

कक्षा 11 के नवीनतम N.C.E.R.T. पाठ्यक्रमानुसार

संजीव

प्रायोगिक

# रसायन विज्ञान

कक्षा 11

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान के विद्यार्थियों के लिए

लेखक :

डॉ. के.बी. बंसल

एम.एससी., एम.फिल., पीएच.डी.

सह आचार्य, रसायन विज्ञान विभाग

राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, दौसा

[पूर्व व्याख्याता अग्रवाल पी.जी. महाविद्यालय, जयपुर]

मूल्य :  
₹ 180.00

संजीव प्रकाशन

जयपुर-3

प्रकाशक :

**संजीव प्रकाशन**

धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता,

जयपुर-3

email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com

website : www.sanjivprakashan.com

© प्रकाशकाधीन

लेजर टाइपसैटिंग :

अक्षत कम्प्यूटर, जयपुर

संजीव प्रकाशन (D.T.P. Department), जयपुर

**सूचना—**

इस पुस्तक में त्रुटियों को दूर करने के लिए हर संभव प्रयास किया गया है। किसी भी त्रुटि के पाये जाने पर अथवा किसी भी तरह के सुझाव के लिए आप हमें निम्न पते पर email या पत्र भेजकर सूचित कर सकते हैं—

email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com

पता : प्रकाशन विभाग

संजीव प्रकाशन

धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता

जयपुर

आपके द्वारा भेजे गये सुझावों से अगला संस्करण और बेहतर हो सकेगा।

यद्यपि इस पुस्तक को प्रकाशित करने में सभी सावधानियों का पालन किया गया है तथापि किसी भी गलती के लिए लेखक, प्रकाशक या मुद्रक उत्तरदायी नहीं होंगे।

## भूमिका

रसायन विज्ञान के अध्ययन में प्रायोगिक कार्य का विशिष्ट महत्त्व होता है तथा प्रयोगों से प्राप्त परिणामों के आधार पर ही रसायन विज्ञान के विभिन्न सिद्धान्त दिए जाते हैं। अतः प्रायोगिक रसायन का महत्त्व और अधिक हो जाता है, इसी उद्देश्य को ध्यान में रखकर **माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान तथा N.C.E.R.T. के नवीनतम पाठ्यक्रम के अनुसार कक्षा 11 के विद्यार्थियों के लिए प्रायोगिक रसायन विज्ञान की इस पुस्तक को लिखने का प्रयास किया गया है**, जिसके संस्करण को प्रस्तुत करते हुए मुझे अपार हर्ष हो रहा है। प्रस्तुत पुस्तक सरल एवं सहज भाषा में लिखी गई है ताकि प्रयोगशाला में प्रायोगिक कार्य करते समय विद्यार्थियों को परेशानी न हो तथा प्रारम्भ से ही उनमें प्रायोगिक कार्य के प्रति रुचि जाग्रत हो सके।

आशा है कि विद्यार्थी वर्ग इससे लाभान्वित होगा तथा शिक्षक वर्ग भी मेरे इस प्रयास को सराहेगा। बाजार में उपलब्ध अन्य पुस्तकों की तुलना में इस पुस्तक में ऐसी अनेक **विशेषताएँ** हैं जिनके कारण यह एक अधिक उपयोगी पुस्तक साबित होगी।

