्या को ध्यान में रखते हुए ऐसा करना संभव न हो तो यह कार्य छात्र ग्रुप में कर सकते है, लेकिन तीन से अधिक छात्रों को एक ग्रुप में न रखा जाए।

छात्र प्रयोग आसानी से कर सकें, इसके लिए शिक्षक प्रत्येक प्रयोग से सम्बन्धित निर्देश पत्र तैयार कर ले तथा इस पत्र को छात्र को प्रयोग करने से पूर्व दे दें।

प्रत्येक छात्र प्रयोगात्मक नोट बुक तैयार रखे तथा अध्यापक उसका नियमित निरीक्षण करें।

शिक्षक प्रत्येक छात्र का प्रयोगात्मक कार्य सम्बन्धी तिथि–क्रम चार्ट तैयार कर जो छात्र के कार्य की प्रगति का द्योतक होगा।

12.3.1.1 विज्ञान प्रयोगशाला के विभिन्न प्रकार

(i) व्याख्यान कक्ष–प्रयोगशाला मिश्रित प्रारूप

(ii) सर्व उद्देश्य प्रयोगशाला प्रारूप

(i) व्याख्यान कक्ष–प्रयोगशाला मिश्रित प्रारूप (Lecture Theater–cum Laboratory Plan)–इस योजना को सर्वप्रथम केन्द्रीय प्रशिक्षण महाविद्यालय, लाहौर के प्राचार्य डा. आर.एच. व्हाइटहाउस ने बनाया था। इसको पंजाब ने सरकारी तौर पर स्वीकृत किया यह योजना आर्थिक दृष्टि से सस्ती और वैज्ञानिक वातावरण को विकसित करने में सहायक थी। इस योजना का विवरण निम्नलिखित है–

(1) **रूपरेखा (Outline)** – इसके अन्तर्गत कुल 40 विद्यार्थियों के बैठने की व्यवस्था की गई है। कक्षा का आकार 45' × 25' निर्धारित किया गया है। इसमें 20 छात्रों के एक साथ प्रयोगात्मक कार्य कर सकने का प्रावधान हैं। कक्ष के आधे भाग को व्याख्यान कक्ष के रूप में तथा आधे भाग को प्रयोगशाला के रूप में प्रयोग किया जा सकता है।

(2) **दीवारें (Walls)** – प्रयोगशाला की दीवारों की मोटाई 1 1⁄2 होनी चाहिये। दीवारों पर सफेदी की जगह पेन्ट अथवा डिस्टैम्पर हो। इससे दीवारों पर रसायन आदि के निशान या धब्बे नहीं पड़ते। यह कुछ सस्ता भी पड़ता है, क्योंकि प्रतिवर्ष सफेदी कराने में बहुत अधिक व्यय आता है।

(3) **फर्श (Floor)** – फर्श सीमेंट से बना होना चाहिये, जिससे सफाई करने में सुविधा रहे। फर्श में कुछ ढलान भी होना चाहिये ताकि फर्श को पानी से धोने पर वह आसानी से निकल सके। मेजों के बीच में इतना स्थान अवश्य छोड़ा जाना चाहये ताकि सफाई करने में परेशानी न हो। फर्श के कोने वर्गाकार के बजाय गोलाकार हो ताकि वही अनावश्यक रूप से गंदगी जमा न हो।

(4) **दरवाजे (Door)** – प्रयोगशाला में दो दरवाजे होने चाहिये। एक दरवाजा व्याख्यान स्थान के पास तथा दूसरा प्रयोगशाला की ओर हो। ये दरवाजे बाहर की ओर खुलने वाले होने चाहिये।

(5) **खिड़कियाँ एवं संवातन (Windows and Ventilators)** – प्रयोगशाला में तीन खिड़कियाँ होनी चाहिये जिनकी ऊँचाई 7' या 8 ' होनी चाहिये। इनमें से एक खिड़की प्रयोगात्मक बैंच के पास तथा दो खिड़कियाँ बैठने की जगह के पास होनी आवश्यक है। ये खिड़कियाँ भी दरवाजे की तरह बाहर खुलनी चाहिये। प्रकाश को आवश्यकतानुसार नियंत्रित करने के लिए खिड़कियाँ पर काले रंग के परदे लगाने चाहिये। साथ ही, मक्खी, मच्छरों आदि से बचाव के लिए इन पर जाली लगी होनी आवश्यक है।
इसके अतिरिक्त प्रयोगशाला में संवातन भी पर्याप्त भाव में होने चाहिये।

(6) **प्रकाश (Light)** – प्रयोगशाला में पर्याप्त रोशनदान होने चाहियें ताकि प्रयोगशाला में वायु और प्रकाश की समुचित व्यवस्था बनी रहे। इस संदर्भ में स्काई लाइट व ट्यूब–लाइट की सिफारिश की गई है।

(7) साज सज्जा व अन्य सुविधाएँ –

(i) **श्यामपट्ट (Black Board)** – व्याख्यान कक्ष की ओर पूरी दीवार के आकार का एक श्यामपट्ट होना चाहिये। इसका आकार 18' × 4' होना चाहिये। इस श्यामपट्ट से लगभग 3' की दूरी पर एक मेज होनी चाहिये जिसका आकार 6' × 21⁄2' हो सकता है। इस मेज का उपयोग शिक्षक प्रदर्शन के लिए कर सकता है।

(ii) **दोहरी मेज (Double Table)** – विद्यार्थियों के बैठने का स्थान समतल हो क्योंकि इसे ऊँचा करने से सफाई करना संभव नहीं हो पायेगा। प्रयोगशाला में दोहरी मेज होनी चाहिये जिनका आकार 11⁄2' चौड़ी व 2' ऊँची हो। इन मेजों पर विद्यार्थियों को पुस्तकें रखने के लिए शैल्फ होने चाहिये।

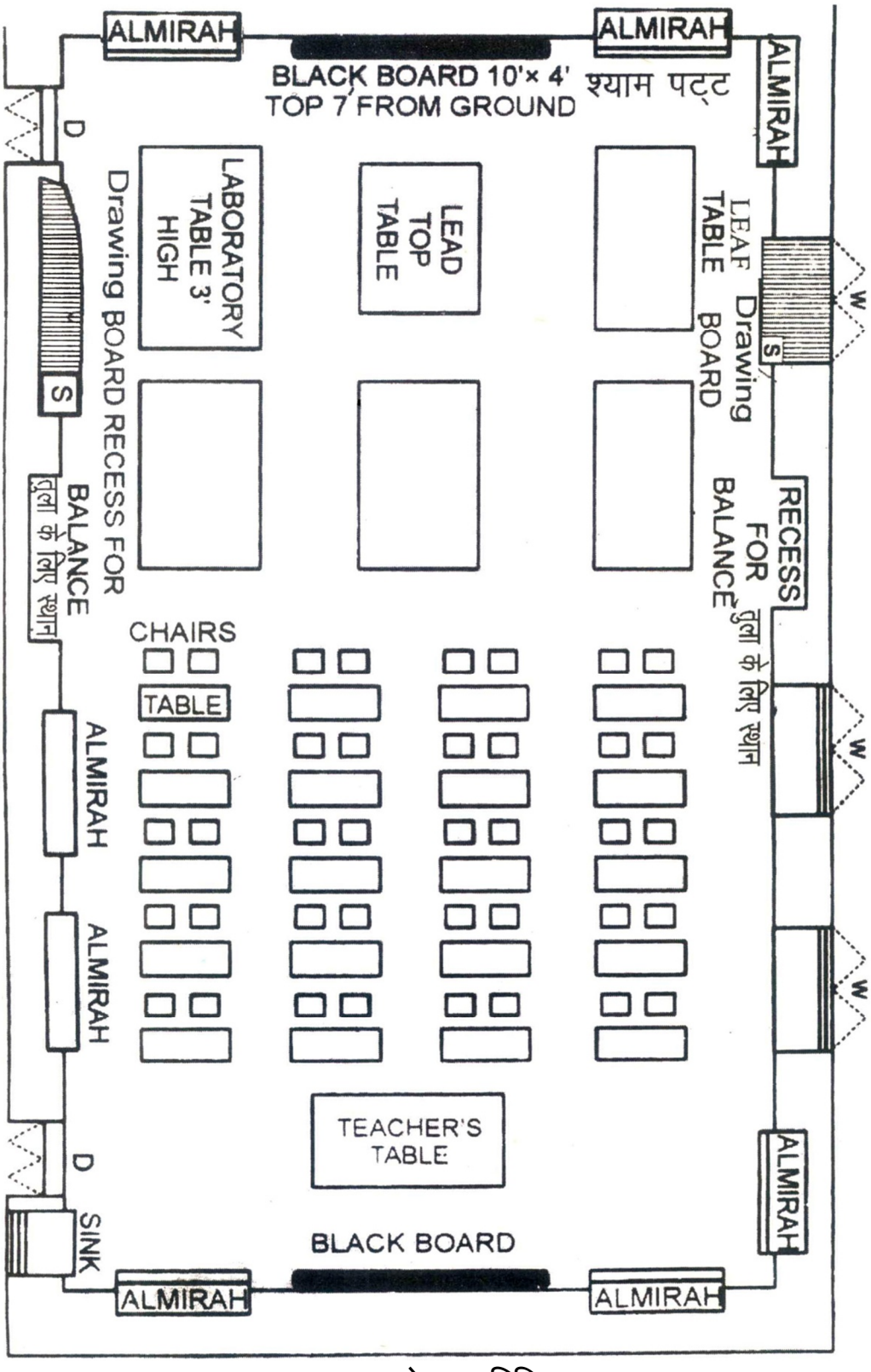
(iii) **वॉश वेसिन (Wash Basin)** – प्रयोगशाला में एक शिक्षक के लिए तथा शेष विद्यार्थियों के लिए कम से कम तीन वॉश बेसिन हो।

(iv) **अलमारियाँ (Almirah)** – प्रयोगशाला में कम से कम आठ अलमारियों 7' ऊँची और 5' चौड़ी होनी चाहिये और उनमें पर्याप्त खाने बने होने चाहिए। ये खाने 11⁄2' गहरे होने चाहिये।

(v) **नोटिस बोर्ड (Notice Board)** – प्रयोगशाला में दो खिड़कियों के बीच नोटिस बोर्ड होना चाहिये ताकि विद्यार्थियों को आवश्यक सूचनाएँ प्रदान की जा सके।

(vi) **जलापूर्ति (Water Supply)** – कई स्थानों पर पानी की समस्या रहती हैं प्रयोगशाला में पूरे समय तक पानी की व्यवस्था नहीं होती। प्रयोगशाला में पानी की नियमित सप्लाई की व्यवस्था की जानी चाहिये।

(vii) **जल भंडारण (Water Storage)** – प्रयोगशाला में पानी के भंडारण की भी व्यवस्था की जानी चाहिये और उसमें प्रतिदिन आवश्यकतानुसार पानी का भंडारण किया जाना चाहिये। रसायन शास्त्र की प्रयोगशालाओं में पानी की सुचारू व्यवस्था को बनाये रखना अत्यन्त आवश्यक है। इस दृष्टि से एक सामान्य आकर की टंकी प्रयोगशाला की छत पर रखी जा सकती है।



व्याख्यान कक्ष प्रयोगशाला मिश्रित प्रारूप

Lecture Theatre-Cum-Laboratory

(ii) सर्व उद्देश्य प्रयोगशाला प्रारूप (An all Purpose Laboratory Plan)– इस प्रकार की प्रयोगशाला व्यावहारिक और सैद्धान्तिक दोनों ही उद्देश्य पूर्ण करती है। यह आवश्यक नहीं है कि इस प्रकार की प्रयोगशाला से प्रभावशाली शिक्षण अवश्य हो। परन्तु इस प्रयोगशाला का आकार विद्यार्थियों की संख्या के अनुसार ही रखा जाता है। साधारणत: 40 छात्रों के लिए 45'× 25' आकार का कक्ष उपयुका माना गया है।

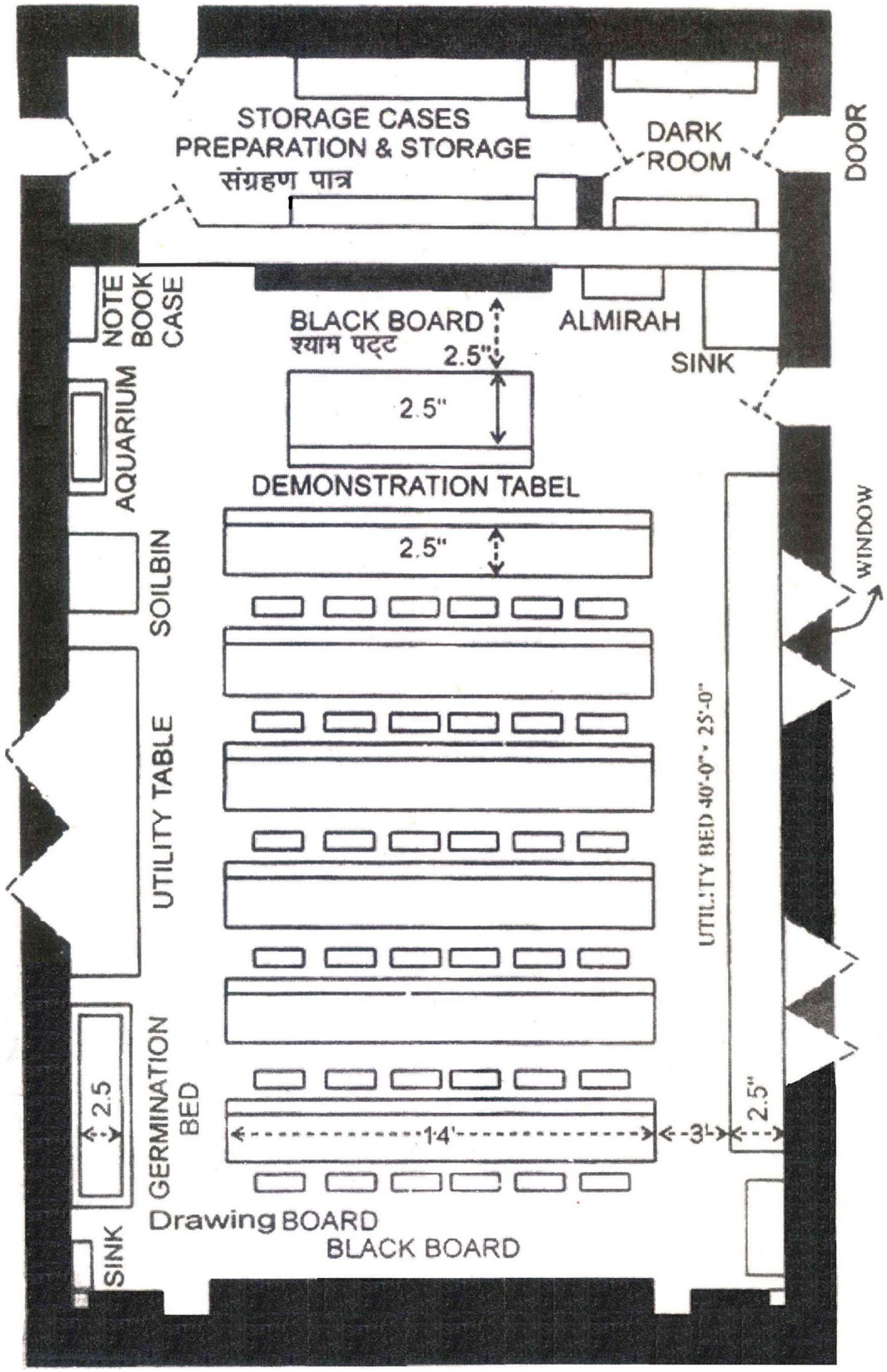
प्रयोगशाला में छात्रों के बैठने की व्यवस्था व सामग्री संग्रहण की व्यवस्था इस प्रकार की जाती है कि कक्षा से संबंधित विभिन्न क्रियायें, यथा प्रदर्शन, व्याख्यान एवं प्रयोगात्मक कार्य आदि सभी सुचारू रूप से सुगमतापूर्वक चलता रहे। इस प्रकार की व्यवस्था में भारी एवं अत्यधिक महंगी या अधिक साज–सज्जा वाली स्थायी बैंचों की आवश्यकता नहीं होती। यदि अधिक आवश्यकता महसूस हो तो इन बैंचों को दीवारों के साथ सटाकर लगाया जा सकता है। इस व्यवस्था में आसानी से हटायी जा सकने वाली बैंचों का ही प्रावधान है। इन बैंचों को अधिकतर प्रयोगशाला के मध्य में ही रखा जाता है। फिर भी इन्हें आवश्यकतानुसार कहीं भी इधर से उधर रखा जा सकता है। ये बैंचे इस प्रकार की होनी चाहिये कि इनका प्रयोग प्रयोगात्मक कार्य के अतिरिक्त लिखित कार्य करने हेतु भी किया जा सके। इन मेजों को दोहरी मेज की तरह अथवा लम्बाकार आकृति में बनाया जाता है। इन मेजों का आकार एक समान रखा जाता है।

इस प्रयोगशाला के साथ एक स्टोर रूम अवश्य होना चाहिये जिसमें प्रयोग की तैयारी भी की जा सकती है। ऐसा करने से शिक्षक की कार्य–कुशलता में वृद्धि होगी। दीवारों में ही विभिन्न रसायनों, बोतलों, फ्लास्कों आदि के रखने की भी व्यवस्था की जा सकती है।

इस प्रकार की प्रयोगशाला में तीन स्थिर मेजें भी रखी जा सकती है जिन्हें विद्यार्थी लिखने व प्रयोग करने के लिए प्रयुक्त कर सकता है। साईड बैंचों के साथ पानी व गैस आदि की व्यवस्था की जानी चाहिये। दीवारें के निकट की बैंचों से सिंक लगे होने चाहिये तथा इन बैंचों की ऊँचाई खिड़कियों के तल तक होनी चाहिये ताकि वे वस्तुएं जिन्हें प्रकाश की आवश्यकता हो, इस पर रखी जा सके। इन बैंचों के नीचे की ओर कप बोर्ड भी लगे होने चाहिये तथा इन बैंचों की ऊँचाई खिड़कियों के तल तक होनी चाहिये ताकि वे वस्तुएँ जिन्हें प्रकाश की आवश्यकता हो, इस पर रखी जा सके। साथ ही, इन प्रयोगशाला में 10'×4' आकार के दो श्यामपट्ट भी होने चाहिये।

प्रयोगशाला की दीवारों में कुछ शैल्फ तथा कप बोर्ड भी बने होने चाहिये जिनका आवश्यकता पड़ने पर उपयोग किया जा सके। कप बोर्ड तथा शैल्फों की व्यवस्था करते समय यह ध्यान रखना चाहिये की ये प्रकाश के मार्ग में बाधक सिद्ध न हों।

सभी दरवाजें तथा खिड़कियों पर परदे टंगे होने चाहिये ताकि दृश्य–श्रव्य सामग्री का प्रभावी ढंग से प्रयोग किया जा सके।



सर्व उद्देश्य प्रयोगशाला प्रारूप (All Purpose Laboratory Plan)

प्रयोगशाला निर्माण के विषय में दूसरी विचारधारा कक्ष और प्रयोगशाला की अभिन्नता पर विशेष बल देती हैं।

मनोवैज्ञानिक दृष्टि से निम्न माध्यमिक और माध्यमिक स्तर पर छात्र–छात्राएं, शैक्षिक क्रिया कलापों में अत्यधिक रुचि लेते हैं, इसलिए उन्हें पाठन के साथ ही वैज्ञानिक उपकरणों, घटनाओं, वस्तुओं और रासायनिक पदार्थो पर्यवेक्षण का अवसर दिया जाना चाहिए। इस विचारधारा के अनुसार महत्त्वपूर्ण बात यह हैं कि समूचा विज्ञान शिक्षण ही इस प्रकार किया जाता हैं कि अध्ययन कक्ष और प्रयोगशाला का अन्तर ही मिट जाता हैं। छात्रों को अध्यापन के समय ही आवश्यक प्रयोग प्रदर्शन ओर प्रयोग करने का अवसर प्रदान किया जाता हैं।

इसके अतिरिक्त सामान्यत: माध्यमिक विद्यालयों में प्रयोगशाला पूरे समय काम नहीं आती। वह पूरे समय के एक अंशमात्र के लिए ही काम में लाई जाती हैं बाकी समय वह खाली पड़ी रहती हैं। इस दृष्टि से भी यदि प्रयोगशाला और अध्ययन कक्ष सम्मिलित रखे जाये, तो यह एक मितव्ययी योजना होगी।

12.3.2 प्रयोगशाला के विषय में यूनेस्को कमीशन के सुझाव (Suggestions of UNESCO Commission regarding Laboratory)

कमीशन ने भारतीय विद्यालयों में प्रयोगशाला के विषय में निम्न सुझाव प्रस्तुत किए–

1. कमीशन ने कक्षा की सामान्य संख्या 36 छात्रों के लिये 63 वर्गमीटर स्थान के अध्ययन कक्ष स्थापित करने का सुझाव दिया। इस कक्ष का निर्माण इस प्रकार किया जा सकता है कि इसमें विविध प्रकार की शैक्षिक गतिविधियों के रुप में, लिखना, सुनना, रेखाचित्र खींचना, प्रयोग करना आदि का आयोजन हो सके ।

2. शिक्षक के लिए काम करने का अलग स्थान होना चाहिए, जिसमें प्रदर्शन के लिए एक 250×76×86 सेमी. आकार की मेज, जिसे201 सेमी. ऊँचे चबूतरे पर रखा जा सके, होनी चाहिए। साथ ही एक 180×120 मिमी आकार का श्यामपट्ट जिसके साथ एक शैल्फ, चॉक रखने का स्थान और मानचित्र, रेखाचित्र आदि टाँकने के लिए हुक भी लगा हो, आवश्यक हैं। श्यामपट्ट के साथ ही दूसरी शैक्षिक सुविधाएं शैल्फ, डी. सी. और ए. सी. बिजली के सॉकेट, पानी और गैस की व्यवस्था भी होनी चाहिए।

