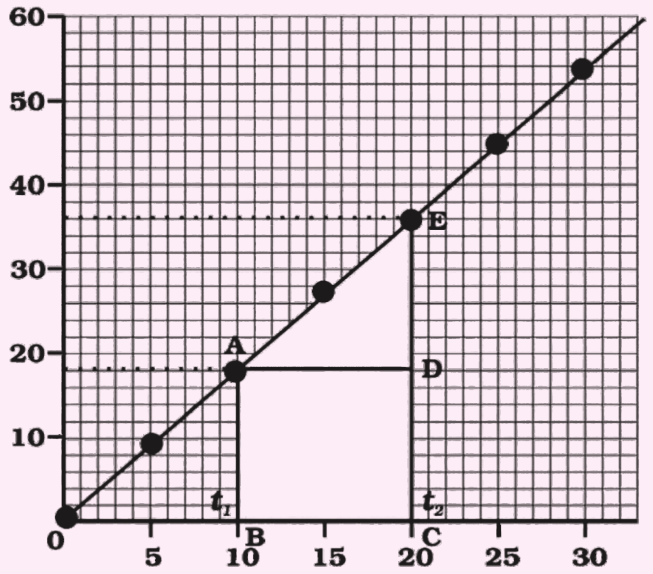


State Council of Educational Research & Training
Andhra Pradesh

PHYSICAL SCIENCE

Semester - 1

Class - 9

Textbook of

PHYSICAL SCIENCE

భౌతిక రసాయన శాస్త్రం

Semester (సెమిస్టర్) - 1

Class

9

Free distribution by Samagra Shiksha, Government of Andhra Pradesh

0964

सत्यमेव जयते

CONSTITUTION OF INDIA

Preamble

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having
solemnly resolved to constitute India into a
SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC
and to secure to all its citizens:
JUSTICE
Social, economic and political;
LIBERTY
of thought, expression, belief, faith and worship;
EQUALITY
of status and of opportunity; and to
promote among them all
FRATERNITY
assuring the dignity of the individual and the unity and
integrity of the Nation;
IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY
this twenty-sixth day of November, 1949, do
HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO
OURSELVES THIS CONSTITUTION

భారత రాజ్యాంగం - పౌర విధులు

1. రాజ్యాంగమునకు బద్ధుడై వుండుట, దాని ఆదర్శాలను, సంస్థలను, జాతీయ పతాకమును,జాతీయ గీతమును గౌరవించుట;
2. జాతీయ స్వాతంత్ర్య పోరాటమునకు స్ఫూర్తినిచ్చిన ఉన్నతాదర్శములను మనస్సుయందు ఉంచుకొని వాటిని అనుసరించుట;
3. భారత సార్వభౌమత్వం, ఐక్యత, అఖండతను సమర్థించుట మరియు సంరక్షించుట.
4. దేశమును రక్షించుట మరియు కోరినపుడు జాతికి సేవ చేయుట;
5. భారత ప్రజల మధ్య మత, భాష, ప్రాంతీయ, వర్గ వైవిధ్యములను అధిగమించి, సామరస్యమును, సోదర భావమును పెంపొందించుట, స్త్రీల గౌరవం తగ్గించు ఆచారములను విడనాడుట;
6. మన ఉమ్మడి సంస్కృతినీ, సుసంపన్న సంప్రదాయాలను గౌరవించి రక్షించుట;
7. అడవులు, సరస్సులు, నదులు, అడవి జంతువులతో సహా ప్రాకృతిక పరిసరాలను కాపాడి అభివృద్ధి చేయుట మరియు సమస్త జీవుల యెడల కరుణార్ద్రత కలిగి వుండుట.
8. శాస్త్రీయ దృక్పథాన్ని, మానవతావాదాన్ని, జిజ్ఞాసను, సంస్కరణ తత్వాన్ని పెంపొందించుకొనటం;
9. ప్రజల ఆస్తిని సంరక్షించుట, హింసను విడనాడుట;
10. ప్రయత్నాలు, సాధనల ఉన్నతస్థాయిలను నిరంతరం అందుకొనునట్లుగా వైయక్తిక, సమిష్టి కార్య రంగాలన్నింటిలో శ్రేష్ఠత కోసం, కృషి చేయుట ప్రాథమిక కర్తవ్యమై వుండవలెను.
11. ఆరు నుండి పద్నాలుగు సంవత్సరముల వయస్సు కలిగిన బాలునికి లేదా బాలికకు తల్లి తండ్రి లేదా సంరక్షకునిగావున్న వ్యక్తి తనబిడ్డ లేదా సందర్భానుసారము తన సంరక్షితునికి విద్యార్జనకు అవకాశములు కల్పించవలెను.

(అధికరణం 51 A)

విద్యాహక్కు చట్టం

6 నుండి 14 సంవత్సరముల పిల్లలందరికి ఉచిత నిర్భంద ఎలిమెంటరీ విద్యనందించడానికి ఉద్దేశించబడినవి. ఇది ఏప్రిల్ 1, 2010 నుండి అమల్లోకి వచ్చింది.

చట్టంలోని ముఖ్యాంశాలు:

- పిల్లలందరికి అందుబాటులో పాఠశాలలను ఏర్పాటుచేయాలి.
- పాఠశాలలకు మౌలిక వసతులను కల్పించాలి.
- పిల్లలందరిని వయస్సుకు తగిన తరగతిలో చేర్పించాలి.
- వయస్సుకు తగ్గ తరగతిలో చేర్చిన తర్వాత తోటి వారితో సమానంగా ఉండటానికి ప్రత్యేకశిక్షణ ఇప్పించాలి.
- ప్రత్యేక అవసరాలు కల్గిన పిల్లలకు సాధారణ పిల్లలతోపాటు విద్యకొనసాగించడానికి తగువసతులు ఏర్పాట్లు చేయాలి.
- బడిలో చేర్చుకోడానికి ఎలాంటి పరీక్షలు నిర్వహించరాదు. ఎటువంటి రుసుము, చార్జీలు వసూలు చేయరాదు.
- బడిలో చేరిన పిల్లల పేరు తీసివేయడం, అదే తరగతిలో కొనసాగించడం చేయరాదు.
- పిల్లల్ని శారీరకంగా, మానసికంగా హింసించరాదు.
- వయస్సు నిర్ధారణ పత్రం, ఇతర ధృవీకరణ పత్రాలు లేవనే కారణం చేత పిల్లలకు బడిలో ప్రవేశాన్ని నిరాకరించరాదు.
- తగిన అర్హతలున్న వారిని మాత్రమే ఉపాధ్యాయులుగా నియమించాలి.
- పిల్లలు నిర్దేశించిన సామర్థ్యాలు సాధించేలా బోధనాభ్యసనం, మూల్యాంకనం ఉండాలి.
- ఎలిమెంటరీ విద్య పూర్తయ్యేవరకు పిల్లలకు ఎలాంటి బోర్డు పరీక్షలు నిర్వహించరాదు.
- పద్నాలుగు సంవత్సరాలు పూర్తయినప్పటికినీ, ఎలిమెంటరీ విద్య పూర్తయ్యేవరకు పాఠశాలలో పిల్లలు కొనసాగవచ్చును.
- బలహీన వర్గాలకు, ప్రతికూల పరిస్థితులను ఎదుర్కొంటున్న బృందాలకు చెందిన పిల్లలు ఏ విధమైన వివక్షతకు గురికాకుండా చూడాలి.
- రాజ్యాంగంలో పొందుపరిచిన విలువలకు అనుగుణంగా, విద్యార్థులను భయం, ఆందోళనకు గురిచేయని రీతిలో వారి సర్వతోముఖాభివృద్ధికి తోడ్పడే పాఠ్యప్రణాళిక రూపొందించాలి.

PHYSICAL SCIENCE

Class - IX, Semester - 1

0964

State Council of Educational Research & Training
Andhra Pradesh

© Government of Andhra Pradesh, Amaravati

First Published 2023
New Impression - 2024

All rights reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means without the prior permission in writing of the publisher, nor be otherwise circulated in any form of binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition including this condition being imposed on the subsequent purchaser.

The copyright holder of this book is the Commissioner of School Education, Amaravati, Andhra Pradesh.

This book has been printed on 70 G.S.M. SS Maplitho
Title Page 220 G.S.M. White Art Card

Free distribution by Samagra Shiksha, Government of Andhra Pradesh

Printed in India
at the A.P. Govt. Text Book Press
Amaravati
Andhra Pradesh

PHYSICAL SCIENCE
Class - IX, Semester - 1

Text Book Development Committee

Sri **Praveen Prakash** IAS
Principal Secretary to Government
Department of School Education, AP

Sri. **S. Suresh Kumar** IAS
Commissioner of School Education , AP

Sri. **B. Srinivasa Rao** IAS
State Project Director, Samagra Shiksha, AP

Sri. **K. Ravindranath Reddy** MA., B.Ed.
Director, Government Textbook Press, AP

Dr. **B. Pratap Reddy** MA., B.Ed., Ph.D.
Director, SCERT, AP

Programme Co-ordinators

Dr. **G. Kesava Reddy,** MSc, MSc, MEd, MPhil, PhD
Prof. C&T, SCERT, AP

Subject Co-ordinator

Dr. **Sangoju Rajeswari**
Prof. SCERT, AP

Sri **D. David**
Lecturer SCERT, AP

Sri **M. N. Prakash**
Faculty SCERT, AP

Technical Co-ordinator

Dr. **Ch.V.S. Ramesh Kumar**
Faculty, SCERT-AP

Published by Government of Andhra Pradesh, Amaravati.

Editors for Translation

Dr. **Borelli Deva Prasad Raju**
Professor of Physics,
Sri Venkateswara University

Dr. **K.S.V Krishna Rao**
Associate Professor Chemistry
Yogi Vemana University

Dr. **Y.P. Venkata Subbaiah**
Registrar, Yogi Vemana University

Translators

Sri. **R. Sivanageswara Rao**
ZPHS, Athota, Kollipara (M), Guntur Dist.

Sri. **M. Srinivasa Rao**
Muncipal High School, Gudivada, Krishna Dist.

Sri. **Ajjada Naresh**
ZPHS, Kotyada, Kota (M), E.G. Dist

Sri. **S. Brahmananda Reddy**
ZPHS, Valicherla, H.M Padu (M),
Prakasam Dist,

Sri. **B.V.L.N. Ananda Babu**
Govt. High School, Korukonda, E.G. Dist

Smt. **B. Punyavathi**
KGBV, Dharmavaram, Satyasai Dist

Sri. **GK. Sham Sheer Khan**
ZPHS, Tekumandada, Bangaru Palayam (M),
Chittoor Dist.

Smt. **B.Vijaya Bharathi**
GTWA. GH School, Nelabonthu (M),
Srikakulam Dist

Smt. **K. Lakshmana Kumari**
ZPHS, Bhemuni patnam, Visakhapatnam Dist.

Sri. **K. Sundara Rao**
ZPHS, Karimaddula, Nandyal Dist.

Sri. **G. Gangadhar**
ZPHS, Chinna Machupalli, Chennuru (M),
Kadapa Dist.

Designing & Page Layout : Stock Assortment, Bapatla.

Textbook Development Committee (NCERT)

Chairperson, Advisory Group For Textbooks in Science and Mathematics

J.V. Narlikar, *Emeritus Professor,* Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCCA), Ganeshkhind, Pune University, Pune

Chief Advisor

V.B. Bhatia, *Professor (Retd.) (Physics)*, Delhi University, Delhi

Members

Bharati Sarkar, *Reader (Retd.) (Zoology)*, Maitreyi College, Delhi University, Delhi

C. V. Shimray, *Lecturer,* Department of Education in Science and Mathematics, (DESM), NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Gagandeep Bajaj, *Lecturer,* Department of Education, SPM College, Delhi University, Delhi

H.C. Jain, *Principal, (Retd.)* Regional Institute of Education, Ajmer

Harsh Kumari, *Headmistress,* CIE Experimental Basic School, Department of Education, Delhi University, Delhi

J. S. Gill, *Professor (Retd.),* DESM, NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Kanhiya Lal, *Principal (Retd.)*, Directorate of Education, Delhi

Lalita S. Kumar, *Reader (Chemistry),* School of Sciences, Indira Gandhi National Open University (IGNOU), Maidan Garhi, New Delhi

P.C. Agarwal, *Reader*, Regional Institute of Education, Ajmer

P.S. Yadava, *Professor,* Department of Life Sciences, Manipur University, Imphal

Puranchand, *Professor and Joint Director (Retd.),* Central Institute of Educational Technology (CIET), NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

R. Joshi, *Lecturer (SG),* DESM, NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Rachna Garg, *Lecturer,* Central Institute of Educational Technology (CIET), NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Rashmi Sharma, *Lecturer,* North-East Regional Institute of Education, Shillong

R.K. Parashar, *Reader*, Regional Institute of Education, Bhubaneshwar

Ruchi Verma, *Lecturer,* DESM, NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Shashi Prabha, *Lecturer,* DESM, NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Sunila Masih, *Teacher,* Mitra GHS School, Suhagpur, P.O. Hoshangabad, Madhya Pradesh

Member-coordinator

R. S. Sindhu, *Professor*, DESM, NCERT, Sri Aurobindo Marg, New Delhi

Preface

This book is the outcome of the efforts of the textbook development committee appointed by the NCERT. The committee met a few times to interact with one another to improve the draft. Then there was a review meeting in which many experts and practicing school teachers were invited to review the draft and suggest improvements.

By and large we have stuck to the format of the Class VII book. By now famous characters, Boojho and Paheli, have been used to make the text interactive. Attempt has been made to recall children's own experiences and build concepts around them. This is designed to connect science that they study in the school with their everyday life.

Many activities have been suggested to clarify concepts. Some of these activities are so simple that children can perform them on their own. The requirement of the apparatus required for the activities is minimal. We performed all the activities ourselves to ensure that there was no difficulty in performing them in the school situation. The activities should also help children in developing skills such as presentation of data in tabular and graphical forms, reasoning and drawing inference from the given data.

The language of the book has been kept as simple as possible. A large number of photographs, illustrations, cartoons, etc. have been included to make the book attractive. To help teachers evaluate children effectively, a large number of exercises have been given at the end of each chapter. The teachers are encouraged to frame additional exercises to test children's understanding. Some challenging exercises have also been devised for those children who would like to appear for the National Talent Search Examination conducted by the NCERT.

We are conscious of the fact that there is a paucity of additional reading material for children. We have tried to address this problem by providing **non-evaluative boxes**. These boxes, in light orange, contain additional information, anecdotes, stories, strange facts and other such interesting materials.

We all know that children are mischievous and playful by nature. Therefore, in order to prevent any untoward incident during the performance of the activities in the school or outside, necessary cautions, in magenta, have been inserted at various places in the book.

To prepare children to assume their roles as responsible citizens of tomorrow, attempt has been made to sensitise them to the issues concerning gender, religion, environment, health and hygiene, water scarcity and energy conservation. We have sought to weave into the text the value of cooperation and the importance of peer learning.

An important feature of the book is what we call **Extended Learning**. These are totally **non-evaluative**, and purely voluntary activities and projects. Some of the projects in this section have been designed to enhance children's interaction with the experts, teachers, even parents, and society at large. The children are required to collect information of various kinds and draw conclusions of their own.

My request to teachers and parents is to use the book in the spirit in which it has been written. Encourage children to perform activities and learn by doing, rather than by rote. You can supplement, or even replace, the activities given here.

If you feel that you have better alternatives, especially with your local/regional flavour, please write to us so that these activities could be used in the future editions of the book.

We have been able to include only a small subset of children's experiences. You have a better knowledge of their experiences because you are in touch with them. Use them to illustrate the concepts being taught. Above all, please do not stifle children's natural curiosity. Encourage them to ask questions, even if sometimes you feel uncomfortable. If you do not know the answer to a question on the spot, do not feel embarrassed. You can promise them to find the answer and deal with it later. Make a genuine attempt to get the answer from whatever resources are within your reach, such as senior school or college teachers, experts, libraries, internet etc. If, inspite of your efforts, you cannot get the answer to some question, you could write to NCERT.

I must thank the NCERT for enabling us to talk to children through the medium of this book. Every member of the NCERT has been courteous and helpful to us.

In the end, I must express my gratitude to the members of the Editing Team, who worked tirelessly to help me bring the book to the present form. If you and your students find this book useful and enjoy teaching/learning science through this book, the Editing Team and I shall consider ourselves well-rewarded.

V.B. Bhatia

Chief Advisor
Textbook Development Committee

Acknowledgements

The National Council of Educational Research and Training (NCERT) acknowledges the valuable contribution of the individuals and organisations involved in the development of this book. The Council acknowledges the valuable contribution of the following academics for reviewing and refining the manuscript of this book: K.C. Sharma, *Reader (Physics),* Regional Institute of Education, Ajmer; Charu Verma, *Lecturer (Science),* DIET, Pitampura, Delhi; Geeta Bajaj, *TGT (Science),* K.V. No. 3, Delhi Cantt., New Delhi; K.D. Sharma, *TGT (Science),* R.P.V.V. Civil Lines, Delhi; Manohar Lal Patel, *Teacher,* Govt. R.N.A. Higher Secondary School, Pipariya, Madhya Pradesh; Reeta Sharma, *Reader (Botany)*, Regional Institute of Education, Bhopal; Kamal Deep Peter, OEI, Oracle India, Bangalore; Puneeta Sharma, *TGT (Science),* L.D. Jain Girls Senior Secondary School, Sadar Bazar, Delhi; M.C. Das, *Teacher (Science),* Govt. Secondary School, Zoom, West Sikkim; Deepti Kohli, P.D. Public School, Shalimar Bagh, Delhi; Sulekha Chandra, *Reader (Chemistry)*, Zakir Husain College, Delhi University, Delhi; R.S. Tomar, *TGT (Science)*, J.N.V. Mothuka, Faridabad (Haryana); Anjali Khirwadkar, *Lecturer,* Department of Education, M.S. University, Baroda (Gujrat); Suresh Chand, *TGT (Science),* J.N.V. Ghaziabad Uttar Pradesh; Satheesh H.L., *TGT (Science),* Demonstration School, Regional Institute of Education, Mysore; Simminder Kaur Thukral, NIIT, Kalkaji, New Delhi; M.M. Kapoor, *Professor (Retd.) (Chemistry),* Delhi University, Delhi; Sarita Kumar, *Reader (Zoology)*, Acharya Narendra Dev College, Delhi University, Delhi. The contributions of Pushplata Verma, R.R. Koireng, Pramila Tanvar and Ashish K. Srivastava, *Assistant Professors*, are acknowledged for being a part of the review of this textbook.

The Council gratefully acknowledges the valuable suggestions received from the National Monitoring Committee in the development of the manuscript of this textbook.

The dynamic leadership of Professor Hukum Singh, Head, DESM, for providing guidance at different stages of development of the textbook and extending infrastructure facilities is highly acknowledged. Special thanks are due to Shveta Uppal, *Chief Editor* and Shashi Chadha, *Assistant Editor* for going through the manuscript and suggesting relevant changes.

The Council also acknowledges the efforts of Deepak Kapoor, *Incharge* Computer Station, Inder Kumar, *DTP Operator*; K.T. Chitralekha, *Copy Editor* and Ritu Jha, *Proof Reader*.

The contributions of APC-office, administration of DESM, Publication Department and Secretariat of NCERT is also acknowledged.

A Note for the Students

The team of Paheli and Boojho will be with you as you journey through this textbook. They love to ask questions. All kinds of questions come to their minds and they collect them in their sacks. Sometimes, they may share some of the questions with you, as you read through the chapters.

Paheli and Boojho are also on the lookout for answers to many questions — sometimes the questions seem answered after they discuss them with each other, sometimes through discussions with other classmates, teachers or their parents. Answers to some questions do not seem available even after all these. They might need to experiment on their own, read books in the library, send questions to scientists. Just dig and dig and dig into all possibilities and see if the questions can be answered. Perhaps, they would carry some of the unanswered questions in their sacks to higher classes.

What will really thrill them would be your adding questions to their sacks or answers to their questions. Sometimes, activities are suggested in the textbook, results or findings of these by different groups of students would be of interest to other students and teachers. You can complete the suggested activities and send your results or findings to Paheli and Boojho. Do keep in mind that activities that involve using blades, scissors or fire need to be done strictly under the care of your teachers. Stick to the precautions given and then enjoy doing all the suggested activities. Mind, the book will not be able to help you much, if the activities are not completed!

We would like to advise you that you must make observations yourself and record whatever results you get. Keen and true observations are necessary for exploring any subject of study. For some reason your results may turn out to be different from those of your classmates. Do not worry. Try to find out the reason for these results instead of disregarding them. Do not ever copy results from your classmate.

You can send your feedback for Paheli and Boojho at:

To

The Head
Department of Education in
Science and Mathematics,
NCERT, Sri Aurobindo Marg,
New Delhi 110016

విద్యార్థులకు సూచనలు

పిల్లలకు...

ఈ పాఠ్యపుస్తక పఠనంలో పహేలి, భోజోలు మీతో పాటు ప్రయాణిస్తారు. వారు ప్రశ్నలు అడగడానికి ఇష్టపడతారు. వారు వారి మెదడులో వచ్చిన ప్రశ్నలను వారి పుస్తకంలో పొందుపరిచారు. వారి ప్రశ్నలను మీరు పాఠాలు చదివినప్పుడు అప్పుడప్పుడు మీతో కూడా పంచుకుంటారు.

పహేలి, భోజో అనేక ప్రశ్నలకు సమాధానాల గురించి వెతుకుతూ ఉంటారు. కొన్నిసార్లు వారి ప్రశ్నలకు సమాధానాలు వారు ఒకరితో ఒకరు చర్చించుకొని, మరికొన్ని సార్లు ఉపాధ్యాయులు తోటి విద్యార్థులు తల్లిదండ్రులతో చర్చించడం ద్వారా సమాధానాలు తెలుసుకుంటారు. కొన్ని ప్రశ్నలకు చర్చించినా సమాధానాలు దొరక్కపోవచ్చు. వారు స్వయంగా ప్రయోగాలు చేయడం, గ్రంథాలయ పుస్తకాలు చదవడం శాస్త్రవేత్తలకు ప్రశ్నలను పంపించడం ద్వారా సమాధానాలు పొందేందుకు ప్రయత్నిస్తారు. సాధ్యమైనన్ని ప్రశ్నలకు సమాధానాలు అన్వేషించి తెలుసుకోండి. అయినప్పటికీ వారు కొన్ని సమాధానాలు లేని ప్రశ్నలను పై తరగతులలో నేర్చుకోవడానికి తీసుకువెళ్తారు. మీరు ఏమైనా మరిన్ని ప్రశ్నలు చేరిస్తే వారు ఎంతో సంతోషిస్తారు. ఈ పాఠాలలో సూచించిన కృత్యాలు, ఫలితాలు, కొత్త విషయాలు ఉపాధ్యాయులకు, విద్యార్థులకు ఆశక్తి కలిగిస్తాయి. సూచించిన కృత్యాలను, ఫలితాలను, కొత్త విషయాలను కనుగొని పహేలి, భోజోలకు మీరు పంపించ వచ్చును. బ్లేడ్లు, కత్తెరలు లేదా నిప్పుతో కృత్యాలు చేసేటప్పుడు ఉపాధ్యాయుల మార్గదర్శకత్వంతో చేయాలనే విషయాన్ని గుర్తుంచుకోండి. ఇవ్వబడిన సూచనలను, జాగ్రత్తలు పాటిస్తూ కృత్యాలను సంతోషంగా చేయండి. కృత్యాలు పూర్తిగా చేయకపోతే మీకు పాఠ్యపుస్తకం ఎక్కువగా సహాయపడదని గుర్తుంచుకోండి.

మీ అంతట మీరు పరిశీలన చేసి, వాటి ఫలితాలను నమోదు చేయాలని మీకు సలహా ఇస్తున్నాము. ఏదైనా కొత్త విషయాన్ని వెలికి తీయడానికి నిశిత పరిశీలన అవసరం. ఒక్కొక్కసారి మీ ఫలితాలు తోటి విద్యార్థులతో విభేదించవచ్చు, ఆందోళన చెందనక్కరలేదు. వాటిని వదిలి పెట్టకుండా విభేదానికి, కారణం తెలుసుకోవడానికి ప్రయత్నించండి. మీ తోటి విద్యార్థుల ఫలితాలను ఎప్పుడూ కాపీ చేయవద్దు.

మీరు మీ అభిప్రాయాలను పహేలి, భోజోకి ఈ కింది చిరునామాకు పంపవచ్చును.

To

The Head
Department of Education in
Science and Mathematics,
NCERT, Sri Aurobindo Marg,
New Delhi 110016

CONTENTS

Chapter 1
MATTER IN OUR SURROUNDINGS 2
మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం

Chapter 2
IS MATTER AROUND US PURE? 28
మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?

Chapter 3
ATOMS AND MOLECULES 52
పరమాణువులు మరియు అణువులు

Chapter 4
STRUCTURE OF THE ATOM 76
పరమాణు నిర్మాణం

Chapter 7
MOTION 98
చలనం

Note : Chapter 5 & 6 in Biological Science

H6V1A9
Teacher Corner

N5Y3S5
Student Corner

Chapter 1

MATTER IN OUR SURROUNDINGS

0964CH01

As we look at our surroundings, we see a large variety of things with different shapes, sizes and textures. Everything in this universe is made up of material which scientists have named "matter". The air we breathe, the food we eat, stones, clouds, stars, plants and animals, even a small drop of water or a particle of sand — every thing is matter. We can also see as we look around that all the things mentioned above occupy space and have mass. In other words, they have both mass* and volume**.

Since early times, human beings have been trying to understand their surroundings. Early Indian philosophers classified matter in the form of five basic elements — the *"Panch Tatva"* — air, earth, fire, sky and water. According to them everything, living or non-living, was made up of these five basic elements. Ancient Greek philosophers had arrived at a similar classification of matter.

Modern day scientists have evolved two types of classification of matter based on their physical properties and chemical nature.

In this chapter we shall learn about matter based on its physical properties. Chemical aspects of matter will be taken up in subsequent chapters.

1.1 Physical Nature of Matter

1.1.1 MATTER IS MADE UP OF PARTICLES

For a long time, two schools of thought prevailed regarding the nature of matter. One school believed matter to be continuous like a block of wood, whereas, the other thought that matter was made up of particles like sand. Let us perform an activity to decide about the nature of matter — is it continuous or particulate?

Activity _______ 1.1

- Take a 100 mL beaker.
- Fill half the beaker with water and mark the level of water.
- Dissolve some salt/ sugar with the help of a glass rod.
- Observe any change in water level.
- What do you think has happened to the salt?
- Where does it disappear?
- Does the level of water change?

In order to answer these questions we need to use the idea that matter is made up of particles. What was there in the spoon, salt or sugar, has now spread throughout water. This is illustrated in Fig. 1.1.

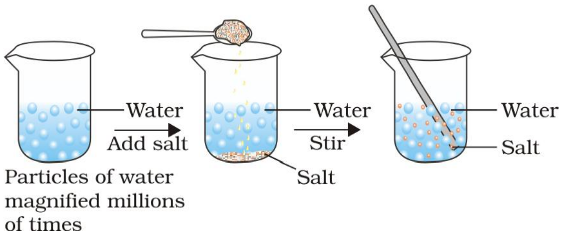


Fig. 1.1: When we dissolve salt in water, the particles of salt get into the spaces between particles of water.

1.1.2 HOW SMALL ARE THESE PARTICLES OF MATTER?

Activity _______ 1.2

- Take 2–3 crystals of potassium permanganate and dissolve them in 100 mL of water.

* The SI unit of mass is kilogram (kg).

** The SI unit of volume is cubic metre (m^3). The common unit of measuring volume is litre (L) such that 1L = 1 dm^3, 1L = 1000 mL, 1 mL = 1 cm^3.

E4U3K6

అధ్యాయం 1

మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం

మనం మన చుట్టూ ఉన్న పరిసరాలను చూస్తున్నప్పుడు వివిధ ఆకారాలు, పరిమాణాలు, అమరికలతో కూడిన అనేకరకాల వస్తువులను చూస్తూ ఉంటాం. ఈ విశ్వంలో ప్రతి వస్తువు దేనితో అయితే నిర్మించబడిందో దానికి శాస్త్రవేత్తలు "పదార్థము" అని పేరు పెట్టారు. మనం పీల్చే గాలి, తినే ఆహారము, రాళ్ళు, మేఘాలు, నక్షత్రాలు, మొక్కలు, జంతువులు, ఒక చిన్న నీటి చుక్క లేదా ఇసుక రేణువులు కూడా పదార్థమే. మనము చుట్టుప్రక్కల చూసినప్పుడు పైన పేర్కొన్న అన్ని వస్తువులు స్థలాన్ని ఆక్రమిస్తాయని మరియు ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉంటాయని చెప్పవచ్చు. మరొక విధముగా చెప్పాలంటే అవి ద్రవ్యరాశి* మరియు ఘనపరిమాణము** రెండింటిని కలిగి ఉంటాయి.

ప్రాచీన కాలము నుండి మానవులు తమ పరిసరాలను అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నిస్తున్నారు. పూర్వం భారతీయ తత్వవేత్తలు పదార్థాన్ని ఐదు ప్రాథమిక అంశాలైన గాలి, భూమి, అగ్ని, ఆకాశము మరియు నీరు అనే పంచ భూతాలుగా వర్గీకరించారు. వారి ప్రకారము సజీవమైన లేదా నిర్జీవమైన ప్రతిదీ ఈ ఐదు ప్రాథమిక అంశాలతోనే రూపొందించబడినది. ప్రాచీన గ్రీకు తత్వవేత్తలు పదార్థాన్ని అదే విధముగా వర్గీకరించారు.

ఆధునిక శాస్త్రవేత్తలు పదార్థములను భౌతిక, రసాయన ధర్మాల ఆధారముగా రెండు రకాలుగా వర్గీకరించారు.

ఈ అధ్యాయములో మనం భౌతిక ధర్మాల ఆధారంగా పదార్థము గురించి తెలుసుకుందాం. తదుపరి అధ్యాయాలలో పదార్థము యొక్క రసాయన ధర్మాలను గురించి తెలుసుకుందాం.

