NCERT के पूर्णतया संशोधित नवीनतम् पाठ्यक्रम पर आधारित

संजीव®

रसायन विज्ञान

कक्षा-11 (भाग-1)

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान के विद्यार्थियों के लिए

लेखक :

डॉ. के.बी. बंसल

एम.एससी., एम.फिल., पीएच.डी.

सहआचार्य, रसायन विज्ञान विभाग

राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, दौसा

संजीव प्रकाशन

जयपुर-3

मूल्य : ₹ 400/-

- प्रकाशक :

  संजीव प्रकाशन

  धामाणी मार्केट, चौड़ा रास्ता,

  जयपुर-3

  email : sanjeevprakashanjaipur@gmail.com
  website : www.sanjivprakashan.com

- © प्रकाशकाधीन

- **मूल्य : ₹ 400.00**

- लेजर कम्पोजिंग :

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

- मुद्रक :

  पंजाबी प्रेस, जयपुर

  *****

❖ 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 इस पुस्तक में प्रकाशित किसी त्रुटि के प्रति तथा इससे होने वाली किसी भी क्षति के लिए लेखक, प्रकाशक, संपादक तथा मुद्रक किसी भी रूप में जिम्मेदार नहीं हैं।

❖ सभी प्रकार के विवादों का न्यायिक क्षेत्र 'जयपुर' होगा।

भूमिका

NCERT के नवीनतम पाठ्यक्रम के अनुसार कक्षा 11 के विद्यार्थियों के लिए ***रसायन विज्ञान भाग-1*** की इस अद्वितीय पुस्तक के संशोधित एवं परिवर्धित संस्करण को प्रस्तुत करते हुए मुझे अपार हर्ष हो रहा है। प्रस्तुत पुस्तक सरल एवं सहज भाषा में लिखी गई है ताकि छात्र विषय को आसानी से आत्मसात् कर सकें। ***यह पुस्तक कक्षा 11 के विद्यार्थियों के लिए तो उपयोगी है ही, साथ ही मेडिकल तथा इंजीनियरिंग की विभिन्न प्रवेश परीक्षाओं की तैयारी कर रहे विद्यार्थियों के लिए भी अत्यन्त उपयोगी साबित होगी।*** आशा है कि विद्यार्थी वर्ग इससे लाभान्वित होगा तथा शिक्षक वर्ग मेरे इस प्रयास को सराहेगा। बाजार में उपलब्ध अन्य पुस्तकों की तुलना में इस पुस्तक की अनेक ऐसी ***विशेषताएँ*** हैं जिनके कारण यह एक अद्वितीय पुस्तक है—

1. सैद्धान्तिक विषय-सामग्री का पर्याप्त तथा सटीक विवरण चित्रों सहित दिया गया है।
2. NCERT के नवीनतम पाठ्यक्रम का पूर्णत: पालन किया गया है।
3. शीर्षक एवं महत्त्वपूर्ण पदों के अंग्रेजी शब्द भी कोष्ठक में दिए गए हैं।
4. हिन्दी भाषा के जटिल शब्दों के स्थान पर सरल शब्दों का प्रयोग किया गया है।
5. पाठ्यपुस्तक के सभी उदाहरणों तथा पाठ्यनिहित प्रश्नों को हल सहित यथास्थान समावेशित किया गया है।
6. अध्ययन-सामग्री के साथ बीच-बीच में अभ्यास हेतु अतिलघूत्तरात्मक तथा लघूत्तरात्मक प्रश्न भी हल सहित दिए गए हैं।
7. पाठ्यपुस्तक में अध्याय के अन्त में दिए गए सभी अभ्यास प्रश्नों के सम्पूर्ण हल सरल भाषा में दिए गए हैं।
8. अध्याय की पुनरावृत्ति हेतु प्रत्येक अध्याय में बिन्दुवार सारांश भी दिया गया है।
9. प्रत्येक अध्याय में परीक्षा में पूछे जाने योग्य सभी प्रकार के प्रश्न (वस्तुनिष्ठ, रिक्तस्थान, अतिलघूत्तरात्मक, लघूत्तरात्मक, आंकिक तथा निबन्धात्मक प्रश्न) दिए गए हैं।
10. प्रत्येक अध्याय के अन्त में **विभिन्न प्रतियोगी परीक्षाओं में पूछे गये बहुविकल्पीय प्रश्नों *को भी हल सहित*** दिया गया है।
11. पुस्तक के अन्त में ***परिशिष्ट*** I से V तक रसायन विज्ञान से सम्बन्धित महत्त्वपूर्ण सामग्री का संकलन प्रस्तुत किया गया है। यथा—तत्वों के संकेत, परमाणु क्रमांक, मोलर द्रव्यमान तथा संयोजी कोश का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास; महत्वपूर्ण तथ्य; महत्वपूर्ण भौतिक स्थिरांकों के मान; महत्वपूर्ण रूपान्तरण गुणांक; वैद्युत रासायनिक क्रम में 298 K पर विभव।