मेज की ऊपरी सतह लिनोलियम की रखी जाय, जो बड़ी ही टिकाऊ सिद्ध हो सकती हैं। श्यामपट्ट के स्थान पर किसी भी हार्डबोर्ड का गहरे हरे रंग या भूरे रंग का प्रयोग बच्चों के लिये अधिक उपयोगी और रुचिकर सिद्ध होगा।

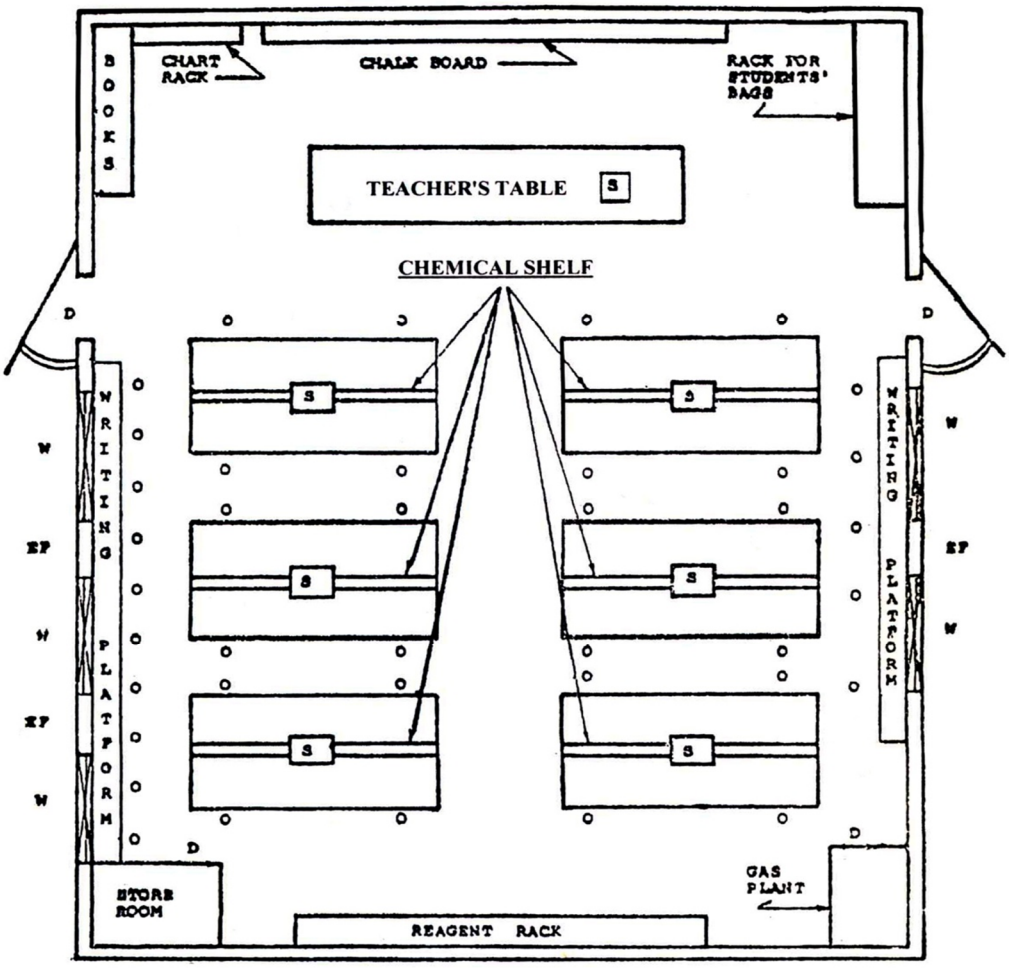
कमीशन ने परम्परागत पुरानी और भारी मेजों के स्थान पर छोटी–छोटी 125×85 सेमी. आकार की मेजों को सुझाव किया है। इन मेजों पर 2–2 छात्र एक साथ लिखने, अध्ययन करने, प्रयोग करने आदि का कार्य कर सकते हैं। इन मेजों के साथ, विद्युत शक्ति, पानी की टोंटी, गैस और सिंक भी लगाने की सिफारिश की।

रिपोर्ट में प्रयोगशाला सहायक के लिए भी एक 48 वर्गमीटर क्षेत्रफल के कमरे की सिफारिश की। इस कमरे में शिक्षक और प्रयोगशाला सहायक दोनों उपकरण समायोजित कर सकते हैं, उनका परीक्षण कर सकते हैं, छात्रों के सामान्य प्रयोग के लिए प्रदर्शन सामग्री और उपयुक्त साहित्य का संग्रह कर सकते हैं। इस कमरे में दो प्रकार की मेजों की आवश्यकता है –

पहली जिस पर छात्र लिखने–पढ़ने का काम कर सके, दूसरी जिस पर उपकरणों के साथ काम किया जा सके।

12.3.3 सीनियर हायर रसायन विज्ञान सैकण्डरी प्रयोगशाला (Senior Higher Secondary Chemistry Laboratory) – उच्च माध्यमिक स्तर पर रसायन विज्ञान प्रयोगशाला के लिए प्रत्येक टेबुल पर गैस नलिकाएं (Gas Taps) जो नोजल के रुप में हो टेबुल के पीछे की ओर फिट की जानी चाहिए। तथा ये टेबुल पर आपस में 45" के कोण पर स्थित होनी चाहिए।

यदि दोहरी बैन्च (Double Benches) रखी जाए तो नोजल(Gas tank) बीच में होने चाहिये तथा प्रत्येक समूह की बैंच का गैस बन्द करने के लिए मुख्य नियंत्रक वाल्व (Main Control Valve) भी होना चाहिए। सीनियर सैकेण्ड्री प्रयोगशाला की रुपरेखा में प्रत्येक विद्यार्थी के लिए 30 Sqr. Ft. स्थान होना चाहिए। प्रत्येक प्रयोगशाला के साथ जुड़ा हुआ स्टोर रुम भी होना चाहिये। स्टोर रुम का कुछ स्थान तैयारी के रुप में काम में लिया जाना चाहिये।



AN OUTLINE DIAGRAM OF CHEMISTRY LABORATORY

S-Sink **EP-Exhaust Fan**

O-Stools **W-Window**

D-Doors

12.3.4 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में आवश्यक उपकरण व सामग्री

(Essential Apparatus in Chemistry Laboratory)

क्र. सं.	वस्तु का नाम	मात्रा	
		आवश्यकता	वाँछनीय
	प्रदर्शन हेतु		
1.	रसायनिक तुला (केस मे) बार पेटी सहित (Chemical Balance)	1	.....
2.	गैस आयतन मापी (यूडियो मीटर) नली	1	.....
3.	बैल जारी 20 सेमी. व्यास	1	.....
4.	पृथक्कारी कीप (फनल)	1	.....
5.	कैल्शियम क्लोराइड नली	4	.....
6.	तापमापी	2	.....
7.	पारे की द्रोणी (ट्रफ)	1	.....
8.	फिल्टर पंप (धातु का)	1	.....
9.	क्रिस्टलों के नमूने (काँच/लकड़ी/प्लास्टिक के)	1 सेट	.....
10.	तांबे का भभका (पानी के आसवन के लिए)	1	.....
11.	प्लेटिनम का तार 5 सेमी. काँच में फ्यूज हुआ	3	.....
12.	पानी का भभका (रिटार्ठ)आसवन के लिए	1	.....
13.	काँच की नली को काटने वाला	2	.....
14.	फोटोग्राफी का डवलपिंग किट	1	.....
15.	लैबिंग का द्रवणित्र (कन्डेन्शर)	2	.....
16.	अग्निशामक (प्रदर्शन मॉडल)	1	.....
17.	परमाणु प्रतिरूप	1 सेट	.....
18.	खनिज संग्रह	1 सेट	.....
19.	मिश्र धातु (एलाय) के लिए उपकरण	1 सेट	.....
20.	बीकर (कीप वाले) (i) 100 घन (ii) 250 घन सेमी. (iii) 200 घन सेमी.	 48 48	 6
21.	फ्लास्क चपटी पेंदी वाले (i) 100 घन सेमी. (ii) 250 घन सेमी. (iii) 500 घन सेमी.	 12 48 6	 ....
22.	आसवन के लिए फ्लास्क गोल पैंदी (Round	.....	2

	Bottom) 300 घन सेमी.		
23.	कृस्टलिकरण की तश्तरी (Dish)10 सेमी. व्यास	.....	2
24.	वोल्फ़न बोतल 250 घन सेमी.(Walluf Bottal)	24	2
25.	बोतल संकरे गले की मशरूम डाट वाली 500 घन सेमी.	24	.....
26.	अभिकर्मक बोतल नाम सहित	48	.....
27.	मापक (i) 10 घन सेमी. (ii) 50 घन सेमी. (iii) 100 घन सेमी. (iv) 500 घन सेमी. (v) 5000 घन सेमी.	 ..... 6 12	 2 .... 2 2
28.	अभिकर्मक (Reagent) बोतल 8 आउन्स, 16 आउन्स, चौड़े मुँह वाला	48	.....
29.	बोतल 2 आउन्स सेमी.व्यास	24	.....
30.		24	2
31.		24	2
32.	भभका (रिटार्ट) 500 घन सेमी.	12	3
33.	गैस द्रोणिका (Water Bath)	24	.....
34.	खरल और मूसली (Mortar and Pester)	.....	1
35.	कैल्शियम क्लोराइड नलियों (i) U आकार की 1.5 सेमी. लगभग (ii) U आकार बाजू नलीदार		 2 2
36.	काँच के फिल्टर पम्प	.....	1
37.	परीक्षण नली (Test Tube) 12.5 और 1.6 सेमी.	2 गुरुस	.....
38.	परीक्षण नली कठोर काँच की 1.5 सेमी. × 1.9 सेमी.	24	.....
39.	काँच की नलिकाएँ कई नाप की	13 kg.	.....
40.	काँच की छड़ें कई नाप की (Glass Rods)	3 kg.	.....
41.	ब्यूरेट रोधनी (Stopper) सहित 50 ×1/10 घन सेमी.	12	2
42.	15 पिपेट (i) 10 घन सेमी. (ii) 20 घन सेमी. (iii) 25 घन सेमी. (iv) 50 घन सेमी.	12 12	.... 1 1

43.	तापमानी 350^0C (1^0 पाठयांक)	.....	1
44.	फिल्टर पेपर गोलाकार टुकड़े	600	.....
45.	रबर नलिकाएँ कई नाप की	30 मीटर	.....
46.	I.R . जोड़ने की नलिकाएं	15 मीटर	.....
47.	(i) कार्क बेधक (Stopper) तीन का सेट (ii) कार्क बेधक छ: का सेट	12 सेट	 1
48.	कार्क साधारण वेलवेट	6 गुरुस	.....
49.	कार्क दावक (Bottle Cork)	2	.....
50.	बैरेंगर तुला बाटों सहित	2	.....
51.	मृद नलिका त्रिकोण	24	.....
52.	उद्दहन चम्मच टीन के ढक्कन सहित	24	.....
53.	पैर से चलने वाली धौंकनी	.....	1
54.	दवाक रोधनी कई नाप की	12	.....
55.	रिटार्ट स्टैंड भारी आधार के छोटे	22	.....
56.	लकड़ी के शिकन्जे (क्लेम्प)	.....	1
57.	फनल स्टैंड	12	3
58.	ब्यूरेट के शिकन्जे	12	.....
59.	थिसिल कीप 2.5 सेमी. व्यास के	24	.....
60.	एस्बेस्टास की चार 2.5 × 2.5 सेमी.	24	.....
61.	डिफ्यूज़न ऐपेरेटस सरंध्र पात्र नली आदि	.....	1
62.	तांबे के फ्लास्ट (2 लीटर)	.....	1
63.	वाच स्मासेज	24	.....
64.	स्पिरिट लैम्प	24	.....
65.	लेबतो की पुस्तिकाएँ	24	.....
66.	लिटमस की पुस्तिकाएँ (लाल व नीली)	2 गुरुस	.....
67.	त्रिपाद स्टैंड (Tripod Stand)	24	.....
68.	अंशाकित फ्लास्क (i) 100 घन सेमी. (ii) 200 घन सेमी. (iii) 250 घन सेमी.	....	2 2 2
69.	पानी का ऊष्मक रिंग (Boules) सहित	2	.....
70.	क्रुसिबल ढक्कन सहित	8	.....
71.	छोटी U नली	6	.....
72.	तार की जाली के चम्मच	6	.....

73.	रेतियाँ त्रिकोणी (Files)	24	.....
74.	गैस जार के अतिरिक्त ढक्कन	48	.....
75.	परीक्षण नली के ब्रुश	60	.....
76.	परीक्षण नली होल्डर स्टैंड	24, 24	.....
77.	वाष्प ऊष्मक (Wafabath)	12	.....
78.	कोबाल्ट काँच	12	.....
79.	शुष्कन शंकु (कोन)	12	.....
80.	एस्बेस्टॉस से लपेटी हुई तार की नली	24	.....

12.3.5 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला की विशेषताएँ (Characteristics of Chemistry Laboratory)–

(i) प्रारूप पर्याप्त लचीला होना चाहिये ताकि शिक्षक प्रभावशाली ढंग से प्रदर्शन कर सके।

(ii) पर्याप्त स्थान होना चाहिये ताकि छात्रों को प्रयोग करते समय घूमने की पर्याप्त सुविधा हो।

(iii) कार्य करने की स्थितियाँ ठीक होनी चाहिये अर्थात् प्रयोगशाला में वायु, उचित तापक्रम, प्रकाश आदि भौतिक सुविधाएं पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध होनी चाहिये।

(iv) शिक्षक अपना निरीक्षण कार्य सुगमतापूर्वक कर सके।

(v) संग्रह की दृष्टि से पर्याप्त भंडार सुविधायें उपलब्ध होनी चाहिये।

(vi) आकस्मिक दुर्घटना घटित होने की दृष्टि से आपातकालीन दरवाजे होने चाहिये।

प्रयोगशाला के उपर्युक्त गठन तथा उपकरणीय साज–सज्जा प्रभावी प्रायोगिक कार्य के लिए आवश्यक शर्त है। कभी–कभी उत्तम प्रयोगशाला भवन तथा पर्याप्त उपकरण, सामग्री आदि हो फिर भी प्रभावशाली कार्य नहीं होता। इसके लिए शिक्षक उत्तरदायी है। छात्रों के लिए प्रयोग निर्धारित करना, उन्हें निर्देशन देना, उनमें प्रयोगशाला में कार्य करने की स्वस्थ आदत विकसित करना, कार्य के प्रति ईमानदारी तथा परिशुद्धता आदि सभी शिक्षक पर निर्भर है।

प्रायोगिक कार्य के लिये एक निश्चित योजना की आवश्यकता है। इसलिये छात्रों को साप्ताहिक कार्य की योजना पहले से ही मिल जानी चाहिये, साथ ही योजना का पाठन–क्रिया से भी सामंजस्य होना चाहिये। छात्रों को प्रयोगशाला में कार्य करने के नियमों की जानकारी दी जाए। उन्हें प्रयोगशाला की दीवार पर लगे बोर्ड आदि की सहायता से यह जानकारी दी जा सकती है। कुछ अति महत्त्वपूर्ण नियम छात्रों की नोट–बुक में भी लिखवा दिये जाए। हर छात्र से इन नियमों का सतर्कता पूर्वक पालन कराया जाए। प्रयोगशाला कार्य से सम्बंधित कुछ नियमों की एक सूची निम्नलिखित है–

(i) शिक्षक की पूर्व अनुमति लिए बगैर कोई भी छात्र किसी भी उपकरण पर कार्य नहीं करें।

(ii) प्रत्येक छात्र, जो उपकरण या सामग्री जहाँ से प्राप्त करें, प्रयोग के बाद उसे उसके नियत स्थान पर ही रखेगा। बोतलों आदि को बराबर कार्क लगाकर रखे।

(iii) छात्र प्रयोगशाला की किसी भी वस्तु को चखने का प्रयास न करें। उसे चीजों को सूंघने या छूने में सावधानी बरतनी चाहिये।

(iv) छात्र सिंक में कोई टूटी–फूटी चीजें अथवा कागज न डालें। इससे सिंक की नाली बंद हो सकती है। साथ ही बिजली, पानी, गैस, रासायनिक पदार्थो का उतना ही प्रयोग करें जितनी आवश्यकता हो।

(v) प्रयोग प्रारम्भ करने से पूर्व अथवा किसी संदेह की स्थिति में छात्र शिक्षक से परामर्श ले।

(vi) किसी भी प्रकार की टूट–फूट होने की सूचना तुरन्त प्रयोगशाला सहायक या शिक्षक को दे।

(vii) शरीर अथवा कपड़ों पर अम्ल गिर जाने, बर्नर से जल पाने अथवा बिजली आदि से कोई दुर्घटना हो जाने पर भी तुरन्त शिक्षक को सूचित करें।

(viii) प्रयोग समाप्त हो जाने पर सारे उपकरण साफ करके यथा स्थान रख दें।

12.3.6 प्रयोगशाला दुर्घटनाएँ और उनका उपचार (Laboratory Accidents and Their Remedies)

स्वास्थ्य सम्बन्धी एक प्रसिद्ध नियम है कि "बचाव, निदान से बेहतर है।" यह नियम प्रयोगशाला के लिए लागू होता है। प्रयोगशाला में कार्य करते समय आवश्यक सावधानियाँ बरती जाए ताकि कोई दुर्घटना ही न हो, कई बार लापरवाही की वजह से कुछ दुर्घटनाएँ हो जाती है। ऐसी स्थिति में जब तक डॉक्टरी सेवाएं उपलब्ध नहीं हो जाती, अध्यापक को प्राथमिक उपचार से काम चलना चाहिये।

प्राथमिक उपचार (First Aid)

(1) **आग लग जाने पर (In case of Fire)** – यदि किसी रासायनिक पदार्थ से आग लगी है तो उस पर रेत डालना चाहिये। छात्र को आग लगने पर तुरन्त किसी कम्बल या रजाई से ढक देना चाहिये। यदि आग का कारण बिजली के तार हैं तो तुरन्त मैन स्विच बंद कर देना चाहिये। यदि कोई ज्वलनशील द्रव या पदार्थ जल उठे तो उस पर तुरन्त एस्बेस्टॉस शीट डाल देनी चाहिये। आग लगाने के कारण अनेक हो सकते है। अत: उपचार प्रक्रिया भी उसी प्रकार अपनानी चाहिये।

(2) **जल जाने पर (In case of Burn)** – जब सूखी गर्मी से कोई चोट लगे, जैसे–गर्म लोहा लगने से, तेजाब गिरने से या गर्म शीशे की छड़ लगने से या अन्य रासायनिक पदार्थ शरीर पर गिरने से, तो ऐसे जख्मों के लिए सोडियम बाई कार्बोनेट का घोल रूई द्वारा लगाना चाहिये। तेजाब के जख्म को पहले पानी से धोना चाहिये फिर सोडियम बाई कार्बोनेट का घोल लगाकर टैनिक एसिड लगाना चाहिये। क्षारों के जख्म को ऐसेटिक ऐसिड के घोल से धो लेना चाहिये तथा फास्फोरस के जख्म को पहले पानी से धो लेना चाहिये फिर उस पर सिल्वर नाइट्रेट का हल्का घोल लगाना चाहिये। जल्दी की स्थिति में एक्रोफ्लेविन का घोल अथवा नारियल का तेल व चूने के पानी को मिलाकर घाव पर लगाने से आराम मिलता है।

(3) **कट जाने पर (In case of Cut)** – प्रयोगशाला में कई प्रकार के कार्य करते समय शरीर का कोई भी भाग कट जाता है तथा उसमें से खून बहना शुरू हो जाता है। अत: सबसे पहले यह आवश्यक है कि बहते हुए खून को रोका जाए। छोटे कटे भाग से खून के रिसने को पट्टी

बाँधकर रोका जा सकता है। पट्टी बाँधने से पहले आवश्यक है कि जख्म को डिटॉल आदि से साफ कर लिया जाए। पट्टी करने के पश्चात् किसी डाक्टर की सलाह भी लेनी चाहिये। पट्टी बांधते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि जब तक रक्त प्रवाह केन्द्रों का ठीक से ज्ञान न हो जाए तब तक रक्त बंध का उपयोग नहीं करना चाहिये। काँच की नली अथवा तेज धार से कट जाने पर घाव से काँच निकालकर उसे 2% आयोडीन घोल से धोना चाहिये । फिर मरक्यूरोक्रोम घोल लगाकर रूई को घोल से भिगोकर पट्टी बाँध देनी चाहिये।

(4) **आँखों में चोट** – आँखों की चोट में तुरन्त डाक्टर को दिखना चाहिये। प्राथमिक उपचार की दृष्टि से कैस्टर ऑयल की एक बूंद आँख में डाल देनी चाहिये। आँख में कोई तेजाब गिर जाने परआँख को चूने के पानी से धोना चाहिये और यदि कोई क्षार गिर गया हो तो बोरिक एसिड के चूर्ण से धोना चाहिये। यदि आँख में किसी वस्तु को कोई कण गिर गया हो तो हल्के से आँख की पलक उलट कर ग्लिसरीन के फोहे से धीरे–धीरे बाहर निकालना चाहिये। कठिनाई की अवस्था में तुरन्त डाक्टर से सलाह लेनी चाहिये।

(5) **विषाक्तता (Poisoning)** – यदि कोई जहरीली वस्तु मुँह में चली जाए तो तुरन्त थूक देना चाहिये और पानी से कुल्ला कर लेना चाहिये। मुँह में तेजाब चला जाने पर सोडियम बाई कार्बोनेट के घोल से तथा क्षारीय पदार्थ चला जाने पर ऐसेटिक अम्ल के हल्के घोल से मुँह साफ करना चाहिये। यदि व्यक्ति पदार्थ निगल गया हो तो थोड़ी सी अंडे की सफेदी या दूध तथा चावल का पानी या जौ का पानी पिलाना चाहिये। पेट में तेजाब चले जाने पर चूने का पानी या मिल्क मेग्नेशिया और क्षार चले जाने पर ऐसेटिक एसिड या नींबू का रस पिलाना चाहिये। पेट में विष चले जाने पर वमन (उल्टी) कराने के लिए एक गिलास गर्म पानी में एक बड़ा चम्मच नमक अथवा चाय का एक चम्मच सरसों मिलाकर पिला देना चाहिये।