1. पुस्तक के प्रारम्भ में प्रायोगिक कार्य करने सम्बन्धी सामान्य निर्देश तथा रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में प्रयुक्त किए जाने वाले सामान्य उपकरणों के बारे में जानकारी दी गई है जिनके अध्ययन से विद्यार्थियों को प्रयोग करने में सहायता मिलेगी।
2. प्रत्येक अध्याय के प्रारम्भ में विभिन्न प्रयोगों से सम्बन्धित सिद्धान्तों का विस्तृत विवेचन किया गया है जिससे विद्यार्थी प्रयोग के सैद्धान्तिक पक्ष को अच्छी तरह समझ सके।
3. प्रत्येक अध्याय में आवश्यक चित्र, सारणी तथा चार्ट भी दिए गए हैं।
4. प्रत्येक प्रयोग की विधि को विस्तार से दिया गया है जिससे विद्यार्थी इसका अध्ययन करके प्रयोग को आसानी से सम्पन्न कर सकें।
5. अनुमापनमितीय विश्लेषण (अनुमापन) में प्रयुक्त विभिन्न पदों के साथ अनुमापनमितीय विश्लेषण के विभिन्न उदाहरणों को भी विस्तार से दिया गया है एवं इनसे सम्बन्धित गणना को भी अच्छी तरह समझाया गया है।
6. अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण के विभिन्न सिद्धान्तों की विस्तारपूर्वक विवेचना की गयी है एवं अम्लीय तथा क्षारीय मूलकों के परीक्षणों को क्रमबद्ध तथा स्पष्ट रूप से दिया गया है। इसके साथ ही मूलकों के परीक्षण में प्रयुक्त अभिक्रियाएँ भी दी गयी हैं ताकि विद्यार्थी विभिन्न परीक्षणों में प्रयुक्त रसायन को समझ सकें।
7. लवण में उपस्थित धनायन तथा ऋणायन (मूलकों) के परीक्षणों से सम्बन्धित कुछ **प्रायोगिक अभ्यास** भी दिए गए हैं ताकि विद्यार्थी यह सीख सकें कि इनको प्रायोगिक पुस्तिका तथा परीक्षा में किस प्रकार लिखा जाता है।
8. कार्बनिक यौगिकों में तत्वों की पहचान के लिए आवश्यक परीक्षणों से सम्बन्धित रासायनिक अभिक्रियाएँ तथा अभ्यास के लिए कुछ तत्वों का क्रमबद्ध परीक्षण भी दिया गया है।
9. प्रत्येक अध्याय के अन्त में सत्र का प्रायोगिक कार्य लिखने की विधि तथा प्रयोगों से सम्बन्धित मौखिक प्रश्न भी दिए गए हैं।

(iv)

10. पुस्तक में कुछ महत्त्वपूर्ण अन्वेषणात्मक परियोजनाएँ दी गई हैं जिनके अध्ययन के पश्चात् विद्यार्थी अपने परियोजना कार्य को आसानी से पूर्ण कर सकते हैं।
11. पुस्तक के अन्त में परिशिष्ट I से VIII तक में प्रायोगिक रसायन विज्ञान से सम्बन्धित अत्यन्त महत्त्वपूर्ण सामग्री दी गयी है जो कि विद्यार्थियों, प्रयोगशाला सहायकों एवं विषय के प्राध्यापकों के लिए अति आवश्यक तथा उपयोगी है।

मैं हृदय से उस परमपिता परमेश्वर को शत-शत नमन करता हूँ जिसकी अनवरत प्रेरणा तथा आशीर्वाद से ही इस पुस्तक का लेखन सम्भव हो पाया है। मैं अपनी पत्नी श्रीमती अनिता बंसल को भी धन्यवाद ज्ञापित किए बिना नहीं रह सकता जिनके सहयोग के बिना इस पुस्तक का लेखन सम्भव नहीं हो पाता।

मेरे इस प्रयास को आकर्षक प्रारूप में समय पर प्रकाशित करके पाठकों के हाथों तक पहुँचाने के लिए मैं प्रकाशक—संजीव प्रकाशन के श्रीमान् प्रदीप मित्तल एवं मनोज मित्तल, उनके समस्त स्टाफ, लेजर टाइप सेन्टर एवं मुद्रक का हृदय से आभार प्रकट करता हूँ।

यद्यपि पुस्तक के प्रकाशन में पूर्ण सावधानी रखी गई है फिर भी मानवीय त्रुटियाँ होना सम्भावित है, अतः पुस्तक को और अधिक उपयोगी बनाने हेतु अपने विद्वान् साथियों एवं प्रिय विद्यार्थियों के बहुमूल्य सुझावों का सदैव स्वागत है।

सहयोग की अपेक्षा में!