पुस्तक का नवीनतम संशोधित संस्करण नये कलेवर में प्रस्तुत किया जा रहा है। इसमें विषय विशेषज्ञों, शिक्षकों तथा पाठकों से प्राप्त बहुमूल्य सुझावों को भी उचित स्थान दिया गया है।

मैं हृदय से उस परमपिता परमेश्वर को शत्-शत् 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 सेंटर 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, अत: पुस्तक को और अधिक उपयोगी बनाने हेतु अपने विद्वान् साथियों एवं विद्यार्थियों के बहुमूल्य सुझावों का सदैव स्वागत है।

सहयोग की अपेक्षा में!

लेखक

डॉ. के.बी. बंसल

विषय-सूची

1. रसायन विज्ञान की कुछ मूल अवधारणाएँ
   (Some Basic Concepts of Chemistry) 1-48

2. परमाणु की संरचना
   (Structure of Atom) 49-113

3. तत्त्वों का वर्गीकरण एवं गुणधर्मों में आवर्तिता
   (Classification of Elements and Periodicity in Properties) 114-160

4. रासायनिक आबंधन तथा आण्विक संरचना
   (Chemical Bonding and Molecular Structure) 161-229

5. ऊष्मागतिकी
   (Thermodynamics) 230-278

6. साम्यावस्था
   (Equilibrium) 279-371

- **Periodic Table** **372**
- **परिशिष्ट** **373-381**
- **लघुगणक सारणी** **382-385**

रसायन विज्ञान भाग-1 (कक्षा-11)

रसायन विज्ञान की कुछ मूल अवधारणाएँ
(Some Basic Concepts of Chemistry)

1 अध्याय

1.1 रसायन विज्ञान का महत्त्व (Importance of Chemistry)
1.2 द्रव्य की प्रकृति (Nature of Matter)
1.3 द्रव्य के गुणधर्म और उनका मापन (Properties of Matter and their Measurement)
1.4 मापन में अनिश्चितता (Uncertainty in Measurement)
1.5 रासायनिक संयोजन के नियम (Laws of Chemical Combinations)
1.6 डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त (Dalton's Atomic Theory)
1.7 परमाणु द्रव्यमान और आण्विक द्रव्यमान (Atomic Masses and Molar Masses)
1.8 मोल-संकल्पना और मोलर द्रव्यमान (Mole Concept and Molar Masses)
1.9 प्रतिशत संघटन (Percentage Composition)
1.10 स्टॉइकियोमीट्री और स्टॉइकियोमीट्रिक परिकलन (Stoichiometry and Stoichiometric Calculations)

परिचय (Introduction)—

रसायन विज्ञान का सम्बन्ध पदार्थ के संघटन (Composition), संरचना (Structure) तथा उसके गुणों से होता है, जिन्हें पदार्थ के अवयवी मौलिक कणों (परमाणुओं तथा अणुओं) के माध्यम से अच्छी तरह समझा जा सकता है। इसी कारण रसायन विज्ञान को परमाणुओं तथा अणुओं के विज्ञान माना जाता है। क्या कणों को देखा जा सकता है, उनका भार ज्ञात कर सकते हैं, तथा उनकी उपस्थिति का अनुभव किया जा सकता है? किसी पदार्थ की निश्चित मात्रा में परमाणुओं तथा अणुओं की संख्या ज्ञात की जा सकती है या नहीं एवं क्या कणों की संख्या तथा उनके द्रव्यमान के मध्य कोई मात्रात्मक सम्बन्ध होता है? इन सभी प्रश्नों के उत्तर हम इस अध्याय में पायेंगे। इसके अतिरिक्त यहाँ पर किसी पदार्थ के भौतिक गुणों को उपयुक्त इकाइयों (units) की सहायता से मात्रात्मक रूप से दर्शाने की व्याख्या भी करेंगे।

1.1 रसायन विज्ञान का महत्त्व (Importance of Chemistry)

मनुष्य की जिज्ञासु प्रवृत्ति के कारण वह हमेशा ही अपने चारों ओर के वातावरण तथा प्रकृति के रहस्यों के बारे में जानने का प्रयास करता रहा है जिससे उसके ज्ञान में निरन्तर वृद्धि होती गयी। अत: ज्ञान का सुव्यवस्थित ढंग से अध्ययन करना आवश्यक हो गया। **मनुष्य द्वारा प्रकृति के रहस्यों को समझने तथा उनका वर्णन करने के लिए उपलब्ध ज्ञान को क्रमबद्ध करने को ही विज्ञान कहा जाता है।**