(6) **मूर्च्छा (Unconscious)**– यदि कोई छात्र मूर्छित हो गया हो तो उसके वस्त्र ढीले करके उसे खुली हवा में दोनों घुटनों को बीच में रखकर बैठाना चाहिये। उसे स्मेलिंग साल्ट सूंघाने का प्रयत्न करना चाहिये। होश में आने पर उसे कोई गरम पेय जैसे चाय या कॉफी देनी चाहिये। यदि बेहोश हो तो उसे पीठ के बल लिटाकर स्मेलिंग साल्ट सूंघाते रहना चाहिये और जहां तक हो सके उसे गर्म रखना चाहिये। होश में आने के बाद उसे कुछ समय बोलने न दिया जाए और इस बात की सावधानी रखी जाए कि वह पुन: मूर्च्छित न होने पाए। क्लोरीन अधिक सूंघ ली है तो रूमाल को तनु अमोनिया हाइड्रॉक्साइड में भिगोकर धीरे–धीरे सुंघाना चाहिये तथा छात्र को हवा में लिटाना चाहिये।

12.3.7 दुर्घटनाओं से बचाव हेतु सावधानियाँ (Precautions for avoiding Accidents)

(1) प्रयोग करते समय बड़े धैर्य से आगे बढ़ना चाहिये और जल्दबाजी नहीं करनी चाहिये।

(2) प्रत्येक प्रयोग के पूर्व ही दुर्घटना की संभावना पर विचार कर लेना चाहिये ओर यह भी सोच लेना चाहिये कि दुर्घटना होने पर किस सामग्री का उपयोग किया जायेगा। साथ ही वह सामग्री प्राप्त है या नहीं।

(3) कोई भी पदार्थ हाथ से नहीं छूना चाहिये। इसके लिए चम्मच या अन्य कोई सामग्री इस्तेमाल करनी चाहिये।

(4) अनजानी वस्तुओं के प्रति विशेष सावधानी रखनी चाहिये। विभिन्न प्रकार के तेजाबों का इस्तेमाल बड़ी सतर्कता से करना चाहिए।

(5) प्रयोग सदैव एकाग्र होकर करना चाहिये। आपस में बातचीत नहीं करनी चाहिये।

(6) आने जाने के मार्ग में या फर्श पर कोई वस्तु नहीं रखनी चाहिये यदि फर्श पर कोई वस्तु गिर जाए तो उसे तुरन्त साफ करवा देना चाहिये।

(7) यदि किसी चीज से दुर्घटना होने की संभावना हो तो उसकी सूचना अध्यापक को तुरन्त देनी चाहिये जिससे कि उसका उपचार हो सके।

(8) जिस मेज पर बहुत से उपकरण हो उस पर प्रयोग नहीं करना चाहिये। मेज पर केवल आवश्यक उपकरण ही होने चाहिये ।

(9) प्रयोगशाला और भण्डार गृह मे केवल काम में आने वाली वस्तुएँ ही होनी चाहिये। टूटे–फूटे बर्तन आदि बेकार की वस्तुएँ नहीं होनी चाहिये।

12.3.8 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला का महत्त्व (Importance of Chemistry Laboratory)

(1) **सामाजिकता का विकास (Development of Sociability)** – प्रयोगशाला में विद्यार्थी सामूहिक रूप से कार्य करते है। इससे उनमें सामाजिकता का विकास होता है। बहुधा परीक्षण करते समय व आपस में ही एक–दूसरे को अपना प्रयोग दिखाकर सलाह लेते है। इससे सामाजिकता का विकास होता है।

(2) **विज्ञान के अध्ययन में वातावरण का निर्माण (Development of proper atmosphere for study of Science)** – जब कोई विद्यार्थी प्रयोगशाला के अन्दर प्रवेश करता है तो वह देखता है कि उसमें वैज्ञानिक महत्त्व के तरह–तरह के यंत्र एवं उपकरण रखे हुए है। उसे वहाँ ऐसा वातावरण मिलता है जो रसायन विज्ञान अध्ययन के लिए अत्यन्त उपयोगी हैं। इस प्रकार प्रयोगशाला रसायन विज्ञान अध्ययन के लिए उचित वातावरण निर्माण करती है।

(3) **सोचने, विचारने, निरीक्षण करने और निर्णय करने की क्षमता का विकास (Development of thinking, observation and decision making capacity)** – प्रयोगशाला में जब विद्यार्थी कार्य करते है तो वे स्वयं सोचते है, स्वयं निरीक्षण करते है और स्वयं ही निर्णय लेते है। प्रयोगशाला में इन समस्त क्षमताओं का विकास होता है।

(4) **समय और साधनों की बचत (Economic for time and apparatus)** – प्रयोगशाला में प्रत्येक सामान एक निश्चित स्थान पर ठीक प्रकार से रखा रहता है। यदि कोई प्रयोगशाला न होगी तो यह सामान अलग–अलग स्तनों पर रखा होगा और कर्य करते समय उसे एक स्थान से दूसरे स्थान पर लाना होगा। इसमें एक तो व्यर्थ का समय लगेगा और दूसरे उस सामान के टूट जाने की भी आशंका रहेगी। प्रयोगशाला में सामान रखने पर समय की बचत होती है और विभिन्न सामग्रियाँ सुरक्षित रहती हैं।

(5) **आत्मविश्वास और अनुशासन की भावना का विकास (Development of feeling of self confidence and discipline)** – प्रयोगशाला में विद्यार्थी सुचारू रूप से कार्य करते है। अध्यापक केवल उन्हें सुझाव या सहायता मात्र देता है। स्वयं कार्य करने से उनमें आत्मविश्वास की भावना दृढ़ होती है। वे स्वयं नतीजे पर पहुँचते हैं और बहुधा ये नतीजे सत्य होते है। जब वे यह देखते है कि उनके द्वारा किए गये परीक्षणों के परिणाम ठीक है तो भी उनमें आत्मविश्वास और आत्म–अनुशासन की भावना दृढ़ होती है।

(6) **वास्तविक एवं सच्चा ज्ञान होना (Real and True Knowledge)** – जब बालक प्रयोगशाला में स्वयं परीक्षण करते है, तो उन्हें वास्तविक एवं सच्चा ज्ञान प्राप्त होता है। प्रयोगशाला के अभाव में यह कार्य संभव नहीं है।

सारांश : रसायन विज्ञान विषय के अध्ययन में प्रयोगशाला का स्थान महत्त्वपूर्ण है प्रयोगशाला अध्ययन के लिए वातावरण उत्पन्न करती है तथा छात्रों में प्रयोग करने से सोचने विचारने, निरीक्षण करने तथा निर्णय करने की क्षमता का विकास होता है। छात्रों को वैज्ञानिक ढंग का प्रशिक्षण प्रयोगशाला में ही दिया जा सकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. प्रयोगशाला में कार्य करते समय क्या–क्या सावधानी रखी जानी चाहिए।

12.4 विज्ञान संग्रहालय (Science Museum)

रसायन विज्ञान शिक्षण का प्रमुख उद्देश्य छात्रों को प्राकृतिक एवं सामाजिक वातावरण से सम्बन्धित उन सभी वैज्ञानिक तथ्यों एवं सिद्धान्तों का ज्ञान कराना होता हैं, जिनके द्वारा वे अपने चारों ओर की दुनिया को ठीक प्रकार से समझकर अच्छी तरह जीवनयापन करने में समर्थ हो सके। रसायन विज्ञान शिक्षण में यदि वास्तविक पदार्थ या मॉडल को न दिखाया जाए, तो बालकों का ज्ञान काल्पनिक अस्पष्ट तथा नीरस बनने लगता है। इसका अर्थ यह है कि छात्रों को इनसे सम्बंधित प्रत्यक्ष अनुभव प्राप्त करने के लिए बार–बार बाह्य जगत में ले जाये परन्तु क्या यह सदैव संभव हैं? इसलिए यह विचार किया जाता हैं कि क्यों न बाह्य जगत की इन सामग्रियों को स्कूल में ही इकट्ठा किया जाए ताकि विद्यार्थियों से उनका समय–समय पर निरीक्षण कराया जा सकें और विद्यार्थियों को वास्तविक अनुभव प्राप्त करने में सहायता दी जा सके। विज्ञान संग्रहालय की स्थापना इसी दिशा में सोचने का ही परिणाम है

इस तरह "विज्ञान संग्रहालय से हमारा तात्पर्य विद्यालय के उस स्थान से है जहाँ बाह्य जगत से एकत्रित की गई अथवा विद्यार्थियों द्वारा स्वयं निर्मित वस्तुओं अथवा नमूनों को वैज्ञानिक ढंग से सावधानी से रखकर उनका इस तरह प्रदर्शन किया जा सके कि विद्यार्थी उनका भलीभाँति निरीक्षण करें उनसे संबंधित उपयोगी ज्ञान ग्रहण कर सके।"

विज्ञान संग्रहालय का महत्त्व उससे होने वाले निम्न लक्ष्यों से अधिक स्पष्ट हो सकता हैं ।

12.4.1 विज्ञान संग्रहालय का लाभ/उपयोगिता (Advantage/Utility of Science Museum)

1. छात्रों को अपने सामाजिक और प्राकृतिक वातावरण से परिचित होने में सहायता मिलती हैं।
2. संग्रहालय में रखी विभिन्न वस्तुओं को देखकर छात्रों की जिज्ञासा बढ़ती हैं, जो शिक्षण के लिए आवश्यक हैं।
3. यह रसायन विज्ञान के अध्ययन के प्रति रुचि जागृत करने तथा विषय को सरल, रोचक एवं स्पष्ट करके रूचिपूर्ण बनाने में सहायक होती हैं।
4. इसमें रखी सामग्री सम्बन्धित ज्ञान से अधिक स्पष्ट व पुष्ट किया जा सकता हैं।

5. संग्रहालय के द्वारा छात्रों की निरीक्षण शक्ति विकसित होती हैं।
6. संग्रहालय में छात्र वास्तविक तथा यथार्थ वस्तुएं देखकर व्यवहारिक ज्ञान प्राप्त करता हैं, जो पारेस्थितियों में उपयोगी परिलक्षित होती हैं।
7. छात्रों द्वारा आशुरचित उपकरणों, मॉडल, चार्ट ग्राफ इत्यादि संग्रहालय में रखकर उनमें आत्मविश्वास एवं स्वाभिमान की भावना का विकास किया जा सकता हैं।
8. विद्यार्थियों में वैज्ञानिक स्वभाव उत्पन्न करने तथा विद्यालय में वैज्ञानिक वातावरण उत्पन्न करने में भी संग्रहालय विशेष रुप से उपयोगी होता हैं।

12.4.2 विज्ञान संग्रहालय का संगठन (Organisation of Science Museum)

1. **संग्रहालय के लिए स्थान** – सबसे पहले रसायन विज्ञान संग्रहालय के लिए उपयुक्त स्थान का चुनाव कर लेना आवश्यक हैं, संग्रहालय की व्यवस्था ऐसे की जाये जो विद्यार्थियों के लिए सुगम्य हो और कार्य प्रेरक सिद्ध हो यह स्थान विद्यालय में पढ़ने के कमरों से अलग ही होना चाहिये। स्थान इनका बड़ा तो होना ही चाहिये जहाँ से संग्रहालय से सम्बन्धित सम्पूर्ण सामग्री को ठीक प्रकार सें सुव्यवस्थित क्रम में अलग–अलग सजाकर रखा जा सके और समय–समय पर सामग्री बढ़ाने की सुविधा भी रहे।

2. संग्रह की गई वस्तुओं को अधिक से अधिक सुरक्षित रखा जा सके।

3. संग्रह की हुई वस्तुओं को निकट से देखा जा सके तथा अधिक से अधिक दर्शक भलीभाँति एक बार में इनका अवलोकन कर सके।

4. शीशे की अलमारियाँ तथा जार प्रचुर मात्रा में होने चाहिये। जिनमें वास्तविक पदार्थो या प्रतिमानों (Models) के रखने की व्यवस्था की जाती हैं।

संग्रहालय के लिये पदार्थो का आश्चर्यजनक या दुर्लभ होना आवश्यक नहीं हैं बहुधा बहुत–सी साधारण वस्तुएँ भी संग्रहालय के लिये उपयोगी सिद्ध होती है सीमित वस्तुएं लेबल अवश्य की जानी चाहिये। लेबल के लिए 5"×4" का प्रपत्र (कार्ड) ठीक रहता है उस पर निम्न सूचनाएँ अंकित की जानी चाहिए–

1. पदार्थ का नाम (बोलचाल की भाषा व वैज्ञानिक शब्दावली)।
2. कहां से कब प्राप्त किया?
3. वस्तु का उल्लेखनीय विवरण व महत्त्व ।

12.4.3 रसायन विज्ञान संग्रहालय की संग्रहीत वस्तुएँ –

1. संग्रहालय में प्राकृतिक एवं सामाजिक वातावरण की विभिन्न प्रकार की मिट्टियाँ, पत्थर, दैनिक जीवन में काम आने वाली धातुओं के टुकड़े जैसे –

(1) स्वतन्त्र अवस्था में पाई जानें वाली धातुएं (Free State Metal) – सोना, चाँदी, प्लेटिनम, एवं बिस्मिथ भूगर्भ पर ही पाई जाती हैं।

(2) यौगिक के रुप में पाई जाने वाली धातुएं (Compound Form Metal) – धातुएं जो काफी अधिक क्रियाशील होती हैं, अत: यौगिक के रुप में पाई जाती हैं जैसे– एल्यूमिनियम, लोहा, कैल्शियम, पौटेशियम सोडियम, मैग्निशियम, टाइटेनियम आदि भूपर्पटी पर प्रचुरता के हिसाब से क्रमवार भी धातुओं को रखा जा सकता हैं।

दुर्लभ मृदा धातुएं (Rare Metal) – खनिजों के रुप में पाई जाने वाली धातुओं के अयस्क (Ore) आदि ।

(3) कार्बन के अपरुप (Allotrops of Carbon) – ग्रेफाइट, विभिन्न प्रकार के कोयले – हाइड्रोकार्बन,ऐरोमेटिक यौगिक आदि।

(4) कार्बनिक यौगिक द्वारा बने मानव निर्मित पदार्थ (Man Made Carbon Compounds) बहुलक (Polymers) – रेशे (Fibers)– प्राकृतिक व संश्लेषित रेशे (Natural and Artificial fibers) प्राकृतिक रेशे – जूट संश्लेषित रेशे – रेयॉन, नायलॉन, पालीस्टर, विभिन्न प्रकार के प्लास्टिक एवं रबड़ आदि।

रसायन निर्मित सामग्री – साबुन (soap), अपमार्जक (detergent), औषधियाँ (medicine), उर्वरक (fertilizers) – यूरिया, कीटनाशक – डी. डी. टी., गैमाक्सीन पैट्रोलियम पदार्थ विरंजक पदार्थ विभिन्न प्रकार के काँच, बिल्डिंग मैटीरियल, आदि।

मॉडल – विभिन्न प्रकार की लगने वाली आग को बुझाने वाले अग्निशामक यंत्र (Fire Extinguisher), धातु निष्कर्षण हेतु उपयोग में लाने वाली भट्टियों के मॉडल कार्बन की चतुष्फलकीय आकृति (Tetrahedral Structure) दर्शाता मॉडल हीरा, ग्रेफाइट संरचना, विभिन्न परमाणु संरचनाएं (Atomic Structures) बंध –सिगमा और पाई बंध।

नाभिकीय विखण्डन(Fission), नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion) विभिन्न प्रकार के संकरण मॉडल (Hybridization model) – धातु निष्कर्ष प्रक्रिया के कैसेट, फोटो तथा त्रिवीमीय मॉडल आदि।

चार्ट (Charts)– आवर्त सारणी (Periodic table) धातुओं के गुणों की आवर्तिता, संयोजकता (Valency Charts) परमाणु रासायनिक आबंध (Chemical Bonding)

विभिन्न प्रकार के सेल व उपकरण – फिल्म स्ट्रिप व कैसेट्स– धातु निष्कर्ष की समूची प्रक्रिया के वास्तविक प्रक्रम सम्बन्धी दृश्य कैसेट (Visual Cassette)

संग्रह की हुई वस्तुओं को सुरक्षित रखना– चार्ट, मॉडल, आरेख चार्ट आदि को सुरक्षित रखने के लिए डी. डी. टी, गैमेक्सीन तथा नेफ्थलीन की गोलियाँ प्रयोग मे लाई जाती हैं।

विभिन्न वस्तुओं के प्राप्ति स्थान– रसायन विज्ञान संग्रहालय के लिए विभिन्न वस्तुओं को निम्नांकित स्थानों से प्राप्त किया जा सकता हैं –

(1) रसायन सामग्री निर्माताओं से (2) औद्यौगिक संस्थाओं से (3) पर्यटन द्वारा (4) छात्रों द्वारा संग्रह इत्यादि ।

उपर्युक्त के अनुसार रसायन विज्ञान सम्बन्धित वस्तुओं का संग्रह करके विद्यालय में रसायन विज्ञान संग्रहालय का निर्माण किया जा सकता है व शिक्षण के दौरान भी उन्हें आवश्यकतानुसार प्रदर्शित करके सम्बन्धित शिक्षण रोचक बनाया जा सकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान संग्रहालय में कौन–कौन सी वस्तुओं का संग्रह किया जाना चाहिए।

12.5 सामुदायिक वातावरण (Community Environment)

12.5.1 सामुदायिक विज्ञान केन्द्र (Community Science Centre) – उदयपुर (एस. आई. ई. आर. टी. संस्थान) संस्थान के सामने सहेलियों की बाड़ी उदयपुर में संस्थान द्वारा स्थापित एवं संचालित " सामुदायिक विज्ञान केन्द्र " प्रतिदिन उदयपुर में आने वाले हजारों पर्यटकों विद्यार्थियों एवं नागरिकों के लिए आकर्षण का केन्द्र हैं। इस केन्द्र में विज्ञान और दैनिक जीवन से सम्बन्धित अनेक चार्टस, प्रदर्शन चित्र उपकरण एवं विविध रुचिकर सामग्री व्यवस्थित है।

12.5.1.1 सामुदायिक संसाधनों की अवधारणा (Concept of Community Resources)

सामुदायिक स्त्रोत/संसाधन (Community Resources) – प्राकृतिक व भौगोलिक साधन – जैसे पहाड़, नदी, भूपपर्टी सतह, भूमि की आन्तरिक सतह में पाए जाने वाले तत्व सांस्कृतिक साधन पुरातात्विक खुदाई स्थल, विज्ञान मेले (Science fair) पुस्तकालय, सार्वजनिक सुविधा के स्थान–जल वितरण व्यवस्था, किताब, प्रदर्शनी कार्यगोष्ठी (Workshop), सेमीनार, भ्रमण, सामाजिक कल्याण विभाग जैसे– जल वितरण व्यवस्था विभिन्न वैज्ञानिक साधन– इन साधनों में वैज्ञानिक पुस्तकालय, वैज्ञानिक केन्द्र, औद्योगिक केन्द्र (Industrial Centre) तकनीकी केन्द्र राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशाला (National Chemical Laboratory–N.C.L) उर्वरक व उनके उपयोग (Fertilizers and its utilities) पेस्टीसाइड्स (Pesticides) व रासायनिक कम्पनियाँ (Chemical companies) विज्ञान एवं तकनीकी विभाग (Department of Science and Technology–D.S.T) आदि।

12.5.2 कार्यगोष्ठी (Workshop) – अधिकतम अधिगम के लिए सुरक्षा की भावना होना नितान्त आवश्यक है समाज या समूह मे रहकर व्यक्ति सुरक्षा की भावना बनाये रखता है। समाज तथा समूह दोनों ही अधिगम को प्रभावित करते हैं। यदि शिक्षक अपने छात्रों के लिए अधिकतम अधिगम चाहता है तो उक्त सिद्धान्तानुसार उसे अपने छात्रों को अधिकतम सुरक्षा की भावना प्रदान करनी होगी। कक्षा भी एक समूह हैं। समाजशास्त्र हमें बताता हैं कि समूह प्रमुख रुप से दो प्रकार के होते हैं– प्राथमिक तथा द्वितीयक। कक्षा–कक्ष में अधिगम प्राप्त करने के उद्देश्य से निर्मित समूह एक प्राथमिक समूह है। इसी प्रकार कार्य गोष्ठी के रुप में परिचर्चा करने के लिए बनाया गया समूह भी प्राथमिक समूह है।

प्राथमिक समूहों में आन्तरिक गत्यात्मकता (Dynamicity) होती है । प्राथमिक समूह की यह गत्यात्मकता के कारण समूह के सदस्यों के मध्य व्याप्त अन्त:प्रक्रिया (Interaction Process) को निर्धारित करती है और अन्त: प्रक्रिया समूह के सदस्यों के मध्य या पारस्परिक सम्बन्धों, उद्देश्यों की प्राप्ति की मात्रा विचार–संचार प्रक्रिया जैसे आधारभूत तथ्यों को निर्धारित करती हैं। यदि समूह के सभी सदस्य एक–दूसरे के साथ मिलकर परस्पर परिचर्चा करने के लिए आमने–सामने बैठकर एक प्राथमिक समूह बनाते हैं। उसमें एक सामाजिक अन्त: क्रिया विकसित हो जाती हैं। तथा जो किसी एक तथ्य या समस्या पर इस प्रकार से परिचर्चा करते हैं कि वह परिचर्चा समूह के सदस्यों के अधिगम या विचारो को गोष्ठी हैं। डी. पी. सिंह ने भी कार्य गोष्ठी

की परिभाषा इसी अर्थ में ही है। एन.सी.ई.आर.टी. नई दिल्ली के डॉ. प्रीतम सिंह गोष्ठी की परिभाषा देते हुये लिखा हैं कि "कार्य गोष्ठी आमने–सामने का ऐसा प्राथमिक समूह है जिसमे सामाजिक अन्त: क्रिया अधिक निकटवर्तीय तथा प्रत्यक्ष होती है और यह सदस्यों पर अधिक सामाजिक नियंत्रण रखती है।"

"A workshop is a face to face primary group in which social interaction is more intimate and direct influencing Social control over the individuals."–Dr.P.Singh