1.1 పదార్థము యొక్క భౌతిక స్వభావం

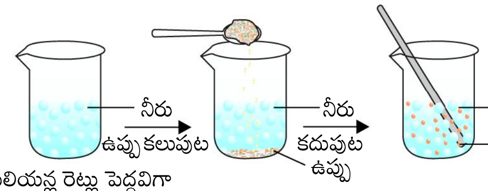
1.1.1 పదార్థం కణాలతో రూపొందించబడినది.

చాలా కాలంగా, పదార్థము యొక్క స్వభావానికి సంబందించి రెండు ఆలోచనా విధానాలు ప్రభలంగా ఉన్నాయి. పదార్థము ఒక చెక్క దిమ్మెలాగా ఉంటుందని ఒక వర్గం వారు విశ్వసించగా, మరొకరు ఇసుక వంటి కణాలతో తయారైనదని భావించారు. పదార్థము యొక్క స్వభావాన్ని నిర్ణయించడానికి, ఒక కృత్యాన్ని చేద్దాం. ఇది నిరంతరంగా ఉందా లేక కణాలతో ఉందా ?

కృత్యం ------------------ 1.1

- 100 మి.లీ. ఘనపరిమాణంగల బీకరును తీసుకోండి.
- బీకరును సగము వరకు నీటితో నింపండి. నీటి మట్టమును గుర్తించండి.
- కొంచెం ఉప్పు / చెక్కెరను బీకరులోవేసి గాజుకడ్డీ సహాయముతో కరిగించండి.
- నీటి మట్టములో మార్పును గమనించండి.
- కరిగిన ఉప్పు ఏమైంది ?
- అది ఎక్కడికి అదృశ్యమైంది ?
- నీటి మట్టములో ఏదైన మార్పు వచ్చిందా ?

ఈ ప్రశ్నలకి సమాధానము యివ్వడానికి, పదార్థం కణాలతో తయారవుతుందనే ఆలోచనను ఉపయోగించాల్సిన అవసరం ఉంది. చెంచాలో ఉన్న ఉప్పు లేదా చక్కెర నీటిలో వ్యాపించినది. ఇది పటం 1.1 లో వివరించబడినది.



పటం 1.1: *నీటిలో ఉప్పును కరిగించినపుడు, ఉప్పు కణాలు, నీటి కణాల మధ్య ఖాళీలను ఆక్రమించుకున్నాయి.*

1.1.2 పదార్థము యొక్క కణాలు ఎంత చిన్నవి

కృత్యం ------------------ 1.2

- 2 లేదా 3 పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్పటికాలను తీసుకొని వాటిని 100 మీ.లీ. నీటిలో కరిగించండి.

* SI పద్ధతిలో ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం కిలోగ్రాము (కి.గ్రా).

** SI పద్ధతిలో ఘనపరిమాణానికి ప్రమాణం ఘనపు మీటరు (మీ^{3}). ఘనపరిమాణాన్ని కొలిచే సాధారణ ప్రమాణం లీటరు (లీ). 1లీటరు = 1 డె.సి.మీ^{3}, 1 లీటరు = 1000 మి.లీ.= 1 సెం.మీ.^{3}.

- Take out approximately 10 mL of this solution and put it into 90 mL of clear water.
- Take out 10 mL of this solution and put it into another 90 mL of clear water.
- Keep diluting the solution like this 5 to 8 times.
- Is the water still coloured ?

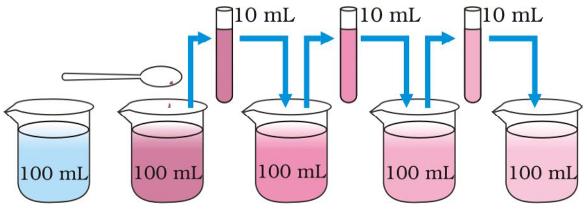


Fig. 1.2: Estimating how small are the particles of matter. With every dilution, though the colour becomes light, it is still visible.

This experiment shows that just a few crystals of potassium permanganate can colour a large volume of water (about 1000 L). So we conclude that there must be millions of tiny particles in just one crystal of potassium permanganate, which keep on dividing themselves into smaller and smaller particles.

The same activity can be done using 2 ml of Dettol instead of potassium permanganate. The smell can be detected even on repeated dilution.

> The particles of matter are very small – they are small beyond our imagination!!!!

1.2 Characteristics of Particles of Matter

1.2.1 Particles of matter have space between them

In activities 1.1 and 1.2 we saw that particles of sugar, salt, Dettol, or potassium permanganate got evenly distributed in water. Similarly, when we make tea, coffee or lemonade (*nimbu paani*), particles of one type of matter get into the spaces between particles of the other. This shows that there is enough space between particles of matter.

1.2.2 Particles of matter are continuously moving

Activity 1.3

- Put an unlit incense stick in a corner of your class. How close do you have to go near it so as to get its smell?
- Now light the incense stick. What happens? Do you get the smell sitting at a distance?
- Record your observations.

Activity 1.4

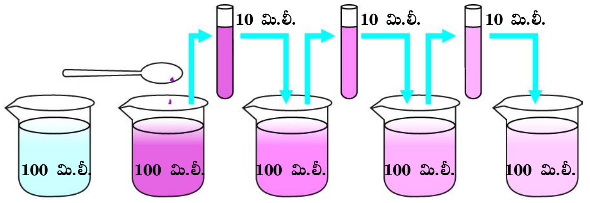
- Take two glasses/beakers filled with water.
- Put a drop of blue or red ink slowly and carefully along the sides of the first beaker and honey in the same way in the second beaker.
- Leave them undisturbed in your house or in a corner of the class.
- Record your observations.
- What do you observe immediately after adding the ink drop?
- What do you observe immediately after adding a drop of honey?
- How many hours or days does it take for the colour of ink to spread evenly throughout the water?

Activity 1.5

- Drop a crystal of copper sulphate or potassium permanganate into a glass of hot water and another containing cold water. Do not stir the solution. Allow the crystals to settle at the bottom.
- What do you observe just above the solid crystal in the glass?
- What happens as time passes?
- What does this suggest about the particles of solid and liquid?
- Does the rate of mixing change with temperature? Why and how?

From the above three activities (1.3, 1.4 and 1.5), we can conclude the following:

- ఈ ద్రావణం నుండి సుమారు 10 మి.లీ. తీసుకొని, వేరొక బీకరులో గల 90 మి.లీ. నీటికి కలపండి.
- తిరిగి రెండవ బీకరు నుండి 10 మి.లీ. ద్రావణం తీసుకొని దానికి 90 మి.లీ. నీటిని కలపండి.
- ఇలా ద్రావణాన్ని 5 నుండి 8 సార్లు విలీనము చేయండి.
- నీటికి ఇంకా రంగు ఉన్నదా ?



పటం 1.2: *పదార్థం యొక్క కణాలు ఎంత చిన్నవిగా ఉన్నాయో అంచనావేయడం. ప్రతి విలీనములో రంగు తగ్గినప్పటికీ అవి కనిపిస్తున్నాయి.*

ఈ ప్రయోగంలో పొటాషియం పర్మాంగనేట్ యొక్క కొన్ని స్ఫటికాలు ఎక్కువ పరిమాణము (1000 లీటర్లు) గల నీటికి రంగును కలిగిస్తాయి. కాబట్టి పొటాషియం పర్మాంగనేట్ యొక్క ఒక స్ఫటికంలో మిలియన్ల కొద్ది చిన్న కణాలు ఉంటాయని నిర్ధారించవచ్చు. ఇవి తమకు తాము చిన్న చిన్న కణాలుగా విభజించుకుంటూ ఉంటాయి.

పొటాషియం పర్మాంగనేట్ కు బదులుగా 2 మి.లీ. డెట్టాల్ ను ఉపయోగించి ఇదే కృత్యమును చేయవచ్చు. పదే పదే విలీనము చేసినప్పటికీ వాసనను గుర్తించ వచ్చును.

> పదార్థం యొక్క కణాలు చాలా చిన్నవి. అవి మన ఊహకందనంత చిన్నవి

1.2 పదార్థ కణాల లక్షణాలు

1.2.1 పదార్థ కణాల మధ్య ఖాళీలను కలిగి ఉంటాయి

1.1 మరియు 1.2 కృత్యాలలో చక్కెర, ఉప్పు, డెట్టాల్ లేదా పొటాషియం పర్మాంగనేట్ యొక్క కణాలు నీటిలో సమానముగా పంపిణీ చేయబడినట్లు చూశాము. మనము టీ, కాఫీ లేదా నిమ్మ రసము తయారు చేయునప్పుడు ఒక పదార్థము యొక్క కణాలు మరొక పదార్థ కణాల మధ్య గల ఖాళీల లోకి ప్రవేశిస్తాయి. ఇది పదార్థము యొక్క కణాల మధ్య తగినంత ఖాళీలు ఉన్నాయని సూచిస్తుంది.

1.2.2 పదార్థం యొక్క కణాలు నిరంతరం కదులుతూ ఉంటాయి.

కృత్యం ------------------ 1.3

- మీ తరగతిలో వెలిగించని అగరవత్తిని ఒక మూలలో ఉంచండి. వాసన రావాలంటే మీరు దానికి ఎంత దగ్గరగా వెళ్ళాలి ?
- ఇప్పుడు అగరవత్తిని వెలిగించండి. ఏమి జరిగింది? దూరంగా కుర్చున్నా వాసన వస్తుందా ?
- మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి.

కృత్యం ------------------ 1.4

- నీటిలో నింపిన రెండు గ్లాసులు/ బీకర్లు తీసుకోండి.
- మొదటి బీకరులో నెమ్మదిగా మరియు జాగ్రత్తగా అంచు వెంబడి ఒక చుక్క నీలి లేదా ఎరుపు సిరా చుక్కను, రెండవ బీకరులో అలాగే తేనెను వేయండి.
- వాటిని మీ ఇంట్లోగాని లేదా తరగతి గది మూలలో గాని కదిలించకుండా ఉంచండి.
- మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి.
- సిరా చుక్కను వేసిన వెంటనే ఏమి గమనించారు?
- తేనె చుక్క వేసిన వెంటనే మీరు ఏమి గమనించారు?
- సిరా రంగు నీటిలో సమానంగా వ్యాపించడానికి ఎన్ని గంటలు లేదా ఎన్ని రోజులు పడుతుంది ?

కృత్యం ------------------ 1.5

- కాఫర్ సల్ఫేట్ లేదా పొటాషియం పర్మాంగనేట్ యొక్క స్ఫటికాన్ని వేడి నీటిగ్లాసులో ఒకటి, చల్లటి నీటి గ్లాసులో ఒకటి వేయండి. ద్రావణాన్ని కదపకుండా ఉంచండి. స్ఫటికాలు అడుగున స్థిరపడ నివ్వండి.
- గాజు గ్లాసులోని ఘన స్ఫటికాలపైన మీరు ఏమి గమనించారు?
- కొంత సమయం గడచిన తర్వాత ఏమి జరుగును?
- ఘన, ద్రవ కణాలు గురించి ఇది ఏమి తెలియ జేస్తుంది?
- మిశ్రణీయత మార్పురేటు ఉష్ణోగ్రతతో పాటు మారుతుందా ? ఎందుకు ? ఎలా ?

పైన తెలిపిన మూడు కృత్యాలు (1.3, 1.4 మరియు 1.5) నుండి ఈ క్రింది విధముగా నిర్ధారించవచ్చు.

Particles of matter are continuously moving, that is, they possess what we call the kinetic energy. As the temperature rises, particles move faster. So, we can say that with increase in temperature the kinetic energy of the particles also increases.

In the above three activities we observe that particles of matter intermix on their own with each other. They do so by getting into the spaces between the particles. This intermixing of particles of two different types of matter on their own is called diffusion. We also observe that on heating, diffusion becomes faster. Why does this happen?

1.2.3 Particles of matter attract each other

Activity 1.6

- Play this game in the field— make four groups and form human chains as suggested:
- The first group should hold each other from the back and lock arms like Idu-Mishmi dancers (Fig. 1.3).

Fig. 1.3

- The second group should hold hands to form a human chain.
- The third group should form a chain by touching each other with only their finger tips.
- Now, the fourth group of students should run around and try to break the three human chains one by one into as many small groups as possible.
- Which group was the easiest to break? Why?
- If we consider each student as a particle of matter, then in which group the particles held each other with the maximum force?

Activity 1.7

- Take an iron nail, a piece of chalk and a rubber band.
- Try breaking them by hammering, cutting or stretching.
- In which of the above three substances do you think the particles are held together with greater force?

Activity 1.8

- Take some water in a container, try cutting the surface of water with your fingers.
- Were you able to cut the surface of water?
- What could be the reason behind the surface of water remaining together?

The above three activities (1.6, 1.7 and 1.8) suggest that particles of matter have force acting between them. This force keeps the particles together. The strength of this force of attraction varies from one kind of matter to another.

Questions

1. *Which of the following are matter?*
   Chair, air, love, smell, hate, almonds, thought, cold, lemon water, smell of perfume.
2. *Give reasons for the following observation:*
   The smell of hot sizzling food reaches you several metres away, but to get the smell from cold food you have to go close.
3. *A diver is able to cut through water in a swimming pool. Which property of matter does this observation show?*
4. *What are the characteristics of the particles of matter?*

పదార్థము యొక్క కణాలు నిరంతరము కదులుతూ ఉంటాయి. అనగా అవి గతిశక్తిని కలిగి ఉంటాయి అంటాం. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలతో కణాలు వేగంగా కదులుతాయి కాబట్టి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలతో కణాల గతిశక్తి కూడా పెరుగుతుందని మనం చెప్పవచ్చు.

పైన పేర్కొన్న మూడు కృత్యాల ద్వారా పదార్థము యొక్క కణాలు వాటంతట అవే ఒకదానితో ఒకటి మిళితం అవడాన్ని గమనించవచ్చు. అవి కణాల మధ్య గల ఖాళీల లోనికి ప్రవేశించడం ద్వారా అలా జరుగును. రెండు వేర్వేరు రకాల పదార్థాల కణాలు ఒకదానితో ఒకటి అంతర్గతంగా కలవడాన్ని 'వ్యాపనం' అంటారు. వేడి చేసినపుడు వ్యాపన వేగం పెరుగుతుందని మనం గమనించవచ్చు. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది ?

1.2.3 పదార్థములోని కణాల మధ్య పరస్పర ఆకర్షణ

కృత్యం ------------------ 1.6

- తరగతిగది బయట ఈ ఆటను ఆడదాం. విద్యార్థులను నాలుగు జట్లుగా చేయండి. క్రింద సూచించిన విధముగా మానవ హారాలుగా ఏర్పరచండి.
- మొదట జట్టు ఇదు-మిష్మి (Idu-Mishmi) నృత్యకారులవలె వెనుక నుండి ఒకరికొకరు చేతులు బిగించి పట్టుకోవాలి, (పటం 1.3).

పటం 1.3

- రెండవ జట్టు మానవహారాన్ని రూపొందించడానికి చేతులు పట్టుకోవాలి.
- మూడవ జట్టు ఒకరినొకరి వేలికొనలు తాకడం ద్వారా మానవహారంగా ఏర్పాడాలి.
- ఇప్పుడు నాల్గవ జట్టు విద్యార్థులు పరిగెత్తుతూ, మూడు జట్ల మానవహారాలను ఒక్కొక్కటిగా వీలైనన్ని చిన్న జట్లుగా విడగొట్టడానికి ప్రయత్నించాలి.
- ఏ జట్టుని విచ్ఛిన్నం చేయడము సులభము? ఎందుకు?
- మనము ప్రతి విద్యార్థిని పదార్థము యొక్క కణంగా పరిగణిస్తే, ఏ జట్టులోని కణాలు గరిష్ఠ బలంతో ఒకదానికొకటి పట్టుకొన్నాయి ?

కృత్యం ------------------ 1.7

- ఒక ఇనుపమేకు, సుద్ద ముక్క, రబ్బరు బ్యాండు తీసుకోండి.
- వాటిని సుత్తితో కొట్టి లేదా కత్తిరించి లేదా సాగదీసి విడగొట్టటానికి ప్రయత్నించండి.
- పై మూడు పదార్థాలలో దేనిలోని కణాలు ఎక్కువ బలాన్ని కలిగి ఉన్నాయని మీరు అనుకొంటున్నారు.?

కృత్యం ------------------ 1.8

- ఒక పాత్రలో కొంత నీటిన తీసుకొని మీ చేతివేళ్ళతో నీటి ఉపరితలాన్ని విచ్ఛిన్నము చేయుడానికి ప్రయత్నించండి.
- మీరు నీటి ఉపరితలాన్ని విచ్ఛిన్నం చేయగలిగారా ?
- నీటి ఉపరితలం కలిసి ఉండడానికి కారణం ఏమిటి ?

పైన పేర్కొన్న మూడు కృత్యాల (1.6, 1.7 మరియు 1.8) నుండి పదార్థము యొక్క కణాలు వాటి మధ్య బలాన్ని కలిగియున్నాయని సూచిస్తున్నాయి. ఈ బలం కణాలను కలిపి ఉంచుతుంది. ఒక పదార్థముకు వేరొక పదార్థానికి ఈ ఆకర్షణ బలం యొక్క పరిమాణం మారుతూ ఉంటుంది.

ప్రశ్నలు

1. *కింది వాటిలో ఏది పదార్థం ?*

   కుర్చీ, గాలి, ప్రేమ, వాసన, ద్వేషం, బాద, ఆలోచన, చల్లదనం, చల్లని నిమ్మరసం, సువాసన.

2. *కింది పరిశీలనకు కారణాలు తెలియజేయండి. వేడిగా తయారు చేసిన ఆహార పదార్థాల వాసన కొన్ని మీటర్ల దూరములోగల మీ వరకు చేరుకుంటుంది. కాని చల్లని ఆహారం నుండి వాసన పొందడానికి మీరు దగ్గరకు వెళ్ళాలి.*

3. *ఒక ఈతగాడు ఈత కొలనులో నీటిని చేదించ గలడు. ఈ పరిశీలన పదార్థము యొక్క ఏ ధర్మాన్ని తెలుపుతుంది ?*

4. *పదార్థము యొక్క కణాల ధర్మాలు ఏమిటి ?*

1.3 States of Matter

Observe different types of matter around you. What are its different states? We can see that matter around us exists in three different states– solid, liquid and gas. These states of matter arise due to the variation in the characteristics of the particles of matter.

Now, let us study about the properties of these three states of matter in detail.

1.3.1 The Solid State

Activity 1.9

- Collect the following articles — a pen, a book, a needle and a piece of wooden stick.
- Sketch the shape of the above articles in your notebook by moving a pencil around them.
- Do all these have a definite shape, distinct boundaries and a fixed volume?
- What happens if they are hammered, pulled or dropped?
- Are these capable of diffusing into each other?
- Try compressing them by applying force. Are you able to compress them?

All the above are examples of solids. We can observe that all these have a definite shape, distinct boundaries and fixed volumes, that is, have negligible compressibility. Solids have a tendency to maintain their shape when subjected to outside force. Solids may break under force but it is difficult to change their shape, so they are rigid.

Consider the following:

(a) What about a rubber band, can it change its shape on stretching? Is it a solid?

(b) What about sugar and salt? When kept in different jars these take the shape of the jar. Are they solid?

(c) What about a sponge? It is a solid yet we are able to compress it. Why?

All the above are solids as:

- A rubber band changes shape under force and regains the same shape when the force is removed. If excessive force is applied, it breaks.
- The shape of each individual sugar or salt crystal remains fixed, whether we take it in our hand, put it in a plate or in a jar.
- A sponge has minute holes, in which air is trapped, when we press it, the air is expelled out and we are able to compress it.

1.3.2 The Liquid State

Activity 1.10

- Collect the following:
  (a) water, cooking oil, milk, juice, a cold drink.
  (b) containers of different shapes. Put a 50 mL mark on these containers using a measuring cylinder from the laboratory.
- What will happen if these liquids are spilt on the floor?
- Measure 50 mL of any one liquid and transfer it into different containers one by one. Does the volume remain the same?
- Does the shape of the liquid remain the same ?
- When you pour the liquid from one container into another, does it flow easily?

We observe that liquids have no fixed shape but have a fixed volume. They take up the shape of the container in which they are kept. Liquids flow and change shape, so they are not rigid but can be called fluid.

Refer to activities 1.4 and 1.5 where we saw that solids and liquids can diffuse into liquids. The gases from the atmosphere diffuse and dissolve in water. These gases, especially oxygen and carbon dioxide, are essential for the survival of aquatic animals and plants.

All living creatures need to breathe for survival. The aquatic animals can breathe under water due to the presence of dissolved oxygen in water. Thus, we may conclude that solids, liquids and gases can diffuse into liquids. The rate of diffusion of liquids is

1.3 . పదార్థం యొక్క స్థితులు

మీ చుట్టూ ఉన్న వివిధ రకాల పదార్థాలను గమనించండి. వాటి వివిధ స్థితులు ఏమిటి ? పదార్థము మూడు వేర్వేరు స్థితులలో ఉన్నట్లు మనం చూడవచ్చు - ఘన, ద్రవ మరియు వాయు స్థితులు. పదార్థంలోని కణాల ధర్మాలలోని వైవిధ్యము వలన ఈ స్థితులు ఏర్పడినాయి.

ఇప్పుడు పదార్థము యొక్క ఈ ముడు స్థితుల ధర్మాల గురించి వివరంగా అధ్యయనం చేద్దాం.

1.3.1. ఘన స్థితి

కృత్యం ------------------ 1.9

- ఈ క్రింది వస్తువులను సేకరించండి. పెన్ను, పుస్తకము, సూది మరియు చెక్క ముక్క.
- పెన్సిల్‌ను ఆ వస్తువుల చుట్టూ కదుపుతూ వాటి ఆకారాలను మీ పుస్తకంలో గీయండి
- వీటన్నింటికి ఖచ్చితమైన ఆకారము, విభిన్న హద్దులు, స్థిరమైన ఘనపరిమాణం ఉన్నాయా ?
- వానిని సుత్తితో కొట్టినా, లాగినా లేదా క్రింద పడవేసినా ఏమవుతుంది ?
- ఇవి ఒకదానిలో ఒకటి వ్యాప్తి చెందగలవా ?
- బలాన్ని ప్రయోగించి వాటిని సంపీడనము చెందించడానికి ప్రయత్నించు?వాటిని సంపీడనము చెందించగలిగారా ?

పైన పేర్కొన్నవన్నీ ఘన పదార్థాలకు ఉదాహరణలు. వీటి అన్నింటికీ ఒక నిర్దిష్టమైన ఆకారము, విభిన్న హద్దులు, స్థిరమైన ఘన పరిమాణాలు ఉన్నాయని మనం గమనించవచ్చు. అంటే అతితక్కువ సంపీడ్యతను కలిగి ఉంటాయి. ఘన పదార్థాలపై బాహ్య బలము ప్రయోగించినపుడు వాటి ఆకారాన్ని కాపాడుకొనే దోరణిని కలిగి ఉంటాయి. బలము వలన అవి విరిగి పోవచ్చుగాని వాటి ఆకారాన్ని మార్చడం కష్టం. కాబట్టి అవి దృఢంగా ఉంటాయి. కింది వాటిని పరిశీలించండి.

(ఎ) రబ్బరు బ్యాండు గురించి తెలుసుకుందాం. సాగదీయడం వలన దాని ఆకారాన్ని మార్చగలమా? ఇది ఘన పదార్థమా ?

(బి) చక్కెర మరియు ఉప్పు సంగతి ఏమిటి? వివిధ ఆకారము గల పాత్రలలో ఉంచినపుడు ఆ పాత్ర ఆకారాన్ని పొందుతాయి. ఇవి ఘన పదార్థాలేనా?

(సి) స్పాంజ్ సంగతి ఏమిటి? ఇది ఘనపదార్థం అయినప్పటికీ దీనిని మనము సంపీడనం చెందించగలము. ఎందుకు?

పైన పేర్కొన్నవన్నీ ఘన పదార్థాలు.

- రబ్బరు బ్యాండు పై బలాన్ని ప్రయోగించినపుడు దాని ఆకారములో మార్పువస్తుంది. బలాన్ని తొలగించిన వెంటనే అది పూర్వపు ఆకారాన్ని పొందుతుంది. అదనపు బలాన్ని ప్రయోగించినపుడు అది తెగుతుంది.
- చెక్కెర లేదా ఉప్పు స్ఫటికాలను చేతిలో ఉంచినా, పళ్ళెములో పెట్టినా లేదా ఒక పాత్రలో ఉంచినా అవి నిర్దిష్ట ఆకారాన్ని కలిగి ఉంటాయి.
- స్పాంజ్‌లో చిన్న చిన్న రంధ్రాలు ఉంటాయి. ఆ రంధ్రాలలో గాలి బంధించబడి ఉంటుంది. మనము దానిని నొక్కినపుడు గాలి బయటకు వస్తుంది. అందువలన దానిని సంపీడనము చెందించగలము.

1.3.2 ద్రవ స్థితి

కృత్యం ------------------ 1.10

- ఈ క్రింది వస్తువులను సేకరించండి.
  (ఎ) నీరు, వంట నూనె, పాలు, పండ్ల రసం, చల్లని పానీయం.
  (బి) వివిధ ఆకారాలు గల పాత్రలను తీసుకోండి. ప్రయోగశాలలోని కొలపాత్ర సహాయముతో అన్ని పాత్రలపై 50 మి. లీ. కొలతను గుర్తించండి .
- ఈ ద్రవాలు నేల పై చిందితే ఏమవుతుంది ?
- ఏదైనా ఒక ద్రవం 50 మి.లీ. వరకు కొలవండి. దానిని ఒకొక్కటిగా వేర్వేరు పాత్రలలోకి మార్చండి. వాటి ఘన పరిమాణం అలాగే ఉందా?
- ద్రవాల ఆకారం అలాగే ఉందా ?
- మీరు ద్రవాన్ని ఒక పాత్ర నుండి వేరొక పాత్రలోకి మార్చినపుడు అది సులభంగా ప్రవహించిందా ?

ద్రవాలకు స్థిరమైన ఆకారం ఉండదని, స్థిరమైన ఘన పరిమాణం ఉంటుందని మనము గమనించవచ్చు. అవి ఏ పాత్రలోకి మారుస్తామో ఆ పాత్ర ఆకారాన్ని పొందుతాయి. ద్రవాలు ప్రవహిస్తాయి, వాటి ఆకారాన్ని మార్చుకుంటాయి. కనుక అవి దృఢత్వాన్ని కలిగి ఉండవు. అందువలన వాటిని ద్రవాలు అని పిలువవచ్చు.

కృత్యాలు 1.4 మరియు 1.5 ద్వారా ఘన పదార్థాలు మరియు ద్రవ పదార్థాలు ద్రవాలలో వ్యాపిస్తాయని చూసాము. వాతావరణంలోని వాయువులు నీటిలో వ్యాపించి కరిగిపోతాయి. ఈ వాయువులు ముఖ్యంగా ఆక్సిజన్ మరియు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌లు, జల చరాలు మరియు మొక్కల మనుగడకు అవసరము.

అన్ని జీవరాశులు మనుగడకు శ్వాస తీసుకోవాలి. నీటిలో కరిగిన ఆక్సిజన్ వలన జలచరాలు నీటిలో శ్వాసించ గలవు. అందువల్ల ఘన, ద్రవ మరియు వాయు పదార్థాలు ద్రవాలలో వ్యాపించ గలవు అని నిర్ధారించవచ్చు. ద్రవాల వ్యాప్తి రేటు

higher than that of solids. This is due to the fact that in the liquid state, particles move freely and have greater space between each other as compared to particles in the solid state.

1.3.3 The Gaseous State

Have you ever observed a balloon seller filling a large number of balloons from a single cylinder of gas? Enquire from him how many balloons is he able to fill from one cylinder. Ask him which gas does he have in the cylinder.

Activity _______ 1.11

- Take three 100 mL syringes and close their nozzles by rubber corks, as shown in Fig.1.4.
- Remove the pistons from all the syringes.
- Leaving one syringe untouched, fill water in the second and pieces of chalk in the third.
- Insert the pistons back into the syringes. You may apply some vaseline on the pistons before inserting them into the syringes for their smooth movement.
- Now, try to compress the content by pushing the piston in each syringe.

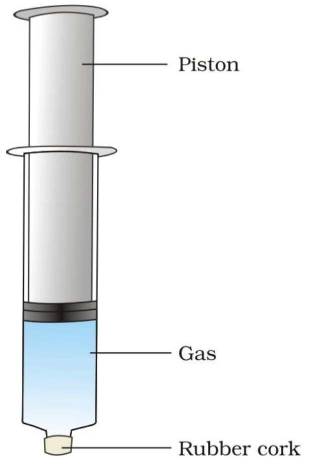


Fig. 1.4

- What do you observe? In which case was the piston easily pushed in?
- What do you infer from your observations?

We have observed that gases are highly compressible as compared to solids and liquids. The liquefied petroleum gas (LPG) cylinder that we get in our home for cooking or the oxygen supplied to hospitals in cylinders is compressed gas. Compressed natural gas (CNG) is used as fuel these days in vehicles. Due to its high compressibility, large volumes of a gas can be compressed into a small cylinder and transported easily.

We come to know of what is being cooked in the kitchen without even entering there, by the smell that reaches our nostrils. How does this smell reach us? The particles of the aroma of food mix with the particles of air spread from the kitchen, reach us and even farther away. The smell of hot cooked food reaches us in seconds; compare this with the rate of diffusion of solids and liquids. Due to high speed of particles and large space between them, gases show the property of diffusing very fast into other gases.

In the gaseous state, the particles move about randomly at high speed. Due to this random movement, the particles hit each other and also the walls of the container. The pressure exerted by the gas is because of this force exerted by gas particles per unit area on the walls of the container.