सुविधा की दृष्टि से विज्ञान को **भौतिक विज्ञान, रसायन विज्ञान, जीव विज्ञान, चिकित्सा विज्ञान** तथा **भू-विज्ञान** आदि शाखाओं में वर्गीकृत किया गया है। विज्ञान में रसायन विज्ञान की भूमिका अधिक महत्त्वपूर्ण होती है, जो कि सामान्यत: विज्ञान की अन्य शाखाओं से आवश्यक रूप से जुड़ी हुई है। दैनिक जीवन में भी रसायन विज्ञान की महत्त्वपूर्ण भूमिका है।

रसायन विज्ञान, विज्ञान की वह शाखा है जिसमें पदार्थों की संरचना, गुणधर्म तथा द्रव्य की अन्योन्य क्रियाओं (Interactions of matter) का अध्ययन किया जाता है।

रसायन विज्ञान के अंग्रेजी रूपान्तरण के शब्द **केमिस्ट्री** को ग्रीक

भाषा के शब्द **कीमिया (Chemia)** से लिया गया है, क्योंकि रसायन विज्ञान के क्षेत्र में कार्य करने वाले वैज्ञानिकों को अरबी भाषा में **कीमियागर** कहा जाता था। रसायन विज्ञान को मुख्यत: निम्नलिखित शाखाओं में वर्गीकृत किया गया है—

(i) अकार्बनिक रसायन (Inorganic Chemistry)
(ii) कार्बनिक रसायन (Organic Chemistry)
(iii) भौतिक रसायन (Physical Chemistry)
(iv) विश्लेषणात्मक रसायन (Analytical Chemistry)
(v) औद्योगिक रसायन (Industrial Chemistry)

अकार्बनिक रसायन में विभिन्न अकार्बनिक यौगिकों के बनाने की विधियों, अयस्कों से तत्त्वों के निष्कर्षण की विधियों तथा इनके गुणों एवं उपयोगों का अध्ययन किया जाता है।

कार्बनिक रसायन, हाइड्रोकार्बन तथा इनके व्युत्पन्नों का रसायन है जबकि भौतिक रसायन में द्रव्य की संरचना तथा उसके भौतिक गुणों का अध्ययन किया जाता है। रसायन विज्ञान का विभिन्न क्षेत्रों में उपयोग होता है, जो कि निम्न प्रकार हैं—

(i) कृषि—कृषि के क्षेत्र में अच्छी फसल तथा बीज प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त विभिन्न उर्वरकों, कीटनाशकों तथा जीवाणुनाशकों का उत्पादन रसायन विज्ञान की ही देन है।

(ii) चिकित्सा एवं स्वास्थ्य—मनुष्य के स्वास्थ्य तथा चिकित्सा में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार की औषधियाँ रसायन विज्ञान के द्वारा ही प्राप्त हो पायी हैं। **कैंसर की चिकित्सा** में प्रयुक्त प्रभावी औषधियाँ जैसे—**सिसप्लेटिन** तथा **टैक्सोल** एवं **एड्स** के रोगियों के उपचार हेतु प्रयुक्त औषधि **एजिडोथाईमिडिन** (AZT) जैसी अनेक जीवनरक्षक औषधियाँ रसायन विज्ञान के द्वारा ही पौधों और प्राणी-स्रोतों से प्राप्त की गयी हैं या संश्लेषित की गई हैं। आयोडीन के समस्थानिक से थाइराइड ग्रन्थि के कार्य का अध्ययन किया जाता है।

(iii) दैनिक जीवन में—मनुष्य के जीवन-स्तर को ऊँचा उठाने हेतु भोजन तथा सुविधा की अन्य वस्तुओं की पूर्ति करने में रसायन विज्ञान की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है।

(iv) उद्योगों में—वस्त्र उद्योग, रंग तथा पेंट उद्योग, साबुन उद्योग, चमड़ा उद्योग, चीनी उद्योग, प्लास्टिक उद्योग, ग्लास एवं सीमेंट उद्योग आदि का विकास रसायन विज्ञान के ज्ञान तथा उपयोग से ही संभव हो पाया है। इसी प्रकार मिश्र धातुओं का निर्माण, विद्युत लेपन (Electroplating), धातुओं का निष्कर्षण, फोटोग्राफी इत्यादि में भी रसायन विज्ञान के सिद्धान्त ही प्रयुक्त होते हैं।

(v) विशिष्ट पदार्थों के निर्माण में—रसायन विज्ञान के सिद्धान्तों को भली-भाँति जानने के पश्चात् अब विशिष्ट चुम्बकीय, विद्युतीय तथा प्रकाशीय गुणयुक्त पदार्थों का संश्लेषण संभव हुआ है, जिसके फलस्वरूप अतिचालक सिरेमिक, सुचालक बहुलक तथा प्रकाशीय तंतु (Optical Fibre) जैसे पदार्थ संश्लेषित किये जा सकते हैं।