कार्य गोष्ठी के अर्थ तथा परिभाषाओं के सन्दर्भ में ऊपर जो कुछ भी कहा गया है उससे कार्य गोष्ठी की निम्नांकित विशेषताएं स्पष्ट होती है जो इस प्रकार है–

1. कार्य–गोष्ठी में कुछ विशिष्ट उद्देश्य से कुछ व्यक्ति एक स्थान पर आमने–सामने मिलते हैं।
2. कार्य–गोष्ठी में भाग लेने वाले व्यक्तियों में घनिष्ठ अन्त: क्रियाएँ (interaction) होती है।
3. कार्य–गोष्ठी में एक या अधिक नेता होते हैं जो कार्य–गोष्ठी की विभिन्न क्रियाओं का संचालन करते हैं।
4. कार्य–गोष्ठी में भाग लेने वाले व्यक्तियों पर एक प्रकार का अप्रत्यक्ष सामाजिक नियंत्रण होता है।
5. कार्य–गोष्ठी में भाग लेने वाले समूह में गत्यात्मकता (dynamicity) पाई जाती हैं।
6. कार्य–गोष्ठी में भाग लेने वालों को कतिपय निश्चित कार्य करने होते हैं।

कार्यगोष्ठी का प्रयोग ज्ञानात्मक उद्देश्य (Knowledge) व क्रियात्मक उद्देश्यों (Functional objective) की प्राप्ति के लिए किया जाता है। जैसे–रसायन विज्ञान शिक्षण सम्बन्धी समस्याएं ढूँढ निकालना, व्यावसायिक क्षमताओं का विकास करना, व्यक्तिगत रुप से कार्य करने की योजना विकसित करना आदि।

कार्य गोष्ठी में कई लघु समूह बना दिए जाते है और प्रत्येक लघु–समूह को कुछ कार्य या दायित्व सौंप दिये जाते है। प्रत्येक लघु–समूह सबसे अच्छा कार्य करके जल्दी से जल्दी प्रस्तुत करना चाहता है। उनमें एक स्वस्थ प्रतियोगिता की भावना रहती हैं। इससे कार्य की स्वत: प्रेरणा प्राप्त होती है।

12.5.3 विज्ञान एवं तकनीकी का विभाग के कार्य (The Department of Science and Technology–DST)– इस विभाग की स्थापना मई 1971 में हुई इस विभाग मुख्य उद्देश्य देश में विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र में उन्नति करना था। तथा विज्ञान व प्रोद्यौगिक क्रियाओं के संगठन, समन्वय एवं विकासात्मक प्रगति के लिए संदर्भ (Nodal) विभाग के रूप में भूमिका निभाता था। विज्ञान व तकनीकी विभाग की कुछ मुख्य उत्तरदायित्वों से सम्बन्धित विशेष परियोजनाएँ एवं कार्यक्रम बनाए गए जो निम्नलिखित हैं–

(1) विज्ञान व तकनीकी से सम्बन्धित कई नीतियों का निर्धारण और मार्ग–निर्देशन देना तथा जो विभाग विज्ञान व तकनीकी से सम्बन्धित कार्यक्रमों में रूचि लेते हैं और क्षमताएँ भी रखते हैं, उन क्षेत्रों से समन्वय बनाए रखना।

(2) देश में चल रहे राष्ट्रीय शैक्षिक संस्थानों को अनुसंधान व पूर्ण स्थायित्व के लिए प्रोत्साहित करना तथा परीक्षण एवं उपकरणों के लिए न्यूनतम साधन सुविधाएँ उपलब्ध (Infrastructural Facilities) कराने का प्रावधान होना।

(3) अन्य विभिन्न प्रकार से सम्बन्धित तकनीकी कार्यक्रमों के लिए प्रोत्साहित करना व आवश्यक सहायता देना।

(4) स्वयं सेवी अनुसंधान के क्षेत्र में कार्य कर रहे शैक्षिक संस्थानों व अन्य तकनीकी क्षेत्र से सम्बन्धित संस्थानों के कार्य क्षेत्र को बढ़ावा देना। आधुनिक चिकित्सा के क्षेत्र में अनुसंधान व पदार्थों से सम्बन्धित वास्तुकला के लिए भी प्रोत्साहित करना।

(5) ग्रामीण क्षेत्रों व पिछड़े क्षेत्रों के लिए सामाजिक केन्द्रित (Socially Oriented) विज्ञान व तकनीकी के हस्तक्षेप को समाप्त कर अधिक सहयोग देना।

(6) विज्ञान व तकनीकी की लोकप्रियता को बढ़ावा देना।

(7) विज्ञान और तकनीकी के लिए सूचना प्रौद्योगिकी/प्रणाली प्रबन्ध का निर्माण करना और समन्वय बनाए रखना।

(8) अन्तर्राष्ट्रीय सहयोग की देखभाल (fostering) में तथा विशिष्ट संयुक्त केन्द्र/प्रायोजनाओं की स्थापना करना।

(9) विशेषत: विज्ञान व प्रौद्योगिकी योग्यताधारियों के लिए स्वयं रोजगार के अवसर (Self–Employment Opportunities) को उत्पन्न करके विकासात्मक कार्यों में सहयोग/प्रोत्साहन देना।

(10) कृषि, जल संसाधन (Resources) प्रबन्धन, भूकम्प, तूफ़ान (घोर संकट) की पूर्व सूचना, नागरिक सेवाओं के लिए "भारत मौसम विभाग" के माध्यम से मौसम (पूर्वानुमान) सेवाएँ उपलब्ध/व्यवस्था करना ।

12.5.4 राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशाला (National Chemical Laboratory– N.C.L.)–

राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशाला की स्थापना सन् 1950 में भारत के पूना (Pune) में हुई थी। इस प्रयोगशाला के माध्यम से प्रति वर्ष 50 शोधार्थी पी.एच.डी डिग्री से सम्मानित होते है तथा वर्तमान में अनुमान: 360 स्नातक विद्यार्थी पी–एच–डी. डिग्री प्राप्त करने के कार्य/अध्ययन में लगे हुए है। इस प्रयोगशाला में कुल स्थायी सदस्य 893,364 शोधार्थी, 23 अनुसंधान सह–आचार्य (Research Associates) व 397 प्रोजेक्ट स्टाफ (Project Staff–M.Sc's) है। इस प्रकार कुल 1677 व्यक्ति प्रयोगशाला में कार्यरत है। 300 वैज्ञानिक स्टाफ पी.एच.डी योग्यताधारी है।

मुख्य कार्य– इस प्रयोगशाला के अन्तर्गत कार्बनिक विज्ञान, पोलिसर विज्ञान क्रिस्टलीकरण, पदार्थों का रसायन, रसायनिक इंजिनीयरिंग बायोकैमिकल विज्ञान व वैज्ञानिक विकासात्मक प्रक्रियाओं का अध्ययन किया जाता है। मापकीय विज्ञान के विशिष्ट/आधुनिक साधन सुविधाएँ/उपकरणों व रासायनिक तकनीकी सूचनाओं की प्राप्ति के लिए विशेष प्रशिक्षण देना।

12.5.5 उर्वरक एवं उनके उपयोग (Fertilizers and its utilities) – ऐसे तत्व जो मृदा की उपजाऊ बनाते है, 'उर्वरक' कहलाते है । उर्वरक कारखानों में कृत्रिम विधियों द्वारा बनाए गए वे रासायनिक पदार्थ है जिनको भूमि में मिलाने से पौधों की वृद्धि के आवश्यक तत्वों की कमी पूरी है जाती है। रसायन–विज्ञान के अन्तर्गत विभिन्न प्रकार के उर्वरक पाए जाते है जो मृदा को उपजाऊ बनाते हैं। इन उर्वरकों के कारण वनस्पतियाँ बढ़ जाती है। फसलों का उत्पादन अधिक व गुणात्मक होता है जो राष्ट्र के विकास के लिए अत्यावश्यक है।

जीवनशिया को अंग्रेजी में पूस्टी कहते है। पेस्टीसाइड्स आधुनिक कृषि विज्ञान के एक अत्यन्त आवश्यक तथा समाकलन भाग बन गए है कृषि में अभीष्ट 'लक्ष्यों की प्राप्ति' की दशा में नाशक जीवों के सफल नियंत्रण के लिए पेस्टीसाइड्स प्राय: निर्भर योग्य और दीर्घ स्थाई साधन प्रदान करते हैं। ये अपेक्षाकृत कम खर्चीले है और इनके प्रयोग में कम प्रयत्नों एवं जैविक दक्षता की जरूरत होती हैं। कुछ परिस्थितियों में तथा कुछ विशिष्ट नाशक जीवों की रोकथाम के लिए इन रसायनों के अतिरिक्त कोई अन्य विकल्प भी नहीं है। मनुष्य की कुछ जटिल बीमारियों को दूर करने में रासायनिक कीटनाशियों ने बड़ा महत्वपूर्ण योगदान किया है। जैसे– 'मलेरिया' जैसी महामारी को डी.डी.टी. (D.D.T) द्वारा नियंत्रित किया जाता है। अत: इस प्रकार अनेक कारणों से आज संसार में प्राय: सभी देशों में इनका काफी उपयोग किया जाता है।

पेस्टीसाइडों से होने वाले वातावरणीय प्रदूषण अथवा असन्तुलन पर विश्व भर में अनेक परीक्षण हो चुके है। सन् 1962 में महिला जीव–शास्त्री रोकेलकार्सन द्वारा लिखित 'साइलैण्ट स्प्रिंग' के प्रकाशन के पश्चात् पेस्टीसाइडों के घातक प्रभावों की ओर जनता का ध्यान आकर्षित हुआ तथा वैज्ञानिक इसके प्रति सचेत हुए और प्रयास शुरू किए।

12.5.6 रासायनिक कम्पनियाँ (Chemical Companies) – राजस्थान में सीसा एवं जस्ता संवर्द्धन उद्योग है। उदयपुर के निकट जावर माइन्स तथा दरीबा माइन्स से जस्ता व सीसा पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध होता है। यही कारण है कि केन्द्र सरकार द्वारा 'हिन्दुस्तान जिंक' (Hindustan zinc) का कार्यालय उदयपुर में स्थापित किया है।

राज्य में सीसा एवं जस्ता संवर्द्धन की स्थापना दो स्थानों पर की गई है–

(i) हिन्दुस्तान जिंक लिमिटैड देबारी, उदयपुर ।

(ii) हिन्दुस्तान सुपर जिंक स्मैल्टर, चंदेरिया, चित्तौडगढ़।

यह राजस्थान के बहुतायत में कच्चे माल के स्त्रोत है।

(i) **हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड (Hindustan zinc Ltd)** – हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड की स्थापना 1965 में उदयपुर के उपनगरीय क्षेत्र में 15 किमी. की दूरी पर गई है। इसका सीसा एवं जस्ते का सामरिक दृष्टि से विशेष महत्त्व है। अत: केन्द्र सरकार द्वारा इस उद्योग की ओर विशेष ध्यान दिया गया है। देबारी में स्थित संयंत्र को सीसा एवं जस्ते की पूर्ति जावर–माइन्स द्वारा की जाती है। इसी प्रकार दरीबा माइन्स से भी जस्ता प्राप्त किया जाता है। इस माइन्स में जल की आपूर्ति उदयसागर से की जाती हैं। यहाँ से तैयार माल को स्थानीय पूर्ति के साथ विदेशों में भी भेजा जाता है। जिससे विदेशी मुद्रा प्राप्त होती है।

(ii) **हिन्दुस्तान सुपर जिंक स्मैल्टर (Hindustan Super zinc Smelter)** – हिन्दुस्तान सुपर जिंक स्मैल्टर प्लाण्ट की स्थापना चित्तौड़गढ़ में की गई है। इस संयंत्र की स्थापना में 617

करोड़ रूपए व्यय किए गए। चंदरिया चित्तौड़गढ़ की उपनगरीय बस्ती है। इस प्लाण्ट की स्थापना बेड़च नदी के किनारे की गई हे। इस प्लाण्ट द्वारा पर्याप्त मात्रा में जस्ता उपलब्ध कराया जाता है।

अत: स्पष्ट है कि हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड तथा हिन्दुस्तान सुपर जिंक स्मैल्टर की स्थापना से राज्य व राष्ट्र के विकास में योगदान मिलता है। राज्य में उपलब्ध खनिज का सदुपयोग हो जाता है।

12.6 विज्ञान क्लब (Science Club)

विज्ञान–शिक्षण के उद्देश्य निर्धारित करते यह माना है किये उद्देश्य ज्ञान, कौशल और उनके व्यावहारिक पक्ष तक ही सीमित नहीं रखने चाहिए, वरन् वैज्ञानिक अभिव्यक्ति वैज्ञानिक रूचि तथा दृष्टिकोण आदि का विकास और समस्या हल करने की वैज्ञानिक विधि के अभ्यास आदि का माध्यमिक स्तर पर विज्ञान शिक्षक के उद्देश्यों में सम्मिलित किया जाना चाहिए। इन अतिरिक्त क्षमताओं के विकास के लिए कक्षा शिक्षण पर्याप्त नहीं हैं इसके लिए यह आवश्यक है कि छात्रों को अनौपचारिक वातावरण में काम करने का अवसर मिलता रहे। वे अपनी रूचियों के अनुरूप किसी न किसी वैज्ञानिक अभिरूचित का अनुशीलन करते रहे। वैज्ञानिक महत्त्व को औद्योगिक संस्थानों पर उनका वास्तविक पर्यावरण में अध्ययन कर सके।

इस प्रयोजन कक्षा के बाहर विज्ञान के अध्ययन के लिए छात्रों को निरीक्षण, क्रियाओं आदि की आवश्यकता होती है। इनका नियोजन विज्ञान क्लब अथवा विभिन्न अभिरूचि क्लबों के रूप में किया जा सकता है। राष्ट्रीय अनुसन्धान एवं प्रशिक्षण परिषद, नई दिल्ली (NCERT) के तत्वाधान में विद्यार्थियों में विज्ञान क्लब की स्थापना को प्रोत्साहित करने तथा उन्हें सफल बनाने के लिए हर सम्भव सहायता दी जा रही है।

विज्ञान–क्लब के सुचारू रूप से संचालन के लिए विज्ञान–क्लब के संविधान में निम्न बातों का समावेश उपयोगी पाया गया है –

1. विज्ञान–क्लब के उद्देश्य क्या हों?
2. क्लब का नाम क्या रखा जाये?
3. क्लब की सदस्यता की शर्तें क्या–क्या रखी जायें?
   – किस कक्षा के छात्र क्लब के सदस्य होंगे?
   – सदस्य किन छात्रों को दी जायेगी?
   – लगातार सदस्य बने रहे के लिए छात्रों को क्या–क्या शर्तें पूरी करनी होगी?
4. कब, कहाँ और कितने अन्तर से समिति की बैठकों को आयोजन किया जाये? साधारणतया क्लब की बैठक सप्ताह में एक बार अवश्य होनी चाहिए।
5. प्रति सदस्य कितना शुल्क एकत्र किया जाना चाहिए?

प्रत्येक बैठक में आगामी कार्यक्रम की रूपरेखा तैयार कर लेनी चाहिए। वार्षिक बैठक का कार्यक्रम निम्न क्रम में आयोजित किया जा सकता है–

1. अध्यक्ष बैठक के आयोजन का आदेश प्रसारित करें।
2. मन्त्री उपस्थित हो।

3. कोषाध्यक्ष वित्तीय स्थिति प्रस्तुत करें।
4. मन्त्री, पूर्व गतिविधियों का लेखा प्रस्तुत करें।
5. अध्यक्ष एवं निर्धारित अधूरे कामों पर ध्यान आकर्षिक करें।

उसके कारणों का विवेचन किया जाये और उन्हें यथासंभव आगामी कार्यक्रमों में स्थान दें। आगामी कार्यक्रमों की रूपरेखा पर सुझाव आमन्त्रित किये जाये।

6. बैठकों में कार्यक्रम किस प्रकार आमन्त्रित किये जाये।
7. क्लब के विभिन्न कार्यक्रमों के क्रियान्वयन की व्यवस्था किस प्रकार होगी। विज्ञान मेला समिति, पर्यटन व्यवस्था समिति, विशेष अध्ययन समिति आदि का गठन कौन करेगें?
8. क्लब के कार्य संचालन के लिए कितने अधिकारियों की आवश्यकता होगी? उनकी योग्यता, कर्तव्य और अधिकार क्या–क्या होगा?
9. क्लब अधिकारियों का चुनाव कितने समय बाद किया जायेगा, उसका रूप किस प्रकार का होगा?
10. क्लब की अर्थव्यवस्था के क्या–क्या साधन होंगे? इत्यादि।

12.6.1 विज्ञान क्लब के उद्देश्य (Objective of Science Clubs) – स्कूलों में विज्ञान क्लब के निर्माण के निम्नलिखित उद्देश्य होते है–

1. वैज्ञानिक नेतृत्व तथा विज्ञान में रूचि को विकसित करना।
2. विज्ञान सम्बन्धी कार्यों में दक्षता प्रदान करना तथा विद्यार्थियों में आत्मविश्वास जगाना।
3. विज्ञान सम्बन्धी समस्याओं के हल करने में सहायता प्रदान करना।
4. विज्ञान से सम्बन्धित व्यवसायों के प्रति विद्यार्थियों में उचित दृष्टिकोण का विकास करना।
5. विद्यार्थियों को अपने घरों तथा घरों के समीप के स्थानों की सजावट करना सिखाना।
6. स्वशासन का विद्यार्थियों को विचार कराना।
7. नियमित समय सारणी में कई बार जटिल प्रयोगों को करना संभव नहीं होता। ऐसे प्रयोगों को विज्ञान क्लबों के माध्यम से नियमित समय सारणी के अतिरिक्त करना।
8. विज्ञान सम्बन्धी समस्यात्मक परिस्थितियों में बुद्धि का स्वतंत्र प्रयोग करना सिखाना।
9. विद्यार्थियों में सद्भाव जागृत करना।
10. विद्यार्थियों को रसायन विज्ञान सम्बन्धी गतिविधियों तथा आविष्कारों से परिचित कराना जो मानव जीवन को प्रभावित, कर रहे हों।
11. रसायन विज्ञान के मूल सिद्धान्तों के अन्तर्गत सभी प्रायोगिक कार्य करने के लिए स्वतन्त्र अवसर प्रदान करना।
12. विद्यार्थियों में रसायन विज्ञान विषय में खोज तथा निर्माण की भावना को विकसित करना।
13. विज्ञान सम्बन्धी मेले, प्रदर्शनियाँ, यात्राएं, फिल्में आदि का संगठन एवं प्रबन्ध करना।
14. विभिन्न वैज्ञानिक परिषदों तथा वैज्ञानिक क्लबों के साथ मिल–जुलकर कार्य करना।

12.6.2 विज्ञान क्लबों के कार्य (Functions of Science Clubs) :

1. विज्ञान क्लब अनौपचारिक वातावरण में आत्म–अभिव्यक्ति और विशिष्टीकरण के अवसर विद्यार्थियों को प्रदान करते है।
2. इन क्लबों द्वारा विद्यार्थियों में संचित शक्ति को निकास द्वार मिलता है। इससे विद्यार्थी अपनी मानसिक परिधि का विस्तार भी करते है।
3. विज्ञान क्लब विद्यार्थियों को खाली समय व्यतीत करने में लाभकारी साधन प्रदान करते है।
4. विज्ञान अधिगम को एक सुखद अनुभव बनाने में सहायक होते हैं। इन क्लबों में युवा वैज्ञानिक तैयार होते हैं।

स्कूल में विज्ञान क्लबों के संगठन के लिये विशेष रूपरेखा की ओर ध्यान देना आवश्यक है तभी ये क्लब ठीक ढंग से कार्य कर पाते है वरना इनका योगदान नगण्य ही रहता है। प्रत्येक विज्ञान क्लब का अपना संविधान होना आवश्यक है। प्रत्येक संविधान में निम्नलिखित बातों की ओर ध्यान देना आवश्यक है–

1. संस्था का नाम, 2. उद्देश्य, 3. कार्यक्षेत्र, 4. सदस्य, 5. पदाधिकारी, 6. कोष, 7. क्लब की बैठकें और समय आदि का निर्धारण।

1. **संस्था का नाम (Name of Institute)–** स्कूल मे स्थापित की गई संस्था का नाम क्या हो,सबसे पहले इस पर विचार किया जाना चाहिये। जैसे–विज्ञान क्लब।

2. **उद्देश्य (Objective)** – संस्था या क्लब की स्थापना से पूर्व यह तय करना अति आवश्यक है कि उस संस्था के उद्देश्य क्या–क्या होने चाहिये। उदाहरणार्थ–समुदाय के लोगों को रसायन विज्ञान सम्बन्धी नये आविष्कारों के बारे में बताना तथा समुदाय के हितों के लिये समुदाय सम्बन्धी योजनाएं बनाना तथा उन्हें लागू करना। इसके अतिरिक्त विद्यार्थियों को रसायन विज्ञान सम्बन्धी वैज्ञानिक विवरण लिखना सिखाना, विज्ञान सम्बन्धी पत्रिकाओं से परिचित करवाना तथा विज्ञान सम्बन्धी सामग्री पर विचार करना। रसायन विज्ञान का जीवन में उपयोग बताना आदि।

3. **कार्यक्षेत्र (Working area)** – इन क्लबों का कार्य क्षेत्र क्या हो इसकी सीमाएं भी तय करनी पड़ेगी। सामान्यत: इन क्लबों का कार्य क्षेत्र विद्यालय तथा समुदाय तक ही होता है।

4. **सदस्यता (Membership)** – इस पद में यह तय किया जात है कि इस विज्ञान क्लब के सदस्य कौन बन सकता है अर्थात् सदस्यता के लिये आवश्यक शर्तें तय करनी। प्राय: स्कूल के विद्यार्थी ही इस क्लब के सदस्य होते है। इस क्लब के सदस्यों को निम्नलिखित वर्गो में बाँटा जा सकता है–

अ. सक्रिय सदस्य (Active Member) – जैसे विज्ञान पढ़ने वाले सभी विद्यार्थी।

ब. सामान्य सदस्य (General Member) – अन्य विषयों के छात्रों को भी इस क्लब का सामान्य सदस्य बनाया जा सकता है।