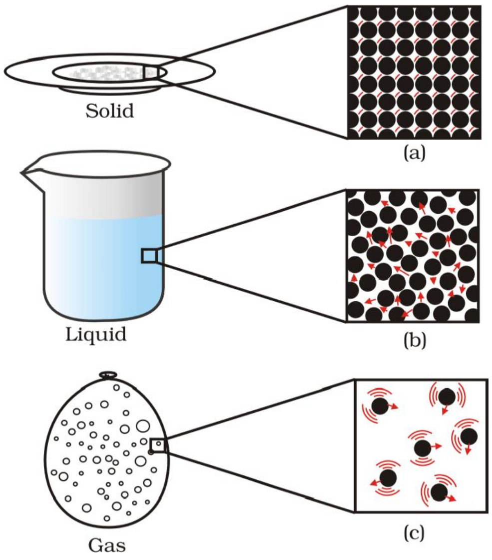


Fig.1.5: a, b and c show the magnified schematic pictures of the three states of matter. The motion of the particles can be seen and compared in the three states of matter.

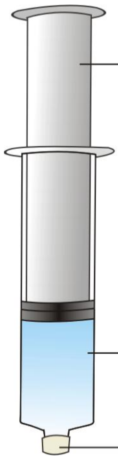
ఘన పదార్థాల కంటే ఎక్కువ. ఘన స్థితిలో ఉన్న కణాలతో పోలిస్తే ద్రవ స్థితిలో కణాలు స్వేచ్ఛగా కదులుతాయి. దీనికి కారణం కణాల మధ్య ఎక్కువ ఖాళీని కలిగి ఉండటమే.

1.3.3 వాయు స్థితి

బెలూన్ అమ్మేవ్యక్తి ఒక గ్యాస్ సిలిండర్ నుండి పెద్ద సంఖ్యలో బెలూన్లను నింపడం మీరుఎప్పుడైనా గమనించారా? అతను ఒక సిలిండర్ నుండి ఎన్ని బెలూన్లను నింపగలడో విచారించండి. సిలిండర్‌లో ఏ వాయువు ఉందో అతనిని అడగండి.

కృత్యం ------------------- 1.11

- మూడు 100 మి.లీ. సిరంజిలను తీసుకోండి మరియు పటం 1.4 లో చూపిన విధంగా వాటి నాజిల్ లను రబ్బరు కార్కులతో మూసివేయండి.
- అన్ని సిరంజిల నుండి ముషలకాలను తీసివేయండి.
- ఒక సిరంజిని తాకకుండా వదిలివేయండి. రెండవ సిరంజిని నీటితో మరియు మూడవ దానిని సుద్దముక్కలతో నింపండి.
- తిరిగి సిరంజిలలోకి ముషలకాలను చొప్పించండి. ముషలకం లోకి సిరంజిలను చొపించే ముందు ముషలకాల మృదువైన చలనము కొరకు వాని అంచులకు వేజలైన్ పూయండి.
- ఇప్పుడు, ప్రతి సిరంజ్‌లోని ముషలకాన్ని లోనికి నెట్టుతూ లోపలి పదార్థము సంపీడనము చెందించ డానికి ప్రయత్నించండి.



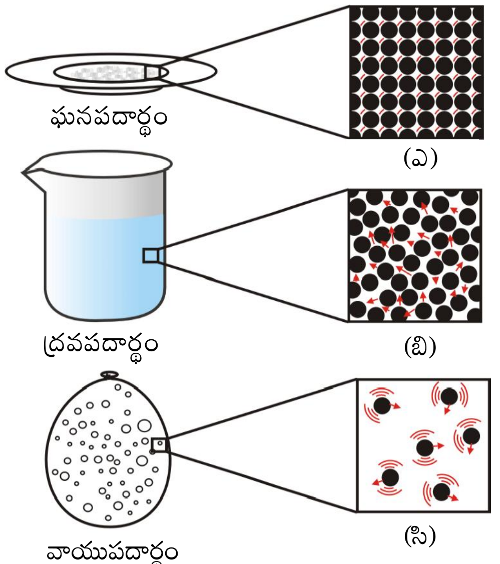
పటం 1.4

- మీరు ఏమి గమనించారు? ఏ సందర్భములో ముషలకం సులభముగా లోనికి నెట్టబడినది?
- ఈ పరిశీలనల నుండి మీరు ఏమి గమనించారు ?

ఘన, ద్రవ పదార్థాలతో పోలిస్తే వాయువులు అధిక పీడనాన్ని కలిగి ఉంటాయని మనము గమనించవచ్చు. ద్రవీకృత పెట్రోలియం వాయు (LPG - liquified Petroleum Gas) సిలిండర్ ను మన ఇంట్లో వంట చేయడానికి ఉపయోగిస్తాము లేదా వైద్యశాలలకు సరఫరా చేసే సిలిండర్లలో సంపీడ్యత చెందించిన వాయువు ఆక్సిజన్. ఈ రోజులలో వాహనాలలో ఇంధనముగా వాడుతున్నది సంపీడ్యత చెందించిన సహజ వాయుువు (CNG - Compressed Natural Gas). వాయువులు అధిక సంపీడ్యత వలన, ఎక్కువ పరిమాణం గల వాయువును సంపీడ్యత చెందించి చిన్న సిలిండర్‌లో నింపవచ్చు మరియు సులభంగా రవాణా చేయవచ్చు.

మనము వంట గదిలోకి ప్రవేశించ కుండానే ఏమి వండుతున్నారో ముక్కు ద్వారా వాసనతో తెలుసుకొనవచ్చు. ఈ వాసన మనకు ఎలా చేరుతుంది? వంట గది నుండి వ్యాపించే గాలి కణాలతో ఆహారపు వాసన మిళితమై మనము దూరముగా ఉన్నప్పటికీ అది మనలను చేరుతుంది. వేడిగా వండిన ఆహారపు వాసన సెకన్లలో మనలను చేరుతుంది. ఘన, ద్రవ పదార్థాల వ్యాపన రేటు వాయువులతో సరిపోల్చండి. కణాల అధిక వేగం మరియు వాటి మధ్య ఎక్కువ ఖాళీల కారణంగా వాయువులు ఇతర వాయువులలోకి చాలా వేగంగా వ్యాపించే ధర్మాన్ని కలిగిఉంటాయి.

వాయు స్థితిలో కణాలు, అధిక వేగంతో యాదృచ్ఛికముగా కదులుతాయి. ఈ యాదృచ్ఛిక చలనం వలన కణాలు ఒకదానికొకటి ఢీకొని, పాత్ర గోడలను ఢీకొంటాయి. పాత్ర యొక్క గోడలపై ప్రమాణ వైశాల్యంపై వాయు కణాలచే ప్రయోగింపబడిన బలం వలన వాయు పీడనము ఏర్పడుతుంది.



పటం 1.5: *ఎ, బి మరియు సి పదార్థం యొక్క మూడు స్థితుల వృద్ధీకరింపబడిన బొమ్మ నమూనాలను తెలుపుతుంది. కణాల కదలికను పదార్థంయొక్క మూడు స్థితులలో చూడవచ్చు, పోల్చవచ్చు.*

Questions

1. The mass per unit volume of a substance is called density. (density = mass/volume). Arrange the following in order of increasing density – air, exhaust from chimneys, honey, water, chalk, cotton and iron.

2. (a) Tabulate the differences in the characterisitcs of states of matter.

(b) Comment upon the following: rigidity, compressibility, fluidity, filling a gas container, shape, kinetic energy and density.

3. Give reasons

(a) A gas fills completely the vessel in which it is kept.

(b) A gas exerts pressure on the walls of the container.

(c) A wooden table should be called a solid.

(d) We can easily move our hand in air but to do the same through a solid block of wood we need a karate expert.

4. Liquids generally have lower density as compared to solids. But you must have observed that ice floats on water. Find out why.

1.4 Can Matter Change its State?

We all know from our observation that water can exist in three states of matter–

- solid, as ice,
- liquid, as the familiar water, and
- gas, as water vapour.

What happens inside the matter during this change of state? What happens to the particles of matter during the change of states? How does this change of state take place? We need answers to these questions, isn't it?

1.4.1 Effect of Change of Temperature

Activity _______ 1.12

- Take about 150 g of ice in a beaker and suspend a laboratory thermometer so that its bulb is in contact with the ice, as in Fig. 1.6.

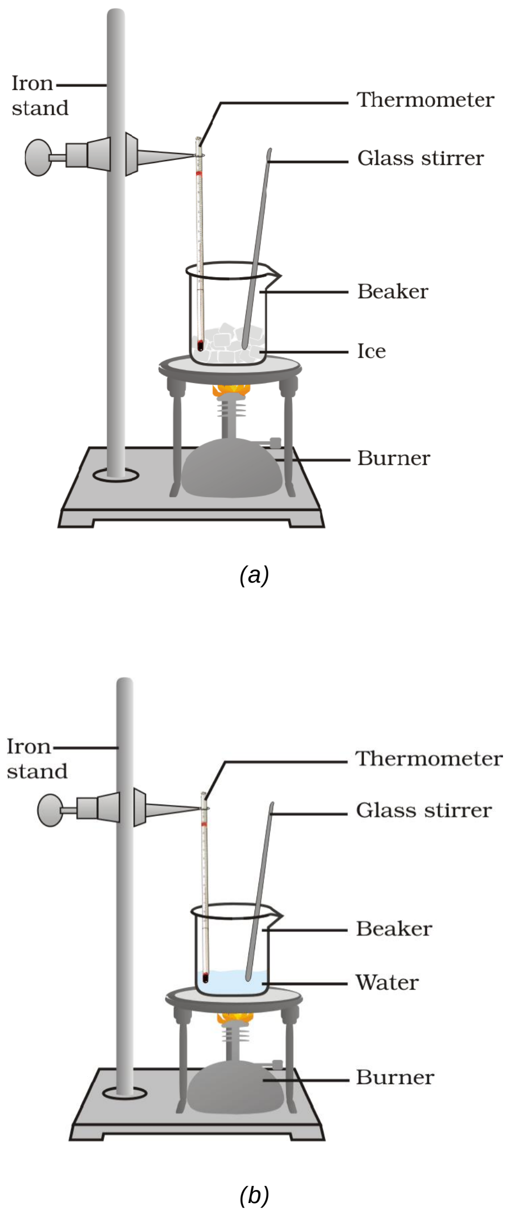


Fig. 1.6: (a) Conversion of ice to water, (b) conversion of water to water vapour

ప్రశ్నలు

1. ప్రమాణ ఘన పరిమాణము గల పదార్థము యొక్క ద్రవ్యరాశిని సాంద్రత అంటారు. (సాంద్రత = ద్రవ్యరాశి /ఘనపరిమాణం) ఈ క్రింది పదార్థాలను సాంద్రత పరంగా ఆరోహణ క్రమములో అమర్చండి. గాలి, చిమ్నీల నుండి వచ్చే పొగ, తేనె, నీరు, శుద్ధ ముక్క, ప్రత్తి మరియు ఇనుము.
2. (ఎ) పదార్థము యొక్క స్థితుల ధర్మాలలో గల తేడాలను పట్టిక రూపంలో రాయండి?
   (బి) ఈ క్రింది వానిపై వ్యాఖ్యానించండి: దృఢత్వము, సంపీడ్యత, ద్రవ్యత్వము, వాయుపాత్ర నింపడం, ఆకారము, గతిశక్తి మరియు సాంద్రత.
3. కారణాలు చెప్పండి
   ఎ) ఒక వాయువు దానిని ఉంచిన పాత్రను పూర్తిగా నింపుతుంది.
   బి) ఒక వాయువు అది ఉన్న పాత్రగోడలపై పీడనమును కలిగిస్తుంది.
   సి) ఒక చెక్కబల్లను ఘనము అని పిలుస్తాము.
   డి) మనము మన చేతిని గాలిలో సులభముగా కదిలించవచ్చు, కాని చెక్కతో చేసిన ఘనపు దిమ్మె ద్వారా అదే పని చేయడానికి మనకు కరాటే నిపుణుడు అవసరం.
4. ఘనపదార్థాలతో పోలిస్తే ద్రవాలు సాధారణంగా తక్కువ సాంద్రతను కలిగి ఉంటాయి. కాని మంచు నీటిపై తేలుతుందని నీవు గమనించి ఉంటావు. ఎందుకో తెలుసుకోండి ?

1.4 పదార్థము దాని స్థితిని మార్చుకొన గలదా?

మన పరిశీలనల ద్వారా నీరు మూడు స్థితులలో లభిస్తుందని తెలుసుకొనవచ్చు.

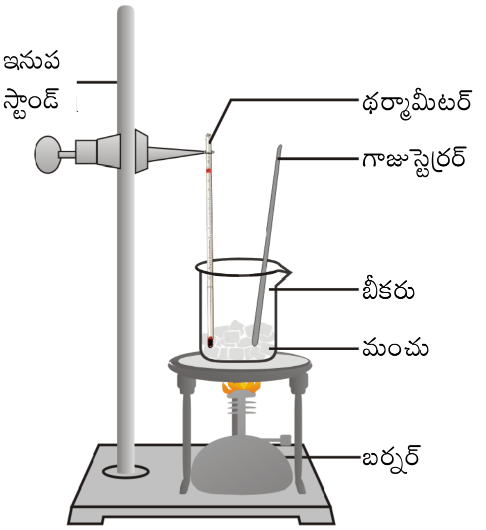
- మంచు లాగా ఘన స్థితి
- మనకు తెలిసిన నీరు లాగా ద్రవ స్థితి మరియు
- నీటి ఆవిరి లాగా వాయు స్థితి

స్థితి మార్పు సమయంలో పదార్థం లోపల ఏమి జరుగుతుంది? స్థితి మార్పు సమయములో పదార్థ కణాలకు ఏమి జరుగు తుంది? ఈ స్థితి మార్పు ఎలా జరుగుతుంది? మనకు ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానము కావాలి, అవునా, కాదా?

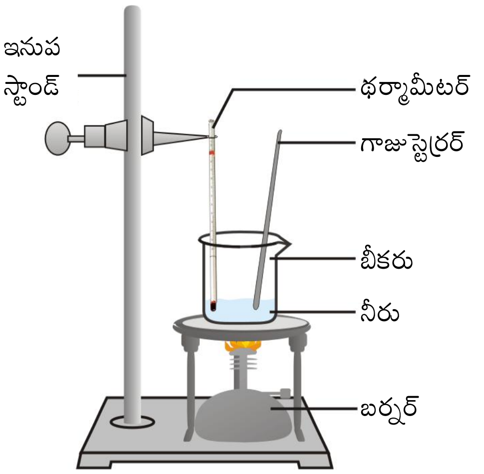
1.4.1 ఉష్ణోగ్రత మార్పు ప్రభావము

కృత్యం ------------------ 1.11

- ఒక బీకరులో సుమారు 150 గ్రా. మంచుని తీసుకొని, ఒక ప్రయోగశాల ఉష్ణ మాపకాన్ని దాని బల్బు మంచును తాకి ఉండేటట్లు పటం 1.6 లో చూపిన విధముగా ఉంచండి.



(ఎ)



(బి)

పటం 1.6 (ఎ) మంచును నీరుగా మార్చుట
(బి) నీటిని నీటి ఆవిరిగా మార్చుట

- Start heating the beaker on a low flame.
- Note the temperature when the ice starts melting.
- Note the temperature when all the ice has converted into water.
- Record your observations for this conversion of solid to liquid state.
- Now, put a glass rod in the beaker and heat while stirring till the water starts boiling.
- Keep a careful eye on the thermometer reading till most of the water has vaporised.
- Record your observations for the conversion of water in the liquid state to the gaseous state.

On increasing the temperature of solids, the kinetic energy of the particles increases. Due to the increase in kinetic energy, the particles start vibrating with greater speed. The energy supplied by heat overcomes the forces of attraction between the particles. The particles leave their fixed positions and start moving more freely. A stage is reached when the solid melts and is converted to a liquid. The minimum temperature at which a solid melts to become a liquid at the atmospheric pressure is called its melting point.

> The melting point of a solid is an indication of the strength of the force of attraction between its particles.

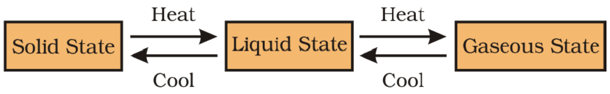
The melting point of ice is 273.15 K*. The process of melting, that is, change of solid state into liquid state is also known as fusion. *When a solid melts, its temperature remains the same, so where does the heat energy go?*

You must have observed, during the experiment of melting, that the temperature of the system does not change after the melting point is reached, till all the ice melts. This happens even though we continue to heat the beaker, that is, we continue to supply heat. This heat gets used up in changing the state by overcoming the forces of attraction between the particles. As this heat energy is absorbed by ice without showing any rise in temperature, it is considered that it gets hidden into the contents of the beaker and is known as the latent heat. The word latent means hidden. The amount of heat energy that is required to change 1 kg of a solid into liquid at atmospheric pressure at its melting point is known as the latent heat of fusion. So, particles in water at 0^oC (273 K) have more energy as compared to particles in ice at the same temperature.

When we supply heat energy to water, particles start moving even faster. At a certain temperature, a point is reached when the particles have enough energy to break free from the forces of attraction of each other. At this temperature the liquid starts changing into gas. The temperature at which a liquid starts boiling at the atmospheric pressure is known as its boiling point. Boiling is a bulk phenomenon. Particles from the bulk of the liquid gain enough energy to change into the vapour state.

For water this temperature is 373 K (100^oC = 273 + 100 = 373 K).

Can you define the latent heat of vaporisation? Do it in the same way as we have defined the latent heat of fusion. Particles in steam, that is, water vapour at 373 K ($100^0 C$) have more energy than water at the same temperature. This is because particles in steam have absorbed extra energy in the form of latent heat of vaporisation.



So, we infer that the state of matter can be changed into another state by changing the temperature.

We have learnt that substances around us change state from solid to liquid and from liquid to gas on application of heat. But there

*Note: *Kelvin* is the SI unit of temperature, $0^o C$ =273.15 K. For convenience, we take $0^o C$ = 273 K after rounding off the decimal. To change a temperature on the Kelvin scale to the Celsius scale you have to subtract 273 from the given temperature, and to convert a temperature on the Celsius scale to the Kelvin scale you have to add 273 to the given temperature.

- తక్కువ మంటపై బీకరును వేడిచేయడం ప్రారంభించండి.
- మంచు కరగడం ప్రారంబించినపుడు ఉష్ణోగ్రతను నమోదు చేయండి.
- మంచు అంతా నీరుగా మారినపుడు ఉష్ణోగ్రతను నమోదు చేయండి.
- ఘన స్థితి నుండి ద్రవ స్థితికి మారినపుడు మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి.
- ఇపుడు గాజు కడ్డీని బీకరులో ఉంచి, నీరు మరిగే వరకు గాజు కడ్డీని తిప్పుతూ వేడి చేయవలెను.
- బీకరులోని నీరు అంతా ఆవిరిగా మారే వరకు ఉష్ణమాపకంలోని రీడింగ్‌ను జాగ్రత్తగా గమనించండి.
- ద్రవస్థితి లోని నీరు వాయుస్థితి లోకి మారే వరకు పరిశీలనలు అన్నింటినీ నమోదు చేయండి.

ఘన పదార్థాల ఉష్ణోగ్రత పెంచినపుడు కణాల గతిశక్తి పెరుగుతుంది. గతిశక్తి పెరుగుదల కారణంగా, కణాలు ఎక్కువ వేగంతో కంపించడం ప్రారంభిస్తాయి. వేడి ద్వారా సరఫరా చేయబడిన శక్తి కణాల మధ్య గల ఆకర్షణ శక్తులను అదిగమిస్తుంది. కణాలు వాటి స్థిర స్థానాలను వదిలి మరింత స్వేచ్ఛగా కదలడం ప్రారంబిస్తాయి. ఘన పదార్థం కరిగి ద్రవంగా మారే దశకు చేరుకుంటుంది. వాతావరణ పీడనం వద్ద ఏ కనీస ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఘనపదార్థం, ద్రవంగా మారుతుందో ఆ ఉష్ణోగ్రతను 'ద్రవీభవన స్థానం' అంటారు.

> ఘనపదార్థం యొక్క ద్రవీభవన స్థానం దాని కణాల మధ్య గల ఆకర్షణ బల పరిమాణానికి సూచన

మంచు ద్రవీభవన స్థానం 273.15 కెల్విన్*. ద్రవీభవన ప్రక్రియ అనగా ఒక పదార్థము ఘన స్థితి నుండి ద్రవస్థితికి మారడాన్ని ద్రవీభవనం (Fusion) అంటారు.

ఘన పదార్థము కరుగు సందర్భములో దాని ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటుంది. మరి ఇచ్చిన ఉష్ణశక్తి ఏమైంది?

ద్రవీభవన సమయంలో, ద్రవీభవన స్థానం చేరుకున్న తర్వాత, మంచు అంతా కరిగి పోయేవరకు వ్యవస్థ యొక్క ఉష్ణోగ్రత మారదని నీవు గమనించేవుంటావు. మనము బీకరును వేడిచేయడం కొనసాగించినప్పటికి అంటే ఉష్ణాన్ని ఇస్తున్నప్పటికీ ఇలాగే జరుగును. కణాల మధ్య ఆకర్షణ శక్తులను అదిగమించడం ద్వారా స్థితిని మార్చడానికి ఈ ఉష్ణశక్తి ఉపయోగపడుతుంది. ఉష్ణోగ్రతలో ఎటువంటి పెరుగుదలను చూపకుండా మంచు ఈ ఉష్ణశక్తిని శోషించుకుంటుంది. ఇది బీకరులోగల పదార్థములో దాగి ఉంటుంది. కనుక దీనిని "గుప్తోష్ణం" (Latent Heat) అంటాం. గుప్తం అంటే దాగి ఉండడం అని అర్థం. వాతావరణ పీడనం, ద్రవీభవన స్థానాల వద్ద 1 కి. గ్రా. ఘన పదార్థం పూర్తి ద్రవంగా మారడానికి అవసరమయ్యే ఉష్ణశక్తిని ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం అంటారు. అందువల్ల 0°C (273 K) వద్ద ఉన్న నీటిలోని కణాలకుండే శక్తి అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న మంచులోని కణాల శక్తి కన్నా ఎక్కువ.

నీటిలోని కణాలకు ఉష్ణశక్తిని అందించడం వల్ల ఆ కణాలు వేగంగా చలించడం మొదలు పెడతాయి. నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద కణాలు వాటి మధ్యగల ఆకర్షణ బలాల కన్నా అదనపు శక్తిని పొంది స్వేచ్ఛగా విడిపోతాయి. ఈ ఉష్ణోగ్రతవద్ద ద్రవం వాయువుగా మారడం ప్రారంభిస్తుంది. సాధారణ వాతావరణ పీడనం వద్ద ద్రవం భాష్పంగా మారే ఉష్ణోగ్రతను మరుగు స్థానం (Boiling Point) అంటాం. మరగడం అనేది పదార్థం మొత్తం జరిగే దృగ్విషయం. మొత్తం ద్రవంలోని కణాలు తగినంత శక్తిని గ్రహించి వాయు స్థితికి మారతాయి.

నీటికి ఈ ఉష్ణోగ్రత 373 K (100°C = 273 + 100 = 373 K)

మీరు భాష్పీభవన గుప్తోష్ణమును నిర్వచించగలరా ? మీరు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణమును నిర్వచించిన విధముగానే దీనిని నిర్వచించండి. 373 K (100°C) వద్ద నీటి ఆవిరిలోని కణాలు అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల నీటిలోని కణాల కన్నా అధిక శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. దీనికి కారణం నీటి ఆవిరిలోని కణాలకు భాష్పీభవన గుప్తోష్ణ రూపంలో అదనపు శక్తిని పొందడమే.

కనుక ఉష్ణోగ్రతను మార్చడం వలన పదార్థం ఒక స్థితి నుండి మరొక స్థితి లోకి మారుతుందని నిర్ణయానికి రావచ్చు.

మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థాలు ఉష్ణ శక్తిని గ్రహించి ఘన పదార్థాలు ద్రవాలుగాను మరియు ద్రవ పదార్థాలు వాయువులుగాను మారతాయని నేర్చుకున్నాము. కానీ అక్కడ

*గమనిక: ఉష్ణోగ్రతకు SI ప్రమాణం కెల్విన్, 0° C =273.15 K. సౌలభ్యం కొరకు దశాంశ బిందువులను సవరించి 0° C = 273 K తీసుకుంటాము. కెల్విన్ స్కేలులోని ఉష్ణోగ్రతను సెల్సియస్ స్కేలులోనికి మార్చడానికి ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రత నుండి 273 ని తీసివేయాలి, సెల్సియస్ స్కేలులోని ఉష్ణోగ్రతను కెల్విన్ స్కేలులోనికి మార్చడానికి ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రతకు 273ను కలపాలి.

are some that change directly from solid state to gaseous state and vice versa without changing into the liquid state.

Activity _______ 1.13

- Take some camphor or ammonium chloride. Crush it and put it in a china dish.
- Put an inverted funnel over the china dish.
- Put a cotton plug on the stem of the funnel, as shown in Fig. 1.7.

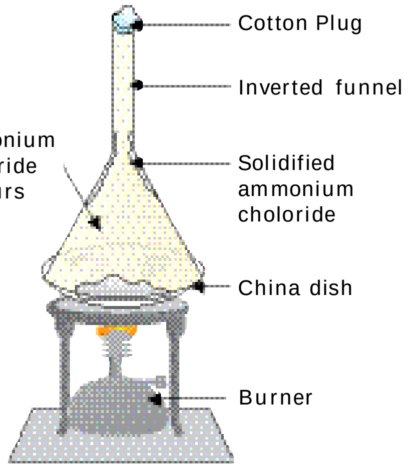


Fig. 1.7: Sublimation of ammonium chloride

- Now, heat slowly and observe.
- What do you infer from the above activity?

A change of state directly from solid to gas without changing into liquid state is called sublimation and the direct change of gas to solid without changing into liquid is called deposition.

1.4.2 Effect of Change of Pressure

We have already learnt that the difference in various states of matter is due to the difference in the distances between the constituent particles. What will happen when we start putting pressure and compress a gas enclosed in a cylinder? Will the particles come closer? Do you think that increasing or decreasing the pressure can change the state of matter?

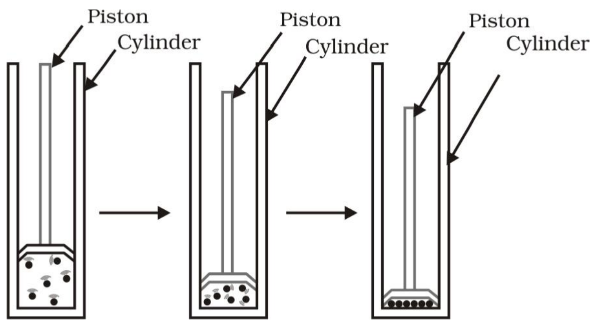


Fig. 1.8: By applying pressure, particles of matter can be brought close together

Applying pressure and reducing temperature can liquefy gases.

Have you heard of solid carbon dioxide (CO_2)? It is stored under high pressure. Solid CO_2 gets converted directly into gaseous state on decrease of pressure to 1 atmosphere* without coming into liquid state. This is the reason that solid carbon dioxide is also known as dry ice.

Thus, we can say that pressure and temperature determine the state of a substance, whether it will be solid, liquid or gas.

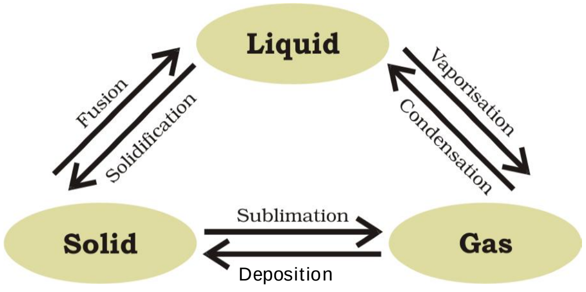


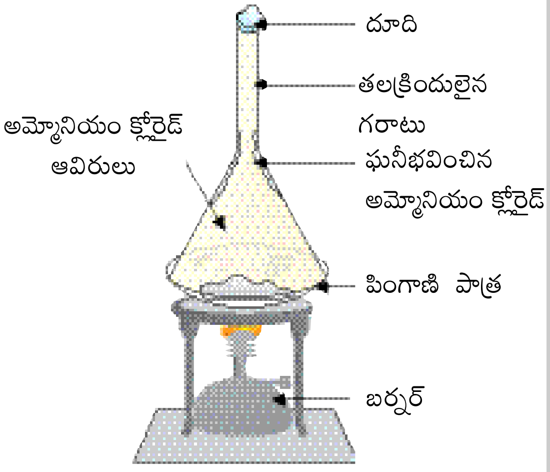
Fig. 1.9: Interconversion of the three states of matter

* *atmosphere (atm)* is a unit of measuring pressure exerted by a gas. The unit of pressure is Pascal (Pa): 1 atmosphere = 1.01×10^5 Pa. The pressure of air in atmosphere is called atmospheric pressure. The atmospheric pressure at sea level is 1 atmosphere, and is taken as the normal atmospheric pressure.

కొన్ని పదార్థాలు ద్రవస్థితికి మారకుండా ఘనస్థితి నుండి నేరుగా వాయుస్థితికి, వాయుస్థితి నుండి ఘన స్థితికి మారతాయి.

కృత్యం ------------------ 1.13

- కొంచెం కర్పూరం లేదా అమ్మోనియం క్లోరైడ్ తీసుకోండి. దీన్ని చూర్ణం చేసి పింగాణి పాత్రలో ఉంచండి.
- పింగాణీపాత్రపై గరాటును తల్లక్రిందులుగా బోర్లించండి.
- దూదిని తీసుకొని పటం 1.7లో చూపినవిధంగా గరాటు కాడ పైభాగంలో ఉంచండి.