(vi) पर्यावरण के शुद्धिकरण में—विगत कुछ वर्षों में रसायन विज्ञान की सहायता से पर्यावरणीय प्रदूषण से सम्बन्धित कुछ गंभीर समस्याओं को काफी हद तक नियंत्रित किया जा सका है। जैसे—समतापमण्डल (Stratosphere) में ओजोन का क्षय (Ozone depletion) करने वाले तथा पर्यावरण प्रदूषक क्लोरोफ्लोरो कार्बन (CFC) जैसे पदार्थों के विकल्प संश्लेषित किए गए हैं, परन्तु अभी भी अनेक समस्याएँ रसायनज्ञों के लिए एक गंभीर चुनौती हैं। इसी प्रकार ग्रीन हाउस गैसों जैसे CH_4, CO_2 आदि का प्रबन्धन भी एक समस्या है। मोटरकारों, बसों तथा दुपहिया वाहनों से होने वाले वायु प्रदूषण को कम करने के लिए संपीडित प्राकृतिक गैस (Compressed Natural Gas—CNG) का उपयोग भी रसायन विज्ञान की ही देन है।

(vii) जीव विज्ञान के क्षेत्र में—जीव विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में रसायन विज्ञान के सिद्धान्तों का उपयोग किया जाता है, जैसे—मस्तिष्क की कार्यप्रणाली तथा पौधों की जड़ों द्वारा ग्रहण किए खनिजों का ऊपर की ओर जाना, इत्यादि।

(viii) युद्ध के क्षेत्र में—युद्ध के लिए आवश्यक सामग्री जैसे—टी.एन.टी., डायनेमाइट, परमाणु बम, हाइड्रोजन बम, कोबाल्ट बम तथा मस्टर्ड गैस एवं क्लोरोपिक्रिन जैसी विषैली गैसें रसायन विज्ञान की ही देन हैं, लेकिन यह रसायन विज्ञान का विनाशकारी उपयोग है।

(ix) अन्य उपयोग—उपरोक्त क्षेत्रों के अलावा बहुत से ऐसे क्षेत्र हैं जिनमें रसायन विज्ञान के ज्ञान का उपयोग होता है, जैसे—मौसम विज्ञान, कम्प्यूटर का प्रचालन (Operation), वायुयान, रॉकेट तथा उपग्रह आदि का निर्माण इत्यादि।

रसायन विज्ञान के विभिन्न महत्त्वपूर्ण उपयोगों के अतिरिक्त इसके कई विकृत रूप भी हैं जो मनुष्य के जीवन के लिए घातक हैं, जैसे—जल तथा वायु प्रदूषण, जिनसे विभिन्न बीमारियाँ फैलती हैं। राजस्थान में एक महत्त्वपूर्ण समस्या जल में उपस्थित फ्लुओराइड की अधिक मात्रा है जिसके कारण हड्डियों तथा दाँतों से सम्बन्धित अनेक बीमारियाँ हो जाती हैं। इस वायु तथा जल प्रदूषण को दूर करने के लिए भी रसायन विज्ञान का ही उपयोग किया जाता है। अत: सारांश के रूप में यह कहा जा सकता है कि रसायन विज्ञान मनुष्य के सर्वांगीण विकास में सहायक है लेकिन इसका दुरुपयोग मनुष्य के विनाश का कारण भी बन सकता है। अत: यह मानव जाति पर निर्भर करता है कि वह इसका उपयोग किस रूप में करता है।

रसायनज्ञों की भावी पीढ़ियों के लिए जैव रासायनिक प्रक्रियाओं की समझ, विभिन्न रसायनों के औद्योगिक उत्पादन के लिए एंजाइमों का उपयोग एवं नए मोहक (Exotic) पदार्थों का उत्पादन कुछ बौद्धिक चुनौतियाँ हैं। इन चुनौतियों का सामना करने के लिए भारत जैसे विकासशील देश को मेधावी तथा सृजनात्मक रसायनज्ञों की आवश्यकता है।

1.2 द्रव्य की प्रकृति (Nature of Matter)

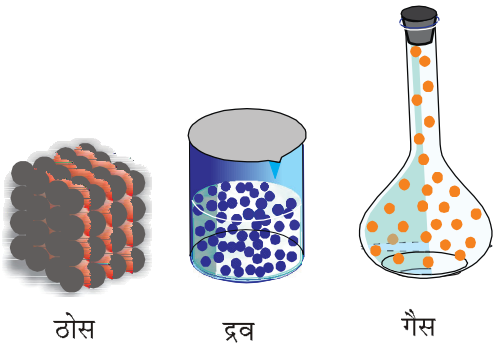
हमारे आस-पास स्थित सभी वस्तुएँ द्रव्य से बनी होती हैं, अत: **वह वस्तु जिसका द्रव्यमान होता है तथा जो स्थान घेरती है उसे द्रव्य कहते हैं।** उदाहरण—पेन, पेन्सिल, पुस्तक, वायु, जीव-जन्तु इत्यादि। द्रव्य, छोटे-छोटे कणों से मिलकर बना होता है।