स. जीवन सदस्य (Life Member) – ऐसे सदस्यों में वे लोग होते है जो विज्ञान में विशेष रूचि रखते हो।

द. आदरणीय सदस्य (Honorary Member) – विज्ञान पढ़ाने वाले तथा विद्यालय के पुराने विद्यार्थी इस क्लब के सदस्य हो सकते है।

य. पदाधिकारी (Officials) – इस क्लब के कुछ पदाधिकारी भी अवश्य ही होंगे, जो कि निम्नलिखित है–

(1) संरक्षक (Patron) विद्यालय का प्रधानाचार्य।

(2) अध्यक्ष या सभापति (President) विज्ञान अध्यापक

(3) उपाध्यक्ष या उपसभापति (Vice President) छात्रों द्वारा निर्वाचित सचिव या मंत्री (Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(4) उप सचिव (Assistant or Joint Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(5) कोषाध्यक्ष (Treasurer) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(6) पुस्तकालय सचिव (Library Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(7) संगठन सचिव (Organising Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित भण्डार सचिव (Store Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(8) प्रचार सचिव (Publicity Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(9) सामाजिक सचिव (Social Secretary) छात्रों द्वारा निर्वाचित

(10) कक्षा प्रतिनिधि (Class Representive) छात्रों द्वारा निर्वाचित

ल. कोष– क्लब के विभिन्न कार्यों के लिये इकट्ठे किये गये धन का लेखा–जोखा रखना अनिवार्य होता हैं। क्लब के कोषों में किन–किन लोगो का योगदान रहा है, उसका रिकार्ड भी रखना जरुरी होता है।

व. क्लब की बैठकें तथा स्थान (Club meetings and place) – क्लब की मीटिंग कितने समय के पश्चात् हों, कहां पर तथा कब हो, इसके बारे में निर्देश कौन जारी करें इत्यादि उत्तरदायित्वों को भी निर्धारित किया जाना आवश्यक हैं। इनके बारे मंद स्पष्ट निर्देश जारी किये जाएं।

स. क्रियाएँ (Activities)– विज्ञान क्लब निम्नलिखित क्रियाएं कर सकता हैं–

1. मीटिंग करना।
2. मेले तथा प्रदर्शनियों का आयोजन करना।
3. भ्रमणों की व्यवस्था करना।
4. संग्रहालय।
5. वाद–विवाद भाषण तथा निबन्ध आदि प्रतियोगिताएँ करवाना।
6. बुलेटिन बोर्ड लगवा कर उनका उचित प्रयोग करना।
7. वैज्ञानिक के जीवन व कार्यों के विवरण तैयार करवाने।
8. किसी विज्ञान सम्बन्धी पत्रिका का प्रकाशन करना।
9. प्रसार भाषणों की व्यवस्था करना।
10. विज्ञान दिवसों का आयोजन करना ।
11. विज्ञान संग्रहालय के लिए वस्तुएं एकत्रित करना।

12. विज्ञान सम्बन्धी निबन्धों की प्रतियोगिताएं करवाना।
13. विज्ञान सम्बन्धी चार्ट, मॉडल निर्माण प्रतियोगिताएं आयोजित करना।
14. पर्यटन योजनाएं बनाना।
15. विज्ञान विशेषज्ञों के साथ वार्ताएं आयोजित करना।
16. स्लाइड्स तथा फिल्म– स्ट्रिप्स का निर्माण करना।
17. विज्ञान उपकरण संरक्षण।

12.7 विज्ञान मेले (Science Fair)

विज्ञान शिक्षण के मुख्यत: दो कार्य हैं– पहला, जन सामान्य को अपने पर्यावरण सें संलग्न घटनाओं की वैज्ञानिक जानकारी प्रदान करना, दूसरा छात्रों को वैज्ञानिक प्रगति और राष्ट्रीय विकास मे योगदान देने के लिए तैयार करना।

विज्ञान की जानकारी, सामाजिक जीवन के समुद्र में पड़ी एक कंकर के समान है, जिसके प्रभाव–स्वरुप उठी अनवरत लहरों को तो जन–सामान्य देख रहा हैं, लेकिन कंकर केवल विज्ञान के छात्र ही देख पाते हैं। विज्ञान के सार्वजनिक आयोजन जन–सामान्य का ध्यान विज्ञान के मूल ज्ञान की ओर आकर्षित करते हैं और कई बार कुछ प्रमुख जानकारी जन–सामान्य तक पहुँचने में सहायक भी होते हैं। एक महत्त्वपूर्ण तर्क जो विज्ञान मेले के पक्ष में प्रस्तुत किया जा सकता है, वह इनका जन–कल्याण का पक्ष है। इनकी सहायता से विज्ञान से मानव–कल्याण के उपयोगी पक्ष के प्रति जन–सामान्य में जागृति पैदा करने और रुचि जाग्रत करने का कार्य हो सकता हैं, जिससे कि विज्ञान–शोधो की गति बढ़ सके।

छात्रों में वैज्ञानिक रुचि प्रेरित करने और विकसित करने के लिए विज्ञान मेले उपयुक्त तौर पर सहायक हो सकते हैं। इनके माध्यम से विभिन्न प्रकार के प्रोजेक्ट तैयार करने, उपकरण बनाने अथवा लेख तैयार करने के क्रम में छात्र जिज्ञासा को तुष्टि मिलती है, उसकी छानबीन की प्रकृति को पोषण मिलता हैं। वह बहुत–सी पाठ्य वस्तुगत और पाठ्य–सहगामी ज्ञान अर्जित करता है और जितना अर्जित करता है, उतनी ही अधिक अर्जित करने की जिज्ञासा प्राप्त करता है। इस प्रकार छात्र अपने रुचि क्षेत्र में अन्त: प्रेरणा से लगातार आगे बढ़ता चला जाता हैं उसमे आत्म–स्वावलम्बन और आत्म–निर्भरता का विकास होता हैं।

12.7.1 विज्ञान मेलों के उद्देश्य (Objectives of Science Fairs)

विज्ञान मेलों के निम्नलिखित उद्देश्य होते हैं–

1. विद्यार्थियों को अपने विचारों को प्रयोग करने ओर कक्षा अधिगम (Class room learning) को अधिक सृजनात्मक ढंग से प्रयोग करने के लिए प्रोत्साहित करना।
2. विद्यार्थियों को उनके सहपाठियों की उपलब्धियों को देखने का अवसर प्रदान करने का प्रयत्न करना जिससे कि उन्हें अपनी परियोजना शुरू करने के लिए अभिप्रेरणा मिल सके।
3. विज्ञान सम्बन्धी क्रियाओं को विद्यार्थियों में अधिक लोकप्रिय बनाना।
4. प्रतिभाशाली विद्यार्थियों को प्रोत्साहित करना।
5. भारत में भविष्य के लिये वैज्ञानिकों की खोज करना।

6. क्षेत्र के लोगों को स्कूल के निकट लाना तथा शिक्षकों और विद्यार्थियों को मिलाना।

12.7.2 विज्ञान मेलों का महत्त्व (Importance of Science Fairs):

इन विज्ञान मेलों का महत्त्व निम्नलिखित हैं–

1. विद्यार्थी सामूहिक परियोजनाओं और गतिविधियों में भाग लेते हैं और वे कई प्रकार की बातें सीखते हैं जो कि कक्षा में नहीं सीखी जा सकती।
2. विद्यार्थी केवल बौद्धिक रुप से ही विकसित नहीं होते, बल्कि वे सामाजिक, मनोवैज्ञानिक और बौद्धिक रुप से भी विकसित होते हैं।
3. इन मेलों से विद्यार्थियों की रचनात्मक, जिज्ञासा और उपलब्धि की प्रवृत्तियों को संतुष्टि मिलती है।
4. विद्यार्थियों की प्रतिभाओं को मान्यता और प्रोत्साहन मिलता है।
5. विद्यार्थियों में वैज्ञानिकों खोजो के प्रति रुचि का विकास होता है और वे वैज्ञानिक समस्या का समाधान सीखते है।
6. सबसे अधिक महत्त्व तो विज्ञान मेलों का इसलिये है कि इनके माध्यम से विज्ञान प्रतिभा की खोज की जा सकती है।

सारांश – स्कूल–शिक्षा मे विज्ञान–मेलों के कुछ महत्त्वपूर्ण प्रयोजन रहे है। राष्ट्र के विज्ञान–शिक्षा के लिए समर्पित सभी संस्थानों ने विज्ञान–क्लब को विज्ञान में रुचि विकसित करने के एक महत्त्वपूर्ण माध्यम के रुप में स्वीकार किया है और विज्ञान–मेले, विज्ञान–क्लब की उपलब्धियों के प्रदर्शन, सिंहावलोकन और मूल्यांकन का वार्षिक उत्सव है, जिसकी सहायता से प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रुप मे कई उद्देश्यों की पूर्ति में सहायता मिल सकती हैं।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. रसायन विज्ञान शिक्षण में विज्ञान क्लब की क्या उपयोगिता है?
2. विज्ञान मेलों के महत्व को स्पष्ट कीजिए।

12.8 पर्यटन (Excursion)

व्यवहारिक एवं जीवनोपयोगी शिक्षण प्रदान करने में सामुदायिक साधनों का प्रयोग किया जाता हैं उन सभी साधनों में पर्यटन अत्यधिक लोकप्रिय एवं महत्त्वपूर्ण साधन है । पर्यटन कक्षा – कक्ष के बाहर भ्रमण करने का व्यवस्थित रुप है जिसका संचालन विद्यालय द्वारा शिक्षा क्रम (Curriculum) का एक आवश्यक अंग मानकर किया जाता है। पर्यटन के अर्न्तगत हम सुविधा, समय तथा उपयुक्तता के अनुसार छोटी–बड़ी अनेक प्रकार की क्रियाएं सम्मिलित कर सकते है।

भ्रमण के सम्बन्ध में मोफात लिखते हैं कि " बाह्य भ्रमण एक प्राकृतिक प्रयोगशाला उपलब्ध कराता है जिससे युवकों को पूर्ण सामाजिक जीवन के लिए उपयोगी ज्ञान प्राप्त होता है।"

"the out–doors provide a natural laboratory….The knowledge gained from observation of these resources and institutions in indispensable and

basic to the education of youth for living in our complete society."–Moffat, Social Studies Instruction.

12.8.1 पर्यटन के प्रकार (Kinds of Excursion)

1. **लघु पर्यटन** – लघु पर्यटन समय तथा क्षेत्र के दृष्टिकोण से अत्यन्त ही सीमित होते हैं। सामान्यत: इस प्रकार के पर्यटन विद्यालय के किसी एक कालांश में ही सम्पादित कर लिए जाते है। तथा इनका क्षेत्र भी सीमित रहता है। इनके क्षेत्र में विद्यालय वाटिका का भ्रमण, विद्यालय कृषि फार्म का भ्रमण, विद्यालय भवन, प्रयोगशाला, संग्रहालय, पास में ही स्थित अस्पताल का भ्रमण, पुस्तकालय आदि का भ्रमण करना आदि आते हैं। इस प्रकार के पर्यटन छोटी कक्षाओं के लिए उपयुका रहते है।

2. **सामान्य पर्यटन** – सामान्य पर्यटन कुछ पर्यटनों की तुलना में समय तथा क्षेत्र ही दृष्टिकोणों से कुछ व्यापक होते हैं तथा कुछ ऊँची कक्षाओं, सामान्यतया माध्यमिक कक्षाओं के लिए आयोजित किये जाते हैं। इस प्रकार के पर्यटनों में समय भी अपेक्षाकृत अधिक लगता है तथा पर्यटन स्थान भी विद्यालय प्रांगण में तुलनात्मक रुप से कुछ दूर ही होता है। जैसे–मिनरल वाटर प्लान्ट, राज्य प्रयोगशाला निर्माण, सीमेन्ट निर्माण, धातु निष्कर्षण, कारखाने आदि। इस प्रकार के पर्यटन की विषय सामग्री का निर्माण करते है।

3. **दीर्घ पर्यटन** – इस प्रकार के पर्यटनों का क्षेत्र अत्यन्त व्यापक होता है। इस प्रकार के पर्यटनो के लिए कई दिनों की व्यवस्था करनी पड़ती है एवं इसमें उच्च कक्षाओं के छात्र ही सामान्यतया भाग लेते है। किसी राष्ट्रीय उद्योग का अवलोकन, दूरस्थ किसी ऐतिहासिक भवन का अवलोकन, राष्ट्रीय–अन्तर्राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं का भ्रमण आदि इस प्रकार के पर्यटनों के अन्तर्गत सम्मिलित किये जाते हैं।

12.8.2 पर्यटन के उद्देश्य (Aims of Excursion) –

पर्यटन के अनेक उद्देश्य हो सकते है। पर्यटन के उद्देश्य सामान्यतया इस बात पर निर्भर करते है कि संचालन एवं आयोजन किस प्रकार किया जाता है। इनका आयोजन तथा संचालन प्राप्त करने, अभिवृत्तियों का परिवर्तन करने, रुचि जागृत करने, आदर्शों का निर्माण करने, नवीन अनुभवों का अर्जन करने तथा मानसिक व्यवस्था को परिवर्तित करने हेतु किया जा सकता है। पर्यटन के निम्नांकित उद्देश्य हो सकते हैं–

1. नवीन सूचनाएं प्राप्त करना,
2. अभिवृत्तियों को परिवर्तित करना,
3. रुचि जाग्रत करना,
4. आदर्शों का निर्माण करना,
5. नवीन अनुभवों की उपलब्धि,
6. मानसिक व्यवस्था को परिवर्तित करना,
7. समाज या समुदाय का व्यावहारिक ज्ञान देना ।

विज्ञान के क्षेत्र में पर्यटन का स्थान और भी महत्त्वपूर्ण है। कक्षा में हम बालकों को अनेक ऐसी बाते पढ़ाते है जिनको मूल तथा स्वाभाविक रुप से देखे बिना वे उन्हें सही प्रकार से नहीं समझ पाते है। हम विद्यार्थियों को कक्षा में अथवा प्रयोगशाला में पानी की सफाई के बारे में पढ़ाते हैं, परन्तु विद्यार्थी पानी की सफाई की क्रिया की पूर्ण रुप से तभी समझ सकता है जब वह स्वयं जाकर पानी घर की कार्य प्रणाली को देखे। इसलिए वॉल्टर महोदय ने लिखा हैं–"The Place where a plant or animal lives, is just as important as the plant or animal itself." कहने का अर्थ यह है कि विज्ञान विषय के ज्ञान के लिए विद्यार्थियों को वस्तुओं अथवा क्रियाओं का स्वयं निरीक्षण करने तथा उनको अपने स्वाभाविक रुप में देखने का अवसर मिलना चाहिए। इसके लिए पर्यटन एक महत्त्वपूर्ण साधन है। पर्यटन के द्वारा ही विद्यार्थी अपने वैज्ञानिक वातावरण से परिचित होता है और वस्तुओं को स्वाभाविक रुप मे देखता है। इसी से कक्षाध्यापन का सम्बन्ध बाह्य वातावरण से जोड़ा जा सकता है।

12.8.3 पर्यटन का स्थान (Place of Excursion) – पर्यटन के लिए विद्यार्थियों को किन–किन स्थानों में ले जाया जा सकता है उस स्थान को छाँटना चाहिये, जहां विद्यार्थी अपनी आवश्यकता की वस्तुओं का निरीक्षण कर सके तथा उन्हें समझ सके। अध्यापक भौगोलिक, औद्योगिक एवं सामाजिक वातावरण से सम्बन्धित प्रकरण का चुनाव करें। वाटर–वर्क्स (जलदाय केन्द्र), साबुन फैक्ट्री, लोहे का कारखाना, उर्वरक कारखाना, कपड़े, सीमेंट कारखाना, बर्फ की फैक्ट्री, कोयले की खान गैस प्लांट, शक्कर की फैक्ट्री, तेजाब की फैक्ट्री आदि का निरीक्षण करवाया जा सकता है।

पर्यटन के लिए इस प्रकार के स्थानों का चयन करना चाहिए जहाँ वैज्ञानिक तथ्यों, नियम सिद्धान्तों घटनाओं और प्रक्रियाओं का प्रत्यक्ष निरीक्षण और अध्ययन करना सम्भव हो सके।

12.8.4 पर्यटन की तैयारी (Preparation of Excursion) – पर्यटन के लिए विशेष प्रकार की तैयारी की आवश्यकता होती है अन्यथा वह असफल हो जाता है। पर्यटन की तैयारी के लिए सभी विद्यार्थियों को हाथ बँटाना चाहिए। इसके लिए पहले कक्षा में वाद–विवाद हो जाना चाहिए कि पर्यटन का उद्देश्य क्या होगा, उसका संगठन किस प्रकार किया जायेगा और किस विद्यार्थी को कौन से कार्य का उत्तरदायित्व लेना होगा। एक छोटी कमेटी भी बनाई जा सकती है जो देखेगी कि सब लोग अपने–अपने कार्य को सुचारु रुप से कर रहे है अथवा नहीं तथा जो आवश्यकता पड़ने पर उनकी सहायता भी करेगी।

प्रत्येक पर्यटन के लिए मार्ग–प्रदर्शन पत्र का होना आवश्यक है। यह प्रत्येक पर्यटन के लिए भिन्न होगा। इसकी सहायता से विद्यार्थी यह समझ सकते है कि उन्हें पर्यटन में क्या–क्या कार्य करना हैं, क्या–क्या सीखना है तथा कौन–कौन सी चीजों को साथ में ले जाना आवश्यक है। इसमें विद्यार्थी भूल नहीं कर पायेंगे। मार्ग–प्रदर्शन पत्र में कुछ निम्नलिखित प्रकार की बातें लिखी रहनी चाहिए।

1. कुछ यंत्रों अथवा सामग्री के नाम जिनको पर्यटन में ले जाने की आवश्यकता होती है– जैसे– थर्मामीटर, ग्राफ पेपर, चाकू फीता, रुलर, पेंसिल, नोट–बुक, लैन्स, जार, एक चौड़ेमुंह की बोतल में फार्मलीन अथवा जिसमें वस्तुओं को रखकर प्रयोगशाला में लाया

जा सके, एक जल के साथ छड़ी, एक टीन का डिब्बा जिसमें वस्तुओं को एकत्रित कर लाया जा सके, आदि।

2. प्रत्येक विद्यार्थी अथवा कमेटी के लोगों के जो कार्य हो अथवा उन्हें जो कुछ संग्रह करने के लिए कहा गया हो, उसका विवरण भी मार्ग प्रदर्शन पत्र में होना चाहिए।
3. उन प्रश्नों, नियम तथा सिद्धान्तों की सूची, जिनका विद्यार्थियों को अध्ययन करना हो, इस पत्र में दी जा सकती है।
4. पर्यटन का कार्यक्रम।
5. जिस रास्ते से जाना हो, उसका वर्णन करो।
6. जिस प्रकार के कपड़े या जूते पहनकर जाना आवश्यक हो उनका विवरण, जैसे– यदि बिजली घर में जाना हो तो रबर के जूते, रबर के दस्ताने, बर्फ के कारखाने में जाना हो तो गरम कपड़े आदि।
7. खाने की व्यवस्था के सम्बन्ध में निर्देश।
8. प्राथमिक चिकित्सा की वस्तुएं जिनको साथ ले जाना आवश्यक हो।
9. व्यक्तिगत वस्तुएं जो विद्यार्थी चाहें तो ले जाए, जैसे– कैमरा, दूरबीन आदि।

12.9 पुस्तकालय (Library)

पुस्तकालय का अर्थ हैं वह स्थान जहाँ पुस्तकों का संग्रह मैगजीन, सामयिक पत्रिका और अन्य पुस्तकें तथा पढ़ने का सामान प्रयोग के लिए क्रमबद्ध तरीके से व्यवस्थित किया गया हो। पुस्तकालय सदैव ज्ञान को सुरक्षित रखते है तथा क्रमबद्ध करते है। जिससे न ज्ञान नष्ट होता है और पाने की सम्भावना रहती है पुस्तकालय शिक्षा का एक यंत्र होता है। स्कूल में पुस्तकालय एक जीवित कर्मशाला की तरह हैं। जिसमें क्रिया होती रहती है। विद्यार्थी आते है, पढ़ते है और आनन्द लेते है। इस प्रकार कार्य और खेल साथ–साथ चलता है और उन्नति भी होती रहती है। जिस शिक्षा संस्था में पुस्तकालय नहीं होता, वह शिक्षा का अच्छा केन्द्र नहीं माना जाता है। पुस्तकालय किसी मान्यता प्राप्त संस्था के बौद्धिक तथा साहित्यिक जीवन के केन्द्र की धुरी होते है। जो एक प्रयोगशाला की तरह कर्मशाला का कार्य करते हैं। विद्यार्थी नियम से आते हैं और भिन्न–भिन्न विषयों का ज्ञान प्राप्त करते हैं। तरह–तरह की पत्रिकाओं का अध्ययन करते है। अपने आगामी जीवन की तैयारी करते हैं और ज्ञान का विकास करते हैं।

12.9.1 पुस्तकालय का उद्देश्य निम्न हैं–

1. कक्षा के ज्ञान की पूर्ति करना तथा सार्थक ज्ञान के लिए प्रोत्साहन देना।
2. बालकों के बौद्धिक विकास के लिए सुविधाएँ प्रदान करना।
3. सामाजिक प्रशिक्षण के लिए अवसर प्रदान करना।
4. बालकों को पढ़ने के लिए उत्साहित करना।
5. पुस्तकों से सीखने की योग्यता पैदा करना।
6. अवकाश के समय पुस्तकालय का सदुपयोग करना।

12.9.2 पुस्तकालय के प्रकार (Type of Library) – हमारे देश में प्राय: दो प्रकार के पुस्तकालय पाये जाते है–

(1) **प्रमुख पुस्तकालय (Common/Main Library)** – ऐसे पुस्तकालय में विद्यालय में पढ़ाये जाने वाले प्रत्येक विषय की पुस्तकें मँगाई जाती है और उनको अलग–अलग निश्चित स्थानों पर रखा जाता है। पत्र–पत्रिकाओं के लिए अलग से रखने की व्यवस्था की जाती है। बैठने के लिए अलग कक्ष होता है। जहाँ सभी बैठ कर पढ़ते है। अच्छे पुस्तकालयों मे एक अलग से अध्ययन कक्ष होता है जहाँ विद्यार्थी अथवा अध्यापक एकान्त में बैठ कर गहन अध्ययन करते है। पुस्तकालय के शुरु में ही पुस्तकों की सूची होनी चाहिए ताकि बालक आसानी से निकाल सके।