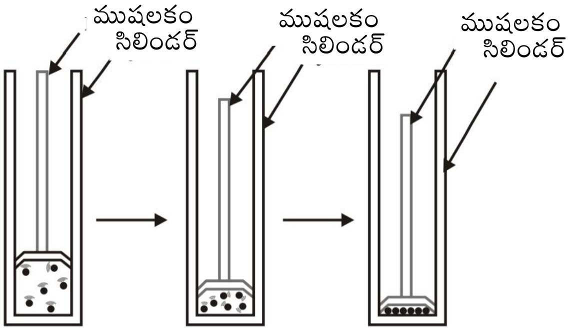
పటం 1.7 అమ్మోనియం క్లోరైడ్ యొక్క ఉత్పతనం

- ఇపుడు నెమ్మదిగా వేడి చేసి గమనించండి.
- పై కృత్యం నుండి మీరు ఏ నిర్ణయానికి వచ్చారు?

ద్రవస్థితిలోకి మారకుండా ఘన స్థితి నుండి నేరుగా వాయు స్థితిలోకి మారడాన్ని "ఉత్పతనం" అంటారు. ద్రవ స్థితి లోకి మారకుండా వాయు స్థితి నుండి నేరుగా ఘన స్థితిలోకి మారడాన్ని " నిక్షేపణము" అంటారు.

1.4.2 పీడన మార్పు ప్రభావం

పదార్థాలలోని కణాల మధ్య ఉండే దూరం కారణంగా పదార్థము యొక్క వివిధ స్థితులు ఏర్పడతాయని మనము ఇంతకు క్రితం నేర్చుకున్నాము. ఒక సిలిండరులో ఉన్న వాయువు పై పీడనాన్ని పెంచి సంపీడ్యము చెందిస్తే ఏం జరుగుతుంది ? సిలిండర్‌లోని కణాలు దగ్గరకు వస్తాయా ? పదార్ధ పీడనం పెంచడం లేదా తగ్గించడం వలన పదార్ధ స్థితిలో మార్పు వస్తుందని మీరు భావిస్తున్నారా ?

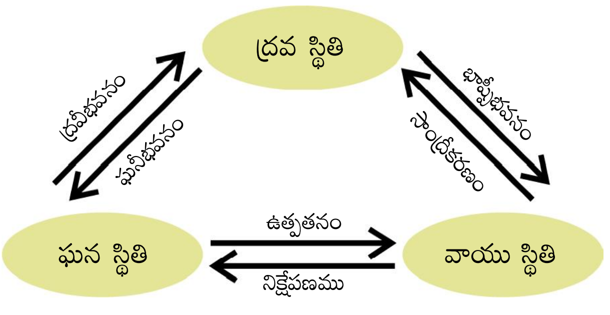


పటం 1.8 పీడనాన్ని కలుగజేయడం ద్వారా పదార్థం యొక్క కణాలను దగ్గరగా తీసుకురావచ్చు

పీడనాన్ని పెంచడం మరియు ఉష్ణోగ్రతను తగ్గించడం ద్వారా, వాయువులను ద్రవస్థితి లోకి మార్చవచ్చును.

ఘన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గురించి మీరు విన్నారా ? ఇది అధిక పీడనంలో నిల్వచేయబడుతుంది. పీడనాన్ని ఒక ఎట్మాస్ఫియర్* (Atmosphere) కు తగ్గిస్తే ఘన స్థితిలోని కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ద్రవ స్థితికి మారకుండానే నేరుగా వాయు స్థితికి మారుతుంది. అందువలననే ఘన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ను "పొడి మంచు" (Dry Ice) అంటారు.

పదార్థము ఘన, ద్రవ లేదా వాయు స్థితులలో ఏ స్థితిలో ఉన్నప్పటికీ, పదార్థ స్థితిని నిర్ణయించడంలో పీడనం, ఉష్ణోగ్రతలు ప్రభావం చూపుతాయి అని మనం చెప్పవచ్చు.



పటం 1.9: పదార్థం యొక్క మూడు స్థితుల పరస్పర మార్పిడి

* ఎట్మాస్ఫియర్ అనేది వాయువు కలగజేసిన పీడనాన్ని కొలవడానికి ఉపయోగించే ఒక ప్రమాణం. పీడనం యొక్క ప్రమాణం ఒక పాస్కల్(pa). 1 ఎట్మాస్ఫియర్ = 1.01×10^5 పాస్కల్. వాతావరణంలోని గాలి యొక్క పీడనాన్ని వాతావరణ పీడనం అంటారు. సముద్ర మట్టము వద్ద వాతావరణ పీడనము ఒక ఎట్మాస్ఫియర్ మరియు దీనిని సాధారణ వాతావరణ పీడనంగా తీసుకుంటారు.

Questions

1. *Convert the following temperature to celsius scale:*
   a. 300 K   b. 573 K
2. *What is the physical state of water at:*
   a. 250ºC   b. 100ºC ?
3. *For any substance, why does the temperature remain constant during the change of state?*
4. *Suggest a method to liquefy atmospheric gases.*

1.5 Evaporation

Do we always need to heat or change pressure for changing the state of matter? Can you quote some examples from everyday life where change of state from liquid to vapour takes place without the liquid reaching the boiling point? Water, when left uncovered, slowly changes into vapour. Wet clothes dry up. What happens to water in the above two examples?

We know that particles of matter are always moving and are never at rest. At a given temperature in any gas, liquid or solid, there are particles with different amounts of kinetic energy. In the case of liquids, a small fraction of particles at the surface, having higher kinetic energy, is able to break away from the forces of attraction of other particles and gets converted into vapour. This phenomenon of change of liquid into vapours at any temperature below its boiling point is called evaporation.

1.5.1 Factors affecting evaporation

Let us understand this with an activity.

Activity _______ 1.14

- Take 5 mL of water in a test tube and keep it near a window or under a fan.
- Take 5 mL of water in an open china dish and keep it near a window or under a fan.
- Take 5 mL of water in an open china dish and keep it inside a cupboard or on a shelf in your class.
- Record the room temperature.
- Record the time or days taken for the evaporation process in the above cases.
- Repeat the above three steps of activity on a rainy day and record your observations.
- What do you infer about the effect of temperature, surface area and wind velocity (speed) on evaporation?

You must have observed that the rate of evaporation increases with–

- an increase of surface area:
  We know that evaporation is a surface phenomenon. If the surface area is increased, the rate of evaporation increases. For example, while putting clothes for drying up we spread them out.
- an increase of temperature:
  With the increase of temperature, more number of particles get enough kinetic energy to go into the vapour state.
- a decrease in humidity:
  Humidity is the amount of water vapour present in air. The air around us cannot hold more than a definite amount of water vapour at a given temperature. If the amount of water in air is already high, the rate of evaporation decreases.
- an increase in wind speed:
  It is a common observation that clothes dry faster on a windy day. With the increase in wind speed, the particles of water vapour move away with the wind, decreasing the amount of water vapour in the surrounding.

1.5.2 How does evaporation cause cooling?

In an open vessel, the liquid keeps on evaporating. The particles of liquid absorb energy from the surrounding to regain the energy lost during evaporation. This absorption of energy from the surroundings make the surroundings cold.

ప్రశ్నలు

1. *కింది ఉష్ణోగ్రతలను సెల్సియస్ మానంలోకి మార్చండి.*
   ఎ) 300 K బి) 573 K
2. *ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నీటి భౌతిక స్థితి ఏది ?*
   ఎ) 250 °C బి) 100 °C
3. *ఏదైనా పదార్థం స్థితి మారుతున్నప్పుడు ఉష్ణోగ్రత ఎందుకు స్థిరముగా ఉంటుంది?*
4. *వాతావరణములోని వాయువులను ద్రవీకరించ డానికి ఒక పద్ధతిని సూచించండి ?*

1.5 భాష్పీభవనం

మనం పదార్థ స్థితిని మార్చడానికి ఎల్లప్పుడూ వేడి చేయడం లేదా పీడనాన్ని మార్చడమే అవసరమా? మరుగు స్థానం చేరకుండానే ద్రవ స్థితి నుండి వాయుస్థితికి మారే నిత్య జీవిత సంఘటనలను కొన్నింటిని ఉదహరణలివ్వగలరా? నీరు మూత లేనప్పుడు నెమ్మదిగా ఆవిరిగా మారుతుంది. తడి బట్టలు ఆరిపోతాయి. పై రెండు ఉదాహరణలలో నీరు ఏమైనట్లు ?

పదార్థము యొక్క కణాలు ఎల్లప్పుడు కదులుతాయని మరియు ఎప్పుడూ విశ్రాంతిగా ఉండవని మనకు తెలుసు. ఏదైనా వాయువు, ద్రవం లేదా ఘనం లోని కణాలు ఇచ్చిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద, వేర్వేరు గతిశక్తులతో ఉంటాయి. ద్రవాల విషయానికి వస్తే ఉపరితలంపై భాగములో ఉన్న కొన్ని కణాలు అధిక గతిశక్తిని కలిగి ఉండి, ఇతర కణాల ఆకర్షణ శక్తి నుండి విడిపోయి ఆవిరిగా మారుతాయి. ద్రవాలు వాని మరుగు స్థానము కంటే తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఆవిరిగా మారే దృగ్విషయాన్ని "భాష్పీభవనం " అంటారు.

1.5.1 భాష్పీభవనాన్ని ప్రభావితంచేసే అంశాలు

ఒక కృత్యం ద్వారా దీనిని అవగాహన చేసుకుందాం

కృత్యం ------------------ 1.14

- ఒక పరీక్ష నాళికలో 5 మి.లీ. నీటిని తీసుకొని దానిని కిటికీ దగ్గర లేదా ఫ్యాన్ కింద ఉంచండి.
- పింగాణి పాత్రలో 5 మి.లీ. నీటిని తీసుకొని, దానిని కిటికీ దగ్గర గాని లేదా ఫ్యాన్ కింద గాని ఉంచండి.
- పింగాణి పాత్రలో 5 మి.లీ. నీటిని తీసుకొని, దానిని మీ తరగతిలోని అల్మరాలో గాని లేదా షెల్ఫ్ లోపల గాని ఉంచండి.
- గది ఉష్ణోగ్రతను నమోదు చేయండి
- పై సందర్భాలలో భాష్పీభవన ప్రక్రియ కొరకు పట్టినసమయం లేదా రోజులను నమోదు చేయండి.
- వర్షం కురిసే రోజున పైన పేర్కొన్న మూడు దశలను మరలా చేసి, పరిశీలనలు నమోదుచేయండి.
- భాష్పీభవనంపై ఉష్ణోగ్రత, ఉపరితల వైశాల్యం మరియు గాలి వేగం (వడి)ల ప్రభావముల గురించి మీరు ఏమి ఊహించారు?

భాష్పీభవన రేటులోని పెరుగుదలను మీరు ఈ క్రింది విధముగా గమనించ గలరు.

- ఉపరితల వైశాల్యములో పెరుగుదల :

  భాష్పీభవనము అనేది ఒక ఉపరితల దృగ్విషయం అని మనకు తెలుసు. ఉపరితల వైశాల్యం పెరిగినట్లయితే భాష్పీభవన రేటు పెరుగుతుంది. ఉదాహరణకు, మనం బట్టలు ఆరబెట్టేటప్పుడు వాటిని విడదీస్తాం.
- ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల :

  ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల వలన ఎక్కువ సంఖ్యలో కణాలు తగినంత గతిశక్తిని పొంది వాయుస్థితికి వెళతాయి.
- ఆర్ద్రతలో తగ్గుదల :

  గాలిలో గల నీటి ఆవిరి పరిమాణాన్ని ఆర్ద్రత అంటారు. మన చుట్టూ ఉన్న గాలి నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద నిర్దిష్ట పరిమాణము కన్నా ఎక్కువ నీటి ఆవిరిని నిలిపి ఉంచలేదు. గాలిలోని నీటి ఆవిరి పరిమాణం ఇప్పటికే ఎక్కువగా ఉంటే భాష్పీభవన రేటు తగ్గుతుంది.
- గాలి వేగంలో పెరుగుదల:

  సాధారణముగా గాలి వేగముగా ఉన్న రోజు బట్టలు త్వరగా ఆరిపోతాయి. గాలి వేగం పెరుగుదలతో, నీటి ఆవిరి యొక్క కణాలు గాలితో పాటు దూరంగా వెళతాయి. అప్పుడు పరిసరాలలోని నీటి ఆవిరి పరిమాణం తగ్గును.

1.5.2 భాష్పీభవనం శీతలీకరణకు ఎలా కారణమవుతుంది?

తెరచిన పాత్రలో ద్రవం భాష్పీభవనము చెందుతూ ఉంటుంది. ద్రవ కణాలు భాష్పీభవన సమయంలో కోల్పోయిన శక్తిని తిరిగి పొందడానికి చుట్టుపక్కల నుండి శక్తిని గ్రహిస్తాయి. ఇలా పరిసరాల నుండి ఉష్ణశక్తిని గ్రహించడం వల్ల పరిసరాలు చల్లగా మారతాయి.

What happens when you pour some acetone (nail polish remover) on your palm? The particles gain energy from your palm or surroundings and evaporate causing the palm to feel cool.

After a hot sunny day, people sprinkle water on the roof or open ground because the large latent heat of vaporisation of water helps to cool the hot surface.

Can you cite some more examples from daily life where we can feel the effect of cooling due to evaporation?

Why should we wear cotton clothes in summer?

During summer, we perspire more because of the mechanism of our body which keeps us cool. We know that during evaporation, the particles at the surface of the liquid gain energy from the surroundings or body surface and change into vapour. The heat energy equal to the latent heat of vaporisation is absorbed from the body leaving the body cool. Cotton, being a good absorber of water helps in absorbing the sweat and exposing it to the atmosphere for easy evaporation.

Why do we see water droplets on the outer surface of a glass containing ice-cold water?

Let us take some ice-cold water in a tumbler. Soon we will see water droplets on the outer surface of the tumbler. The water vapour present in air, on coming in contact with the cold glass of water, loses energy and gets converted to liquid state, which we see as water droplets.

Questions

1. *Why does a desert cooler cool better on a hot dry day?*
2. *How does the water kept in an earthen pot (matka) become cool during summer?*
3. *Why does our palm feel cold when we put some acetone or petrol or perfume on it?*
4. *Why are we able to sip hot tea or milk faster from a saucer rather than a cup?*
5. *What type of clothes should we wear in summer?*

What you have learnt

- Matter is made up of small particles.
- The matter around us exists in three states—solid, liquid and gas.
- The forces of attraction between the particles are maximum in solids, intermediate in liquids and minimum in gases.
- The spaces in between the constituent particles and kinetic energy of the particles are minimum in the case of solids, intermediate in liquids and maximum in gases.

మీరు మీ అరచేతిపై కొంత ఎసిటోన్ (గోళ్ళరంగును తొలగించునది) పోసుకుంటే ఏమి జరుగుతుంది ? కణాలు మీ అరచేతి నుండి లేదా పరిసరాల నుండి శక్తిని పొంది, భాష్పీభవనం చెందడం వల్ల అర చేయి చల్లగా అనిపిస్తుంది.

ఎండ వేడి ఎక్కువగా ఉన్న రోజు, ప్రజలు పై కప్పు లేదా మైదానంలో నీటిని చల్లుతారు. ఎందుకంటే నీటి యొక్క అధిక భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం వేడిగా గల ఉపరితలాన్ని చల్లబరుచుటకు సహాయపడుతుంది.

భాష్పీభవనం కారణంగా శీతలీకరణ ప్రభావాన్ని పొందే నిత్య జీవితంలోని కొన్ని ఉదాహరణలను తెలుపగలరా?

వేసవిలో మనము నూలు దుస్తులను ధరిస్తాము ఎందుకు ?

వేసవిలో, మన శరీరము మనల్ని చల్లబరిచే ప్రక్రియ వల్ల మనకు చెమట ఎక్కువగా వస్తుంది. భాష్పీభవనం జరిగే సందర్భంలో ద్రవ ఉపరి తలములోని కణాలు పరిసరాల నుండి లేదా శరీర ఉపరితలం నుండి శక్తిని గ్రహించి ఆవిరిగా మారతాయని మనకు తెలుసు. భాష్పీభవన గుప్తోష్ణమునకు సమానమైన శక్తి శరీరము నుండి శోషించబడి శరీరాన్ని చల్లబరుస్తుంది. నూలుకు, నీటిని బాగా శోషించే గుణం ఉండుట వలన చెమటను గ్రహించి, వాతావరణంలోకి సులభంగా భాష్పీభవనము చెందించును.

బాగా చల్లని నీటిని కలిగి ఉన్న గాజు గ్లాసు బయట ఉపరితలంపై నీటి బిందువులను మనం ఎందుకు చూస్తాము?

ఒక గాజు గ్లాసులో బాగా చల్లని నీటిని తీసుకొందాం. కొద్ది సమయంలోనే ఆ గాజు గ్లాసు యొక్క బయటి ఉపరితలంపై నీటి బిందువులను చూస్తాం. గాలిలో ఉన్న నీటి ఆవిరి, చల్లని గ్లాసు ఉపరితలాన్ని తాకి, శక్తిని కోల్పోయి ద్రవ స్థితికి మారుతుంది. దానిని నీటి బిందువులుగా చూస్తాము.

ప్రశ్నలు

1. *ఎండ వేడి ఎక్కువగా ఉన్న రోజు కూలర్ బాగా చల్ల బరుస్తుంది. ఎందుకు ?*
2. *ఎండా కాలంలో మట్టి కుండలోని నీరు ఏ విధంగా చల్లబడును ?*
3. *మనము అరచేతిలో కొంచెం ఎసిటోన్ గాని, పెట్రోల్ గాని లేదా పెరఫ్యూమ్‌ను గాని తీసుకున్నప్పుడు మన చేతికి చల్లగా అనిపిస్తుంది ఎందుకు?*
4. *మనం వేడి టీ లేదా పాలను కప్పులో కంటే సాసర్ లో వేగంగా త్రాగ గలుగుతాం, ఎందుకు?*
5. *వేసవిలో మనము ఏ రకమైన దుస్తులను ధరించాలి ?*

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- పదార్థం చిన్న కణాలతో రూపొందించబడింది.
- మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం ఘన, ద్రవ మరియు వాయువు అనే మూడు స్థితులలో ఉంటుంది.
- కణాల మధ్య ఆకర్షణ శక్తి ఘన పదార్థాలలో గరిష్టముగాను, ద్రవాలలో మధ్యస్థముగాను మరియు వాయువులలో కనిష్ఠముగాను ఉంటుంది.
- కణాల మధ్య ఖాళీప్రదేశం, గతిశక్తి ఘన పదార్థాలలో కనిష్ఠముగాను, ద్రవాలలో మధ్యస్థముగాను మరియు వాయువులలో గరిష్టముగాను ఉంటుంది.

- The arrangement of particles is most ordered in the case of solids, in the case of liquids layers of particles can slip and slide over each other while for gases, there is no order, particles just move about randomly.
- The states of matter are inter-convertible. The state of matter can be changed by changing temperature or pressure.
- Sublimation is the change of solid state directly to gaseous state without going through liquid state.
- Deposition is the change of gaseous state directly to solid state without going through liquid state.
- Boiling is a bulk phenomenon. Particles from the bulk (whole) of the liquid change into vapour state.
- Evaporation is a surface phenomenon. Particles from the surface gain enough energy to overcome the forces of attraction present in the liquid and change into the vapour state.
- The rate of evaporation depends upon the surface area exposed to the atmosphere, the temperature, the humidity and the wind speed.
- Evaporation causes cooling.
- Latent heat of vaporisation is the heat energy required to change 1 kg of a liquid to gas at atmospheric pressure at its boiling point.
- Latent heat of fusion is the amount of heat energy required to change 1 kg of solid into liquid at its melting point.
- Some measurable quantities and their units to remember:

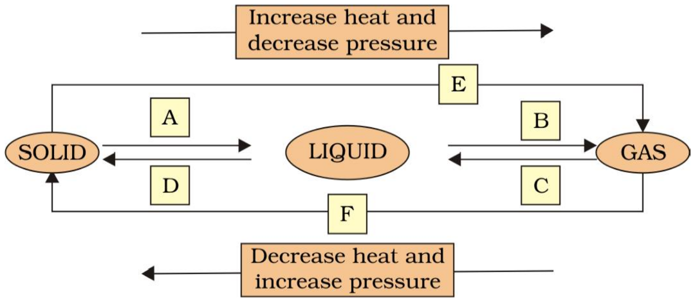
Quantity	*Unit*	*Symbol*
Temperature	kelvin	K
Length	metre	m
Mass	kilogram	kg
Weight	newton	N
Volume	cubic metre	m^3
Density	kilogram per cubic metre	$kg\ m^{-3}$
Pressure	pascal	Pa

- కణాలు ఘన పదార్థాల విషయంలో ఒక క్రమ పద్ధతిలో అమరి ఉంటాయి, ద్రవాల విషయంలో కణాల పొరలు ఒకదానిపై మరొకటి జారిపోతాయి మరియు కణాలు ఒకదానిపై మరొకటి దొర్లుతాయి, వాయువులలో కణాలకు ఎటువంటి క్రమము ఉండదు, అవి స్వేచ్ఛగా తిరుగుతాయి.
- పదార్థము యొక్క స్థితులు పరస్పరము మార్చుకోదగినవి. ఉష్ణోగ్రత లేదా పీడనాన్ని మార్చడం ద్వారా పదార్థము యొక్క స్థితిని మార్చవచ్చు.
- ఉత్పతనము అనేది పదార్థము ఘన స్థితి నుండి ద్రవస్థితికి మారకుండా నేరుగా వాయుస్థితికి మారడమే.
- నిక్షేపం అనేది పదార్థం వాయు స్థితినుండి ద్రవస్థితికి మారకుండా నేరుగా ఘన స్థితికి మారడము.
- మరగడం అనేది పదార్థం మొత్తంగా జరిగే దృగ్విషయం. ద్రవాలను వేడి చేసినపుడు వానిలోని కణాలు మొత్తం భాష్పంగా మారుతుంటాయి..
- భాష్పీభవనం అనేది ఉపరితల దృగ్విషయం. ద్రవంలోని ఉపరితల కణాలు ఆకర్షణ శక్తిని అదిగమించి భాష్పీభవనం చెందడానికి తగినంత శక్తిని పొందుతాయి.
- భాష్పీభవన రేటు వాతావరణంతో స్పర్శగల ద్రవ ఉపరితల వైశాల్యం, ఉష్ణోగ్రత, గాలిలో తేమ మరియు గాలి వేగములపై ఆధారపడును.
- భాష్పీభవనం శీతలీకరణకు కారణమవుతుంది.
- భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం అనగా ఒక కిలోగ్రాము ద్రవాన్ని దాని మరుగు స్థానం మరియు సాధారణ వాతావరణ పీడనం వద్ద వాయువుగా మార్చడానికి కావలసిన ఉష్ణశక్తి.
- ఒక కిలోగ్రామ్ ఘన పదార్థాన్ని, దాని ద్రవీభవన స్థానం వద్ద ద్రవంగా మార్చడానికి అవసరమైన ఉష్ణశక్తిని ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం అంటారు.
- గుర్తుంచుకోవలసిన కొన్ని కొలవగల రాశులు మరియు వాటి ప్రమాణాలు

రాశులు	ప్రమాణము	సంకేతం
ఉష్ణోగ్రత	కెల్విన్	K
పొడవు	మీటరు	మీ.
ద్రవ్యరాశి	కిలోగ్రాము	కి.గ్రా.
బరువు	న్యూటన్	న్యూ.
ఘనపరిమాణం	ఘనపుమీటరు	మీ^{3}.
సాంద్రత	కిలోగ్రామ్ / ఘనపు మీటరు	కి.గ్రా.మీ$^{-3}$
పీడనము	పాస్కల్	Pa

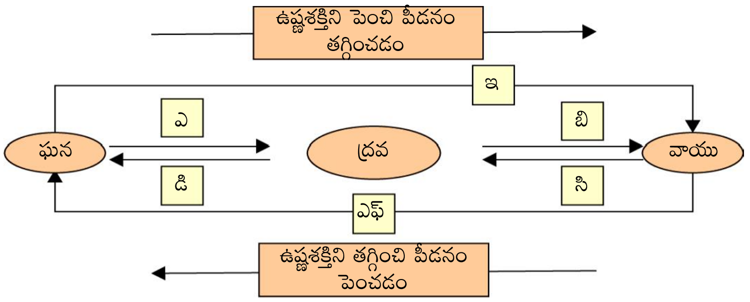
Exercises

1. Convert the following temperatures to the celsius scale.
   (a) 293 K (b) 470 K
2. Convert the following temperatures to the kelvin scale.
   (a) 25°C (b) 373°C
3. Give reason for the following observations.
   (a) Naphthalene balls disappear with time without leaving any solid.
   (b) We can get the smell of perfume sitting several metres away.
4. Arrange the following substances in increasing order of forces of attraction between the particles— water, sugar, oxygen.
5. What is the physical state of water at—
   (a) $25^{\circ\circ}$C (b) $0^{\circ\circ}$C (c) 100°C ?
6. Give two reasons to justify—
   (a) water at room temperature is a liquid.
   (b) an iron almirah is a solid at room temperature.
7. Why is ice at 273 K more effective in cooling than water at the same temperature?
8. What produces more severe burns, boiling water or steam?
9. Name A,B,C,D,E and F in the following diagram showing change in its state



అభ్యాసం

1. ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతలను సెల్సియస్ మానములోకి మార్చండి
   ఎ) 293 K   బి) 470 K
2. ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతలను కెల్విన్ మానములోకి మార్చండి.
   ఎ) 25°C   బి) 373°C
3. ఈ కింది పరిశీలనలకు కారణాన్ని తెలియ చేయండి
   ఎ) నాఫ్తలీన్ బంతులు ఎటువంటి ఘన రూపంలో మిగలకుండా కాల క్రమేణ అదృశ్యమవుతాయి.
   బి) అత్తరు వుంచిన స్థానం నుండి కొన్ని మీటర్ల దూరం వరకు వాసనను గుర్తించగలం.
4. ఈ కింది పదార్థాలను కణాల మధ్య ఆకర్షణ శక్తులు పెరిగే క్రమములో అమర్చండి. – నీరు, చక్కెర, ఆక్సిజన్
5. ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నీటి భౌతిక స్థితి ఏమిటి.
   ఎ) 25°C   బి) 0°C   సి) 100°C
6. సమర్థించడానికి రెండు కారణాలు ఇవ్వండి.
   ఎ) గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద నీరు ఒక ద్రవం
   బి) ఇనుప బీరువా గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక ఘన పదార్థం.
7. 273 K వద్ద ఉన్న మంచు, అదే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న నీటి కంటే ఎందుకు ఎక్కువ శీతలీకరణ ప్రభావం చూపును.
8. మరిగే నీరు, నీటి ఆవిరులలో ఏది ఎక్కువ గాయాన్ని కలుగజేస్తుంది?
9. ఈ కింది రేఖా చిత్రములో స్థితి మార్పును చూపే ఎ, బి, సి, డి, ఇ మరియు ఎఫ్ లకు పేర్లు పెట్టండి.



Group Activity

Prepare a model to demonstrate movement of particles in solids, liquids and gases.

For making this model you will need

- A transparent jar
- A big rubber balloon or piece of stretchable rubber sheet
- A string
- Few chickpeas or black gram or dry green peas.

How to make?

- Put the seeds in the jar.
- Sew the string to the centre of the rubber sheet and put some tape to keep it tied securely.
- Stretch and tie the rubber sheet on the mouth of the jar.
- Your model is ready. Now run your fingers up and down the string by first tugging at it slowly and then rapidly.

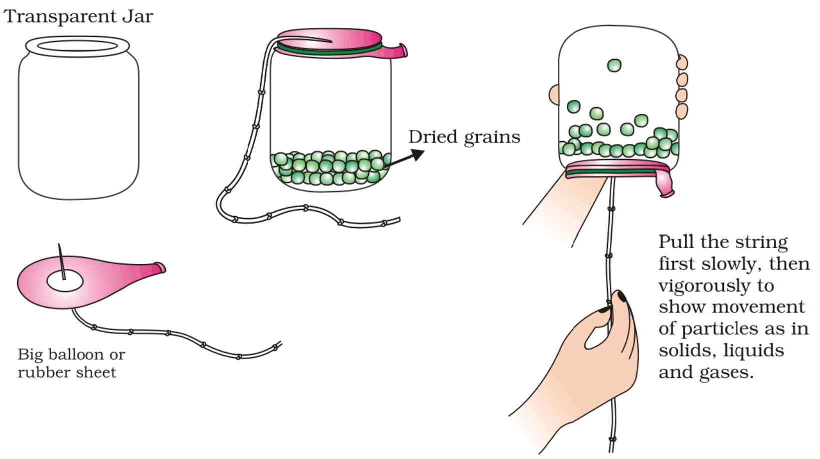


Fig. 1.10: A model for converting of solid to liquid and liquid to gas.

జట్టు కృత్యం

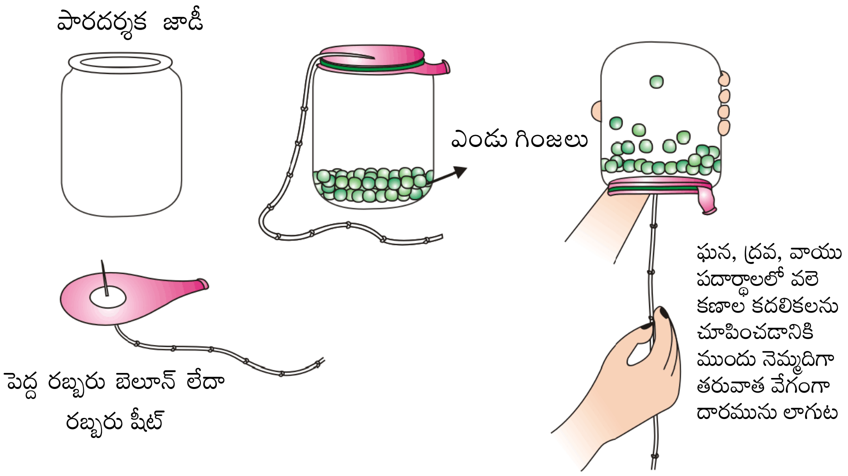
ఘన, ద్రవ మరియు వాయు పదార్థాలలో కణాల కదలికలను ప్రదర్శించడానికి ఒక నమూనా తయారు చేయండి.