द्रव्य का वर्गीकरण (Classification of Matter)—

द्रव्य का वर्गीकरण दो प्रकार से किया जा सकता है—

(i) भौतिक अवस्था के आधार पर (ii) संघटन के आधार पर।

(i) भौतिक अवस्था के आधार पर (On the basis of Physical State)—भौतिक अवस्था के आधार पर द्रव्य तीन प्रकार का होता है—ठोस, द्रव तथा गैस। इन तीनों अवस्थाओं में उपस्थित अवयवी कणों को निम्न प्रकार दर्शाया जा सकता है—



चित्र 1.1 : ठोस, द्रव तथा गैस अवस्था में उपस्थित अवयवी कणों की व्यवस्था का प्रदर्शन

ठोस (Solid)—द्रव्य की ठोस अवस्था में कण अत्यधिक निकट तथा क्रमबद्ध रूप से व्यवस्थित रहते हैं तथा इनकी गतिशीलता नगण्य होती है। ठोसों का आयतन तथा आकार निश्चित होता है तथा सामान्यत: ये कठोर एवं दृढ़ होते हैं जिनका घनत्व अधिक होता है। उदाहरण—साधारण नमक, लकड़ी, पेन, पेन्सिल इत्यादि।

द्रव (Liquid)—द्रवों में अवयवी कण ठोसों की अपेक्षा कुछ अधिक दूरी पर होते हैं तथा ये गति कर सकते हैं। द्रव का आयतन निश्चित होता है, परन्तु इनका आकार निश्चित नहीं होता है तथा ये उसी पात्र का आकार ग्रहण कर लेते हैं, जिसमें इन्हें रखा जाता है।

द्रवों का घनत्व ठोसों की तुलना में कम होता है तथा इनमें अन्तराअणुक आकर्षण बल कम होता है। द्रवों में तरलता का गुण भी पाया जाता है क्योंकि इनके अणु अव्यवस्थित होते हैं। द्रवों में अणुओं की गतिज ऊर्जा, ठोसों की अपेक्षा अधिक होती है। उदाहरण—तेल, जल, दूध तथा ऐल्कोहॉल।

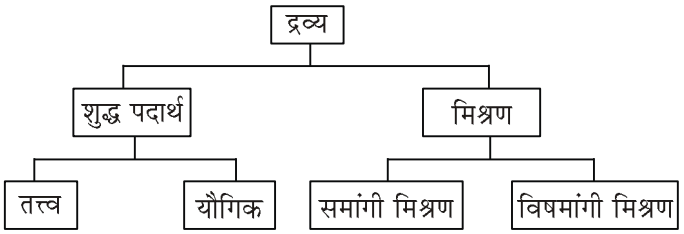
गैस (Gases)—ठोसों तथा द्रवों की अपेक्षा गैसों में अवयवी कण बहुत दूर-दूर होते हैं। ये आसानी से तथा तेजी से गति कर सकते हैं। गैसों का आयतन तथा आकार निश्चित नहीं होता तथा ये उस पात्र के आयतन में पूरी तरह फैल जाती हैं जिसमें इन्हें रखा जाता है, जिसके कारण कणों के मध्य अधिकांश स्थान रिक्त रहता है, अत: इनकी सम्पीड्यता अधिक होती है। गैसों में अणुओं के मध्य आकर्षण बल नगण्य होता है तथा इनमें अणुओं की गतिज ऊर्जा अधिक होती है। उदाहरण—ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड गैस तथा वायु।

द्रव्य की भौतिक अवस्था निश्चित नहीं होती है तथा ताप और दाब के परिवर्तन द्वारा इन्हें एक-दूसरे में परिवर्तित किया जा सकता है। ठोस को गरम करने पर वह द्रव में तथा द्रव को गरम करने पर वह गैसीय अवस्था में परिवर्तित हो जाता है। इसके विपरीत गैस को ठंडा करने पर वह द्रव में परिवर्तित हो जाती है और इसे अधिक ठंडा करने पर यह ठोस में परिवर्तित हो जाता है।

उदाहरण— ठोस $\underset{\text{ठंडा}}{\overset{\text{गरम}}{\rightleftharpoons}}$ द्रव $\underset{\text{ठंडा}}{\overset{\text{गरम}}{\rightleftharpoons}}$ गैस