(2) **विषयानुसार पुस्तकालय (Library According to Subject)** – इसका अर्थ होता है कि विभागीय पुस्तकालय जिनमें अलग–अलग विभागों में अपने–अपने विषय की पुस्तकें रखी जाती है। इन विभागीय पुस्तकालयों में पाठ्य–पुस्तकें, सन्दर्भ ग्रन्थ विषय सम्बन्धी पुस्तकें तथा विशेष पुस्तकें रखी जाती है। इसके लिए छात्र और अध्यापक दोनों ही विशेष रुप से जिम्मेदार होते है। इसलिए विद्यार्थियों द्वारा समस्त पुस्तकों का वर्ग विभाजन करके सूची बनानी चाहिए और उनको ही पुस्तकालय चलाना चाहिए। उसके लिए उन्हें आवश्यक बातें बताई जाती है इसके अतिरिक्त –

(3) **विभागीय पुस्तकालय (Departmental Library)** – विद्यालयों की वर्तमान स्थिति– हमारे यहाँ अधिकतर स्कूलों में या तो पुस्तकालय है नहीं या है भी तो बड़े अव्यवस्थित और बेढंग के हैं। पुस्तकों को अस्त–व्यस्त तरीके से रखा गया हैं और अच्छे स्तर की पुस्तकें नहीं हैं। बहुत से विद्यार्थी पुस्तकों को नहीं पढ़ते हैं। वे पुस्तकालय के महत्त्व को नहीं समझते हैं। न वे कभी पुस्तकालय के विषय में ही विचार करते हैं। कही ऐसा भी होता है कि धन की कमी के कारण पुस्तकालय पर ध्यान नहीं दिया जाता, कही समय– सारणी, स्टाफ आदि बहुत–सी कमी होती है। जिनके अभाव में अच्छे पुस्तकालय की व्यवस्था नहीं हो पाती हैं। कुछ अध्यापक इस ओर ध्यान नहीं देते और बिना पुस्तकालय के ही काम चलाना चाहते हैं किसी स्कूल में पुस्तकालय के लिए अच्छे भवन का अभाव होता है। विद्यालय में एक अच्छे पुस्तकालय के लिये निम्नलिखित बाते अवश्य होनी चाहिए–

12.9.3 पुस्तकालय भवन (Library Building) – विद्यालय में पुस्तकालय अलग होना चाहिए जो शान्तिप्रिय स्थान पर हो। भवन में इतना स्थान होना चाहिए जिसमें एक समय में 60 या 50 के करीब विद्यार्थी बैठकर एक साथ पढ़ सके। पुस्तकालय के भवन का क्षेत्रफल 650 सें 1000 वर्ग फुट के बीच होना चाहिए। भवन को कई कक्षों में विभाजित करना चाहिए। एक भाग में पढ़ने का स्थान होना चाहिए। जिसमें मैगजीन, पत्रिकाएं, अखबार, सामयिक पत्रिका, वार्षिक तथा अर्द्धवार्षिक पत्रिकाएं रखी रहना चाहिए। एक भाग में सेमीनार के लिये स्थान होना चाहिए। भवन के मध्य में कैटलॉग रखा जाये। इसके अलावा फर्नीचर खुली रेक्स, सैल्फ तथा अलमारियों की संख्या और व्यवस्था समुचित होनी चाहिए। पुस्तकालय भवन का एक मुख्य द्वार होना चाहिए ताकि आने–जाने वालो का निरीक्षण किया जा सके।

पुस्तकालय की विषय सूची (Library Catalogue)– एक अच्छे पुस्तकालय में अलग–अलग विभाग बना दिये जाते हैं। जिससे सबसे बड़ी सुविधा छोटे और बड़ेबालकों को पुस्तक लेते समय होती हैं। इसी प्रकार अध्यापकों तथा अन्य लोगों को भी सुविधा मिलती है। ये विभाग मुख्य रुप से दो तो होने ही चाहिए।

1. बालकों का विभाग (Section of Students)
2. अध्यापकों का विभाग (Section of Teachers)

(1) बालकों का विभाग (Section of Students)– इसमें दो उप–विभाग होते हैं–

(i) छोटी कक्षाओं के छात्रों के लिए (ii) बड़ी कक्षाओं के छात्रों के लिए।

(i) **छोटी कक्षाओं के छात्रों के लिए (For the Students of Lower Classes)–** ऐसे बच्चों के लिए अधिकतर रंगीन तथा मोटी छपाई की पुस्तकें होनी चाहिए। ताकि बालक उनके चित्रों के माध्यम से कहानियाँ को देखें और पढ़ें। यात्रा सम्बन्धी पुस्तकें, विज्ञान की कहानियाँ, लम्बी–लम्बी यात्राएँ एवरेस्ट पर विजय की रोमांचकारी यात्रा, समुद्री कहानियाँ, मानव के चन्द्रमा पर जानें की कहानी पुस्तकें, धातु का इतिहास पुस्तकालय में होनी चाहिए। कुछ ऐसे भी पुस्तकें होती हैं जिनमें तरह–तरह के रंगीन चित्र होते हैं और चित्रों को देखकर कहानी समझी जाती है। बालकों के लिये अधिकतर ऐसी पुस्तकें हो जिससे वे अपनी ज्ञानेन्द्रियों का भी प्रयोग करें। अच्छी–अच्छी पुस्तकों को पढ़ने से उनमें बौद्धिक विकास होगा और पुस्तकालय के महत्त्व को भी समझेंगे।

(ii) **बड़ी कक्षाओं के छात्रों के लिए (For the Students of Higher Classes)–** बड़े बच्चे अधिकतर ऐसी पुस्तकें पढ़ते हैं जो उन्हें प्रोत्साहन दे, उनके अन्दर जोश पैदा करें। ऐसे बच्चों को रोमांचकारी, विभिन्न प्रकार की खोज सम्बन्धी पुस्तकें अनुसंधान, यात्राएं जो वायुयान रेलगाड़ी और समुद्र की हो पढ़ने के लिए पुस्तकें देनी चाहिए। क्योंकि किशोर बालक ऐसी पुस्तकें जिनमें आनंददायक कहानियाँ होती हैं, बहुत पढ़ते हैं। ये रहस्यमयी कहानियाँ अधिक पढ़ते हैं, उन्हें मानव की कहानी तथा वैज्ञानिकों की विज्ञान सम्बन्धी खोजे, उनकी जीवन कथाएँ पढ़नी चाहिए। अधिकतर ऐसी पुस्तकें पढ़ने सें उनकी विचार शक्ति, बौद्धिक शक्ति और विश्लेषण करने की शक्ति का विकास होता है। उनमें नई–नई बातों का ज्ञान प्राप्त होता हैं और नये ज्ञान को जानने की उत्सुकता बढ़ती है।

(2) अध्यापकों का विभाग – इस विभाग में प्रौढ़ लोगों के लिए अच्छी–अच्छी पुस्तकों का संग्रह होना चाहिए। ये पुस्तकें मुख्य रुप सें पाँच प्रकार की होनी चाहिए–

1. सन्दर्भ पुस्तकें, शब्दकोष विज्ञान की विभिन्न शाखाओं सम्बन्धी रसायन विज्ञान–शिक्षण पर पुस्तकें, रसायन विज्ञान सम्बन्धी प्रमुख खोजों, प्रमुख कार्य जो वैज्ञानिकों ने किये हैं की विशेष पुस्तकों का संग्रह होना चाहिए। रसायन विज्ञान पर सामान्य पुस्तकें (विश्व ज्ञान कोष) एनसाइक्लोपिडिया तथा रसायन विज्ञान की सभी शाखाओं की पुस्तकें अवश्य होनी चाहिए।
2. पुस्तकालय में अध्यापक के कक्ष में शिक्षात्मक फिल्में, दृश्य–श्रवण साधन, रेडियो या टेलीविजन तथा अच्छे–अच्छे वैज्ञानिकों तथा महान विभूतियों के भाषण के टेप भी रखे जा सकते है जो समय–समय पर बालकों को दिखाये जा सकते हैं।
3. इसी प्रकार एक अलमारी या सैल्फ में सामान्य पुस्तकों का संग्रह करना चाहिए।
4. पुस्तकालय में एक मेज पर विभिन्न प्रकार के रसायन विज्ञान सम्बन्धी एलबम चार्ट और फोटो आदि रखने चाहिए।

5. एक अलमारी में धार्मिक पुस्तकें, प्रवचन सम्बन्धी पुस्तकें तथा अन्य जानकारी के लिये पुस्तकें रखनी चाहिए।

12.9.4 पुस्तकालय के लिये रसायन विज्ञान पुस्तकों का चयन (Selection of Chemistry Books for Library) – पुस्तकालय को सही रुप से चलाने व व्यवस्था के लिये साइंस अध्यापकों और काम करने के लिए विद्यार्थियों की एक कमेटी होनी चाहिए। इस कमेटी का कार्य पुस्तकें छाँटना और पुस्तकालय को हर दृष्टिकोण से उपयोगी बनाना है। भिन्न–भिन्न प्रकार की उपयोगी पुस्तकें मंगाना चाहिए। अच्छे विज्ञान पुस्तकालय के निर्माण के लिये पुस्तकों को बुद्धिमता से चुनना चाहिए। पुस्तकों को श्रेणीबद्ध करके निम्न प्रकार से विभाजित किया जा सकता है–

1. पाठ्य–पुस्तकें (Text Books)– इस भाग में वह समस्त पाठ्य–पुस्तकें होनी चाहिए जो विभिन्न लेखकों द्वारा लिखी गई है। देश–विदेश के प्रामाणिक लेखकों की पुस्तकें होनी चाहिए तथा विज्ञान की सभी शाखाओं से सम्बन्धित हो। प्रतिभाशाली बालकों के लिये उच्च स्तर की पुस्तकों का प्रबन्ध भी होना चाहिए।

(1) **अध्यापकों के लिये रसायन विज्ञान की पुस्तकें (Chemistry books for Teachers)–**

1. रसायन विज्ञान–शिक्षण (Teaching of Chemistry)
2. वैज्ञानिक विधि (Scientific Method)
3. रसायन विज्ञान और जीवन (Chemistry & Living Life)
4. यूनस्को की रसायन विज्ञान सम्बन्धी पुस्तकें (Books of Unesco Related to Chemistry)
5. रसायन विज्ञान सम्बन्धी कमेटियों की रिपोर्ट (Report of Chemistry Lab Workers)

(2) **रसायन विज्ञान की स्वदेशी पत्रिकाएं (Indian chemistry Science magazine)**

1. रसायन विज्ञान लोक (आगरा) (Hindi Monthly)
2. School chemistry Science(NCERT) Delhi (English Quarterly)
3. Chemistry Science Reporter Delhi (English Monthly)
4. Chemistry Science Today(English Monthly)
5. Junior Scientist Madras(English Quarterly)
6. Vigyanshiksha Delhi (English Quarterly)
7. विज्ञान जगत Allhabad (Hindi Monthly)

(3) **रसायन विज्ञान पत्रिकाएँ (विदेशी)– (Foreign Chemistry Science Magazines)**

1. School Chemistry–Science
2. Popular Magazines
3. Popular Chemistry Science

(4) **सन्दर्भ पुस्तकें (Reference Books)**

1. रसायन विज्ञान कोष (Dictionary of Chemistry Science)
2. वैज्ञानिक शब्दावली (Science Terminology)
3. रसायन विज्ञान विश्व का ज्ञान कोष (Encyclopedia of Chemistry Science)
4. रसायन विज्ञान का इतिहास (History of Chemistry Science)

(5) **प्रेरणादायक पुस्तकें (Inspiring Books)**

1. वैज्ञानिकों की जीवनियाँ .(Biographic of Science)
2. वैज्ञानिकों के रोमांस (Romance of Scientists)
3. रसायन विज्ञान के कौतुहल (Marvels of Chemistry Science)
4. विद्युत के चमत्कार (Wonders of Electricity)
5. रसायन विज्ञान के रोमांस (Romance of Chemistry)

(6) **व्यावहारिक तथा प्रयोगात्मक रसायन विज्ञान पुस्तकें (Behavioral and Experimental Chemistry Science books)**–

1. घर पर रसायन शास्त्र के प्रयोग।
2. प्रयोग सम्बन्धी पुस्तकें।
3. ताप के जादू।
4. सरल सामग्री से रसायन विज्ञान के प्रयोग।

(7) **पृष्ठभूमि सम्बन्धी पुस्तकें (Background Books)–**

1. मानव मशीन की कहानी।
2. चिड़ियाँ, पौधे तथा पेन्सीलीन की कहानी।
3. मनुष्य, धरती, सूरज और चन्द्रमा की कहानी।
4. वाष्प इंजन, जेट विज्ञान की कहानी।

(8) **कुछ आनंददायक रसायन विज्ञान की पुस्तकें (Some Interesting Chemistry Science Books) –**

1. रसायन विज्ञान जगत।
2. भारत के पक्षी।
3. पौधे हमारे जीवन साथी।
4. रसायन विज्ञान में कार्य।
5. मनोरंजक रसायन।

रसायन विज्ञान पुस्तकालय को और अधिक उपयोगी और सार्थक बनाने के लिये रसायन विज्ञान कमेटी के सदस्यों को जिसमे अध्यापक और छात्र दोनों ही होते हैं यह अधिकार मिलना चाहिए कि वे पुस्तकें प्रदर्शनियों, बड़ी दुकानों या बड़े शहरों में लगे हुए रसायन विज्ञान स्टालों का समय–समय पर निरीक्षण करें और अच्छी–अच्छी तथा उपयोगी पुस्तकों को विद्यालय के पुस्तकालय में लाकर जमा करें। इस प्रकार काफी पुस्तकों का संकलन हो जायेगा। धन के अभाव

को पूरा करने के लिए रसायन विज्ञान अनुदान या रसायन विज्ञान–फण्ड से भी धन लिया जा सकता है

12.10 सारांश (Summary)

एक पुरानी कहावत है कि जैसी पाठ्य–पुस्तक होती है वैसा ही शिक्षण और अधिगम होता है। लेकिन आज यह स्थिति पहले से भिन्न है। क्योंकि अब रसायन विज्ञान पाठ्य पुस्तकों का स्तर पहले जैसा नहीं है और अधिकतर रसायन विज्ञान की पुस्तकों के लेखक विदेशी है और उनकी भाषा में पुस्तकें लिखी गई है। ऐसी पुस्तकों में कठिन शब्दों का प्रयोग किया गया है। हमारे देश के बालकों के बौद्धिक स्तर से उच्च स्तर की है। आज की शिक्षा यह मानकर चलती है कि पाठ्य–पुस्तक अध्यापक के लिए एक ऐसा महत्त्वपूर्ण साधन है जो उसके रसायन विज्ञान–शिक्षण के लिए आवश्यक है। यह शिक्षक को पढ़ाते समय कदम–कदम पर उसकी सहायता करती है। लेकिन आजकल रसायन विज्ञान की पाठ्य–पुस्तकें निम्न स्तर की हैं। जो बच्चों की रुचियों और आवश्यकताओं के अनुसार विकसित नहीं की जाती हैं। वास्तव में रसायन विज्ञान की पुस्तकें ऐसी होनी चाहिए जिनको पढ़कर बालकों का दृष्टिकोण वैज्ञानिक बनें और उसमें खोज करने की प्रवृति को प्रोत्साहन मिले।

सामुदायिक वातावरण के रुप में सामान्यत: प्रयोगशाला, पुस्तकालय, विज्ञान–क्लब, विज्ञान मेले, संग्रहालय विज्ञान पर्यटन, वर्कशाप विज्ञान प्रोजेक्ट, विज्ञान प्रदर्शनी आदि। सभी सामुदायिक संसाधन विद्यार्थियों को व्यवहारिक ज्ञान प्रदान करते हैं तथा वैज्ञानिक दृष्टिकोण, वैज्ञानिक अभिवृत्ति एवं सृजनात्मकता का विकास करते हैं जिससे विद्यार्थियों में स्वयं कार्य करने का अवसर पाकर परिश्रम के प्रति निष्ठा जागृत होती है फलस्वरूप विद्यार्थी नवीन वैज्ञानिक आविष्कारों और उनके द्वारा दैनिक जीवन पर होने वाले प्रभावों से अवगत होते हैं इन प्रयोजन से कक्षा के बाहर रसायन विज्ञान के अध्ययन के लिए छात्रों को निरीक्षण क्रियाओं का अवसर प्राप्त होता हैं।

12.11 स्वमूल्यांकन

1. माध्यमिक स्तर पर रसायन विज्ञान शिक्षण में रसायन विज्ञान प्रयोगशाला के महत्व एवं कार्य विधि की विवेचना कीजिए।
   Discuss the place/importance and procedure of using chemistry laboratory in teaching of chemistry on secondary stage.
2. प्रयोगशाला में प्रायोगिक कार्य सम्बन्धी ध्यान देने योग्य बातें या निर्देश स्पष्ट कीजिए।
   Elncidate the instruction or essentials to be kept in mind related to practical work in laboratory.
3. उच्च प्राथमिक / माध्यमिक स्तर पर विज्ञान – कक्ष की उपयोगिता समझाइये।
   Mention the utilities of science–room at upper primary/secondary level.
4. रसायन विज्ञान के शिक्षण में रसायन विज्ञान अजायबघर का किस प्रकार उपयोग प्रभावशाली ढंग से किया जा सकता है? वर्णन कीजिए।

How does the effective use of chemistry museum in teaching of chemistry.

5. डी.एस.टी सें क्या अभिप्राय हैं? विज्ञान व तकनीकी विभाग के कार्य स्पष्ट कीजिए।
   What is meant by D.S.T? Elucidate the functions of the department of science and teaching.
6. उर्वरक का क्या अर्थ हैं? रासायनिक उर्वरकों के उपयोगों का उल्लेख कीजिए।
   What is meant by fertilizers? Enumerate the utilities of chemistry fertilizers.
7. हिन्दुस्तान जिंक लिमिटेड का राष्ट्रीय विकास के क्षेत्र में योगदान स्पष्ट कीजिए।
   Elucidate the contribution of Hindustan Zinc limited in the field of national development..
8. राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशाला की (N.C.L.) की अवधारणा बताइये।
   Explain the concept National Chemistry Laboratory(N.C.L).
9. रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में संभावित दुर्घटनाएं बताइये एवं उनके प्राथमिक उपचार लिखिये।
   Mention Probable accidents in chemistry laboratory and write its first aid.
10. विज्ञान क्लब क्या हैं? माध्यमिक स्कूलों में विज्ञान क्लब रसायन शिक्षण को सुधारने में किस प्रकार उपयोगी होती हैं?
    What is science club? What purpose a science club serve in improving teaching of chemistry in secondary school?
11. रसायन विज्ञान शिक्षण में विज्ञान पुस्तकालय की भूमिका पर टिप्पणी लिखिए।
    Write short note on role of science library in chemistry teaching.
12. विज्ञान क्लब का रसायन विज्ञान शिक्षण में क्या महत्त्व हैं?
    What is the importance of science club in the chemistry teaching?
13. क्षेत्रीय पर्यटन/यात्राएं पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
    Write short note on Field Trip/Excursion.
14. विज्ञान मेलों द्वारा छात्रों में वैज्ञानिक अभिवृत्ति एवं सृजनात्मकता उत्पन्न की जा सकती है? स्पष्ट कीजिए।
    'Science fair are the activities to develop scientific attitude and creativity among students.Discuss?

12.12 सन्दर्भ ग्रन्थ (References)

1. निगम डी. एस. विज्ञान शिक्षण हरियाणा साहित्य अकादमी
2. Dr.Kohli V.K Teaching of Science Krishna Brothers

	Gate maitiran Jalandhar.
3. Dr.Vanaya M.	Neelkamal Publication Pvt. Ltd. New Delhi
4. N.C.E.R.T. New Delhi	Science and Technology
5. Vaidya N.	The Impart of Science Teaching, Oxford IBH Publication.
6. Yadav M.S.	Teaching of Chemistry Anmol Publication New Delhi.
7. Science Master association	The Teaching of Science in Secondary school Jhon murry, London.
8. M. Sharma R.C.	Modern Science Teaching
9. अग्रवाल, सिडाना पारीक	विज्ञान शिक्षण, शिक्षा प्रकाशन
10. Huffimire D.Wynent	Teacher Demonstration Laboratory Experiences and projects, Science Edu.