डॉ. के.बी. बंसल

---

## विषय-सूची

अध्याय	विषय-सामग्री	पृष्ठ संख्या
अध्याय-1	प्रारम्भिक परिचय (Preliminary Introduction)	1-11
अध्याय-2	प्रयोगशाला की मूलभूत तकनीक (Fundamental Techniques of Laboratory)	12-29
अध्याय-3	शुद्धीकरण एवं शुद्धता की कसौटी (Purification and Test of Purity)	30-40
अध्याय-4	रासायनिक साम्य (विलयन में आयनिक साम्य) [Chemical Equilibrium (Ionic Equilibrium in Solution)]	41-46
अध्याय-5	pH और जलीय विलयन में pH परिवर्तन (pH and pH Change in Aqueous Solution)	47-60
अध्याय-6	अनुमापनमितीय विश्लेषण (Volumetric Analysis)	61-84
अध्याय-7 (A)	क्रमबद्ध गुणात्मक विश्लेषण (Systematic Qualitative Analysis)	85-158
अध्याय-7 (B)	कार्बनिक यौगिक में तत्वों (नाइट्रोजन, सल्फर तथा हैलोजन) का परीक्षण [Test of Elements (Nitrogen, Sulphur and Halogen) in Organic Compound]	159-168
	परियोजनाएँ (Projects)	169-187
●	परिशिष्ट - I प्रयोगशाला में प्रयुक्त होने वाले अम्लों तथा क्षारों की सांद्रता एवं उनको बनाने की विधियाँ (Concentration of the Acids and Bases used in the Laboratory and their Preparation Methods)	188-189
●	परिशिष्ट - II प्रयोगशाला में प्रयुक्त किए जाने वाले प्रमुख अभिकर्मक (Main Reagents used in the Laboratory)	190-192
●	परिशिष्ट - III मूलकों (धनायनों तथा ऋणायनों) के परीक्षण के लिए आवश्यक अभिकर्मक [Reagents required for the Test of Radicals (Cations and Anions)]	193

(vi)

- परिशिष्ट - IV विभिन्न अभिकर्मकों के विलयन बनाने की विधियाँ  
(Preparation Methods of Solution of Different Reagents) 194-197
  - परिशिष्ट - V कार्बनिक विश्लेषण में प्रयुक्त होने वाले विशेष अभिकर्मक बनाने की विधियाँ  
(Preparation Methods of specific reagents used in Organic Analysis) 198-199
  - परिशिष्ट - VI (a) कुछ महत्वपूर्ण अम्लों के अणुभार तथा तुल्यांकी भार  
(Molecular Weight and Equivalent Weight of Some Important Acids)  
  
(b) कुछ महत्वपूर्ण क्षारों तथा लवणों के अणुभार तथा तुल्यांकी भार  
(Molecular Weight and Equivalent Weight of Some Important Bases and Salts) 200
  - परिशिष्ट - VII दुर्घटना चेतावनी संकेत तथा प्रयुक्त सावधानियाँ  
(Accident Warning Symbols and Precautions taken) 201
  - परिशिष्ट - VIII प्रयोगशाला में किए जा सकने वाले प्राथमिक उपचार  
(Primary Treatment which can be done in the Laboratory) 202-203
  - लघुगणक (Logarithms) 204-205
  - प्रतिलघुगणक (Antilogarithms) 206-207
-

# प्रायोगिक रसायन विज्ञान

## कक्षा-11

### अध्याय-1

## प्रारम्भिक परिचय (Preliminary Introduction)

विज्ञान के अध्ययन में प्रायोगिक कार्यों का विशेष महत्त्व है क्योंकि वैज्ञानिक सिद्धान्तों का विकास और विस्तार प्रायोगिक कार्यों के आधार पर ही किया जाता है। रसायन विज्ञान भी एक प्रायोगिक विज्ञान है। प्रयोगशाला कार्य से रासायनिक परिघटनाओं को प्रयोगशाला की नियंत्रित परिस्थितियों में जाँच करने की विधि द्वारा परखने का अवसर मिलता है। अतः प्रायोगिक कार्य वैज्ञानिक दृष्टिकोण के उत्थान में सहायक होता है। कार्य करते समय अपनी विचारशीलता तथा सहजबुद्धि का प्रयोग करें। यह व्यवहार वैज्ञानिक दृष्टिकोण प्राप्त करने की मूलभूत आवश्यकता है।