बर्फ (ठोस) $\underset{\text{ठंडा}}{\overset{\text{गरम}}{\rightleftharpoons}}$ जल (द्रव) $\underset{\text{ठंडा}}{\overset{\text{गरम}}{\rightleftharpoons}}$ जल वाष्प (गैस)

(ii) संघटन के आधार पर (On the basis of Composition)—संघटन के आधार पर द्रव्य को **मिश्रण** तथा **शुद्ध पदार्थ** में वर्गीकृत किया जाता है लेकिन इन्हें पुन: उपवर्गों में विभाजित किया जाता है जिसे निम्न प्रकार दर्शाया जा सकता है—



शुद्ध पदार्थ (Pure substances)—शुद्ध पदार्थों का संघटन निश्चित होता है तथा इनके घटकों को सामान्य भौतिक विधियों द्वारा पृथक् नहीं किया जा सकता। उदाहरण—सोना, चाँदी, लोहा, जल, शर्करा तथा ग्लूकोस। ग्लूकोस में कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन एक निश्चित अनुपात में होते हैं। शुद्ध पदार्थों को पुन: **तत्त्वों** तथा **यौगिकों** में वर्गीकृत किया जाता है—

तत्त्व (Elements)—वह पदार्थ जिसमें उपस्थित सभी कण (परमाणु, अणु या आयन) एक ही प्रकार के होते हैं, उसे तत्त्व कहते हैं। उदाहरण—सोडियम, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, चाँदी तथा ताँबा इत्यादि। इन सभी में एक ही प्रकार के परमाणु उपस्थित होते हैं, परन्तु विभिन्न तत्त्वों के परमाणु एक-दूसरे से भिन्न होते हैं। सोडियम अथवा ताँबे जैसे कुछ तत्त्वों में एकल परमाणु उपस्थित होते हैं, जबकि अन्य तत्त्वों में दो

या अधिक परमाणु मिलकर अणु बनाते हैं, जैसे—हाइड्रोजन, नाइट्रोजन तथा ऑक्सीजन गैसों में अणु उपस्थित होते हैं, जो इनके दो-दो परमाणुओं से मिलकर बने होते हैं। तत्त्व धातु, अधातु या उपधातु हो सकते हैं।

यौगिक (Compounds)—जब भिन्न-भिन्न तत्त्वों के दो या दो से अधिक परमाणु संयोजित होकर अणु बनाते हैं तो उसे यौगिक कहते हैं। यौगिकों का संघटन निश्चित होता है तथा इनके घटक तत्त्वों को रासायनिक विधियों द्वारा पृथक् किया जा सकता है। उदाहरण—अमोनिया (NH_3), जल (H_2O), कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) तथा शर्करा ($C_{12}H_{22}O_{11}$)।

जल के एक अणु में दो हाइड्रोजन परमाणु तथा एक ऑक्सीजन परमाणु उपस्थित होते हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड के अणु में कार्बन का एक परमाणु तथा ऑक्सीजन के दो परमाणु उपस्थित होते हैं। किसी यौगिक के गुण उसके घटक तत्त्वों के गुणों से भिन्न होते हैं। जैसे—हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैसें हैं, जबकि उनके संयोजन से बना जल (यौगिक) एक द्रव है। हाइड्रोजन एक तेज (pop) ध्वनि के साथ जलती है और ऑक्सीजन दहन में सहायक होती है, जबकि जल एक अग्निशामक है।

मिश्रण (Mixtures)—मिश्रण वे होते हैं जिनमें दो या दो से अधिक पदार्थ किसी भी अनुपात में उपस्थित हो सकते हैं तथा उनका संघटन भिन्न हो सकता है। हमारे आस-पास उपस्थित अधिकांश पदार्थ मिश्रण हैं। मिश्रण में उपस्थित विभिन्न घटकों को विभिन्न भौतिक विधियों द्वारा पृथक् किया जा सकता है। जैसे—छानना, आसवन, क्रिस्टलन इत्यादि। उदाहरण—हवा, जल तथा शर्करा का मिश्रण, नमक तथा शर्करा का मिश्रण। मिश्रण दो प्रकार के होते हैं—समांगी तथा विषमांगी।

समांगी मिश्रण (Homogenous Mixture)—समांगी मिश्रण में उपस्थित घटक एक-दूसरे में पूर्णतया मिश्रित होते हैं तथा पूरे मिश्रण का संघटन एक समान होता है। उदाहरण—'जल में चीनी का विलयन', 'हवा' तथा ऐल्कोहॉल व जल का मिश्रण।

विषमांगी मिश्रण (Heterogenous Mixture)—विषमांगी मिश्रण का संघटन सम्पूर्ण मिश्रण में एक समान नहीं होता है अर्थात् इनका संघटन असमान होता है तथा कभी-कभी तो विषमांगी मिश्रण के घटक पृथक्-पृथक् दिखाई भी देते हैं। उदाहरण—चीनी तथा नमक, दाल तथा कंकड़ एवं तेल तथा जल का मिश्रण।