इकाई–13

रसायन शास्त्र शिक्षण में नवाचार एवं उनका भविष्य (Innovations in the Teaching of Chemistry and their Future)

इकाई की संरचना (Structure of Unit)

13.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

13.1 शिक्षण में नवाचार का अर्थ एवं महत्व
(Meaning and Importance of Innovation in Teaching)

13.2 रसायन शास्त्र में शिक्षण में नवाचार की प्रवृत्तियाँ

13.2.1 सूक्ष्म शिक्षण (Micro Teaching)

13.2.2 अभिक्रमित अनुदेशन (Programme Instruction)

13.2.3 प्रणाली उपागम (System Approach)

13.2.4 कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन (Computer Assisted Instruction)

13.2.5 शैक्षिक टेलीविजन (Educational Television)

13.2.6 ई–मेल व ई–लर्निंग (E–Mail and E–Learning)

13.2.7 अन्त: प्रक्रियात्मक वीडियो (Interactive Video)

13.2.8 टेलीकॉन्फ्रेंसिंग (Teleconferencing)

13.2.9 सी.डी. रोम (CD–ROM)

13.2.10जनसंचार माध्यम द्वारा जनशिक्षा प्रौढ़ साक्षरता
(Mass Education and Adult literacy by Communication media)

13.2.11शैक्षिक व व्यावसायिक निर्देशन का प्रावधान
(Provision for Educational and Vocational Guidance)

13.2.12कार्यानुभव व समाजोपयोगी उत्पादन कार्य
(Work Experience and Socially Useful Productive Work)

13.3 रसायन शास्त्र शिक्षण में नवाचार के प्रयोग से भविष्य में उपादेयता

13.4 सारांश (Summary)

13.5 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

13.6 सन्दर्भ ग्रन्थ सूची (References)

13.0 लक्ष्य एवं उद्देश्य (Aims and Objectives)

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आप –

- शिक्षण में नवाचार का अर्थ व महत्त्व बता सकेंगे।

- रसायन शास्त्र शिक्षण में प्रयुक्त विभिन्न नवाचार प्रवृत्तियों को बता सकेंगे।
- नवाचार की प्रवृतियों का ज्ञान प्राप्त कर अध्ययन अध्यापन में उनका प्रयोग कर सकेंगे।
- नवाचार का प्रयोग दैनिक जीवन में कर सकेंगे।
- नवाचार प्रवृत्तियों से बालक का सम्पूर्ण विकास कर भविष्य में अच्छे समाज के निर्माण में अपना सहयोग दे सकेंगे।

13.1 शिक्षण में नवाचार का अर्थ एवं महत्त्व (Meaning and Importance of Innovation in Teaching)

आज वैज्ञानिक व तकनीकी युग है, विज्ञान के विकास से नित नई तकनिकियाँ विकसित हुई हैं मनुष्य की जीवन शैली में परिवर्तन आया है। विज्ञान ने शिक्षण अधिगम क्षेत्र को भी प्रभावित किया है। वैज्ञानिक तकनीकी, मनोवैज्ञानिक, वैश्वीकरण व औद्योगीकरण तत्त्वों का समावेश शिक्षा प्रक्रिया में निश्चित रूप से हुआ है। जनसंचार माध्यम द्वारा जन शिक्षा हेतु नई तकनीकी प्रयोग व शिक्षा सिद्धान्त विभिन्न पक्षों को प्रभावित कर रहे है उन्हें नवाचार (Innovation) कहा जाता है।

नवाचार के द्वारा शिक्षण प्रक्रिया को बोधगम्य एवं प्रभावी बनाया जा सकता है। अधिगम के लक्ष्यों को व्यवहारपरक बनाया जा सकता है।

शिक्षक में नवाचारों का प्रयोग कर अधिगमकर्ता की क्षमताओं को बढ़ाया जाता है। व्यक्तिगत विभिन्नताओं को दृष्टि में रखकर मनोविज्ञान के सिद्धान्तों का अनुसरण किया जाता है। व्यापक अधिगम परिस्थितियाँ प्रस्तुत करने से ज्ञान का स्थायित्व हो जाता है।

रसायन शास्त्र मात्र पढ़ने पढ़ाने का विषय नहीं है। प्रभावी व दक्ष अधिगम (Effective and efficient learning) प्राप्ति हेतु नवाचारों का अनुप्रयोग अत्यावश्यक है।

संचार तकनीकियों व नवाचार विकासों द्वारा रसायन शास्त्र शिक्षण को कैसे प्रभावी बनाया जाये ये प्रवृतियाँ निम्न है।

13.2 सूक्ष्म शिक्षण (Micro Teaching), अभिक्रमित अनुदेशन (Programme Instruction), प्रणाली उपागम (System Approach), कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन (Computer Assisted Instruction), शैक्षिक टेलीविजन (Educational Television), ई–मेल (E–Mail), ई–लर्निंग (E–Learning), अन्त: क्रियात्मक वीडियो (Interactive Video), टेलीकॉन्फ्रेंसिंग (Teleconferencing), सी.डी.रोम (CD–ROM), जनसंचार माध्यम द्वारा जन शिक्षा, प्रौढ़ प्राक्षरता (Mass Education and Adult literacy by Communication media), शैक्षिक व व्यावसायिक निर्देशन का प्रावधान (Provision for Educational and Vocational Guidance) तथा कार्यानुभव व समाजोपयोगी उत्पादन कार्य (Work Experience and Socially Useful Productive Work)

13.2.1 सूक्ष्म शिक्षण (Micro Teaching)

सूक्ष्म शिक्षण एक प्राविधिक पद है। जिसका विकास शिक्षक प्रशिक्षण हेतु किया गया। इसके द्वारा शिक्षण प्रक्रिया की जटिलताओं को सरल किया जाता है। छात्राध्यापक एक विशेष रसायन सिद्धान्त के पढ़ाने हेतु विशिष्ट शिक्षण कौशल को अपनाकर कम समय में कुछ छात्रों पर प्रयोग करता है।

परम्परागत शिक्षण से हटकर प्रभावशाली शिक्षण अभ्यास की भावना से प्रेरित होकर सूक्ष्म शिक्षण एक समक्ष विकल्प के रूप में विकसित किया गया।

सूक्ष्म शिक्षण की कई परिभाषाएं विभिन्न लोगों द्वारा दी गई हैं– जिनमें से कुछ परिभाषाएँ निम्न हैं।

"सूक्ष्म शिक्षण एक शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रम है जो शिक्षण को एक विशिष्ट कौशल तक सीमित कर तथा समय व कक्षा के आकार को कम कर शिक्षण स्थिति को साधारण तथा अधिक नियन्त्रित बनाता है।

–जे. सी. क्लिपट व अन्य (1978)

“Micro–teaching is a teacher training programme which reduces the teaching situation to simpler and more controlled encounter achieved by limiting the practice teaching to a specific skill and reducing time and class size.”

-J. C. Clift & Others(1976)

"सूक्ष्म शिक्षण एक स्केल्ड डाउन शिक्षण एनकाउंटर है जिसमें शिक्षक 5 से 20 मिनट के छोटे समय में पाँच बच्चों के समूह की छोटी यूनिट पढ़ाता है । ऐसी स्थिति एक अनुभवी व

गैर अनुभवी शिक्षक को नए शिक्षण कौशल की प्राप्ति व पुराने कौशलों को सुधारने के लिए सहायक सेटिंग प्रस्तुत करती है "।

– एल. सी. सिंह (1977)

"Micro–teaching is Scaled down teaching encounter in which a teacher teaches a small unit to a group of five pupils for small period of 5–20 minutes. Such a situation offers a helpful setting for an experienced and inexperienced teacher to acquire new teaching skill and refine the old ones."

– L. C. Singh (1977)

सूक्ष्म शिक्षण की मान्यताएँ (Assumptions of Micro–teaching)

i) सूक्ष्म शिक्षण प्रयोगशालीय शिक्षण है।
ii) सूक्ष्म शिक्षण सामान्य तथा कक्षा शिक्षण की कठिनाईयों को कम करती है। कक्षा का आकार, विषयवस्तु क्षेत्र व समय सभी कम हो जाते है।
iii) सूक्ष्म शिक्षण द्वारा अभ्यास कौशल में वृद्धि होती है।
iv) सूक्ष्म शिक्षण विशेष कार्य की निष्पत्ति के लिए बल देती है।
v) पृष्ठ पोषण (Feed–Back) के लिए प्रावधान है ।

सूक्ष्म शिक्षण की विशेषताएँ (Characteristics of Micro–teaching)

i) सूक्ष्म शिक्षण प्रशिक्षण का एक विश्लेषणात्मक दृष्टिकोण हैं।
ii) सूक्ष्म शिक्षण पर्याप्त पृष्ठ पोषण उपलब्ध कराता है।
iii) अध्यापक शिक्षा के क्षेत्र में नई खोज से सम्बन्धित है।
iv) प्रभावी शिक्षक तैयार करने हेतु एक प्रशिक्षण तकनीक है।
v) सूक्ष्म शिक्षण व्यक्तिनिष्ठ प्रशिक्षण तकनीक है।
vi) सूक्ष्म शिक्षण के मापन है।
   – कक्षा का आकार 5 से 10 छात्र का
   – समय 5 से 10 मिनट का
   – विषय का आकार कम

सूक्ष्म शिक्षण तकनीक के चरण (Steps of Microteaching)

1. विशिष्ट कौशल को परिभाषित करना (Defining a special skill)
2. कौशल का प्रदर्शन (Demonstration of the skill)
3. सूक्ष्म पाठ योजना (Micro–Lesson Planning)
4. एक छोटे समूह का शिक्षण (Teaching a small group)
5. पृष्ठ पोषण (Feed Back)
6. पुर्नयोजना, पुर्नशिक्षण, पुर्नमूल्यांकन (Re–planning, Re–teaching, and Re–evaluation)

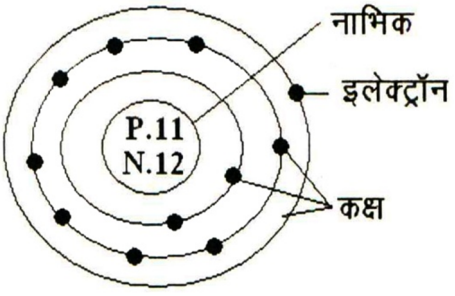
   इस प्रकार सूक्ष्म शिक्षण चक्र में पांच पद है :–

शिक्षण_____पृष्ठपोषण_____पुर्नयोजन_____पुर्नशिक्षण_____पुर्नपृष्ठपोषण

सूक्ष्म शिक्षण पाठ योजना (Micro–Teaching Lesson plan)

विषय – रसायन शास्त्र कक्षा – 7, समय 10 मिनट

प्रकरण – परमाणु संरचना



Na की परमाणु संरचना

शिक्षक – पदार्थ का सबसे सूक्ष्मतम कण कौन सा होता है।

छात्र – परमाणु

शिक्षक – दर्शाया गया चित्र किसका है।

छात्र – सोडियम परमाणु का है।

शिक्षक – सोडियम परमाणु के मध्यम में क्या स्थित है।

छात्र – नाभिक स्थित है।

शिक्षक – नाभिक में कौन – कौन से कण उपस्थित है।

छात्र – नाभिक में प्रोटोन, व न्यूट्रान उपस्थित होते है ।

शिक्षक – सोडियम परमाणु के नाभिक के प्रोटोन व न्यूट्रान की कितनी संख्या है।

छात्र – प्रोटान 11 व न्यूट्रान12 उपस्थित है।

शिक्षक – चित्र में इलेक्ट्रॉन कहाँ स्थित है।

छात्र – इलेक्ट्रोन कक्ष में उपस्थित है।

शिक्षक – प्रथम, द्वितीय व तृतीय कक्ष में कितने कितने इलेक्ट्रॉन है।

छात्र – 2,8,1 इलेक्ट्रॉन उपस्थित है।

शिक्षक – सोडियम परमाणु में कुल कितने इलेक्ट्रॉन है।

छात्र – कुल 11 इलेक्ट्रॉन है।

प्रदर्शन कौशल के तत्व –

1. प्रदर्शन की शैली
2. प्रदर्शित चित्र, चार्ट या उपकरण की स्थिति
3. चित्र, चार्ट, उपकरण की उपयुक्तता
4. प्रदर्शन के माध्यम से प्रश्न
5. छात्रों की सक्रियता
6. मुख्य बिन्दु पर ध्यान केन्द्रण

7. प्रकरण से सम्बद्धता
8. स्थल की उपयुक्तता
9. स्थल की उपयुक्तता
10. हावभाव की स्थिति
11. प्रदर्शन का औचित्य
12. प्रदर्शन की गति
13. प्रदर्शन की आकृति
14. सिद्धान्त का निर्धारण

सूक्ष्म शिक्षण प्रयोगशाला में प्रयोग हेतु शिक्षण कौशल

सूक्ष्म शिक्षण में शिक्षण कौशलों को अर्जित करना प्रमुख उद्देश्य है। इस दृष्टि से सूक्ष्म शिक्षण की प्रयोगशालाओं को आयोजित करना परमावश्यक माना गया है। इन प्रयोगशालाओं में नियन्त्रित रूप से शिक्षण कौशलों का अभ्यास करने की व्यवस्था की जाती है। जो निम्न है :–

1. पाठ योजना
2. छात्र–अतर्भावितता को सम्बन्धित करना
3. उद्दीपन में घटाव–बढ़ाव
4. प्रबल तथा पृष्ठ पोषण प्रदान करना
5. प्रतिक्रिया व्यक्त करना
6. नियोजित करना
7. शिक्षण की सहायक सामग्रियों का प्रयोग करना
8. उदाहरण सहित व्याख्या करना
9. छात्र अनुक्रियाओं को व्यवस्थित करना
10. प्रश्न प्रस्तुति एवं वितरण
11. प्रश्न निर्माण
12. प्रस्तुतिकरण
13. प्राथमिक लेपन
14. विन्यास प्रेरणा
15. निष्पत्ति परीक्षा
16. एकल पाठ योजना, सूक्ष्म योजना एवं इकाई निर्मित करना।
17. विषय–वस्तु विश्लेषण
18. व्यवहार परक रूप मे शिक्षण उद्देश्यों की रचना करना, इत्यादि।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. नवाचार का अर्थ _____है।
2. व्यापक अधिगम परिस्थितियों को प्रस्तुत करने से _____ही जाता है।
3. शिक्षण कौशलों का अभ्यास_____नवाचार द्वारा किया जाता है।
4. सूक्ष्म शिक्षण में कक्षा–कक्ष छात्र व समय का आकार _____किया जाता है।

13.2.2 अभिक्रमित अनुदेशन (Programme Instruction)

इसके जन्मदाता बी. एफ. स्कीनर हैं, जिन्होंने सक्रिय अनुबद्ध (Operant Conditioning Theory) सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। इस सिद्धान्त का प्रतिपादन कर व शिक्षण प्रतिमान के तत्त्वों का प्रयोग कर श्रृंखला अभिक्रमित अनुदेशन तैयार किया गया।

श्रृंखला अभिक्रमिक अनुदेशन का व्यवहार परिवर्तन की दृष्टि से विशेष महत्त्व है। शिक्षण व अधिगम समस्याओं के समाधान में इसका अमूल्य योगदान माना जाता है।

अभिक्रमित अधिगम व्यक्तिगत अनुदेशन की विधि है। जिसमें छात्र सक्रिय रह कर अपनी गति से सीखता है एवं तत्काल ज्ञान मिलता है। इसमें शिक्षक की आवश्यकता नहीं होती। प्रोग्राम (Programme) क्या है

प्रोग्राम पाठ्यवस्तु होती हैं, जिसे छात्र ग्रहण करता है। प्रोग्रामिंग पाठ्यवस्तु को क्रमबद्ध करने की विधि है। जो मनोवैज्ञानिक व तार्किक क्रम में संगठित रहती हैं। छात्र स्थूल से सूक्ष्म की और व मूर्त में अमूर्त की और ज्ञानार्जन करते है व तथ्यों के आधार पर सामान्यीकरण का निर्माण करते है। परिभाषाएँ (Definition)

अभिक्रमित अधिगम एक ऐसी आव्यूह रचना है। जिसकी सहायता से शिक्षण सामग्री को ऐसे नियोजित किया जाता है। जिसमें छात्रों में लगातार अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन लाने का प्रयास किया जाता है, और उसका मापन भी किया जा सकता है।

"Programmed Learning is a method of designing a reproducible sequence of instructional events to produce a measurable and consistent effect on behavior of each and every student."

–Susan Markle

अभिक्रमित अनुदेशन को व्यक्तिगत अनुदेशन (Individual Instruction) तथा स्वत: अनुदेशन (Self Instruction) भी कहा जाता है।

इसकी व्यावहारिक परिभाषा निम्न हैं :–

अभिक्रमित अधिगम एक ऐसी विधा है, जिसमें शिक्षक की आवश्यकता नहीं होती है। व्यक्तिगत अनुदेशन के रूप में सीखने के अवसर दिये जाते है। छात्र तत्पर होकर अपनी गति व क्षमताओं के अनुसार सीखता है, और ज्ञान प्राप्त करता है। जिसे व्यवहार परिवर्तन की प्रक्रिया कहा जाता है।

"Programme Learning has been defined as a method of giving Individualized Instruction in which the student is active and provided with immediate knowledge of result. The physical presence of teacher is not required in this method."

अभिक्रमित अनुदेशन के सिद्धान्त (Principle of Programmed Instruction)

1. छोटे छोटे पदों का सिद्धान्त
2. तत्परता अनुक्रिया का सिद्धान्त
3. तत्काल जाँच का सिद्धान्त

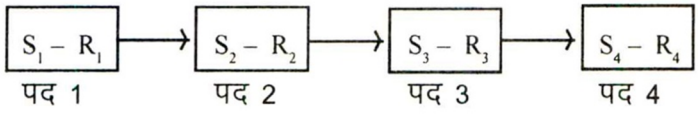
4. स्वत: अध्ययन गति का सिद्धान्त

5. छात्र परीक्षण का सिद्धान्त

अभिक्रमित अनुदेशन के मुख्य दो प्रकार है :–

1. रेखीय अभिक्रमित अनुदेशन (Linear Programme Instruction)

यह सीखने के क्रिया प्रसूत अनुबन्धन के सिद्धान्त पर आधारित है । रेखीय अभिक्रमित अधिगम में छात्रों को विषय वस्तु बहुत छोटे-छोटे पदों में विभाजित कर अध्ययन हेतु दी जाती है। पहले पद में विषयवस्तु के अंश से संबन्धित उदाहरण दिया गया होता है। जिसमें रिक्त स्थान होता है। छात्र पद को पढ़ता है। उसे समझ कर हल करता है। छात्र उत्तर के साथ सही अनुक्रिया, जो दी होती है, से मिलान करता है सही उत्तर होने पर छात्र को पुर्नबलन मिलता है, और वह अगले पद पर जाता है। इस प्रकार क्रमबद्ध रूप में अध्ययन कर अन्तिम पद तक पहुँच जाता है।



S1 प्रथम पद अध्ययन

R1 प्रथम पद अध्ययन की अनुक्रिया

S2 द्वितीय पद अध्ययन

R2 द्वितीय पद अध्ययन की अनुक्रिया

प्रथम पद की अनुक्रिया द्वितीय पद में उद्दीपन का कार्य करती है। द्वितीय की अनुक्रिया तृतीय में उद्दीपन का कार्य करती है। यह श्रृंखला चलती रहती है। अध्ययन के समय छात्र के पदों के इसी क्रम में अनुसरण करना होता है। उनमें अपेक्षित व्यवहार परिवर्तन होता है। इस उद्दीपन अनुक्रिया की श्रृंखला का रसायन शास्त्र के एक उदाहरण से अधिक स्पष्ट किया गया है।

श्रृंखला अनुदेशन में छात्र जिस पद के लिये अनुक्रिया करता हैं, उसकी जाँच वह दिये गये उत्तर से करता है, जो अगले पद के साथ दिया होता है। पद के पढ़ते समय छात्र सही उत्तर को छिपाकर रखता है। अपनी अनुक्रिया के पश्चात् उसको जाँचता है।

पदार्थ छोटे–छोटे कणों से मिलकर बना होता है। जिन्हें परमाणु कहते हैं।

1. पदार्थ की सबसे सूक्ष्मतम इकाई को _____कहते है। (परमाणु)

2. परमाणु दो भागों में बँटा होता हैं, नाभिक व कक्ष नाभिक परमाणु के मध्य मे स्थित होता है

परमाणु के मध्य में _____स्थित होता है।

(नाभिक)

3. परमाणु के नाभिक में धनायन प्रोटोन व उदासीन न्यूट्रोन उपस्थिति होते है।
परमाणु मे धनायन व उदासीन कण_____होते है।
(प्रोटोन व न्यूट्रोन)

4. नाभिक संबंधी परिवर्तनों का अध्ययन न्यूक्लीइड के अन्तर्गत किया जाता है।
न्यूक्लीइड में_____संबंधी परिवर्तन का अध्ययन किया जाता है।
(नाभिक)

5. प्रकृति में ऐसे अस्थायी तत्व जो स्वत: कुछ विकिरणों को उत्सर्जन करके अपघटित होकर अन्य तत्त्वों में परिवर्तन होते रहते है।
पदार्थो द्वारा विकिरण का उत्सर्जन उसके नाभिक_____ होना होता है।
(अस्थायी)

6. पदार्थो के विकिरण उत्पन्न करने का यह गुण रेडियो एक्टिवता कहलाता है। तथा वह पदार्थ रेडियोधर्मी है।
अस्थायी तत्त्वों में_____का गुण पाया जाता है।
(रेडियोएक्टिवता)

7. सामान्यता छोटे नाभिक स्थाई होते हैं, किन्तु परमाणु क्रमांक 70 से अधिक वाले परमाणु अस्थायी होते हैं।
परमाणु क्रमांक_____से अधिक परमाणु रेडियोधर्मिता दर्शाते हैं। (70)

8. समान भार वाले परमाणु सम्भारित समान न्युट्रान वाले परमाणु समन्यूट्रोनिक कहलाते है। ऐसे परमाणु जिनका भार समान हो_____कहलाते है । (समभारिक)
ऐसे परमाणु जिनमें समान न्युट्रोन हो_____कहलाते है । (समन्यूट्रोनिक)

9. सन 1939 में हॉन स्ट्रेमेन ने पाया कि U–225 पर न्यूट्रोन की बम्बारी से Ba तथा K मेंविघटित हो जाता है । इसे नाभिकीय विखण्डन नाम दिया गया।
नाभिकीय विखण्डन को सर्वप्रथम_____ने अनुभव किया
(हॉन स्ट्रेमेन)

10. नाभिकीय अभिक्रियाएं जिनमें भारी नाभिक टूटकर या विखण्डित हो दो हल्के नाभिकों मे परिवर्तित होता है। उसे नाभिकीय विखण्डन कहते हैं।

U–235टूटकर दो हल्के Ba व K में परिवर्तित हो जाता है। इस नाभिकीय परिवर्तन को_____कहते है।

(नाभिकीय खिण्डन)

शाखीय अभिक्रमित अनुदेशन (Branching Programme Instruction)

शाखीय अभिक्रमित अनुदेशन का प्रतिपादन सन् 1954 में एन. डॉ. क्राउडर (N.A.Crowder) ने किया यह अभिक्रमित (Programme) ट्यूटोरियल विधि (Tutorial Method) पर आधारित है।