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला वह कक्ष होता है जिसमें स्थित उपकरणों तथा पदार्थों की सहायता से विद्यार्थी पदार्थों के संश्लेषण तथा उनके विश्लेषण से सम्बन्धित प्रयोग करके उनके बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। यह कक्ष बड़ा तथा हवादार होता है।

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में कार्य प्रारम्भ करने से पूर्व प्रत्येक विद्यार्थी को निम्नलिखित सामान्य बातों का ज्ञान होना आवश्यक है—

- प्रत्येक उपकरण की सही जानकारी तथा उसका उपयोग
- प्रयुक्त रसायनों की जानकारी तथा उनका स्थान
- प्रयोगशाला में कार्य के दौरान रखी जाने वाली सावधानियाँ।

### 1.1 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में उपलब्ध सुविधाएँ (Facilities Available in Chemistry Laboratory)

रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में निम्नलिखित सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं—

(i) **परीक्षण टेबिल (Working table)**—प्रयोगशाला में लकड़ी या पत्थर की बनी हुई बहुत-सी टेबिल होती हैं जिन पर एम्बेस्टॉस की शीट या टाइलें लगी होती हैं। इन्हीं टेबिलों पर विद्यार्थी प्रयोग करते हैं। प्रत्येक टेबिल पर कई विद्यार्थी कार्य कर सकते हैं। लेकिन रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में विद्यार्थियों के लिए बैठने की कोई व्यवस्था नहीं होती है, वे अपनी टेबिल के पास खड़े होकर ही कार्य करते हैं।

प्रत्येक टेबिल पर निम्नलिखित सुविधाएँ उपलब्ध होती हैं—

(a) **सिंक (Sink)**—प्रत्येक टेबिल पर एक सिंक लगा होता है जिस पर दोनों ओर दो नल लगे होते हैं जिनसे आवश्यकतानुसार जल प्राप्त किया जा सकता है।

(b) **गैस टॉपी (Gas tap)**—प्रत्येक टेबिल पर गैस की टॉपी लगी होती है जिसमें बर्नर लगा होता है जिससे पेट्रोल गैस, कैरोसीन गैस या एल.पी.जी. प्राप्त होती है इस पर बर्नर लगाकर इससे पदार्थों तथा विलयनों को गर्म किया जाता है। गैस बर्नर उपलब्ध नहीं होने पर स्पिरिट लैम्प का प्रयोग किया जाता है।

(c) **अभिकर्मक आलमारी (Reagent shelf)**—प्रत्येक परीक्षण टेबिल पर लकड़ी की एक छोटी आलमारी (शैल्फ) रखी होती है जिस पर प्रयोग में आने वाले तनु तथा सान्द्र अम्ल, कुछ अभिकर्मक

विलयन तथा ठोस पदार्थ काँच की बोटलों में रखे होते हैं। एक शैल्फ में रखे रसायनों को विपरीत दिशा में खड़े दोनों विद्यार्थी काम में ले सकते हैं।

(ii) दीवार पर लगी आलमारी (Side shelf)—प्रयोगशाला में दो या तीन आलमारी दीवार पर लगी होती हैं जिनमें कम काम में आने वाले अभिकर्मक अंग्रेजी वर्णमाला क्रम में ठोस तथा विलयन के रूप में रखे होते हैं। कार्बनिक तथा अकार्बनिक विश्लेषण में प्रयुक्त अभिकर्मक भिन्न-भिन्न शैल्फ में रखे होते हैं।

(iii) तुला कक्ष (Balance room)—प्रयोगशाला में एक छोटा कक्ष होता है जिसमें लकड़ी के बॉक्स में एक रासायनिक तुला रखी होती है जिसे पदार्थों को तौलने के लिए प्रयुक्त किया जाता है।

(iv) विरचन कक्ष (Preparation room)—प्रयोगशाला में एक छोटा कक्ष होता है जिसमें शिक्षक के निर्देशन में प्रयोगशाला सहायक, प्रयोगों के लिए आवश्यक विभिन्न विलयन तथा मिश्रण तैयार करता है।