ఈ నమూనా తయారీకి మీకు కావలసినవి

- ఒక పారదర్శక జాడీ
- ఒక రబ్బరు బెలూన్ లేదా సాగదీయగల రబ్బరు షీటు
- దారం
- కొన్ని చిక్కుడు గింజలు లేదా మినప గింజలు లేదా పెసలు.

ఎలా చేయాలి ?

- గింజలను జాడీలో ఉంచండి.
- దారమును రబ్బరు షీటుకు మధ్యలో కుట్టండి. దారము బిగుతుగా ఉండుటకు దానిని టేపుతో అంటించండి.
- రబ్బరు షీటును సాగదీసి జాడీమూతికి కట్టండి.
- మీ నమూనా సిద్ధమైనది. ఇపుడు మీ చేతి వేళ్ళతో దారమును పట్టుకొని ముందు నెమ్మదిగా తరువాత వేగముగా పైకి క్రిందకి లాగండి.



పటం 1.10 *ఘనపదార్థాన్ని ద్రవంగాను మరియు ద్రవాన్ని వాయువుగాను మార్చుటను చూపే నమూనా*

Chapter 2

Is Matter Around Us Pure?

0964CH02

How do we judge whether milk, ghee, butter, salt, spices, mineral water or juice that we buy from the market are pure?

Fig. 2.1: Some consumable items

Have you ever noticed the word 'pure' written on the packs of these consumables? For a common person pure means having no adulteration. But, for a scientist all these things are actually mixtures of different substances and hence not pure. For example, milk is actually a mixture of water, fat, proteins, etc. When a scientist says that something is pure, it means that all the constituent particles of that substance are the same in their chemical nature. A pure substance consists of a single type of particle. In other words, a substance is a pure single form of matter.

As we look around, we can see that most of the matter around us exists as mixtures of two or more pure components, for example, sea water, minerals, soil, etc., are all mixtures.

2.1 What is a Mixture?

Mixtures are constituted by more than one kind of pure form of matter. We know that dissolved sodium chloride can be separated from water by the physical process of evaporation. However, sodium chloride is itself a pure substance and cannot be separated by physical process into its chemical constituents. Similarly, sugar is a substance which contains only one kind of pure matter and its composition is the same throughout.

Soft drink and soil are not single pure substances. Whatever the source of a pure substance may be, it will always have the same characteristic properties.

Therefore, we can say that a mixture contains more than one pure substance.

2.1.1 Types of Mixtures

Depending upon the nature of the components that form a mixture, we can have different types of mixtures.

Activity 2.1

- Let us divide the class into groups A, B, C and D.
- Group A takes a beaker containing 50 mL of water and one spatula full of copper sulphate powder. Group B takes 50 mL of water and two spatula full of copper sulphate powder in a beaker.
- Groups C and D can take different amounts of copper sulphate and potassium permanganate or common salt (sodium chloride) and mix the given components to form a mixture.
- Report the observations on the uniformity in colour and texture.
- Groups A and B have obtained a mixture which has a uniform composition throughout. Such mixtures are called homogeneous mixtures or solutions. Some other examples of such mixtures are: (i) salt dissolved in water and (ii) sugar dissolved in water. Compare the

అధ్యాయం 2

U2P7U7

మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?

మార్కెట్ నుండి కొనుగోలు చేసిన పాలు, వెన్న, నెయ్యి,ఉప్పు, సుగంధద్రవ్యాలు, మినరల్ వాటర్ లేదా పండ్ల రసం ఏదైనా శుద్ధమైనదని మనం ఎలా నిర్ణయిస్తాము?

పటము 2.1: *కొన్ని వినియోగించదగిన వస్తువులు*

ఈ వినియోగ వస్తువులపై స్వచ్ఛమైనది అని వ్రాయబడి ఉండడం నీవు ఎప్పుడైనా గమనించావా? ఒక సాధారణ వ్యక్తికి శుద్ధమైనది అనగా కల్తీ లేనిది అని అర్థం. కానీ నిజానికి ఒక శాస్త్రవేత్తకు ఈ వస్తువులన్నీ వివిధ పదార్థాలతో కూడిన మిశ్రమాలు, అందువల్ల ఇవేవీ శుద్ధమైనవి కావు. ఉదాహరణకు పాలు అనేది నీరు, మాంసకృతులు మరియు కొవ్వులు మొదలైనవి కలిగిన ఒక మిశ్రమం. శాస్త్రవేత్తలు ఏదైనా పదార్థం శుద్ధమైనదని చెప్పారంటే ఆ పదార్థం యొక్క అనుఘటక కణాలు అన్నీ ఒకే రసాయన స్వభావం కలిగి ఉన్నాయని అర్థం. ఒక శుద్ధపదార్థం ఒకే రకమైన కణాలను కలిగి ఉంటుంది. మరియొక విధంగా ఒక శుద్ధపదార్థం అనేది, శుద్ధమైన ఒకే పదార్థరూపం.

మనం మన చుట్టూ పరిశీలించినట్లయితే, చాలా పదార్థాలు రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ స్వచ్ఛ అంశాలు కలిగిన మిశ్రమాలుగా కనిపిస్తాయి. ఉదాహరణకు సముద్రపు నీరు, ఖనిజాలు, మట్టి మొదలైనవి అన్నీ మిశ్రమాలే.

2.1 మిశ్రమం అనగానేమి?

ఒకటి కంటే ఎక్కువ శుద్ధమైన పదార్థాల కలయిక ద్వారా మిశ్రమం ఏర్పడును. నీటిలో కరిగిన సోడియం క్లోరైడ్‌ను బాష్పీభవనం అనే ప్రక్రియ ద్వారా వేరు చేయవచ్చునని మనకు తెలుసు. అయితే సోడియం క్లోరైడ్ అనేది ఒక శుద్ధమైనపదార్థం. దీనిని వాటి రసాయన అనుఘటకాలుగా వివిధ భౌతిక ప్రక్రియల ద్వారా వేరుచేయలేము. అదే విధంగా పంచదార ఒక శుద్ధమైన పదార్థం, అది ఒకే రకమునకు చెందిన శుద్ధమైన అను ఘటకములను కలిగి, దాని సంఘటనం అంతా పూర్తిగా ఒకే విధంగా ఉండును.

శీతల పానీయం, మట్టి అనేవి ఏకశుద్ధ పదార్థాలు కావు. ఒక స్వచ్ఛమైన పదార్థం యొక్క మూలం ఏదైనా అది ఎల్లప్పుడూ ఒకే రకమైన లక్షణాలతో కూడిన ధర్మాలను కలిగి ఉండాలి.

కావున మిశ్రమం అనేది ఒకటి కంటే ఎక్కువ స్వచ్ఛమైన పదార్థాలు కలిగి ఉంటుందని మనం చెప్పవచ్చు.

2.1.1 మిశ్రమాలు రకాలు

మిశ్రమమును ఏర్పరిచిన అనుఘటక అంశాల స్వభావం పై ఆధారపడి మనకు విభిన్న రకాల మిశ్రమాలు కలిగి ఉండవచ్చు.

కృత్యం ---------------------------- *2.1*

- తరగతిని A, B, C మరియు D అను జట్టులుగా విభజిద్దాం
- జట్టుA వారు ఒక బీకరులో 50 మి.లీ. నీరు, ఒక చెంచా నిండా కాపర్ సల్ఫేట్ పొడి తీసుకోవాలి. జట్టు B వారు ఒక బీకరులో 50 మి.లీ. నీరు, రెండు చెంచాల కాపర్ సల్ఫేట్ పొడి తీసుకోవాలి.
- జట్టు C, D వారు వివిధ మొత్తాలలో కాపర్ సల్ఫేట్, పొటాషియం పర్మాంగనేట్ లేదా సాధారణ ఉప్పు (సోడియం క్లోరైడ్) ను తీసుకొని, వాటిని కలపడం ద్వారా ఒక మిశ్రమం తయారు చేయాలి.
- ఈ మిశ్రమాల రంగు, ఆకృతిలో ఏకరూపతను పరిశీలించి నివేదించండి.
- జట్టు A, B లు పొందిన మిశ్రమం అంతా ఏకరీతి సంఘటనము కలిగి ఉండును. ఇటువంటి మిశ్రమాలను సజాతీయ మిశ్రమాలు లేదా ద్రావణాలు అంటారు. ఇటువంటి మిశ్రమాలకు మరికొన్ని ఉదాహరణలు i) నీటిలో కరిగించిన ఉప్పు ii) నీటిలో కరిగించిన పంచదార. రెండు జట్టుల యొక్క ద్రావణాల రంగును పోల్చండి.

colour of the solutions of the two groups. Though both the groups have obtained copper sulphate solution but the intensity of colour of the solutions is different. This shows that a homogeneous mixture can have a variable composition.

- Groups C and D have obtained mixtures, which contain physically distinct parts and have non-uniform compositions. Such mixtures are called heterogeneous mixtures. Mixtures of sodium chloride and iron filings, salt and sulphur, and oil and water are examples of heterogeneous mixtures.

Activity _______________ *2.2*

- Let us again divide the class into four groups— A, B, C and D.
- Distribute the following samples to each group:
  - Few crystals of copper sulphate to group A.
  - One spatula full of copper sulphate to group B.
  - Chalk powder or wheat flour to group C.
  - Few drops of milk or ink to group D.
- Each group should add the given sample in water and stir properly using a glass rod. Are the particles in the mixture visible?
- Direct a beam of light from a torch through the beaker containing the mixture and observe from the front. Was the path of the beam of light visible?
- Leave the mixtures undisturbed for a few minutes (and set up the filtration apparatus in the meantime). Is the mixture stable or do the particles begin to settle after some time?
- Filter the mixture. Is there any residue on the filter paper?
- Discuss the results and form an opinion.

Groups A and B have got a solution.
Group C has got a suspension.
Group D has got a colloidal solution.

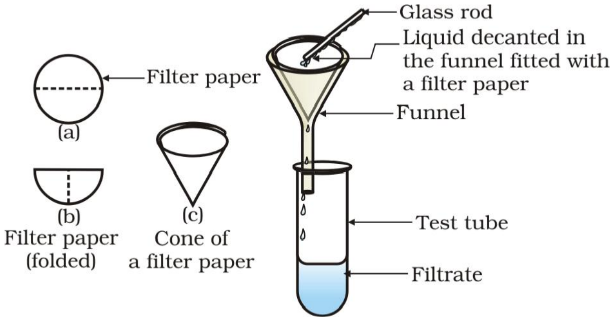


Fig. 2.2: Filtration

Now, we shall learn about solutions, suspensions and colloidal solutions in the following sections.

Questions

1. *What is meant by a substance?*
2. *List the points of differences between homogeneous and heterogeneous mixtures.*

2.2 What is a Solution?

A solution is a homogeneous mixture of two or more substances. You come across various types of solutions in your daily life. Lemonade, soda water, etc., are all examples of solutions. Usually we think of a solution as a liquid that contains either a solid, liquid or a gas dissolved in it. But, we can also have solid solutions (alloys) and gaseous solutions (air). In a solution there is homogeneity at the particle level. For example, lemonade tastes the same throughout. This shows that particles of sugar or salt are evenly distributed in the solution.

More to know

Alloys: Alloys are mixtures of two or more metals or a metal and a non-metal and cannot be separated into their components by physical methods. But still, an alloy is considered as a mixture because it shows the properties of its constituents and can have variable composition. For example, brass is a mixture of approximately 30% zinc and 70% copper.

రెండు జట్లు కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం పొందినప్పటికీ ద్రావణాల రంగుల్లో గల తీవ్రత విభిన్నంగా ఉంది. కావున సజాతీయ మిశ్రమం అస్థిరమైన సంఘటనం (కూర్పు) కలిగి ఉండవచ్చు.

- జట్టు C మరియు D ల వద్ద గల మిశ్రమాలు భౌతికంగా విభిన్న భాగాలు కలిగి ఏకరీతి కాని కూర్పు కలిగి ఉండును. ఇటువంటి మిశ్రమాలను విజాతీయ మిశ్రమాలు అంటారు. సోడియం క్లోరైడ్ మరియు ఇనపరజను, ఉప్పు మరియు సల్ఫర్, నూనె మరియు నీరు మిశ్రమాలు విజాతీయ మిశ్రమాలకు ఉదాహరణలు.

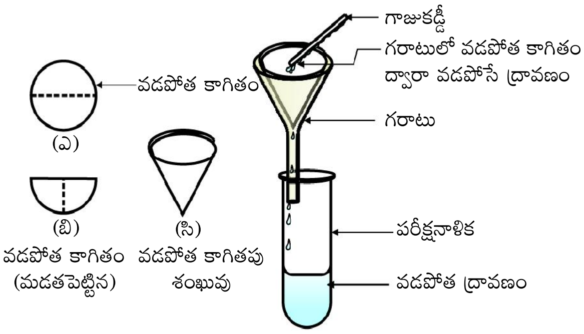
కృత్యం ------------------------- 2.2

- తరగతిని మరల A, B, C మరియు D. అనే నాలుగు జట్టులుగా విభజిద్దాం.
- ప్రతి జట్టునకు క్రింది నమూనాలను పంచండి
  - జట్టు A కు కొద్దిగా కాపర్ సల్ఫేట్ స్ఫటికాలు
  - జట్టు B కు ఒక చెంచా నిండా కాపర్ సల్ఫేట్
  - జట్టు C కు సుద్దముక్కపొడి లేదా గోధుమపిండి
  - జట్టు D కు కొన్ని చుక్కల పాలు లేదా సిరా
- ప్రతి జట్టు వారు ఇవ్వబడిన నమూనాను నీటిలో వేసి, గాజు కడ్డీ సహాయముతో బాగా కలపండి. మిశ్రమంలో గల కణాలు కనిపిస్తున్నాయా?
- బీకరులో గల మిశ్రమం గుండా టార్చ్ లైట్ కాంతి పుంజం పంపి, బీకర్ ముందు భాగం నుండి పరిశీలించండి. కాంతి పుంజం యొక్క ప్రసరణ మార్గం కనిపిస్తుందా?
- కొన్ని నిమిషాలపాటు మిశ్రమాన్ని కదపకుండా ఉంచండి (అదే సమయంలో వడపోత పరికరాలను సిద్ధం చేయండి). మిశ్రమం స్థిరంగా ఉందా? లేదా కొంత సమయం తర్వాత మిశ్రమ కణాలు అడుగుకు చేరడం ప్రారంభించాయా?
- మిశ్రమాన్ని వడపోయండి. వడపోత కాగితంపై ఏదైనా అవశేషం మిగిలిందా?
- ఫలితాలను చర్చించి ఒక అభిప్రాయముకు రండి.

A మరియు B జట్టు ద్రావణమును పొందారు.

జట్టు C వారు అవలంబనమును పొందారు.

జట్టు D వారు కాంజికాభ ద్రావణం(కొలాయిడ్) పొందారు.



పటము 2.2: *వడపోత*

ఇప్పుడు మనం ద్రావణాలు, అవలంబనాలు మరియు కాంజికాభ ద్రావణాల గురించి తర్వాత విభాగాల్లో నేర్చుకుందాం.

ప్రశ్నలు

1. *శుద్ధ పదార్థం అనగానేమి?*
2. సజాతీయ, విజాతీయ మిశ్రమాల మధ్య తేడాలను వ్రాయండి.

2.2 ద్రావణం అనగానేమి?

రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ పదార్థాలతో కూడిన సజాతీయ మిశ్రమాన్ని ద్రావణం అంటారు. మన నిత్యజీవితంలో చాలా రకాల ద్రావణాలను వినియోగిస్తాం. నిమ్మరసం, సోడా నీరు మొదలైనవన్నీ ద్రావణాలకు ఉదాహరణలు. సాధారణంగా ఒక ద్రవంలో ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థం కరిగి ఉంటే దానిని ద్రావణం అని మనం భావిస్తాం. కానీ మనం, ఘన ద్రావణాలు (మిశ్రమ లోహాలు) మరియు వాయు ద్రావణాలు(గాలి) కూడా కలిగి ఉన్నాము. ద్రావణం కణ స్థాయి నుండే సజాతీయత కలిగి ఉండును. ఉదాహరణకు నిమ్మరసం అంతా ఒకే రుచి కలిగి ఉండును. దీని ద్వారా, ద్రావణంలో పంచదార లేదా ఉప్పు కణాలు సరి సమానంగా విస్తరించి ఉండునని తెలుస్తుంది.

మరింత తెలుసుకుందాము

మిశ్రమ లోహాలు : మిశ్రమలోహాలు అనేవి రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ లోహాలు లేదా ఒక లోహం మరియు ఒక అలోహాల మిశ్రమాలు. వీటిని వివిధ భౌతిక పద్ధతుల ద్వారా వాటి అనుఘటకాలుగా వేరు చేయలేము. కానీ ఇప్పటికీ మిశ్రమలోహమును మిశ్రమంగా భావిస్తున్నాము. ఎందుకనగా ఇది అస్థిరమైన కూర్పు కలిగి, వాటి విడి అనుఘటకాల ధర్మాలను ఇది ప్రదర్శిస్తుంది. ఉదాహరణకు ఇత్తడి అనేది సుమారు 30%జింక్ మరియు 70%రాగి కలిగిన మిశ్రమం.

A solution has a solvent and a solute as its components. The component of the solution that dissolves the other component in it (usually the component present in larger amount) is called the solvent. The component of the solution that is dissolved in the solvent (usually present in lesser quantity) is called the solute.

Examples:

(i) A solution of sugar in water is a solid in liquid solution. In this solution, sugar is the solute and water is the solvent.

(ii) A solution of iodine in alcohol known as 'tincture of iodine', has iodine (solid) as the solute and alcohol (liquid) as the solvent.

(iii) Aerated drinks like soda water, etc., are gas in liquid solutions. These contain carbon dioxide (gas) as solute and water (liquid) as solvent.

(iv) Air is a mixture of gas in gas. Air is a homogeneous mixture of a number of gases. Its two main constituents are: oxygen (21%) and nitrogen (78%). The other gases are present in very small quantities.

Properties of a Solution

- A solution is a homogeneous mixture.
- The particles of a solution are smaller than 1 nm (10^{-9} metre) in diameter. So, they cannot be seen by naked eyes.
- Because of very small particle size, they do not scatter a beam of light passing through the solution. So, the path of light is not visible in a solution.
- The solute particles cannot be separated from the mixture by the process of filtration. The solute particles do not settle down when left undisturbed, that is, a solution is stable.

2.2.1 CONCENTRATION OF A SOLUTION

In activity 2.2, we observed that groups A and B obtained different shades of solutions. So, we understand that in a solution the relative proportion of the solute and solvent can be varied. Depending upon the amount of solute present in a solution, it can be called dilute, concentrated or saturated solution. Dilute and concentrated are comparative terms. In activity 2.2, the solution obtained by group A is dilute as compared to that obtained by group B.

Activity ______________ *2.3*

- Take approximately 50 mL of water each in two separate beakers.
- Add salt in one beaker and sugar or barium chloride in the second beaker with continuous stirring.
- When no more solute can be dissolved, heat the contents of the beaker to raise the temperature by about 5°C.°
- Start adding the solute again.

Is the amount of salt and sugar or barium chloride, that can be dissolved in water at a given temperature, the same?

At any particular temperature, a solution that has dissolved as much solute as it is capable of dissolving, is said to be a saturated solution. In other words, when no more solute can be dissolved in a solution at a given temperature, it is called a saturated solution. The amount of the solute present in the saturated solution at this temperature is called its solubility.

If the amount of solute contained in a solution is less than the saturation level, it is called an unsaturated solution.

What would happen if you were to take a saturated solution at a certain temperature and cool it slowly.

We can infer from the above activity that different substances in a given solvent have different solubilities at the same temperature.

The concentration of a solution is the amount (mass or volume) of solute present in a given amount (mass or volume) of solution.

There are various ways of expressing the concentration of a solution, but here we will learn only three methods.

(i) Mass by mass percentage of a solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 100$$

ఒక ద్రావణం, ద్రావణి మరియు ద్రావితం అనే భాగాలను కలిగి ఉంటుంది. ద్రావణంలో గల ఒక అనుఘటకం మరొక అనుఘటకంను కరిగించుకునే దాన్ని (సాధారణంగా అధిక పరిమాణంలో గల అనుఘటకం) ద్రావణి అని అందురు. ద్రావణిలో కరిగే స్వభావం ఉన్న ద్రావణ అనుఘటకంను (సాధారణంగా తక్కువ పరిమాణంలో గల భాగము) ద్రావితం అందురు.

ఉదాహరణలు:

(i) పంచదార జలద్రావణం అనేది ద్రవములో ఘనము గల ద్రావణం,ఈ ద్రావణంలో నీరు ద్రావణి, పంచదార ద్రావితం.

(ii) మనకు తెలిసిన టింక్చర్ అయోడిన్ అనేది ఆల్కహాల్‌లో అయోడిన్ ద్రావణం నందు, అయోడిన్ (ఘనము) ద్రావితము, ఆల్కహాల్ (ద్రవము) ద్రావణి.

(iii) సోడా నీరు మొదలైన శీతల పానీయాలు అనేవి, ద్రవంలో వాయువు గల ద్రావణాలు. ఇవి కార్బన్ డయాక్సైడ్ (వాయువు)ను ద్రావితంగా, నీరు(ద్రవం)ను ద్రావణిగా కలిగి ఉండును.

(iv) గాలి అనేది వాయువులో వాయువు గల ఒక మిశ్రమం. గాలి అనేది చాలా వాయువుల సజాతీయ మిశ్రమం. దీనిలో గల రెండు ప్రధాన అనుఘటకాలు ఆక్సిజన్ (21%) మరియు నైట్రోజన్ (78%). మిగిలిన వాయువులు చాలా తక్కువ పరిమాణంలో ఉండును.

ద్రావణ ధర్మాలు

- ద్రావణం ఒక సజాతీయ మిశ్రమం.
- ద్రావణ కణాల వ్యాసం ఒక నానోమీటర్(10^{-9}మీటర్) కంటే తక్కువ కావున వాటిని మన కంటితో చూడలేము.
- ద్రావణ కణాల యొక్క అతి చిన్న పరిమాణం వలన, ద్రావణం గుండా పంపిన కాంతిపుంజమును అవి పరిక్షేపణము చెందించలేవు. కావున కాంతి ప్రసరణ మార్గము ద్రావణంలో కనిపించదు.
- మిశ్రమం నుండి ద్రావిత కణాలను వడపోత ద్వారా వేరు చేయలేము. ద్రావణమును కదల్చకుండా స్థిరంగా ఉంచిన, ద్రావిత కణాలు అడుగుభాగానికి చేరవు. అనగా ద్రావణం స్థిరమైనది.

2.2.1 ద్రావణ గాఢత

కృత్యము 2.2 లో A, B జట్టులు విభిన్నమైన రంగులు కలిగిన ద్రావణాలు పొందుట మనం గమనించాము. కావున ద్రావణంలో ద్రావిత మరియు ద్రావణిల సాపేక్ష అనుపాతం అస్థిరంగా ఉండునని మనం అర్థం చేసుకోవచ్చు. ఒక ద్రావణంలో ఉన్న ద్రావిత పరిమాణం ఆధారంగా, ద్రావణాలను విలీన, గాఢ లేదా సంతృప్త ద్రావణాలుగా పిలువవచ్చు. విలీన, గాఢత అనేవి పోల్చదగిన పదాలు. కృత్యము2.2 లో సమూహం A వారు పొందిన ద్రావణం, సమూహం B వారు పొందిన ద్రావణంతో పోల్చినప్పుడు విలీనమైనది.

కృత్యం ------------------------- 2.3

- రెండు వేరు వేరు బీకర్లలో సుమారు 50 మిల్లీ లీటర్ల నీరు తీసుకోండి.
- ఒక బీకరునందు ఉప్పును, రెండవ బీకరు నందు పంచదార లేదా బేరియం క్లోరైడ్‌ను కలుపుతూ వేయండి.
- ఎప్పుడైతే ద్రావితము ఇంక ఏమాత్రం కరగదో, అప్పుడు బీకర్లలో ఉన్న పదార్థాన్ని 5° C ఉష్ణోగ్రత పెరిగేవరకు వేడి చేయండి.
- మరల ద్రావితమును వేసి, కలపడం ప్రారంభించండి.

ఇవ్వబడిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద నీటిలో కరిగించిన ఉప్పు, పంచదార లేదా బేరియం క్లోరైడ్ పరిమాణము ఒకేలా ఉందా?

ఏదైనా నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రావణంలో ఎంత ద్రావితం కరిగించుకోగలదో, అంతే ద్రావితం గల ద్రావణాన్ని సంతృప్త ద్రావణం అంటారు. మరొక విధంగా, ఇవ్వబడిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఇంక ఏమాత్రం ద్రావితమును కరిగించుకోలేని ద్రావణమును సంతృప్త ద్రావణం అని పిలుస్తాము. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంతృప్త ద్రావణంలో కరిగియున్న ద్రావిత పరిమాణాన్ని దాని ద్రావణీయత అంటారు.

ఒక ద్రావణంలో గల ద్రావిత పరిమాణం సంతృప్త స్థాయి కంటే తక్కువ కలిగి ఉంటే, ఆ ద్రావణాన్ని అసంతృప్త ద్రావణం అంటారు.

నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల సంతృప్త ద్రావణమును నెమ్మదిగా చల్లారిస్తే ఏమి జరుగుతుంది?

పై కృత్యం ద్వారా ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద విభిన్న పదార్థాలు, ఇవ్వబడిన ద్రావణిలో విభిన్న ద్రావణీయతలు కలిగి ఉంటాయని మనం చెప్పవచ్చు.

నిర్దిష్ట పరిమాణం (ద్రవ్యరాశి లేదా ఘనపరిమాణం) కలిగిన ద్రావణంలో గల ద్రావిత పరిమాణము (ద్రవ్యరాశి లేదా ఘనపరిమాణం)ను ఆ ద్రావణ గాఢత అంటారు. ద్రావణ గాఢతను వ్యక్తపరుచుటకు చాలా విధానాలు ఉన్నాయి, కానీ ఇక్కడ మనం అందులోని కేవలం మూడింటిని నేర్చుకుందాం.

$$\text{ద్రావణం ద్రవ్యరాశి శాతం} = \frac{\text{ద్రావిత ద్రవ్యరాశి}}{\text{ద్రావణం ద్రవ్యరాశి}} \times 100$$

(ii) Mass by volume percentage of a solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$$

(iii) Volume by volume percentage of a solution

$$= \frac{\text{Volume of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$$

Example 2.1 A solution contains 40 g of common salt in 320 g of water. Calculate the concentration in terms of mass by mass percentage of the solution.

Solution:

Mass of solute (salt) = 40 g
Mass of solvent (water) = 320 g

We know,

Mass of solution = Mass of solute + Mass of solvent
= 40 g + 320 g
= 360 g

Mass percentage of solution

$$= \frac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

2.2.2 What is a suspension?

Non-homogeneous systems, like those obtained by group C in activity 2.2, in which solids are dispersed in liquids, are called suspensions. A suspension is a heterogeneous mixture in which the solute particles do not dissolve but remain suspended throughout the bulk of the medium. Particles of a suspension are visible to the naked eye.

Properties of a Suspension

- Suspension is a heterogeneous mixture.
- The particles of a suspension can be seen by the naked eye.
- The particles of a suspension scatter a beam of light passing through it and make its path visible.
- The solute particles settle down when a suspension is left undisturbed, that is, a suspension is unstable. They can be separated from the mixture by the process of filtration. When the particles settle down, the suspension breaks and it does not scatter light any more.

2.2.3 What is a colloidal solution?

The mixture obtained by group D in activity 2.2 is called a colloid or a colloidal solution. The particles of a colloid are uniformly spread throughout the solution. Due to the relatively smaller size of particles, as compared to that of a suspension, the mixture appears to be homogeneous. But actually, a colloidal solution is a heterogeneous mixture, for example, milk.

Because of the small size of colloidal particles, we cannot see them with naked eyes. But, these particles can easily scatter a beam of visible light as observed in activity 2.2. This scattering of a beam of light is called the Tyndall effect after the name of the scientist who discovered this effect.

Tyndall effect can also be observed when a fine beam of light enters a room through a small hole. This happens due to the scattering of light by the particles of dust and smoke in the air.

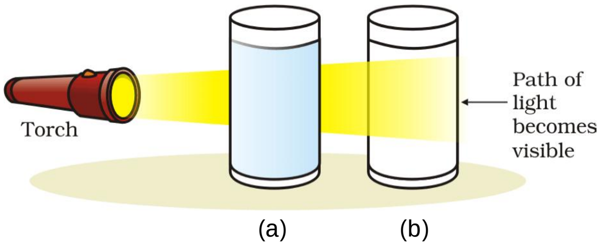


Fig. 2.3: (a) Solution of copper sulphate does not show Tyndall effect, (b) mixture of water and milk shows Tyndall effect.

(ii) ద్రావణ ద్రవ్యరాశి-ఘనపరిమాణ శాతం

$$= \frac{\text{ద్రావిత ద్రవ్యరాశి}}{\text{ద్రావణం ఘనపరిమాణం}} \times 100$$

(iii) ద్రావణ ఘనపరిమాణ శాతం

$$= \frac{\text{ద్రావిత ఘనపరిమాణం}}{\text{ద్రావణం ఘనపరిమాణం}} \times 100$$

ఉదాహరణ 2.1 ఒక ద్రావణం 320 గ్రాముల నీటిలో 40 గ్రాముల సాధారణ ఉప్పు కలిగి ఉంది. అయిన ద్రావణ గాఢతను ద్రవ్యరాశి శాతం పరంగా లెక్కించండి.

సాధన:

ద్రావిత భారము(ఉప్పు) = 40 గ్రాములు

ద్రావణి భారము (నీరు) = 320 గ్రాములు

ద్రావణం భారము = ద్రావిత భారము + ద్రావణి భారము అని మనకు తెలుసు.

= 40 గ్రాములు + 320 గ్రాములు

= 360 గ్రాములు

ద్రావణ ద్రవ్యరాశి శాతం

$$= \frac{\text{(ద్రావిత ద్రవ్యరాశి)}}{\text{(ద్రావణం ద్రవ్యరాశి)}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

2.2.2 అవలంబనము అనగానేమి?