इस अभिक्रमित अनुदेशन में रेखीय अभिक्रमित अनुदेशन के अपेक्षा पद (Frame) बड़े होते हैं। पद के आकार 15 से 20 लाइनों तक का होता है। प्रत्येक पद के बाद पद से सम्बन्धित बहुविकल्पीय प्रश्न (Multiple Choice Question) दिये जाते है। छात्र प्रश्न के उत्तर के लिये एक विकल्प चुनता है। वह जो विकल्प चुनता है। उसके आगे उत्तर के सही या गलत होने संबंधी निर्देश देखने के लिये पृष्ठ संख्या लिखी होती है, जैसे रसायन शास्त्र का एक उदाहरण हैं–

प्रश्न–निम्न में से एक अम्ल नहीं है –

(A) HCL (B) H2SO4 (C) Noah (D) HNO3

यदि संभावित उत्तर C है तो बहुत अच्छा आपका उत्तर सही है आप अगले प्रश्न पर जाइये। यदि संभावित उत्तर 'A' 'B' 'D' में से कोई हो तो आपका उत्तर गलत है। इसलिये देखिये,

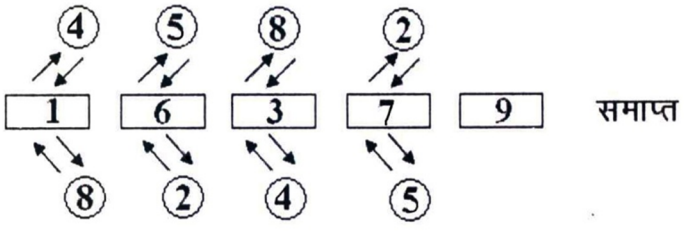
'A' तो पृष्ठ संख्या _____ ।

'B' तो पृष्ठ संख्या _____ ।

'C' तो पृष्ठ संख्या _____ ।

इस प्रकार छात्र पुन: पढ़कर सही उत्तर देगा और तभी अगले पद पर जा सकेगा।

शाखीय अभिक्रमित अनुदेशन को निम्न रेखाचित्र के माध्यम से स्पष्ट किया जा सकता है।



गृह पृष्ठ (Home Page)

त्रुटि पृष्ठ (Wrong Page)

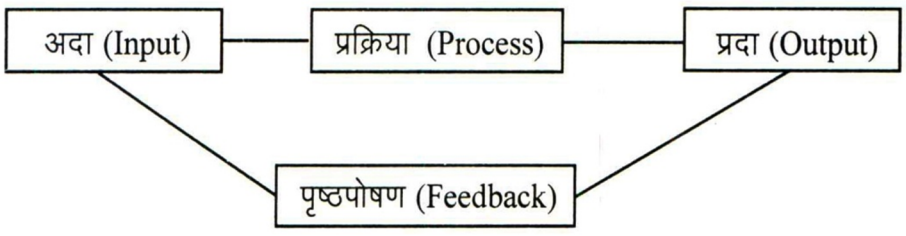
रसायन विज्ञान में अभिक्रमित अनुदेशन की उपयोगिता

1. सरल शिक्षण – अभिक्रमित अनुदेशन से रसायन विज्ञान के कठिन प्रत्ययों को सरल रूप से प्रस्तुत किया जा सकता है।
2. पुर्नबलन – अभिक्रमित अनुदेशन से छात्रों को नियमित पुर्नबलन प्राप्त होता है एवं वे स्वयं आगे के पदों की और अग्रसर होते है।
3. प्रभावशाली शिक्षण
4. स्वयं सीखने के अवसर
5. क्रियाशीलता अभिक्रमित अनुदेशन से छात्र स्वयं पदों को हल करते हुए क्रियाशील रहते है। रसायन विज्ञान विषय में छात्र को क्रियाशील रहना होता है।
6. अध्यापकों की अनुपस्थिति में भी छात्र रसायन शास्त्र में अभिक्रमित अनुदेशन के द्वारा अध्ययन कर सकते है।
7. मनोवैज्ञानिक शिक्षण – अभिक्रमित अनुदेशन एक मनोवैज्ञानिक सिद्धान्तों पर आधारित विधि है। इससे प्रस्तुतीकरण मनोवैज्ञानिक दृष्टि से प्रभावशाली रहता है।
8. अभिक्रमित अनुदेशन से छात्रों को स्वयं अपनी गलतियों को पहचान कर उसमें सुधार करने का अवसर मिलते है। अत: वे किसी हीन भावना का शिकार नहीं होते।
9. स्वगति से सीखने के अवसर – प्रत्येक छात्र दूसरे छात्र से शारीरिक एवं मानसिक योग्यताओं में अलग होता है। कमजोर छात्र शिक्षण में पिछड़ जाते है और प्रभावशाली छात्रों की रूचि नहीं रहती। अत: केवल सामान्य बुद्धि वाले छात्र ही कक्षा शिक्षण में समायोजन कर पाते है। अभिक्रमित अनुदेशन में ऐसा नहीं होता है।
10. अभिक्रमित अनुदेशन छात्रों में स्वाध्याय पर बल देता है जो, रसायन विज्ञान शिक्षण के लिए अति आवश्यक है।
11. विषय के आधारभूत तथ्यों की जानकारी अभिक्रमित अनुदेशन में पद (फ्रेम) सारगर्भित एवं क्रमबद्ध (सरल से कठिन की और) बनाये जाते हैं – उनमें छात्रों को आधारभूत तथ्यों की जानकारी प्राप्त होती हैं।
12. स्थायी – अधिगम – अभिक्रमित अनुदेशन से छात्रों द्वारा ग्रहण किया गया ज्ञान स्थायी होता है।

13.2.3 प्रणाली उपागम (System Approach)

प्रणाली उपागम का अर्थ है किसी जटिल समस्या के समाधान के लिये वैज्ञानिक विधि का उपयोग उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु हमें वैज्ञानिक तौर तरीके का उपयोग करना होता है। प्रणाली उपागम में प्रणाली विश्लेषण व प्रणाली प्रारूप (System format) को शामिल किया जाता है।

प्रणाली उपागम के घटक (Components of System Approach)



प्रणाली उपागम के चार घटक अदा, प्रक्रिया, प्रदा एवं पृष्ठ पोषण होते है। शिक्षा शिक्षण में समस्या समाधान के उद्देश्य से अदा सामग्री विभिन्न पदों से गुजरती है। उत्पादन या समस्या की गुणवत्ता के बारे में पृष्ठपोषण (Feedback) दिया जाता है। उसके आधार पर अदा व प्रक्रिया में सुधार किया जाता है। अदा, प्रक्रिया प्रदा व पृष्ठपोषण में अन्तर्संबंध हेतु निम्न तथ्यों पर ध्यान दिया जाता है।

1. किये जाने वाले कार्यों का विश्लेषण (प्रणाली विश्लेषण) (System Analysis) (क्या करना आवश्यक है।)
2. कार्य संचालन हेतु योजना/प्रारूप (प्रणाली प्रारूप) (System format) (कार्य कैसे करना है।)
3. इसके बाद प्रणाली का प्रारूप की क्रियान्विति की और बढ़ा जाता है। इस प्रकार प्रणाली एक प्रत्ययात्मक संरचना (Conceptual Structure) है। जिसमें अपेक्षित परिणाम को कुशलता व प्रभावी ढंग से प्राप्त करने के लिए सम्पादित अर्न्तसंबधित कार्य सम्मिलित होते हैं। प्रणाली उपागम (System Approach) एक व्यूह रचना (Strategy) है, जिसमें निर्धारित लक्ष्य प्राप्ति की दिशा में विश्लेषण व प्रारूप का उपयोग किया जाता है।

प्रणाली विश्लेषण में लक्ष्य प्राप्ति हेतु आवश्यक संसाधनों की जानकारी प्राप्त की जाती है। प्रणाली प्रारूप (System formats) एक प्रत्ययात्मक प्रदर्शन है, जो प्रभावी विकल्पों द्वारा लक्ष्य प्राप्ति की दिशा मे कार्य करता है।

इस प्रकार प्रणाली उपागम में वैज्ञानिक पद्धति से कार्य कर जटिल समस्या का समाधान किया जाता है। शिक्षा में समग्रता लाने हेतु हमें उससे सम्बन्धित घटकों जैसे भौतिक संसाधन, मानवीय संसाधन, पाठ्यक्रम, शिक्षा तकनीकी, वित्तीय, सहायता, मूल्यांकन रोजगार, के अवसर सामाजिक व राजनैतिक वातावरण आदि के बारे में सोचना होगा।

13.2.4 कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन (CAI)

कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन स्व निर्देशन का बेहतरीन तरीका है। स्व निर्देशन विषय सामग्री को कम्प्यूटर से बनाया जाता है। छात्र CAI के माध्यम द्वारा एक पद पर अधिगम करते हुये आगे बढ़ते जाते हैं। छात्र को प्रतिक्रिया हेतु पृष्ठपोषण (feedback) दिया जाता है। छात्र अपनी सुविधा अनुसार सामग्री प्राप्त करता है। चयन कर सकता है, और स्वतंत्र रूप से निर्देशन स्तर का क्रम तय कर सकता है। छात्र की प्रतिक्रिया को संग्रहित किया जा सकता है।

स्वपृष्ठपोषण (Self feedback) प्रदान किया जा सकता है। छात्र अपनी योग्यता व गति के अनुरूप प्रगति कर सकता है। वर्तमान में कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन ने शिक्षक का स्थान ले लिया है।

13.2.5 शैक्षिक टेलीविजन (Educational Television)

हमारे देश में शैक्षिक टेलीविजन द्वारा जनसमूह को शिक्षित करना व शिक्षा देना बहुत सामान्य हो गया है। विभिन्न स्तर पर विशिष्ट शैक्षिक कार्यक्रम तैयार किये जाते है। जैसे केन्द्रीय शैक्षिक तकनीकी संस्थान (CIET) एवं राज्य शैक्षिक तकनीकी संस्थान (SIET) द्वारा तैयार विद्यालय स्तर के शैक्षिक कार्यक्रम विश्वविद्यालय स्तरीय देशव्यापी कक्षा कक्ष कार्यक्रम इंदिरा गांधी मुक्त विश्वविद्यालय (IGNOU) द्वारा विकसित दूरस्थ शिक्षा का कार्यक्रम आदि।

दूरदर्शन राष्ट्रीय नेटवर्क द्वारा किसान भाईयों के लिये कृषि संबंधी कार्यक्रम, प्रौढ़ शिक्षा हेतु कई कार्यक्रम प्रसारित किये जाते है। भारत में सेटेलाइट के माध्यम से शैक्षिक टेलीविजन द्वारा इन सुविधाओं का उपयोग किया जा रहा है।

13.2.6 E–mail व E–Learning

इसे इलेक्ट्रानिक मेल कहा जाता है। दूर संचार सम्पर्क प्रयोग द्वारा ई–मेल के माध्यम से ऑकड़े, चित्र व सूचनाएँ भेजी जा सकती है। भेजने वाले के कम्प्यूटर से सूचना प्रारम्भ होकर एक या अनेक प्राप्तकर्ताओं के कम्प्यूटर पर प्राप्त होती है। इन सूचनाओं को विश्व में किसी भी क्षेत्र में अपने कम्प्यूटर पर प्राप्त कर सकते हैं। E–mail के द्वारा शिक्षकों, शोधकर्ताओं छात्रों व प्रशासकों को सूचनाएं भेजी जा सकती है। ई–लर्निंग का अर्थ इलेक्ट्रॉनिक लर्निंग जिसका प्रयोग वर्तमान शैक्षिक व्यवस्था को अत्यधिक गति प्रदान करने हेतु नवाचार के रूप में प्रयोग किया जाने लगा है। इसमें विभिन्न प्रकार की अन्त: क्रियाओं से सूचना व सम्प्रेषण तकनीकी प्रयुक्त होती है। ई–लर्निंग में जनसमूह द्वारा की जाने वाली शैक्षिक गतिविधियों को सम्मिलित किया जाता है जो ऑन लाईन या ऑफ लाईन एक समय में या एक साथ इलेक्ट्रोनिक माध्यमों द्वारा सम्पादित होती है। ई–लर्निंग में विभिन्न माध्यमों का प्रयोग किया जाता है। जैसे -

- परम्परागत पुस्तक (Mannual)
- टेलीविजन व रेडियो (CD–Rom)
- आडियो टेप व
- डिजिटल लर्निंग सामग्री (Digital learning objects)
- वीडियो कान्फ्रेंसिंग (Video Conferencing)
- ई–मेल (E–mail) आन लाइन सूचना (On line Information)
- दूरस्थ शिक्षा में (Distance Education) इस नवाचार का उपयोग सभी विषयवस्तु में किया जाने लगा है ।

13.2.7 अन्त: प्रक्रियात्मक वीडियो (Interactive Video)

अन्त: क्रियात्मक वीडियो के माध्यम से व्यक्ति को प्रस्तुतकर्ता से अन्त:क्रिया करने की सुविधा प्राप्त होती है। टेलीविजन पर वीडियो लेखन के दौरान व्यक्ति प्रश्न–पूछ सकता है। इस तकनीक में अन्त:क्रिया को बढ़ावा दिया जाता है। छात्र व टेलीविजन स्क्रीन पर स्वत: अन्तःक्रिया होती है।

13.2.8 टेलीकॉन्फ्रेंसिंग (Teleconferencing)

यह तकनीकी उपग्रह आधारित सूचना तकनीकी है, जिसमें प्रस्तुतकर्ता व व्यक्ति के मध्य अन्त:प्रक्रिया स्थापित की जाती है। टेलीकॉन्फ्रेंसिंग के माध्यम से दूरस्थ छात्र टेलीविजन पर शैक्षिक कार्यक्रम देखते है टेलीफोन के माध्यम से प्रस्तुतकर्ता से प्रश्न पूछे जाते है, प्रस्तुतकर्ता टेलीविजन स्क्रीन पर अपना उत्तर देता है। इसे एक तरफा वीडियो तथा दो तरफा आडियो टेलीकॉन्फ्रेंसिंग कहा जाता है।

13.2.9 सी. डी. रोम (CD–ROM Compact Disc Read only Memory)

सी. डी. रोम कम्प्यूटर तकनीकी का एक पूर्ण विकसित रूप है। सी. डी. रोम में बहुत कम मूल्य में बहुत सारे तथ्यों व ऑकड़ों को संग्रहित किया जाता है। हमें मुद्रित सामग्री प्राप्त करने में सहायता प्रदान करती है। सी. डी. रोम को वीडियो तकनीकी से जोड़ा जा सकता है।

इस प्रकार रसायन शास्त्र शिक्षण हेतु उपयुक्त नवाचारों का प्रयोग कर जन शिक्षा प्रौढ़ शिक्षा शैक्षिक व व्यावसायिक निर्देशन दिया जा सकता है। रसायन शास्त्र शिक्षण में प्रयुक्त सहायक उपकरणों सामग्रियों, का निर्माण करना, चार्ट, मॉडल, दर्शाना, रसायनों की जानकारी देना कार्यशालाओं की कार्यप्रणाली को बताना, स्वनिर्मित उपकरण तैयार करना प्रयोग दर्शाना आदि में इन नवाचारों का प्रयोग कर प्रभावी जनसंचार किया जा सकता है।

स्वमूल्यांकन प्रश्न

1. अभिक्रमित अनुदेशन के जन्मदाता कौन हैं?
2. प्रोग्राम क्या होता है?
3. रेखीय अभिक्रमित अनुदेशन मनोविज्ञान की कौन से सिद्धान्तपर आधारित है?
4. प्रणाली उपागम के घटक कौन - कौन से हैं?
5. कंप्यूटर सहायक अनुदेशन का क्या अर्थ है?
6. ई - लर्निंग में कौन से माध्यमों का प्रयोग किया जाता है?
7. CD–ROM में किसको संग्रहित किया जाता है।

13.3 रसायन शास्त्र शिक्षण में नवाचार की उपादेयता व उनका भविष्य

विज्ञान शिक्षण मे तकनीकी का प्रयोग आज वर्तमान परिप्रेक्ष्य मे महत्त्वपूर्ण व आवश्यक है। शैक्षिक तकनीकी ने आज आवश्यकतानुसार अपने क्षेत्र का बहुत विस्तार कर लिया है। संचार माध्यमों के विकास के फलस्वरूप शिक्षा व्यवस्था में सुधार में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। उन्नत संचार तकनीकी, उपग्रह आधारित नेटवर्क, कम्प्यूटराइड सिस्टम ने शिक्षा व्यवस्था में खुलापन प्रदान किया है। छात्र व शिक्षक को सक्षम स्वत: अध्ययन सामग्री उपलब्ध कराई है। छात्र व शिक्षक अपनी विशिष्ट प्रतिभानुरूप वैकल्पित साधनों का प्रयोग करने लगा है। शिक्षक शिक्षण के व्यूह रचनाओं को अपनाकर श्रेष्ठ शिक्षक बनने का प्रयास करने लगा हैं स्वमूल्यांकनपद्धतियाँ छात्रों को निरन्तर पृष्ठपोषण प्रदान कर उनके ज्ञान को उन्नत कर रही है। शिक्षक की भूमिका परम्परा से हटकर एक निर्देशक, प्रबन्धक सलाहकार के रूप में उभर कर आने लगी है। छात्र केन्द्रित शिक्षा को बढ़ावा मिल रहा है।

रसायन शास्त्र एक प्रायोगिक विज्ञान है इन नवाचार का प्रयोग होने से हम ऐसे भविष्य निर्माताओं को तैयार कर सकेंगे।

जिनमें रसायन शास्त्र के अध्ययन अध्यापन में रूचि, वैज्ञानिक सोच व दृष्टिकोण उत्पन्न हो सकेगा। खुले मस्तिष्क से सोचने की शक्ति विकसित हो सकेगी।

रसायन शास्त्र का दैनिक जीवन में उपयोग होना रसायन शास्त्र का विषयवस्तु व सहायक उपकरणों की प्रत्यक्ष जानकारी से छात्रों में निरीक्षण क्षमता बढ़ेगी व व्यावहारिक ज्ञान प्राप्त होगा। विद्यालयों में नामांकन बढ़ेगा।

नवाचार तरीकों से रसायन विज्ञान अध्ययन व्यक्ति को अन्धविश्वासों (Superstitions) से छुटकारा दिलायेंगे।

वैज्ञानिक विधि से कार्य करने, समस्या को सुलझाने में निपुण हो सकेंगे।

नवाचारों के अनुप्रयोग से हम मनुष्य की मूलभूत आवश्यकताओं व्यक्तित्त्व का विकास पर्यावरण सुरक्षा व पर्यावरण को उन्नत करने हेतु प्रयास, प्राकृतिक स्त्रोतों का संरक्षण, स्वस्थ्य एवं विकसित समाज, निर्माण परिस्थितिकी तंत्र (Ecosystem) अनुसंधान को प्रोत्साहन आदि उद्देश्य पूरा कर सकेंगे।

वह दिन दूर नहीं है जब हम वैश्वीकरण की दौड़ में विकसित राष्ट्रों की श्रेणी गे शामिल हो जायेंगे।

13.4 सारांश (Summary)

जनसंचार माध्यम द्वारा जन शिक्षा हेतु नई तकनीकी का प्रयोग नवाचार कहलाता है। नवाचार का शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में प्रयोग कर अधिगमकर्ता की क्षमता को बढ़ाया जाता है।

रसायन शास्त्र में छात्रों के प्रयोग करने की दक्षता, निरीक्षण क्षमता का विकास करने हेतु नवाचारों का प्रयोग अत्यावश्यक है।

रसायन शास्त्र शिक्षण को प्रभावी बनाने हेतु सूक्ष्म शिक्षण (Micro Teaching), अभिक्रमित अनुदेशन (Programme Instruction), प्रणाली विश्लेषण (System Approach), कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन (CAI), शैक्षिक टेलीविजन (Educational Television)ई–मेल (E–Mail), (E–Learning), अन्त: प्रक्रियात्मक वीडियों (Interactive Video), टेलीकॉन्फ्रेंसिंग, CD–ROM, जनसंचार माध्यम द्वारा प्रौढ़ शिक्षा निर्देशन कार्यक्रम, कार्यानुभव आदि का प्रयोग किया जा सकता है। सूक्ष्म शिक्षण द्वारा शिक्षण कौशलों को अर्जित किया जाता है।

अभिक्रमित अनुदेशन की सहायता से शिक्षण सामग्री को इस प्रकार पदों में नियोजित किया जाता है कि छात्र व्यक्तिगत अनुदेशन पाकर ज्ञान प्राप्त करता चला जाता है।

कम्प्यूटर सहायक अनुदेशन छात्रों को स्वनिर्देशन देने का सबसे अच्छा नवाचार है। जिसमें छात्र एक एक पद का अधिगम कर स्वमूल्यांकन करता चला जाता है।

शैक्षिक टेलीविजन द्वारा प्रसारित शैक्षिक कार्यक्रम जन समूह को शिक्षित करने का अत्यन्त सुविधाजनक नवाचार है।

टेलीकॉन्फ्रेंसिंग में एक तरफा वीडियो तथा दो तरफा आडियो सिस्टम होता है।

रसायन शास्त्र शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में नवाचारों के प्रयोग से छात्रों में व्याप्त अंधविश्वास धर्मान्धता, रूढ़िवादिता, परम्परावादी मानसिकता को दूर किया जा सकता है। छात्रों में वैज्ञानिक ढंग से कार्य करने व समस्याओं को सुलझाने में सहायता मिलेगी व भविष्य के लिये छात्र सतर्क व जागरूक बन जायेंगे।

13.5 स्वमूल्यांकन (Self Evaluation)

1. रसायन शास्त्र शिक्षण में नवाचारों का क्या महत्त्व है?
2. रसायन शास्त्र शिक्षण में प्रयुक्त नवाचारों की सूची बनाईये?
3. सूक्ष्म शिक्षण नवाचार का प्रयोग क्यों आवश्यक है?
4. रसायन शास्त्र के किसी प्रकरण पर अभिक्रमित अनुदेशन हेतु पद तैयार कीजिये।
5. शैक्षिक टेलीविजन की क्या आवश्यकता है?
6. ई–मेल, ई–लर्निंग का क्या अर्थ है?
7. टेलीकॉन्फ्रेंसिंग कैसे की जाती हैं?

13.6 संदर्भ ग्रंथ सूची (References)

J. K. Sood Teaching of Science Kohli Publication Chandigarh (1988)

Mohany J. Educational Technology

Sharma R,.A. Educational Technology

Negi J. S. Teaching of Chemistry