1.3 द्रव्य के गुणधर्म और उनका मापन (Properties of Matter and their Measurement)

प्रत्येक पदार्थ के विशिष्ट (अभिलाक्षणिक) गुणधर्म होते हैं। इन गुणधर्मों को दो वर्गों में वर्गीकृत किया जाता है—(i) **भौतिक गुणधर्म** तथा (ii) **रासायनिक गुणधर्म।**

(i) भौतिक गुणधर्म (Physical Properties)—किसी पदार्थ के वे गुण जिन्हें पदार्थ की पहचान या उसके संघटन को परिवर्तित किए बिना देखा या मापा जा सकता है, उन्हें भौतिक गुणधर्म कहते हैं। उदाहरण—रंग, गंध, गलनांक, क्वथनांक, हिमांक, श्यानता तथा घनत्व इत्यादि।

(ii) रासायनिक गुणधर्म (Chemical Properties)—किसी पदार्थ के वे गुण जिन्हें देखने या मापने के लिए, पदार्थ में रासायनिक परिवर्तन का होना आवश्यक होता है, उन्हें रासायनिक गुणधर्म कहते हैं। उदाहरण—अम्लता, क्षारकता, दहन इत्यादि। **द्रव्य के अनेक गुणधर्म, जैसे—लम्बाई, क्षेत्रफल, आयतन इत्यादि मात्रात्मक प्रकृति के होते हैं।**

मापन (Measurement)—किसी मात्रात्मक मापन या प्रेक्षण को संख्यात्मक परिमाण (अंक) तथा इकाई या मात्रक लिखकर व्यक्त किया जाता है। उदाहरण—किसी कमरे की लम्बाई को 5m लिखकर बताया जाता है तो इसमें 5 एक संख्या तथा m, मीटर को दर्शाता है अर्थात् यह एक इकाई है जिसमें लम्बाई को मापा गया है। इसी प्रकार भार के लिए किलोग्राम तथा आयतन के लिए लीटर का प्रयोग किया जाता है।

किसी राशि को मापने के लिए आवश्यक मानक उस राशि की प्रवृत्ति का ही होता है जिसे इकाई (मात्रक) कहते हैं। मात्रकों को पहले तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता था—

(i) CGS मात्रक (cm. gram second)—इस मात्रक में लम्बाई को सेंटीमीटर में, द्रव्यमान को ग्राम में तथा समय को सेकण्ड में व्यक्त किया जाता है।

(ii) MKS मात्रक (meter kilogram second)—मात्रकों के इस प्रकार में लम्बाई को मीटर में, द्रव्यमान को किलोग्राम में तथा समय को सेकण्ड में व्यक्त किया जाता है।

(iii) FPS मात्रक (foot pound second)—इसमें लम्बाई के लिए फुट, द्रव्यमान के लिए पाउण्ड तथा समय के लिए सेकण्ड का प्रयोग किया जाता है।

सन् 1960 से पहले विश्व के विभिन्न भागों में मापन की दो पद्धतियाँ प्रयुक्त की जाती थीं—(i) **अंग्रेजी पद्धति** (the english system) तथा (ii) **मीट्रिक पद्धति** (the metric system)।

मीट्रिक पद्धति, फ्रांस में अठारहवीं शताब्दी में विकसित हुई थी तथा यह दशमलव प्रणाली पर आधारित होने के कारण अधिक सुविधाजनक थी। लेकिन फिर वैज्ञानिकों द्वारा एक सर्वमान्य मानक पद्धति की आवश्यकता महसूस की गई तथा एक ऐसी पद्धति सन् 1960 में प्रस्तुत की गयी जिसे मात्रकों की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति (SI) कहते हैं।

1.3.1 मात्रकों की अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति (The International System of Units) (SI)—

सन् 1960 में भार तथा माप के ग्यारहवें सर्व सम्मेलन (Conference Generale des Poios et Measures CGPM) मात्रकों की एक सर्वमान्य अन्तर्राष्ट्रीय पद्धति (SI) प्रस्तुत की गयी जिसे फ्रांसीसी में lesystem international d' units कहते हैं।

SI पद्धति में सात आधार मात्रक होते हैं जो कि सात आधारभूत वैज्ञानिक राशियों से सम्बन्धित हैं। इन मूल मात्रकों से अन्य भौतिक राशियाँ जैसे आयतन, वेग तथा घनत्व को व्युत्पित्त किया जा सकता है।