కృత్యము2.2 లో జట్టు C వారు పొందిన విజాతీయ వ్యవస్థల వలె, ద్రవములో విక్షేపణం చెందిన ఘనపదార్థాలను అవలంబనము అని పిలుస్తారు. యానకమంతా ద్రావిత కణాలు కరగకుండా, తేలియాడుతూ ఉండే, విజాతీయ మిశ్రమాలను అవలంబనం అంటారు. అవలంబ కణాలు మన కంటికి కనబడును.

అవలంబనాల లక్షణాలు

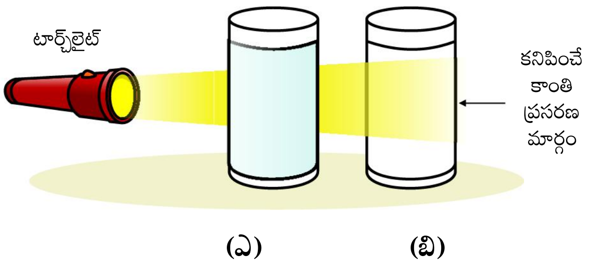
- అవలంబనం ఒక విజాతీయ మిశ్రమం.
- అవలంబనం యొక్క కణాలను మన కంటితో చూడగలం.
- అవలంబన కణాలు కాంతి పుంజంని పరిక్షేపణము చెందించడం ద్వారా, దాని మార్గము మనకి కనిపించేటట్లు చేయును.
- అవలంబనమును కదల్చకుండా ఉంచినప్పుడు, దానిలోని ద్రావిత కణాలు అడుగుకు చేరును. అనగా అవలంబనాలు అస్థిరమైనవి. వడపోత ప్రక్రియ ద్వారా మిశ్రమం నుండి అవలంబన కణాలను వేరు చేయవచ్చు. ఎప్పుడైతే కణాలు అడుగుకు చేరాయో, ఆ అవలంబనం విడిపోవును మరియు ఇంక ఏమాత్రం కాంతిని పరిక్షేపణం చేయదు.

2.2.3 కొలాయిడ్ (కాంజికాభ) ద్రావణం అనగానేమి?

కృత్యము 2.2 లో జట్టు D వారు పొందిన మిశ్రమాన్ని కొలాయిడ్ లేదా కొలాయిడ్ ద్రావణం అంటారు. ద్రావణం అంతటా కొలాయిడ్ కణాలు ఏకరీతిగా వ్యాపించి ఉండును. అవలంబన కణాలతో పోల్చినప్పుడు కొలాయిడ్ కణాలు చిన్నవిగా ఉండడం వలన, ఈ మిశ్రమము సజాతీయంగా కనిపించును. కానీ నిజానికి కొలాయిడ్ ద్రావణం ఒక విజాతీయ మిశ్రమము. ఉదాహరణకు పాలు.

కొలాయిడ్ కణాల యొక్క చిన్న పరిమాణం వలన వీటిని మనం కంటితో చూడలేము, కానీ కృత్యం2.2 లో పరిశీలించినట్లుగా కొలాయిడ్ కణాలు దృశ్య కాంతిపుంజమును సులువుగా పరిక్షేపణం చెందించును. ఈ విధంగా కాంతిపుంజాన్ని పరిక్షేపణం చెందించడాన్ని 'టిండాల్ ప్రభావము' అని అంటారు. ఎవరైతే ఈ ప్రభావం కనుగొన్నారో, ఆ శాస్త్రవేత్త పేరు మీదగా దీనికి ఈ పేరు పెట్టారు.

గదిలో గల చిన్న రంధ్రం నుండి సన్నని కాంతి ప్రసరిస్తున్నప్పుడు కూడా టిండాల్ ప్రభావం గమనించవచ్చు. గాలిలో ఉండే ధూళి మరియు పొగ కణాలు కాంతిని పరిక్షేపించడం వలన ఇది సంభవిస్తుంది.



పటం 2.3.: (ఎ) కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం టిండాల్ ప్రభావమును చూపదు. (బి) నీరు మరియు పాలు మిశ్రమము టిండాల్ ప్రభావమును చూపును.

Tyndall effect can be observed when sunlight passes through the canopy of a dense forest. In the forest, mist contains tiny droplets of water, which act as particles of colloid dispersed in air.

Fig. 2.4: The Tyndall effect

Properties of a Colloid

- A colloid is a heterogeneous mixture.
- The size of particles of a colloid is too small to be individually seen with naked eyes.
- Colloids are big enough to scatter a beam of light passing through it and make its path visible.
- They do not settle down when left undisturbed, that is, a colloid is quite stable.
- They cannot be separated from the mixture by the process of filtration. But, a special technique of separation known as centrifugation (perform activity 2.5), can be used to separate the colloidal particles.

The components of a colloidal solution are the dispersed phase and the dispersion medium. The solute-like component or the dispersed particles in a colloid form the dispersed phase, and the component in which the dispersed phase is suspended is known as the dispersing medium. Colloids are classified according to the state (solid, liquid or gas) of the dispersing medium and the dispersed phase. A few common examples are given in Table 2.1. From this table you can see that they are very common everyday life.

Questions

1. *Differentiate between homogen- eous and heterogeneous mixtures with examples.*
2. *How are sol, solution and suspension different from each other?*
3. *To make a saturated solution, 36 g of sodium chloride is dissolved in 100 g of water at 293 K. Find its concentration at this temperature.*

Table 2.1: Common examples of colloids

Dispersed phase	Dispersing Medium	Type	Example
Liquid	Gas	Aerosol	Fog, clouds, mist
Solid	Gas	Aerosol	Smoke, automobile exhaust
Gas	Liquid	Foam	Shaving cream
Liquid	Liquid	Emulsion	Milk, face cream
Solid	Liquid	Sol	Milk of magnesia, mud
Gas	Solid	Foam	Foam, rubber, sponge, pumice
Liquid	Solid	Gel	Jelly, cheese, butter
Solid	Solid	Solid Sol	Coloured gemstone, milky glass

దట్టమైన అడవుల ఉపరితలం నుండి సూర్యకాంతి ప్రసరించినప్పుడు టిండాల్ ప్రభావం పరిశీలించవచ్చు. అడవిలోని, మంచులో గల చిన్న, చిన్న నీటి బిందువులు గాలిలో విక్షేపణం చెందిన కొలాయిడ్ కణాలు మాదిరిగా ప్రవర్తించును.

***పటము 2.4.:** టిండాల్ ప్రభావము*

కొలాయిడ్ ల ధర్మాలు

- కొలాయిడ్ ఒక విజాతీయ మిశ్రమం.
- విడివిడిగా మన కంటితో చూడడానికి, కొలాయిడ్ కణాల పరిమాణము చాలా చిన్నగా ఉండును.
- కొలాయిడ్‌లు తమ గుండా పంపిన కాంతిపుంజమును పరిక్షేపణము చెందించగల పెద్ద పరిమాణం కలిగి, కాంతిపుంజం మార్గము మనకు కనిపించేటట్లు చేయును.
- కొలాయిడ్ లను కదపకుండా ఉంచినా కూడా వాటి కణాలు అడుగుకు చేరవు అనగా కొలాయిడ్‌లు స్థిరమైనవి.
- వీటిని వడపోత వంటి ప్రక్రియ ద్వారా మిశ్రమం నుండి వేరు చేయలేము. కానీ, అపకేంద్రిత విధానము అనే ప్రత్యేక వేరుచేయు విధానం ద్వారా కొలాయిడ్ కణాలను వేరు చేయవచ్చు (కృత్యము 2.5 చేయండి).

విక్షేపణ ప్రావస్థ మరియు విక్షేపణ యానకము అనేవి కొలాయిడ్ ద్రావణం నందు గల భాగాలు. ద్రావితం వంటి భాగము లేదా కొలాయిడ్ లో విక్షేపణం చెందిన కణాలు, విక్షేపణ ప్రావస్థను ఏర్పరచును. విక్షేపణ యానకం అనేది విక్షేపణ ప్రావస్థ తెలియాడుతున్న భాగము. విక్షేపణ ప్రావస్థ మరియు విక్షేపణ యానకం యొక్క స్థితి (ఘన, ద్రవ లేదా వాయు) ఆధారంగా కొలాయిడ్ లను వర్గీకరించవచ్చు. పట్టిక 2.1 లో కొన్ని సాధారణ ఉదాహరణలు ఇవ్వబడ్డాయి. నిత్యజీవితంలో మీకు సాధారణంగా తటస్థపడే కొల్లాయిడ్ లను ఈ పట్టికలో చూడవచ్చు.

ప్రశ్నలు

1. సజాతీయ మరియు విజాతీయ మిశ్రమాల మధ్య తేడాలను ఉదాహరణలతో తెలపండి.
2. సోల్(కొలాయిడ్), ద్రావణం మరియు అవలంబనములు ఒకదానికొకటి ఏ విధంగా విభిన్నమైనవి?
3. $293K$ ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంతృప్త ద్రావణం తయారీ కొరకు, 100 గ్రాముల నీటిలో 36 గ్రాముల సోడియం క్లోరైడ్ ను కరిగించిన, ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రావణ గాఢత కనుక్కోండి.

పట్టిక 2.1 : కొలాయిడ్‌ల యొక్క సాధారణ ఉదాహరణలు

విక్షేపణ ప్రావస్థ	విక్షేపణ యానకం	రకం	ఉదాహరణ
ద్రవం	వాయువు	ఏరోసోల్	పొగ మంచు, మేఘం, మంచు
ఘనం	వాయువు	ఏరోసోల్	పొగ, వాహనాలు వదిలే వాయువులు
వాయువు	ద్రవం	నురుగు	గడ్డం గీసుకునేందుకు వాడే క్రీమ్
ద్రవం	ద్రవం	ఎమల్షన్	పాలు, ముఖానికి రాసుకునే క్రీమ్
ఘనం	ద్రవం	సోల్	మిల్క్ ఆఫ్ మెగ్నీషియా, బురద
వాయువు	ఘనం	నురుగు	నురుగు, రబ్బర్, స్పాంజి, స్పాంజి రాయి
ద్రవం	ఘనం	జెల్	జెల్లి, జున్ను, వెన్న
ఘనం	ఘనం	ఘనసోల్	రంగు రాళ్లు, మిల్కీ గాజు

2.3 Physical and Chemical Changes

In the previous chapter, we have learnt about a few physical properties of matter. The properties that can be observed and specified like colour, hardness, rigidity, fluidity, density, melting point, boiling point etc. are the physical properites.

The interconversion of states is a physical change because these changes occur without a change in composition and no change in the chemical nature of the substance. Although ice, water and water vapour all look different and display different physical properties, they are chemically the same.

Both water and cooking oil are liquid but their chemical characteristics are different. They differ in odour and inflammability. We know that oil burns in air whereas water extinguishes fire. It is this chemical property of oil that makes it different from water. Burning is a chemical change. During this process one substance reacts with another to undergo a change in chemical composition. Chemical change brings change in the chemical properties of matter and we get new substances. A chemical change is also called a chemical reaction.

During burning of a candle, both physical and chemical changes take place. Can you distinguish these?

Questions

1. *Classify the following as chemical or physical changes:*
   - *cutting of trees,*
   - *melting of butter in a pan,*
   - *rusting of almirah,*
   - *boiling of water to form steam,*
   - *passing of electric current, through water and the water breaking down into hydrogen and oxygen gases,*
   - *dissolving common salt in water,*
   - *making a fruit salad with raw fruits, and*
   - *burning of paper and wood.*
2. *Try segregating the things around you as pure substances or mixtures.*

2.4 What are the Types of Pure Substances?

On the basis of their chemical composition, substances can be classified either as elements or compounds.

2.4.1 Elements

Robert Boyle was the first scientist to use the term element in 1661. Antoine Laurent Lavoisier (1743–94), a French chemist, was the first to establish an experimentally useful definition of an element. He defined an element as a basic form of matter that cannot be broken down into simpler substances by chemical reactions.

Elements can be normally divided into metals, non-metals and metalloids.

Metals usually show some or all of the following properties:

- They have a lustre (shine).
- They have silvery-grey or golden-yellow colour.
- They conduct heat and electricity.
- They are ductile (can be drawn into wires).
- They are malleable (can be hammered into thin sheets).
- They are sonorous (make a ringing sound when hit).

Examples of metals are gold, silver, copper, iron, sodium, potassium etc. Mercury is the only metal that is liquid at room temperature.

Non-metals usually show some or all of the following properties:

- They display a variety of colours.
- They are poor conductors of heat and electricity.
- They are not lustrous, sonorous or malleable.

Examples of non-metals are hydrogen, oxygen, iodine, carbon (coal, coke), bromine,

2.3 భౌతిక మరియు రసాయన మార్పులు

పదార్థం యొక్క కొన్ని భౌతిక ధర్మాలను ముందు అధ్యాయంలో నేర్చుకున్నాము. పదార్థాల యొక్క రంగు, గట్టితనం, బిరుసు తనం, ద్రవ్యత, సాంద్రత, ద్రవీభవన స్థానం, మరుగు స్థానం మొదలైనవి పరిశీలించదగ్గ, ప్రత్యేక భౌతిక ధర్మాలు.

ఒక స్థితి నుండి ఇంకొక స్థితికి జరిగే పరస్పర స్థితి మార్పు అనేది భౌతిక మార్పు. ఎందుకనగా స్థితి మారినప్పుడు రసాయన ప్రవృత్తిలో గాని, దాని సంఘటనంలో గాని ఎటువంటి మార్పు రాదు. మంచు, నీరు, నీటి ఆవిరి చూడడానికి విభిన్నంగా ఉండి విభిన్న భౌతిక ధర్మాలు ప్రదర్శించినప్పటికీ అవన్నీ రసాయన కంగా ఒకటే.

నీరు మరియు వంటనూనె రెండు ద్రవాలే కానీ వాటి రసాయన లక్షణాలు వేరుగా ఉండును. అవి వాటి వాసనలో మరియు మండే స్వభావములో భిన్నంగా ఉండును. నూనె గాలిలో మండును. నీరు మంటలను ఆర్పివేయునని మనకు తెలుసు. నూనె యొక్క ఈ రసాయన ధర్మం నీటి నుండి నూనెను వేరు చేస్తుంది. మండడం అనేది ఒక రసాయన మార్పు. ఈ విధానంలో రసాయన సంఘటనంలో మార్పు కొరకు ఒక పదార్థం మరొక పదార్థంతో చర్యనొందును. రసాయన మార్పు, పదార్థం యొక్క రసాయన ధర్మాలలో మార్పు తీసుకుని వచ్చును మరియు మనం కొత్త పదార్థాలు పొందుతాం. రసాయన మార్పునే రసాయన చర్య అని కూడా అంటారు.

కొవ్వొత్తి మండుతున్నప్పుడు భౌతిక మరియు రసాయన మార్పులు రెండూ జరుగును. నీవు వాటిని వివరించగలవా?

ప్రశ్నలు

1. క్రింది వాటిని రసాయన లేదా భౌతిక మార్పులుగా వర్గీకరించండి.
   - చెట్లు నరికి వేయుట
   - పెనంలో వెన్నను కరిగించుట
   - బీరువా తుప్పుపట్టుట
   - ఆవిరిని ఏర్పరచుటకు నీటిని మరిగించుట
   - నీటి ద్వారా విద్యుత్తును ప్రవహింపజేసి నీటిని హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ వాయువులుగా విడగొట్టుట
   - నీటిలో సాధారణ ఉప్పును కరిగించుట
   - పండ్లతో పండ్ల సలాడ్ తయారు చేయుట
   - కాగితం మరియు కర్రను మండించుట
2. నీ చుట్టూ ఉన్న వస్తువులను శుద్ధ పదార్థాలు లేదా మిశ్రమాలుగా వేరు చేసే ప్రయత్నం చేయండి

2.4 శుద్ధపదార్థాలు ఎన్ని రకాలు?

శుద్ధపదార్థాల రసాయన సంఘటనం ఆధారంగా వాటిని మూలకాలు లేదా సంయోగ పదార్థాలుగా వర్గీకరించవచ్చు.

2.4.1 మూలకాలు

రాబర్ట్ బాయిల్ అనే శాస్త్రవేత్త మూలకం అనే పదాన్ని మొదటగా 1661 లో ఉపయోగించాడు. ఫ్రెంచ్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఆంటోనీ లారెన్స్ లేవోయిజర్(1743-94)మూలకాన్ని మొట్టమొదటగా ఉపయుక్తంగా నిర్వచించాడు. మూలకం అనేది పదార్థం యొక్క మూల రూపం. మూలకమును రసాయనిక చర్య ద్వారా సూక్ష్మపదార్థంగా విభజించలేము అని తెలిపెను.

మూలకాలను సాధారణంగా లోహాలు, అలోహాలు మరియు అర్ధలోహాలుగా విభజిస్తారు.

లోహాలు సాధారణంగా క్రింద తెలిపిన కొన్ని లేదా అన్ని ధర్మాలను చూపుతాయి

- అవి ద్యుతిగుణము (మెరుపు) కలిగి ఉంటాయి
- అవి వెండి- బూడిద లేదా బంగారు- పసుపు రంగులో ఉండును
- అవి ఉష్ణ మరియు విద్యుత్ వాహకత కలిగి ఉండును
- అవి తాంతవత కలిగి ఉండును (తీగలుగా సాగదీయవచ్చు)
- అవి స్తరణీయత కలిగి ఉండును (సుత్తితో కొట్టి పల్చని రేకులుగా మార్చవచ్చు)
- అవి ధ్వని గుణం కలిగి ఉండును (కొట్టినప్పుడు గంట మోగిన శబ్దము చేయును)

లోహాలకు ఉదాహరణ బంగారము, వెండి, రాగి, ఇనుము, సోడియం, పొటాషియం మొదలైనవి. గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవ స్థితిలో ఉండే లోహం పాదరసం మాత్రమే.

అలోహాలు సాధారణంగా క్రింద తెలిపిన కొన్ని లేదా అన్ని ధర్మాలను చూపుతాయి

- అవి విభిన్న రంగులను ప్రదర్శిస్తాయి.
- అవి ఉష్ణ మరియు విద్యుత్ అధమ వాహకాలు
- అవి ద్యుతి గుణము, ధ్వని గుణము లేదా స్తరణీయత కలిగి ఉండవు.

అలోహాలకు ఉదాహరణ హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్, అయోడిన్, కార్బన్ (నేల బొగ్గు, కోక్), బ్రోమిన్, క్లోరిన్ మొదలైనవి. కొన్ని

chlorine etc. Some elements have intermediate properties between those of metals and non-metals, they are called metalloids; examples are boron, silicon, germanium, etc.

More to know

- The number of elements known at present are more than 100. Ninety-two elements are naturally occurring and the rest are man-made.
- Majority of the elements are solid.
- Eleven elements are in gaseous state at room temperature.
- Two elements are liquid at room temperature—mercury and bromine.
- Elements, gallium and cesium become liquid at a temperature slightly above room temperature (303 K).

2.4.2 Compounds

A compound is a substance composed of two or more elements, chemically combined with one another in a fixed proportion.

What do we get when two or more elements are combined?

Activity 2.4

- Divide the class into two groups. Give 5 g of iron filings and 3 g of sulphur powder in a china dish to both the groups.

  Group I
- Mix and crush iron filings and sulphur powder.

  Group II
- Mix and crush iron filings and sulphur powder. Heat this mixture strongly till red hot. Remove from flame and let the mixture cool.

  Groups I and II
- Check for magnetism in the material obtained. Bring a magnet near the material and check if the material is attracted towards the magnet.
- Compare the texture and colour of the material obtained by the groups.
- Add carbon disulphide to one part of the material obtained. Stir well and filter.
- Add dilute sulphuric acid or dilute hydrochloric acid to the other part of the material obtained.*(Note: teacher supervision is necessary for this activity).*
- Perform all the above steps with both the elements (iron and sulphur) separately.

Now answer

- *Did the material obtained by the two groups look the same?*
- *Which group has obtained a material with magnetic properties?*
- *Can we separate the components of the material obtained?*
- *On adding dilute sulphuric acid or dilute hydrochloric acid, did both the groups obtain a gas? Did the gas in both the cases smell the same or different?*

The gas obtained by Group I is hydrogen, it is colourless, odourless and combustible– it is not advised to do the combustion test for hydrogen in the class. The gas obtained by Group II is hydrogen sulphide. It is a colourless gas with the smell of rotten eggs.

You must have observed that the products obtained by both the groups show different properties, though the starting materials were the same. Group I has carried out the activity involving a physical change whereas in case of Group II, a chemical change (a chemical reaction) has taken place.

- The material obtained by group I is a mixture of the two substances. The substances given are the elements—iron and sulphur.
- The properties of the mixture are the same as that of its constituents.

మూలకాల ధర్మాలు లోహాలకు, అలోహాలకు మధ్యస్థ ధర్మాలను కలిగి ఉండును వాటిని అర్ధలోహాలు అని పిలుస్తారు. ఉదాహరణకు బోరాన్, సిలికాన్, జెర్మేనియం మొదలైనవి.

మరింత తెలుసుకుందాము

- ప్రస్తుతం 100కు పైగా మూలకాలు మనకు తెలుసు. అందులో 92 మూలకాలు ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించేవి, మిగిలినవి మానవ నిర్మితాలు
- అధిక శాతం మూలకాలు ఘన పదార్థాలు.
- గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద 11 మూలకాలు వాయువులు.
- గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద రెండు మూలకాలు ద్రవాలు. అవి పాదరసం మరియు బ్రోమిన్
- గది ఉష్ణోగ్రతకు కొద్దిగా ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద (303K) గాలియం మరియు సీజియం మూలకాలు ద్రవ స్థితిలోనికి మారును.

2.4.2 సంయోగ పదార్థాలు

స్థిరానుపాతంలో ఒకదానితో ఒకటి రసాయనికంగా సంయోగం చెందిన రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ మూలకాలు కల పదార్థమును సంయోగపదార్థం అంటారు.

రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ మూలకాలు సంయోగం చెందిన ఏమి ఏర్పడును?

కృత్యం -------------------------- 2.4

- తరగతిని రెండు జట్టులుగా విడదీయండి. రెండు జట్టులకు కూడా ఒక పింగాణీ పాత్రలో 50 గ్రాముల ఇనపరజను మరియు మూడు గ్రాముల సల్ఫర్ పొడి ఇవ్వండి.

  జట్టు I
- ఇనుప రజను, సల్ఫర్ పొడిని బాగా కలిపి, నలపండి.

  జట్టు II
- ఇనుప రజను, సల్ఫర్ పొడిని బాగా కలిపి, నలపండి. ఈ మిశ్రమాన్ని ఎరుపు రంగు వచ్చేంతవరకు గట్టిగా వేడి చేయండి. తదుపరి వేడి చేయడం ఆపి మిశ్రమాన్ని చల్లార్చండి.

  జట్టు I మరియు II
- ఏర్పడిన మిశ్రమం యొక్క అయస్కాంత ధర్మం పరీక్షించండి. ఈ మిశ్రమం దగ్గరకు ఒక అయస్కాంతమును తీసుకొని వచ్చి, మిశ్రమము అయస్కాంతం చేత ఆకర్షించబడిందేమో పరీక్షించండి.
- రెండు జట్టులలో ఏర్పడిన మిశ్రమాల కణాల అమరికను మరియు రంగును పోల్చండి.
- ఈ జట్టులు పొందిన పదార్థంలో ఒక భాగానికి కార్బన్ డై సల్ఫైడ్ బాగా కలిపి, వడపోయండి.
- జట్టులలో ఏర్పడిన పదార్థములో మిగిలిన భాగానికి సజల సల్ఫ్యూరికామ్లం లేదా సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం కలపండి. (గమనిక: ఈ కృత్య నిర్వహణకు ఉపాధ్యాయిని పర్యవేక్షణ అవసరం)
- పై అన్ని సోపానాలను విడివిడిగా రెండుమూలకాలు (ఇనుము, సల్ఫర్) తో నిర్వహించండి.

ఇప్పుడు సమాధానం ఇవ్వండి

- రెండు జట్టులలో ఏర్పడిన పదార్థాలు ఒకే విధంగా ఉన్నాయా?
- ఏ జట్టులోని పదార్థానికి అయస్కాంత ధర్మం ఉంది?
- ఏర్పడిన పదార్థాలలోని అనుఘటకాలను వేరు చేయగలమా?
- రెండు జట్టులలోని పదార్థ భాగాలకు సజల సల్ఫ్యూరికామ్లము లేదా సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లము కలిపినప్పుడు ఏదైనా వాయువు వెలువడిందా? వెలువడిన వాయువు యొక్క వాసన రెండు జట్టులలో ఒకే విధంగా ఉందా? లేదా వేర్వేరుగా ఉందా?

ఒకటవ జట్టులో హైడ్రోజన్ వాయువు ఏర్పడింది. ఇది రంగులేని, వాసనలేని మరియు దహనశీల వాయువు. హైడ్రోజన్ వాయువు యొక్క దహనశీల పరీక్షను తరగతి గదిలో నిర్వహించరాదు. రెండవ జట్టులో హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ వాయువు ఏర్పడింది. ఇది రంగులేని, కుళ్ళిన కోడిగుడ్ల వాసన గల వాయువు.

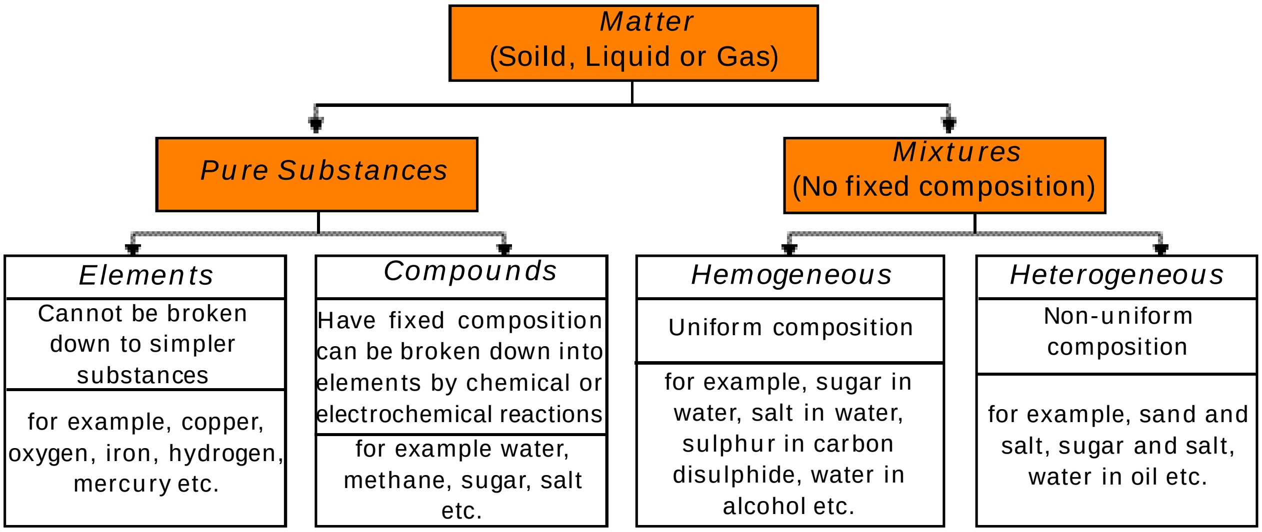
రెండు జట్టులలో కూడా మనం తీసుకున్న ప్రారంభ పదార్థాలు ఒకటే అయినప్పటికీ ఏర్పడిన పదార్థాలు వేరువేరు ధర్మాలు ప్రదర్శించడం మీరు గమనించవచ్చు. ఒకటవ జట్టు వారు చేసిన కృత్యములో భౌతిక మార్పు జరిగింది. రెండవ జట్టు వారు చేసిన కృత్యములో రసాయన మార్పు (రసాయన చర్య) జరిగింది.

- ఒకటవ జట్టు వారు పొందిన పదార్థము రెండు స్వచ్ఛమైన పదార్థాల మిశ్రమము. ఇందులో గల మూలకాలు సల్ఫర్, ఐరన్.
- అనుఘటకాల ధర్మాలు యధాతథంగా మిశ్రమంలో కూడా ఉన్నాయి.

Table 2.2: Mixtures and Compounds

Mixtures	Compounds
1. Elements or compounds just mix together to form a mixture and no new compound is formed.	1. Elements react to form new compounds.
2. A mixture has a variable composition.	2. The composition of each new substance is always fixed.
3, A mixture shows the properties of the constituent substances.	3. The new substance has totally different properties.
4. The constituents can be seperated fairly easily by physical methods.	4. The constituents can be separated only by chemical or electrochemical reactions.

- The material obtained by group II is a compound.
- On heating the two elements strongly we get a compound, which has totally different properties compared to the combining elements.
- The composition of a compound is the same throughout. We can also observe that the texture and the colour of the compound are the same throughout. Thus, we can summarise the physical and chemical nature of matter in the following graphical organiser:



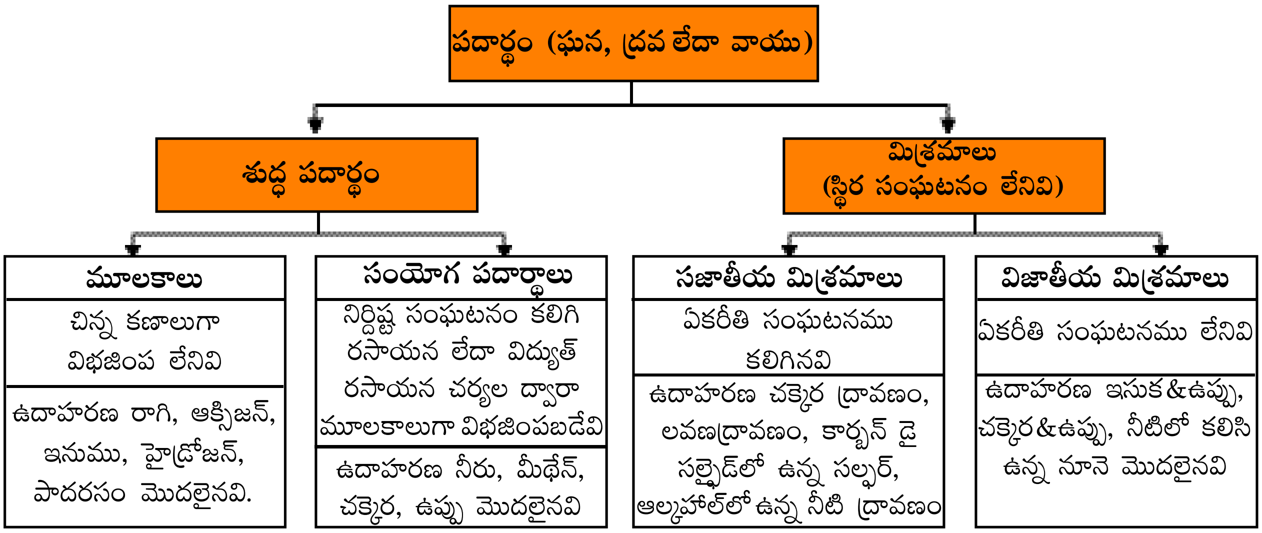
What you have learnt

- A mixture contains more than one substance (element and/or compound) mixed in any proportion.