(v) निकास पंखे (Exhaust fans)—रसायन विज्ञान में प्रयोगों के दौरान विभिन्न जहरीली वाष्प तथा गैस निकलती हैं जिनको बाहर निकालने के लिए प्रयोगशाला में कम से कम दो निकास पंखे लगे होते हैं, अन्यथा प्रयोगशाला में दुर्घटना हो सकती है।

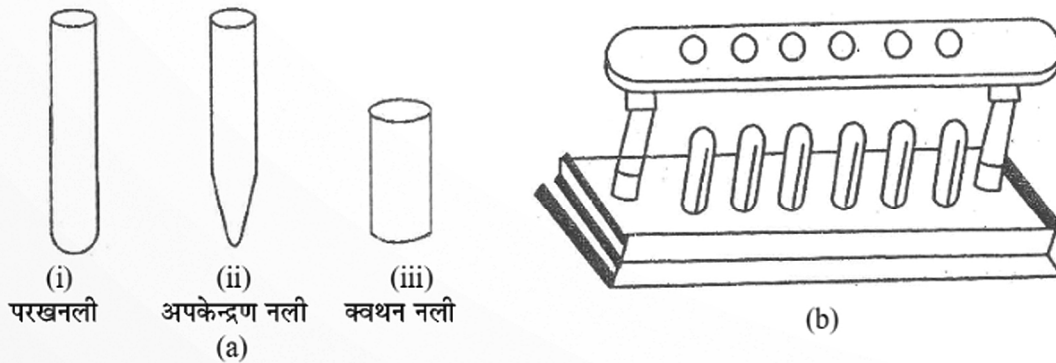
(vi) बोर्ड तथा प्रदर्शन टेबिल (Board and demonstration table)—प्रयोगशाला में एक बोर्ड तथा प्रदर्शन टेबिल भी होती है जिनसे शिक्षक विद्यार्थियों को प्रयोग से सम्बन्धित जानकारी देता है तथा प्रयोग का प्रदर्शन करके भी बताता है।

## 1.2 रसायन विज्ञान प्रयोगशाला में आवश्यक सामान्य उपकरण तथा काँच के पात्र (General Apparatus and Glass Wares required in Chemistry Laboratory)

रसायन विज्ञान की प्रयोगशाला में निम्नलिखित उपकरण तथा काँच के पात्र आवश्यक होते हैं—

(i) परखनली (Test tube)—परखनली कठोर काँच से बनी बेलनाकार नली होती है जिसका एक सिरा बन्द होता है। एक सामान्य परखनली 10 सेमी. लम्बी तथा 1 से 1.5 सेमी. व्यास की होती है। इसका आयतन 15-20 मिली लीटर होता है। इनको पदार्थों को गर्म करने तथा उनका परीक्षण करने में प्रयुक्त किया जाता है। अभिक्रिया करते समय परखनली का केवल एक-तिहाई भाग ही भरना चाहिए। आवश्यकता के अनुसार परखनली कई प्रकार की होती है। जैसे विलयन या द्रव को उबालने के लिए **क्वथन नली** (Boiling tube) तथा अवक्षेप को पृथक् करने के लिए **अपकेन्द्रण नली** (Centrifugation tube) प्रयुक्त की जाती है।

(ii) परखनली स्टैंड (Test tube stand)—यह प्लास्टिक या लकड़ी का बना एक स्टैंड होता है जिस पर परखनलियाँ रखी जाती हैं।



चित्र 1.1 : (a) विभिन्न प्रकार की परखनलियाँ, (b) परखनली स्टैंड

(iii) बीकर (Beaker)—यह काँच का बना एक पात्र होता है जिसके रिम पर एक चोंच बनी होती है। प्रयोगों के लिए आवश्यक द्रवों तथा विलयनों को लेने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। बीकर विभिन्न आयतन क्षमता के होते हैं, जैसे—50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml इत्यादि जिन्हें आवश्यकतानुसार प्रयुक्त किया जा सकता है।