सारणी—आधारभूत भौतिक राशियाँ तथा उनके मात्रक

भौतिक राशि	प्रतीक	SI मात्रक	प्रतीक
लम्बाई	*l*	मीटर	m
द्रव्यमान	*m*	किलोग्राम	kg
समय	*t*	सेकंड	s
विद्युतधारा	*I*	ऐम्पीयर	A
ऊष्मागतिक तापक्रम	*T*	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	*n*	मोल	mol
ज्योति-तीव्रता या दीप्त तीव्रता	I_v	केन्डेला	cd

सारणी—SI व्युत्पन्न मात्रक

क्र.सं.	भौतिक राशि	इकाई	प्रतीक	SI मात्रक
1.	दाब	पास्कल	Pa	Nm^{-2} (न्यूटन प्रति वर्ग मीटर)
2.	शक्ति	वाट	W	Js^{-1} (जूल प्रति सेकण्ड)
3.	कार्य या ऊर्जा	जूल	J	Nm या Kgm^2s^{-2}
4.	बल	न्यूटन	N	$kgms^{-2}$ या न्यूटन
5.	आवृत्ति	हर्ट्ज	υ	Hz या s^{-1}
6.	विद्युत प्रतिरोध	ओम	Ω	$kgm^2s^{-3}A^{-2}$ या VA^{-1} वोल्ट प्रति ऐम्पीयर
7.	विद्युत आवेश	कूलाम	C	AS (ऐम्पीयर सेकण्ड)
8.	विद्युत विभवान्तर	वोल्ट	V	$kgm^2s^{-3}A^{-1}$ या JC^{-1} जूल प्रति कूलाम
9.	क्षेत्रफल	वर्गमीटर	a	m^2
10.	आयतन	घनमीटर	V	m^3
11.	घनत्व	द्रव्यमान प्रति इकाई आयतन	d	kgm^{-3}
12.	वेग	मीटर प्रति सेकण्ड	v	ms^{-1}
13.	त्वरण	वेग प्रति सेकण्ड		ms^{-2}

SI पद्धति में अपवर्त्यों (multiples) या अपवर्तकों (submultiples) को व्यक्त करने के लिए पूर्वलग्नों (prefixes) का प्रयोग भी किया जाता है जिससे किसी मात्रक को बढ़ाया जा घटाया जा सकता है।

गुणक	पूर्वलग्न	संकेत	गुणक	पूर्वलग्न	संकेत
10	डेका	da	10^{-1}	डेसी	d
10^2	हेक्टो	h	10^{-2}	सेन्टी	c
10^3	किलो	k	10^{-3}	मिली	m
10^6	मेगा	M	10^{-6}	माइक्रो	μ
10^9	गीगा	G	10^{-9}	नैनो	n
10^{12}	टेरा	T	10^{-12}	पिको	p
10^{15}	पेटा	P	10^{-15}	फेम्टो	f
10^{18}	एक्सा	E	10^{-18}	ऐटो	a
10^{21}	जेटा	Z	10^{-21}	जेप्टो	z
10^{24}	योटा	Y	10^{-24}	योक्टो	y

SI मात्रकों तथा प्रतीकों को प्रयुक्त करते समय निम्नलिखित नियमों का पालन किया जाता है—

(i) किसी मात्रक को व्यक्ति के नाम से सूचित करते समय उसके प्रतीक को बड़े अक्षर से दर्शाया जाता है—

उदाहरण—8 न्यूटन = 8N

(ii) किसी मात्रक के प्रतीक के बाद बिन्दु (dot) का प्रयोग नहीं किया जाता है। उदाहरण—10 kg न कि 10 kg.

(iii) मात्रकों को हमेशा एकवचन में लिखना चाहिए। उदाहरण—5 सेकण्ड न कि 5 सेकण्ड्स।

(iv) किसी मात्रक के प्रतीक तथा पूर्वलग्न के मध्य जगह नहीं छोड़नी चाहिए। उदाहरण—3 नैनोमीटर = 3 nm

(v) व्युत्पन्न मात्रकों को ऋणात्मक घात में लिखा जाना चाहिए। उदाहरण—मीटर/सेकण्ड (m/s) के स्थान पर ms^{-1} लिखना अधिक उपयुक्त माना जाता है।

SI आधार मात्रकों की परिभाषाएँ (Definitions of SI Base Units)—

(i) लम्बाई (Length)—**मीटर** (**m**) को लम्बाई के मात्रक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। प्रकाश द्वारा निर्वात् में एक सेकण्ड के $\frac{1}{299,792,458}$ समय अंतराल में तय किए गए पथ की दूरी एक मीटर होती है। (सत्रहवाँ सी.जी.पी.एम. 1983)

(ii) द्रव्यमान (Mass)—द्रव्यमान का मात्रक **किलोग्राम** (**kg**) होता है। यह अन्तर्राष्ट्रीय मानक किलोग्राम द्रव्यमान के बराबर माना जाता है। (तृतीय सी.जी.पी.एम. 1901)