పట్టిక 2.2 మిశ్రమాలు మరియు సంయోగపదార్థాలు

మిశ్రమ పదార్థాలు	సంయోగ పదార్థాలు
1. మూలకాలు లేదా సంయోగ పదార్థాల కలయిక ద్వారా మిశ్రమాలు ఏర్పడతాయి కానీ కొత్త సంయోగ పదార్థాలు ఏర్పడవు.	1. మూలకాల రసాయన చర్య వలన కొత్త సంయోగ పదార్థాలు ఏర్పడతాయి.
2. మిశ్రమము విభిన్న సంఘటనం కలిగి ఉంటుంది.	2. ఏర్పడిన ప్రతి కొత్త పదార్థం యొక్క సంఘటనము ఎల్లప్పుడూ స్థిరంగా ఉంటుంది.
3. మిశ్రమము దాని అనుఘటక పదార్థాల ధర్మాలను చూపుతుంది.	3. కొత్త పదార్థము పూర్తిగా భిన్నమైన ధర్మాలను కలిగి ఉంటుంది.
4. మిశ్రమంలోని అనుఘటకాలను సులభమైన భౌతిక పద్ధతుల ద్వారా వేరు చేయవచ్చు.	4. వాటి అనుఘటకాలను రసాయన చర్య లేదా విద్యుత్ రసాయన చర్యల ద్వారా మాత్రమే వేరు చేయగలుగుతాము.

- రెండవ జట్టు వారు పొందినది సంయోగపదార్థము.
- రెండు మూలకాలను తీవ్రంగా వేడి చేయడం వలన సంయోగ పదార్థము పొందుతాము. ఈ సంయోగపదార్థ ధర్మం అది ఏర్పడడానికి కలిసిన మూలకాల ధర్మాలతో పోల్చినప్పుడు, అది పూర్తి భిన్నమైన ధర్మాలను కలిగి ఉంటుంది.
- సంయోగపదార్థ సంఘటనము అంతా ఒకే రకంగా ఉంటుంది. సంయోగపదార్థం అంతటా వాటి కణాల అమరిక మరియు దాని రంగు కూడా ఏకరీతిగా ఉండడాన్ని మనం గమనించవచ్చు. పదార్థం యొక్క భౌతిక, రసాయన స్వభావాలను క్రింద ఇచ్చిన సోపాన చిత్రం ద్వారా మనం సంగ్రహించవచ్చు.



మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- ఒక మిశ్రమంలో ఒకటికంటే ఎక్కువ పదార్థాలు (మూలకం లేదా సంయోగపదార్థము) ఏ అనుపాతంలోనైనా కలిసి ఉంటాయి.

- Mixtures can be separated into pure substances using appropriate separation techniques.
- A solution is a homogeneous mixture of two or more substances. The major component of a solution is called the solvent, and the minor, the solute.
- The concentration of a solution is the amount of solute present per unit volume or per unit mass of the solution.
- Materials that are insoluble in a solvent and have particles that are visible to naked eyes, form a suspension. A suspension is a heterogeneous mixture.
- Colloids are heterogeneous mixtures in which the particle size is too small to be seen with the naked eye, but is big enough to scatter light. Colloids are useful in industry and daily life. The particles are called the dispersed phase and the medium in which they are distributed is called the dispersion medium.
- Pure substances can be elements or compounds. An element is a form of matter that cannot be broken down by chemical reactions into simpler substances. A compound is a substance composed of two or more different types of elements, chemically combined in a fixed proportion.
- Properties of a compound are different from its constituent elements, whereas a mixture shows the properties of its constituting elements or compounds.

Exercises

1. Which separation techniques will you apply for the separation of the following?
   (a) Sodium chloride from its solution in water
   (b) Ammonium chloride from a mixture containing sodium chloride and ammonium chloride
   (c) Small pieces of metal in the engine oil of a car
   (d) Different pigments from an extract of flower petals
   (e) Butter from curd
   (f) Oil from water
   (g) Tea leaves from tea
   (h) Iron pins from sand
   (i) Wheat grains from husk
   (j) Fine mud particles suspended in water

- సరియైన వేరు చేసే పద్ధతిని ఉపయోగించి, మిశ్రమాలను శుద్ధ పదార్థాలుగా వేరు చేయవచ్చు.
- రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ పదార్థాల కలయిక వలన ఏర్పడిన సజాతీయ మిశ్రమాన్ని ద్రావణం అంటారు. ద్రావణంలో అధిక పరిమాణంలో ఉన్న అనుఘటకాన్ని ద్రావణి అని, తక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అనుఘటకాన్ని ద్రావితం అని అంటారు.
- ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి లేదా ఘనపరిమాణం గల ద్రావణం కలిగివున్న ద్రావిత పరిమాణాన్ని ఆ ద్రావణ గాఢత అంటారు.
- ఒక ద్రావణిలో కరగకుండా ఉండి, మన కంటితో చూడగలిగే పదార్థకణాలతో అవలంబనాలు ఏర్పడతాయి. అవలంబనాలు విజాతీయ మిశ్రమాలు.
- కొలాయిడ్ లు విజాతీయ మిశ్రమాలు. వీటి కణాల పరిమాణము కంటితో చూడడానికి చాలా చిన్నవిగా ఉన్నప్పటికీ, కాంతిపుంజాన్ని పరిక్షేపించగలిగేంత పెద్దవిగా ఉంటాయి. కొలాయిడ్ లు పరిశ్రమలలో, నిత్యజీవితంలో ఎంతో ఉపయోగకరమైనవి. కొలాయిడ్ కణాలను విక్షేపణ ప్రావస్థ అని, అవి విస్తరించి ఉన్న యానకాన్ని విక్షేపణ యానకం అని అంటాము.
- శుద్ధపదార్థాలు అనేవి మూలకాలు లేదా సంయోగ పదార్థాలు కావచ్చును. రసాయన చర్యల ద్వారా చిన్న కణాలుగా విభజించలేని పదార్థ రూపాన్ని మూలకం అంటారు. రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ విభిన్న మూలకాలు, స్థిరానుపాతంలో రసాయన సంయోగము చెందడం వలన ఏర్పడిన పదార్థాన్ని సంయోగపదార్థం అంటారు.
- సంయోగపదార్థ ధర్మాలు, దాని అనుఘటక మూలకాల ధర్మాలకు భిన్నంగా ఉంటాయి. కానీ ఒక మిశ్రమము దాని అనుఘటక మూలకాల లేదా సంయోగ పదార్థాల ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తుంది.

అభ్యాసాలు

1. క్రింది వాటిని వేరు చేయడానికి, మీరు ఏ విధమైన వేరు చేసే పద్ధతులను వినియోగిస్తారు?
   (ఎ) సోడియం క్లోరైడ్ జల ద్రావణం నుండి సోడియం క్లోరైడ్.
   (బి) సోడియం క్లోరైడ్, అమ్మోనియం క్లోరైడ్ మిశ్రమం నుండి అమ్మోనియం క్లోరైడ్.
   (సి) కార్ ఇంజిన్ ఆయిల్ లో ఉన్న చిన్న చిన్న లోహపు ముక్కలు.
   (డి) వివిధ పుష్పాల ఆకర్షణ పత్రాల నుండి వర్ణదములు.
   (ఇ) పెరుగు నుండి వెన్న.
   (ఎఫ్) నీటి నుండి నూనె.
   (జి) తేనీటి నుండి టీ ఆకులు.
   (హెచ్) ఇసుక నుండి ఇనుప గుండు సూదులు.
   (ఐ) ఊక నుండి గోధుమలు.
   (జె) నీటిలో అవలంబనము చెందిన బురద కణాలు.

2. Write the steps you would use for making tea. Use the words solution, solvent, solute, dissolve, soluble, insoluble, filtrate and residue.

3. Pragya tested the solubility of three different substances at different temperatures and collected the data as given below (results are given in the following table, as grams of substance dissolved in 100 grams of water to form a saturated solution).

Substance Dissolved	*Temperature in K*				
	283	*293*	*313*	*333*	*353*
	Solubility				
Potassium nitrate	21	32	62	106	167
Sodium chloride	36	36	36	37	37
Potassium chloride	35	35	40	46	54
Ammonium chloride	24	37	41	55	66

(a) What mass of potassium nitrate would be needed to produce a saturated solution of potassium nitrate in 50 grams of water at 313 K?

(b) Pragya makes a saturated solution of potassium chloride in water at 353 K and leaves the solution to cool at room temperature. What would she observe as the solution cools? Explain.

(c) Find the solubility of each salt at 293 K. Which salt has the highest solubility at this temperature?

(d) What is the effect of change of temperature on the solubility of a salt?

4. Explain the following giving examples.

(a) Saturated solution

(b) Pure substance

(c) Colloid

(d) Suspension

5. Classify each of the following as a homogeneous or heterogeneous mixture.

soda water, wood, air, soil, vinegar, filtered tea.

6. How would you confirm that a colourless liquid given to you is pure water?

2. తేనీరు తయారీకి మీరు ఉపయోగించే సోపానాలు వ్రాయండి. ద్రావణం, ద్రావణి, ద్రావితం, కరగడం, కరిగినది, కరగనది, వడపోయబడిన పదార్థము(గాలితము), వడపోయగా మిగిలిన పదార్థము(అవశేషము) పదాలను ఉపయోగించండి.

3. ప్రాగ్య మూడు విభిన్న పదార్థాల ద్రావణీయతను, విభిన్న ఉష్ణోగ్రతల వద్ద పరీక్షించి, సేకరించిన దత్తాంశము క్రింది పట్టికలో ఇవ్వబడింది.(క్రింద ఇచ్చిన పట్టికలో గల ఫలితాలు సంతృప్త ద్రావణం తయారీకి, 100 గ్రాముల నీటిలో కరిగించబడ్డ పదార్థ ద్రవ్యరాశి గ్రాములలో ఇవ్వబడింది).

కరిగించబడ్డ పదార్థము	ఉష్ణోగ్రత కెల్విన్ లలో				
	283	293	313	333	353
	ద్రావణీయత				
పొటాషియం నైట్రేట్	21	32	62	106	167
సోడియం క్లోరైడ్	36	36	36	37	37
పొటాషియం క్లోరైడ్	35	35	40	46	54
అమ్మోనియం క్లోరైడ్	24	37	41	55	66

(ఎ) 313 K ఉష్ణోగ్రత వద్ద, పొటాషియం నైట్రేట్ సంతృప్త ద్రావణం తయారీకి, 50 గ్రాముల నీటికి కలుపవలసిన పొటాషియం నైట్రేట్ ద్రవ్యరాశి ఎంత?

(బి) ప్రాగ్య 353 K ఉష్ణోగ్రత వద్ద, పొటాషియం క్లోరైడ్ సంతృప్త జల ద్రావణం తయారుచేసి, దానిని గది ఉష్ణోగ్రత వద్దకు చల్లార్చింది. ద్రావణం చల్లారిన తరువాత ఆమె ఏమి పరిశీలించింది? వివరించండి.

(సి) 293 K ఉష్ణోగ్రత వద్ద ప్రతి లవణం యొక్క ద్రావణీయత కనుగొనండి. ఈ ఉష్ణోగ్రత వద్ద, ఏ లవణము అధిక ద్రావణీయత కలిగి ఉంది?

(డి) లవణం యొక్క ద్రావణీయతపై ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు ఏ విధంగా ప్రభావం చూపును?

4. క్రింది వాటిని ఉదాహరణలతో వివరించండి.
   (ఎ) సంతృప్త ద్రావణం
   (బి) శుద్ధపదార్థము
   (సి) కొలాయిడ్
   (డి) అవలంబనము

5. క్రింది వాటిని సజాతీయ లేదా విజాతీయ మిశ్రమాలుగా వర్గీకరించండి.
   సోడా నీరు, కర్ర, గాలి, మట్టి, వెనిగర్, వడపోసిన తేనీరు.

6. మీకు ఒక రంగులేని ద్రవమును ఇస్తే, అది శుద్ధమైన నీరు అని ఎలా నిర్ధారిస్తారు?

7. Which of the following materials fall in the category of a "pure substance"?
   (a) Ice
   (b) Milk
   (c) Iron
   (d) Hydrochloric acid
   (e) Calcium oxide
   (f) Mercury
   (g) Brick
   (h) Wood
   (i) Air
8. Identify the solutions among the following mixtures.
   (a) Soil
   (b) Sea water
   (c) Air
   (d) Coal
   (e) Soda water
9. Which of the following will show "Tyndall effect"?
   (a) Salt solution
   (b) Milk
   (c) Copper sulphate solution
   (d) Starch solution
10. Classify the following into elements, compounds and mixtures.
   (a) Sodium
   (b) Soil
   (c) Sugar solution
   (d) Silver
   (e) Calcium carbonate
   (f) Tin
   (g) Silicon
   (h) Coal
   (i) Air
   (j) Soap
   (k) Methane
   (l) Carbon dioxide
   (m) Blood
11. Which of the following are chemical changes?
   (a) Growth of a plant
   (b) Rusting of iron

7. క్రింది వానిలో ఏ పదార్థాలు "శుద్ధమైన పదార్థం" వర్గానికి చెందినవి?
    (ఎ) మంచు
    (బి) పాలు
    (సి) ఇనుము
    (డి) హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లము
    (ఇ) కాల్షియం ఆక్సైడ్
    (ఎఫ్) పాదరసము
    (జి) ఇటుక
    (హెచ్) కర్ర
    (ఐ) గాలి
8. క్రింద ఇవ్వబడిన మిశ్రమాలలో ద్రావణాలను గుర్తించండి.
    (ఎ) మట్టి
    (బి) సముద్రపు నీరు
    (సి) గాలి
    (డి) నేల బొగ్గు
    (ఇ) సోడా నీరు
9. క్రింది వానిలో ఏవి "టిండాల్ ప్రభావము"ను చూపును?
    (ఎ) లవణ ద్రావణం
    (బి) పాలు
    (సి) కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం
    (డి) స్టార్చ్ (పిండి) ద్రావణం
10. క్రింది వాటిని మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలు మరియు మిశ్రమాలుగా వర్గీకరించండి.
    (ఎ) సోడియం
    (బి) మట్టి
    (సి) చక్కెర ద్రావణం
    (డి) వెండి
    (ఇ) కాల్షియం కార్బోనేట్
    (ఎఫ్) తగరం
    (జి) సిలికాన్
    (హెచ్) నేల బొగ్గు
    (ఐ) గాలి
    (జె) సబ్బు
    (కె) మీథేన్
    (ఎల్) కార్బన్ డయాక్సైడ్
    (ఎమ్) రక్తం
11. క్రింది వానిలో ఏవి రసాయన మార్పులు?
    (ఎ) మొక్క యొక్క పెరుగుదల
    (బి) ఇనుము తుప్పు పట్టడం

(c) Mixing of iron filings and sand
(d) Cooking of food
(e) Digestion of food
(f) Freezing of water
(g) Burning of a candle

Group Activity

Take an earthen pot (*mutka*), some pebbles and sand. Design a small-scale filtration plant that you could use to clean muddy water.

(సి) ఇసుక మరియు ఇనుప రజనులను కలపడం
(డి) ఆహారం వండడం
(ఇ) ఆహారం జీర్ణం అవడం
(ఎఫ్) నీరు ఘనీభవించడం
(జి) కొవ్వొత్తిని మండించడం

జట్టు కృత్యము

ఒక మట్టి కుండ, కొన్ని గులకరాళ్లు మరియు ఇసుక తీసుకోండి. మీరు, బురద నీటిని శుభ్రం చేయడానికి వాడే చిన్న స్థాయి వడపోత పరికరమును రూపొందించండి.

Chapter 3

ATOMS AND MOLECULES

0964CH03

Ancient Indian and Greek philosophers have always wondered about the unknown and unseen form of matter. The idea of divisibility of matter was considered long back in India, around 500 BC. An Indian philosopher Maharishi Kanad, postulated that if we go on dividing matter (*padarth*), we shall get smaller and smaller particles. Ultimately, a stage will come when we shall come across the smallest particles beyond which further division will not be possible. He named these particles *Parmanu*. Another Indian philosopher, Pakudha Katyayama, elaborated this doctrine and said that these particles normally exist in a combined form which gives us various forms of matter.

Around the same era, ancient Greek philosophers – Democritus and Leucippus suggested that if we go on dividing matter, a stage will come when particles obtained cannot be divided further. Democritus called these indivisible particles atoms (meaning indivisible). All this was based on philosophical considerations and not much experimental work to validate these ideas could be done till the eighteenth century.

By the end of the eighteenth century, scientists recognised the difference between elements and compounds and naturally became interested in finding out how and why elements combine and what happens when they combine.

Antoine L. Lavoisier laid the foundation of chemical sciences by establishing two important laws of chemical combination.

3.1 Laws of Chemical Combination

The following two laws of chemical combination were established after much experimentations by Lavoisier and Joseph L. Proust.

3.1.1 LAW OF CONSERVATION OF MASS

Is there a change in mass when a chemical change (chemical reaction) takes place?

Activity 3.1

- Take one of the following sets, X and Y of chemicals—

	X	*Y*
(i)	copper sulphate	sodium carbonate
(ii)	barium chloride	sodium sulphate
(iii)	lead nitrate	sodium chloride

- Prepare separately a 5% solution of any one pair of substances listed under X and Y each in 10 mL in water.
- Take a little amount of solution of Y in a conical flask and some solution of X in an ignition tube.
- Hang the ignition tube in the flask carefully; see that the solutions do not get mixed. Put a cork on the flask (see Fig. 3.1).

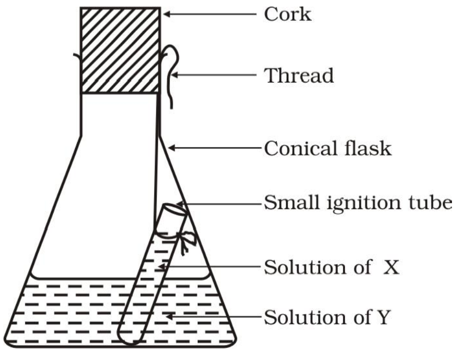


Fig. 3.1: Ignition tube containing solution of X, dipped in a conical flask containing solution of Y

అధ్యాయం 3

పరమాణువులు మరియు అణువులు

ప్రాచీన భారతీయ మరియు గ్రీకు తత్వవేత్తలు మన కంటికి కనబడని మరియు తెలియని పదార్థరూపం గురించి ఎల్లప్పుడూ ఆశ్చర్యపోయేవారు. క్రీస్తుపూర్వం 500 సంవత్సరముల నాటికే భారతదేశంలో పదార్థ విభజన గురించి సమాలోచనగావించ బడినది. పదార్థమును చిన్న చిన్న భాగాలుగా విభజించు కుంటూ పోతే మనకు అత్యంత చిన్నవైన కణాలను పొందుతామని భారతీయ తత్వవేత్త మహర్షి "కణాదుడు" ప్రతిపాదించెను. చిట్టచివరకు ఇంక ఏమాత్రము విభజింపవీలుకాని అత్యంత సూక్ష్మ కణాలను పొందే దశకు మనం చేరుకుంటాం. ఈ కణాలకు "పరమాణు" అనే పేరు పెట్టారు. మరియొక భారతీయ తత్వవేత్త "పకుద కాత్యాయమ" తన పరిశోధనలను విస్తరించి, సాధారణంగా ఈ కణాలు సంయోగరూపంలో ఉండి వివిధ పదార్థ రూపాలను ఏర్పరు స్తాయని తెలిపెను.

అదే దశకంలో ప్రాచీన గ్రీకు తత్వవేత్తలైన "డెమోక్రటిస్" మరియు "లూసిప్పస్"లు కణాలను విభజించుకుంటూ పోతే ఇంక ఏమాత్రం విభజింప వీలులేని కణాలను పొందే దశ వచ్చునని తెలిపెను. ఈ విభజింప వీలులేని కణాలను పరమాణువు (విభజింప వీలులేనిది అని అర్థము) అని డెమోక్రటిస్ పిలిచెను. ఇవన్నీ తాత్విక ఆలోచనల ఆధారంగా ఏర్పరచినవి. 18వ శతాబ్దం వరకు ఈ ఆలోచనలను నిరూపించేందుకు తగినంతగా ప్రయోగాత్మక పని జరగలేదు.

18వ శతాబ్దం చివరికి మూలకాలకు మరియు సంయోగ పదార్థాలకు మధ్య భేదాలను శాస్త్రవేత్తలు గుర్తించారు. మూలకాలు ఎందుకు,ఎలా కలుస్తాయి? మరియు అవి కలిసినప్పుడు ఏం జరుగుతుంది? అనే విషయాలను కనిపెట్టాలనే ఆసక్తి వారికి సహజంగానే ఏర్పడింది.

"ఆంటోనీ ఎల్.లెవోయిజర్" రెండు ముఖ్యమైన రసాయన సంయోగ నియమాలను ప్రతిపాదించడం ద్వారా రసాయన శాస్త్రాలకు పునాది వేసెను.

3.1. రసాయన సంయోగ నియమాలు

"లెవోయిజర్" మరియు "జోసఫ్ ఎల్. ప్రౌస్ట్"లు అనేక ప్రయోగాల తర్వాత ఈ క్రింది రెండు రసాయన సంయోగ నియమాలను ప్రతిపాదించారు.

3.1.1 ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమము

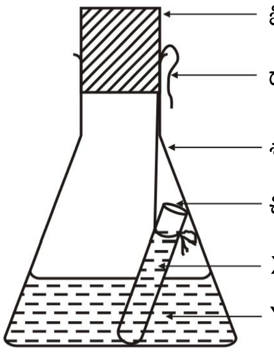
ఒక రసాయన మార్పు (రసాయన చర్య) జరిగినప్పుడు ద్రవ్యరాశిలో మార్పు వస్తుందా?

కృత్యం ---------------------------- *3.1*

- క్రింద ఇవ్వబడిన X మరియు Y రసాయనాల జతలలో ఏదైనా ఒక జతను తీసుకోండి.

	X	Y
1.	కాపర్ సల్ఫేట్	సోడియం కార్బోనేట్
2.	బేరియంక్లోరైడ్	సోడియం సల్ఫేట్
3.	లెడ్ నైట్రేట్	సోడియం క్లోరైడ్

- X మరియు Y క్రింద ఇచ్చిన పదార్థాల జతలలో, ఏదో ఒక జతను వేరువేరుగా 10 మిల్లీలీటర్ల నీటిలో కరిగించి 5% ద్రావణాలను తయారు చేయండి.
- కొద్ది మొత్తంలో Y ద్రావణంను శాంఖవకుప్పెలో మరియు కొద్దిగా X ద్రావణంను పరీక్షనాళిక (జ్వలన నాళిక) లో తీసుకోండి.
- రెండు ద్రావణాలు ఒకదానితో ఒకటి కలవకుండా జాగ్రత్తగా జ్వలననాళికను శాంఖవ కుప్పెలో వేలాడ దీయండి. శాంఖవకుప్పెకు ఒక బిరడా బిగించండి. (పటం 3.1 లో చూడండి)



పటం 3.1: *ద్రావణం Y కలిగిన శాంఖవకుప్పెలో, ద్రావణం X కలిగిన జ్వలన నాళిక ముంచబడింది.*

- Weigh the flask with its contents carefully.
- Now tilt and swirl the flask, so that the solutions X and Y get mixed.
- Weigh again.
- What happens in the reaction flask?
- Do you think that a chemical reaction has taken place?
- Why should we put a cork on the mouth of the flask?
- Does the mass of the flask and its contents change?

Law of conservation of mass states that mass can neither be created nor destroyed in a chemical reaction.

3.1.2 Law of constant proportions

Lavoisier, along with other scientists, noted that many compounds were composed of two or more elements and each such compound had the same elements in the same proportions, irrespective of where the compound came from or who prepared it.

In a compound such as water, the ratio of the mass of hydrogen to the mass of oxygen is always 1:8, whatever the source of water. Thus, if 9 g of water is decomposed, 1 g of hydrogen and 8 g of oxygen are always obtained. Similarly in ammonia, nitrogen and hydrogen are always present in the ratio 14:3 by mass, whatever the method or the source from which it is obtained.

This led to the law of constant proportions which is also known as the law of definite proportions. This law was stated by Proust as "*In a chemical substance the elements are always present in definite proportions by mass*".

The next problem faced by scientists was to give appropriate explanations of these laws. British chemist John Dalton provided the basic theory about the nature of matter. Dalton picked up the idea of divisibility of matter, which was till then just a philosophy. He took the name 'atoms' as given by the Greeks and said that the smallest particles of matter are atoms. His theory was based on the laws of chemical combination. Dalton's atomic theory provided an explanation for the law of conservation of mass and the law of definite proportions.

John Dalton

John Dalton was born in a poor weaver's family in 1766 in England. He began his career as a teacher at the age of twelve. Seven years later he became a school principal. In 1793, Dalton left for Manchester to teach mathematics, physics and chemistry in a college. He spent most of his life there teaching and researching. In 1808, he presented his atomic theory which was a turning point in the study of matter.

According to Dalton's atomic theory, all matter, whether an element, a compound or a mixture is composed of small particles called atoms. The postulates of this theory may be stated as follows:

(i) All matter is made of very tiny particles called atoms, which participate in chemical reactions.

(ii) Atoms are indivisible particles, which cannot be created or destroyed in a chemical reaction.

(iii) Atoms of a given element are identical in mass and chemical properties.

(iv) Atoms of different elements have different masses and chemical properties.

(v) Atoms combine in the ratio of small whole numbers to form compounds.

(vi) The relative number and kinds of atoms are constant in a given compound.

You will study in the next chapter that all atoms are made up of still smaller particles.

Questions

1. *In a reaction, 5.3 g of sodium carbonate reacted with 6 g of acetic acid. The products were 2.2 g of carbon dioxide, 0.9 g water and 8.2 g of sodium acetate.*

- మొత్తం కుప్పెను దానిలోని పదార్థాలతో సహా జాగ్రత్తగా బరువు తూచండి.
- X మరియు Y ద్రావణాలు పూర్తిగా కలిసిపోయే విధంగా ఇప్పుడు కుప్పెను వంచి, బాగా తిప్పండి (కుదపండి).
- ఇప్పుడు మరలా బరువు తూచండి.
- చర్యాకుప్పె(శాంఖవకుప్పె)లో ఏమిజరిగింది?
- రసాయన చర్య జరిగిందని నీవు అనుకుంటున్నావా?
- కుప్పె మూతికి రబ్బరు బిరడాను ఎందుకు బిగించాము? కుప్పె మరియు దానిలోని పదార్థాల ద్రవ్యరాశి ఏమైనా మారిందా?

ఒక రసాయనిక చర్యలో పదార్థాన్ని సృష్టించలేము మరియు నాశనం చేయలేము అని ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం తెలుపుతుంది.

3.1.2 స్థిరానుపాత నియమము

చాలా సమ్మేళనాలు రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ మూలకాలతో కలిసి ఏర్పడునని, ఆ సమ్మేళనాలు ఎక్కడి నుండి వచ్చినా లేదా ఎవరు తయారు చేసినా ప్రతీ సమ్మేళనంలోను అవే మూలకాలు అవే నిష్పత్తిలో ఉంటాయని లెవోయిజర్ ఇతర శాస్త్రవేత్తలతో కలిసి గమనించారు.

నీరువంటి సమ్మేళనం యొక్క మూలం ఏదైనప్పటికీ హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ యొక్క భారాల మధ్య నిష్పత్తి ఎల్లప్పుడూ 1:8. అందువల్ల 9 గ్రాములు నీరు వియోగం చెందితే ఎల్లప్పుడూ 1 గ్రాము హైడ్రోజన్, 8 గ్రాముల ఆక్సిజన్ లభిస్తుంది. అదే విధంగా అమ్మోనియాను కూడా ఏ పద్ధతిలో తయారు చేసినప్పటికీ లేదా ఏ మూలం నుండి సంగ్రహించినప్పటికీ దానిలో నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్ లు 14:3 భార నిష్పత్తిలో ఉంటాయి.

ఇది నిర్దిష్ట అనుపాత నియమం లేదాస్థిరానుపాత నియమానికి దారితీస్తుంది. ఒక రసాయన పదార్థంలో ఉన్న మూలకాలు ఎలప్పుడూ స్థిర భార నిష్పత్తిలో ఉంటాయని ప్రౌస్ట్ పేర్కొన్నాడు.

శాస్త్రవేత్తలకు తర్వాత ఎదురైన సమస్య ఏమిటంటే, ఈ పై నియమాలకు సరైన వివరణ ఇవ్వడం ఎలా అని? పదార్థం యొక్క స్వభావం గురించి ఒక ప్రాథమిక సిద్ధాంతాన్ని బ్రిటిష్ రసాయన శాస్త్రవేత్త అయిన జాన్ డాల్టన్ అందించారు. అప్పటివరకు తత్వశాస్త్ర పరంగా ఉన్న పదార్థ విభజన ఆలోచనను డాల్టన్ తీసుకున్నారు. గ్రీకులు చెప్పినట్లు పదార్థములో ఉండే అతి సూక్ష్మ కణాలను పరమాణువులు అని పిలిచెను. రసాయన సంయోగ నియమాలపై అతని సిద్ధాంతము ఆధారపడింది. ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం, స్థిరానుపాత నియమాలకు డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతం వివరణ ఇచ్చింది.

జాన్ డాల్టన్

జాన్ డాల్టన్ 1766లో ఇంగ్లాండ్ లోని ఒక పేద చేనేత కారుల కుటుంబంలో జన్మించాడు. 12 సంవత్సరాల వయసులోనే ఉపాధ్యాయుడిగా తన వృత్తిని ఆరంభించాడు. ఏడు సంవత్సరాల తర్వాత అతడు పాఠశాల ప్రధానోపాధ్యాయుడయ్యాడు. 1793లో డాల్టన్ మాంచెస్టర్ లోని ఒక కళాశాలలో గణితం, భౌతిక శాస్త్రము, రసాయన శాస్త్రాలను బోధించడానికి వెళ్ళారు. తన జీవితంలో చాలా కాలము అక్కడే బోధనలో మరియు పరిశోధనలో గడిపెను. 1808వ సంవత్సరములో పదార్థ అధ్యయనంలో కీలక మలుపుగా భావించే పరమాణు సిద్ధాంతాన్ని సమర్పించెను.

జాన్ డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతం ప్రకారం మూలకాలైనా, సంయోగపదార్థాలైనా లేదా మిశ్రమ పదార్థాలైనా పదార్థాలన్నీ అత్యంత సూక్ష్మకణాలుగా పిలవబడే పరమాణువులచే నిర్మితమయ్యాయి. ఈ సిద్ధాంతం యొక్క ప్రతిపాదనలు క్రింది విధంగా ఉన్నాయి.

(i) పదార్థము, పరమాణువులు అనబడే రసాయన చర్యలలో పాల్గొనే అతి సూక్ష్మ కణాలచే నిర్మితమై ఉంటుంది.

(ii) పరమాణువులు విభజింప వీలులేనివి, ఒక రసాయన చర్యలో పరమాణువులను సృష్టించలేము, నాశనం చేయలేము.

(iii) ఒకే మూలకమునకు చెందిన పరమాణువుల ద్రవ్యరాశి, రసాయన ధర్మాలు ఒకేలా ఉంటాయి.

(iv) వేర్వేరు మూలక పరమాణువుల ద్రవ్యరాశులు, రసాయన ధర్మాలు వేరువేరుగా ఉంటాయి

(v) విభిన్న మూలక పరమాణువులు ఒక సరళ పూర్ణాంక నిష్పత్తిలో సంయోగం చెంది సంయోగ పదార్థాలను ఏర్పరుస్తాయి.

(vi) ఇవ్వబడిన సమ్మేళనంలో గల వివిధ రకాలైన పరమాణువులు, వాటి సాపేక్ష సంఖ్య ఎల్లప్పుడూ స్థిరం.

తరువాత ఆధ్యాయములో నీవు పరమాణువులు ఇంకా చిన్నవైన కణాలతో నిర్మితమౌతాయని నేర్చుకుంటాము.

ప్రశ్నలు

1. *ఒక రసాయనచర్యలో5.3 గ్రాముల సోడియం కార్బోనేట్ 6.0 గ్రాముల ఎసిటిక్ఆమ్లంతో చర్యనొంది2.2 గ్రాముల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, 0.9 గ్రాముల నీరు మరియు 8.2 గ్రాముల సోడియం*

Show that these observations are in agreement with the law of conservation of mass.
sodium carbonate + acetic acid → sodium acetate + carbon dioxide + water

2. *Hydrogen and oxygen combine in the ratio of 1:8 by mass to form water. What mass of oxygen gas would be required to react completely with 3 g of hydrogen gas?*
3. *Which postulate of Dalton's atomic theory is the result of the law of conservation of mass?*
4. *Which postulate of Dalton's atomic theory can explain the law of definite proportions?*

3.2 What is an Atom?

Have you ever observed a mason building walls, from these walls a room and then a collection of rooms to form a building? What is the building block of the huge building? What about the building block of an ant-hill? It is a small grain of sand. Similarly, the building blocks of all matter are atoms.

How big are atoms?

Atoms are very small, they are smaller than anything that we can imagine or compare with. More than millions of atoms when stacked would make a layer barely as thick as this sheet of paper.

Atomic radius is measured in nanometres.
$1/10^9$ m = 1 nm
1 m = 10^9 nm

Relative Sizes	
Radii (in m)	*Example*
10^{-10}	Atom of hydrogen
10^{-9}	Molecule of water
10^{-8}	Molecule of haemoglobin
10^{-4}	Grain of sand
10^{-3}	Ant
10^{-1}	Apple

We might think that if atoms are so insignificant in size, why should we care about them? This is because our entire world is made up of atoms. We may not be able to see them, but they are there, and constantly affecting whatever we do. Through modern techniques, we can now produce magnified images of surfaces of elements showing atoms.

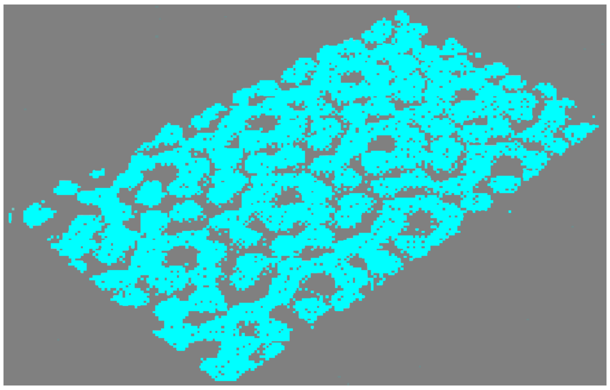


Fig. 3.2: An image of the surface of silicon

3.2.1 What are the modern day symbols of atoms of different elements?

Dalton was the first scientist to use the symbols for elements in a very specific sense. When he used a symbol for an element he also meant a definite quantity of that element, that is, one atom of that element. Berzilius suggested that the symbols of elements be made from one or two letters of the name of the element.

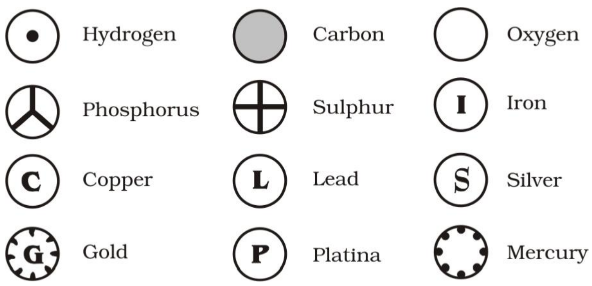


Fig. 3.3: Symbols for some elements as proposed by Dalton

ఎసిటేట్ ను ఏర్పరచినవి. ఈ పరిశీలనలు ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమాన్ని నిర్ధారిస్తున్నాయని చూపండి.

సోడియం కార్బొనేట్ + అసిటిక్ ఆమ్లం → సోడియం అసిటేట్ + కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ + నీరు

2. *హైడ్రోజన్ మరియు ఆక్సిజన్ లు 1:8 భార నిష్పత్తిలో సంయోగం చెంది నీటిని ఏర్పరిచిన, 3 గ్రాముల హైడ్రోజన్ వాయువు పూర్తిగా చర్య నొందుటకు కావలసిన ఆక్సిజన్ వాయువు ద్రవ్యరాశి ఎంత?*

3 *డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతంలోని ఏ ప్రతిపాదన ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం యొక్క ఫలితము?*

4. *డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతం లోని ఏ ప్రతిపాదన స్థిరానుపాత నియమాన్ని వివరించును?*

3.2. పరమాణువు అంటే ఏమిటి?

తాపీ మేస్త్రి గోడలు కట్టడం మీరు ఎప్పుడైనా చూశారా? గోడలతో గదిని, కొన్ని గదులు కలిపి ఒక భవనంగా కట్టడం చూశారా? ఒక పెద్ద భవనం యొక్క నిర్మాణాత్మక ప్రమాణం (యూనిట్) ఏమిటి? చీమల పుట్ట యొక్క నిర్మాణాత్మక ప్రమాణం ఏమిటి? అది ఒక అతి చిన్న ఇసుక రేణువు. అదేవిధంగా పదార్థాల యొక్క నిర్మాణాత్మక ప్రమాణాలు పరమాణువులు.

పరమాణువులు ఎంత పెద్దవి?

పరమాణువులు చాలా చిన్నవి. మనం ఊహించగలిగే లేదా పోల్చగలిగే వాటికన్నా అవి చిన్నవి. కొన్ని మిలియన్ల కన్న ఎక్కువ పరమాణువులను దొంతరగా పేర్చినప్పుడు అవి ఒక కాగితమంత మందం గల పొరను ఏర్పరచును.

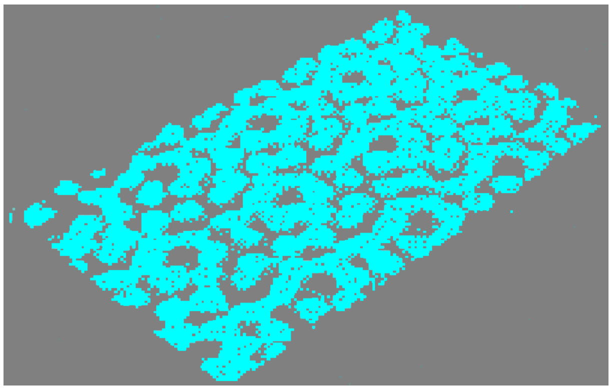
పరమాణు వ్యాసార్థంను నానో మీటర్లలో కొలుస్తారు.

$1/10^9$ m = 1 నానో మీటర్

1 m = 10^9 నానో మీటర్

సాపేక్ష పరిమాణాలు	
వ్యాసార్థం (మీటర్లలో)	**ఉదాహరణ**
10^{-10}	హైడ్రోజన్ పరమాణువు
10^{-9}	నీటి అణువు
10^{-8}	హిమోగ్లోబిన్ అణువు
10^{-4}	ఇసుక రేణువు
10^{-3}	చీమ
10^{-1}	పుచ్చకాయ

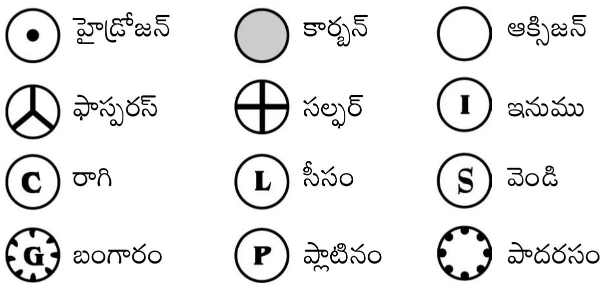
పరమాణువులు పరిమాణంలో చాలా చిన్నవైనప్పుడు, వాటిని మనం ఎందుకు పరిగణలోకి తీసుకోవాలి? దీనికి గల కారణం ఈ ప్రపంచమంతా పరమాణువులచే నిర్మితమై ఉంది. మనము వాటిని చూడలేకపోవచ్చు కానీ అవి అక్కడే ఉండి మనం ఏమి చేసినా స్థిరంమైన ప్రభావం చూపిస్తాయి. ఆధునిక మూలక ఆవర్ధన చిత్రాల ద్వారా పరమాణువు ఉపరితలాలను చూడవచ్చు.



పటం 3.2. సిలికాన్ ఉపరితలం యొక్క చిత్రం

3.2.1. వివిధ మూలకాల యొక్క పరమాణువుల ఆధునిక సంకేతాలు ఏమిటి?

చాలా ప్రత్యేకమైన భావనలో మూలకాలకు సంకేతాలు ఉపయోగించిన మొదటి శాస్త్రవేత్త డాల్టన్. ఒక మూలకం యొక్క సంకేతం అతడు ఉపయోగించినప్పుడు, ఆ మూలకం యొక్క ఖచ్చితమైన పరిమాణాన్ని తెలియజేసేటట్లు మూలకం యొక్క ఒక పరమాణువుని సూచించాడు. మూలకాల సంకేతాలను , మూలకాల పేర్లలోని ఒకటి లేదా రెండు అక్షరాలుతో తయారు చేయవచ్చునని బెర్జీలియస్ సూచించెను.



***పటం 3.3.** డాల్టన్ ప్రతిపాదించిన కొన్ని మూలకాల సంకేతాలు.*

In the beginning, the names of elements were derived from the name of the place where they were found for the first time. For example, the name copper was taken from Cyprus. Some names were taken from specific colours. For example, gold was taken from the English word meaning yellow. Now-a-days, IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) is an international scientific organisation which approves names of elements, symbols and units. Many of the symbols are the first one or two letters of the element's name in English. The first letter of a symbol is always written as a capital letter (uppercase) and the second letter as a small letter (lowercase).

For example

(i) hydrogen, H
(ii) aluminium, Al and not AL
(iii) cobalt, Co and not CO.

Symbols of some elements are formed from the first letter of the name and a letter, appearing later in the name. Examples are: (i) chlorine, Cl, (ii) zinc, Zn etc.

Other symbols have been taken from the names of elements in Latin, German or Greek. For example, the symbol of iron is Fe from its Latin name ferrum, sodium is Na from natrium, potassium is K from kalium. Therefore, each element has a name and a unique chemical symbol.

Table 3.1: Symbols for some elements

Element	Symbol	Element	Symbol	Element	Symbol
Aluminium	Al	Copper	Cu	Nitrogen	N
Argon	Ar	Fluorine	F	Oxygen	O
Barium	Ba	Gold	Au	Potassium	K
Boron	B	Hydrogen	H	Silicon	Si
Bromine	Br	Iodine	I	Silver	Ag
Calcium	Ca	Iron	Fe	Sodium	Na
Carbon	C	Lead	Pb	Sulphur	S
Chlorine	Cl	Magnesium	Mg	Uranium	U
Cobalt	Co	Neon	Ne	Zinc	Zn

(The above table is given for you to refer to whenever you study about elements. Do not bother to memorise all in one go. With the passage of time and repeated usage you will automatically be able to reproduce the symbols).

3.2.2 Atomic mass

The most remarkable concept that Dalton's atomic theory proposed was that of the atomic mass. According to him, each element had a characteristic atomic mass. The theory could explain the law of constant proportions so well that scientists were prompted to measure the atomic mass of an atom. Since determining the mass of an individual atom was a relatively difficult task, relative atomic masses were determined using the laws of chemical combinations and the compounds formed.

Let us take the example of a compound, carbon monoxide (CO) formed by carbon and oxygen. It was observed experimentally that 3 g of carbon combines with 4 g of oxygen to form CO. In other words, carbon combines with 4/3 times its mass of oxygen. Suppose we define the atomic mass unit (earlier abbreviated as 'amu', but according to the latest IUPAC recommendations, it is now written as 'u' – unified mass) as equal to the mass of one carbon atom, then we would assign carbon an atomic mass of 1.0 u and oxygen an atomic mass of 1.33 u. However, it is more convenient to have these numbers as

ప్రారంభంలో మూలకాల పేర్లను వాటిని ముందుగా కనుగొన్న ప్రాంతం నుండి రాబట్టారు. ఉదాహరణకు రాగి యొక్క పేరును క్రైప్రస్ నుండి తీసుకున్నారు. కొన్ని పేర్లను వాటి కున్న ప్రత్యేక రంగుల నుండి తీసుకున్నారు. ఉదాహరణకు పసుపు రంగు అనే అర్థము వచ్చే ఆంగ్ల పదము నుండి బంగారము తీసుకోబడింది. ఈరోజుల్లో మూలకాల పేర్లను, వాటి సంకేతాలను మరియు వాటి ప్రమాణాలను IUPAC (అంతర్జాతీయ శుద్ధ మరియు అనువర్తిత రసాయనశాస్త్రాల సమాఖ్య) అనే అంతర్జాతీయ శాస్త్రీయ సంస్థ నిర్ధారించును. చాలా మూలకాల సంకేతాలు వాటి ఇంగ్లీష్ పేరులోని మొదటి ఒకటి లేదా రెండు అక్షరాలతో తీసుకున్నారు. సంకేతంలోని మొదటి అక్షరం ఎల్లప్పుడు పెద్ద అక్షరంగాను మరియు రెండవ అక్షరం ఎల్లప్పుడు చిన్న అక్షరంగానే రాస్తాము.

ఉదాహరణకు:

1. హైడ్రోజన్ H
2. అల్యూమినియం Al గా వ్రాయాలి కానీ AL కాదు.
3. కోబాల్ట్ Co గా వ్రాయాలి కానీ CO కాదు.

కొన్ని మూలకాలు సంకేతాలు పేరులోని మొదటి అక్షరంతోను, పేరులోని తరువాత వ్యక్తమయ్యే అక్షరంతోను రూపొందించారు. ఉదాహరణకు i) క్లోరిన్ Cl ii) జింక్ Zn మొదలైనవి.

ఇతర మూలకాల సంకేతాలను వాటి లాటిన్, జర్మన్ లేదా గ్రీకు పేర్ల నుండి తీసుకున్నారు. ఉదాహరణకు ఇనుము సంకేతం Fe ను దాని లాటిన్ పేరు ఫెర్రం నుండి, సోడియం Na ను నేట్రియం నుండి, పొటాషియం K ను కాలియం నుండి తీసుకున్నారు. ఆ విధంగా ప్రతి మూలకానికి ఒకే పేరు మరియు ఏకైక రసాయన సంకేతం కలిగి ఉంటుంది.

3.1 కొన్ని మూలకాల సంకేతాలు

మూలకము	సంకేతము	మూలకము	సంకేతము	మూలకము	సంకేతము
అల్యూమినియం	Al	రాగి	Cu	నైట్రోజన్	N
ఆర్గాన్	Ar	ఫ్లోరిన్	F	ఆక్సిజన్	O
బేరియం	Ba	బంగారం	Au	పొటాషియం	K
బోరాన్	B	హైడ్రోజన్	H	సిలికాన్	Si
బ్రోమిన్	Br	అయోడిన్	I	వెండి	Ag
కాల్షియం	Ca	ఇనుము	Fe	సోడియం	Na
కార్బన్	C	లెడ్ (సీసం)	Pb	సల్ఫర్	S
క్లోరిన్	Cl	మెగ్నీషియం	Mg	యురేనియం	U
కోబాల్ట్	Co	నియాన్	Ne	జింక్	Zn

(ఎప్పుడైనా మీరు మూలకాల గురించి చదివేటప్పుడు సూచికగా ఉపయోగించుకోవడానికి పై పట్టిక ఇవ్వబడింది. వీటన్నింటినీ ఒకేసారి గుర్తుంచుకోవడానికి ఇబ్బంది పడనవసరం లేదు. కాలం గడిచే కొద్దీ మరలా మరలా ఉపయోగించడం వలన ఈ మూలకాల సంకేతాలను సహజంగానే మీరు తిరిగి చెప్పగలరు.)

3.2.2. పరమాణు ద్రవ్యరాశి

డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతంలో ప్రతిపాదించిన అతి ముఖ్యమైన భావన పరమాణు ద్రవ్యరాశి. ఆయన ప్రకారం ప్రతి మూలకానికి ఒక విలక్షణమైన పరమాణు ద్రవ్యరాశి ఉంటుంది. ఈ సిద్ధాంతం వివరించిన స్థిరానుపాత నియమం ఆధారంగా ఒక పరమాణువు యొక్క ఖచ్చితమైన పరమాణు ద్రవ్యరాశులను శాస్త్రవేత్తలు లెక్కించారు. ఒక్కో పరమాణువు యొక్క ద్రవ్యరాశిని విడివిడిగా కనుక్కోవడం సాపేక్షంగా చాలా కష్టమైన పని. రసాయన సంయోగ నియమాల ఆధారంగా మరియు ఏర్పరిచిన సంయోగ పదార్థాలను బట్టి మూలకాల సాపేక్ష పరమాణు ద్రవ్యరాశులను నిర్ధారించారు.

కార్బన్, ఆక్సిజన్‌లచే ఏర్పడిన సంయోగపదార్థము కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను ఉదాహరణగా తీసుకుందాం. ప్రయోగాత్మకంగా పరిశీలించినప్పుడు 3 గ్రాముల కార్బన్, 4గ్రాముల ఆక్సిజన్ తో సంయోగము చెంది కార్బన్ మోనాక్సైడ్‌ను ఏర్పరిచింది. మరో మాటల్లో చెప్పాలంటే ఆక్సిజన్ ద్రవ్యరాశిలో 4/3 వంతు ద్రవ్యరాశితో కార్బన్ సంయోగం చెందుతుంది. మనం పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణము (గతంలో amu గా సంక్షిప్తీకరించారు కానీ ఇప్పుడు తాజా IUPAC సిఫార్సుల ప్రకారం దీన్ని u- ఏకీకృత ద్రవ్యరాశిగా రాస్తారు)ను నిర్వచించాలంటే ఒక కార్బన్ పరమాణువు ద్రవ్యరాశికి సమానంగా తీసుకోవచ్చు. ఇప్పుడు మనం కార్బన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి 1.0 యూనిట్లుగా మరియు ఆక్సిజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి 1.33 యూనిట్లుగా నిర్ధారించవచ్చు.

whole numbers or as near to a whole numbers as possible. While searching for various atomic mass units, scientists initially took 1/16 of the mass of an atom of naturally occurring oxygen as the unit. This was considered relevant due to two reasons:

- oxygen reacted with a large number of elements and formed compounds.
- this atomic mass unit gave masses of most of the elements as whole numbers.

However, in 1961 for a universally accepted atomic mass unit, carbon-12 isotope was chosen as the standard reference for measuring atomic masses. One atomic mass unit is a mass unit equal to exactly one-twelfth ($1/12^{th}$) the mass of one atom of carbon-12. The relative atomic masses of all elements have been found with respect to an atom of carbon-12.

Imagine a fruit seller selling fruits without any standard weight with him. He takes a watermelon and says, "this has a mass equal to 12 units" (12 watermelon units or 12 fruit mass units). He makes twelve equal pieces of the watermelon and finds the mass of each fruit he is selling, relative to the mass of one piece of the watermelon. Now he sells his fruits by relative fruit mass unit (fmu), as in Fig. 3.4.

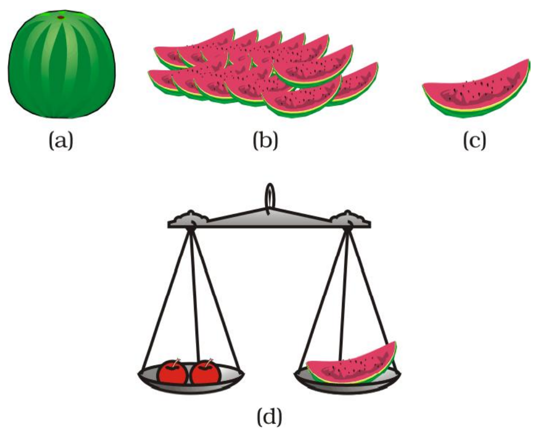


Fig. 3.4 : (a) Watermelon, (b) 12 pieces, (c) 1/12 of watermelon, (d) how the fruit seller can weigh the fruits using pieces of watermelon

Similarly, the relative atomic mass of the atom of an element is defined as the average mass of the atom, as compared to $1/12^{th}$ the mass of one carbon-12 atom.

Table 3.2: Atomic masses of a few elements

Element	Atomic Mass (u)
Hydrogen	1
Carbon	12
Nitrogen	14
Oxygen	16
Sodium	23
Magnesium	24
Sulphur	32
Chlorine	35.5
Calcium	40

3.2.3 How do atoms exist?

Atoms of most elements are not able to exist independently. Atoms form molecules and ions. These molecules or ions aggregate in large numbers to form the matter that we can see, feel or touch.

Questions

1. *Define the atomic mass unit.*
2. *Why is it not possible to see an atom with naked eyes?*

3.3 What is a Molecule?

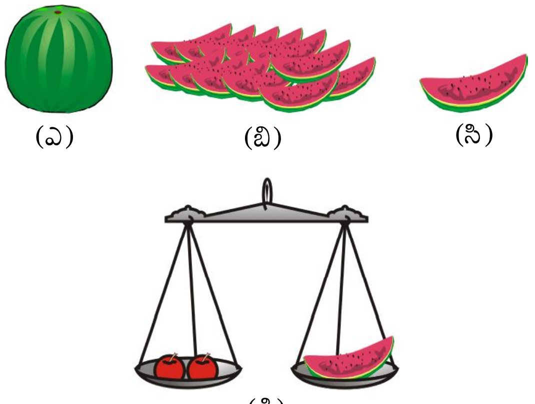
A molecule is in general a group of two or more atoms that are chemically bonded together, that is, tightly held together by attractive forces. A molecule can be defined as the smallest particle of an element or a compound that is capable of an independent existence and shows all the properties of that substance. Atoms of the same element or of different elements can join together to form molecules.

ఏది ఏమైనప్పటికీ ఈ సంఖ్యలు పూర్ణాంకాలుగా లేదా పూర్ణాంకాలకు సాధ్యమైనంత దగ్గరగా ఉండడం చాలా అనుకూలం. వివిధ పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణాలను శోధించిన శాస్త్రవేత్తలు మొదట, సహజంగా లభ్యమయ్యే ఆక్సిజన్ పరమాణువు ద్రవ్యరాశిలో 1/16 వ వంతు ద్రవ్యరాశిని ప్రమాణంగా తీసుకున్నారు. ఇది రెండు కారణాలవల్ల సరైనదిగా పరిగణించ బడింది.

- ఆక్సిజన్ ఎక్కువ సంఖ్యలో మూలకాలతో చర్య జరిపి సమ్మేళనాలను ఏర్పరచును.
- ఈ పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం చాలా మూలకాల ద్రవ్యరాశులను పూర్ణాంకాలుగా ఇచ్చింది.

చివరకు, 1961లో విశ్వవ్యాప్తంగా అంగీకరించబడిన పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణంగా, పరమాణు ద్రవ్యరాశులను లెక్కించడానికి కార్బన్-12 ఐసోటోపును ప్రామాణిక సూచికగా ఎన్నుకున్నారు. ఒక కార్బన్-12 పరమాణువు యొక్క ద్రవ్యరాశిలో ఖచ్చితంగా 1/12 వ వంతు ద్రవ్యరాశిని పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణంగా తీసుకున్నారు. అన్ని మూలకాల సాపేక్ష పరమాణు ద్రవ్యరాశులను కార్బన్-12 పరమాణు ద్రవ్యరాశితో పోల్చి కనుగొన్నారు.

ఒక పండ్ల వ్యాపారి, తన వద్ద ప్రామాణిక భారాలు లేకుండా పండ్లు అమ్ముతున్నట్లు ఊహించుకోండి. అతడు ఒక పుచ్చకాయని తీసుకుని దీని యొక్క ద్రవ్యరాశి 12 ప్రమాణాలు(12 పుచ్చకాయ ప్రమాణాలు లేదా 12 పండ్ల ద్రవ్యరాశి ప్రమాణాలు)కు సమానము అని చెప్పెను. అతడు ఆ పుచ్చకాయను 12 సమాన భాగాలుగా చేసి, అతడు అమ్మే ప్రతి పండును పుచ్చకాయ యొక్క ఒక ముక్క సాపేక్ష ద్రవ్యరాశితో పోల్చి అమ్ముతున్నాడు. పటం 3.4లో చూపిన విధంగా ఇప్పుడు అతను తన పండ్లను సాపేక్ష పండు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణాలు(fmu) లో అమ్ముతున్నాడు.



పటం 3.4: (ఎ) పుచ్చకాయ, (బి) 12 ముక్కలు, (సి) 1/12 వంతు పుచ్చకాయ భాగం, (డి) పుచ్చకాయ ముక్కలను *ఉపయోగించి పండ్ల వ్యాపారి పండ్లను ఎలా తూయగల్గుతున్నాడు*

ఇదేవిధంగా, కార్బన్-12 పరమాణు ద్రవ్యరాశిలో 1/12 వ భాగం కంటే ఎన్ని రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుందో తెలిపే పరమాణువు యొక్క సరాసరి ద్రవ్యరాశిని, మూలక పరమాణువు యొక్క సాపేక్ష పరమాణు ద్రవ్యరాశిగా నిర్వచించారు.

పట్టిక 3.2 - కొన్ని మూలకాల పరమాణు ద్రవ్యరాశులు

మూలకం	పరమాణు ద్రవ్యరాశి (*u*)
హైడ్రోజన్	1
కార్బన్	12
నైట్రోజన్	14
ఆక్సిజన్	16
సోడియం	23
మెగ్నీషియం	24
సల్ఫర్	32
క్లోరిన్	35.5
కాల్షియం	40

3.2.3 పరమాణువులు ఎలా ఉన్నాయి?

చాలా మూలకాల పరమాణువులు స్వతంత్రంగా ఉండలేవు. పరమాణువులు అణువులను మరియు అయానులను ఏర్పరచును. ఈ అణువులు లేదా అయానుల సముదాయం ఇప్పుడు మనం చూస్తున్న, తాకుతున్న లేదా అనుభూతి చెందుతున్న పదార్థమును ఏర్పరుచును.

ప్రశ్నలు

1. *పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణాన్ని నిర్వచించుము?*
2. *సాధారణ కంటితో పరమాణువులను చూడడం ఎందుకు సాధ్యం కాదు?*

3.3. అణువు అంటే ఏమిటి?

రసాయనికంగా ఒకదానితో ఒకటి బంధించబడిన, రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ పరమాణువుల సమూహమును అణువు అంటారు. అణువులో గల పరమాణువులు ఆకర్షణ బలముచే దగ్గరగా కలిసి ఉండును. స్వతంత్రంగా ఉండగలిగి అది ఏ పదార్థానికి చెందుతుందో ఆ పదార్థ ధర్మాలన్నింటిని ప్రదర్శించే మూలక లేదా సంయోగపదార్థం యొక్క అతి సూక్ష్మమైన కణాన్ని అణువుగా నిర్వచించవచ్చు. ఒకే మూలకానికి చెందిన, లేదా వేర్వేరు మూలకాలకు చెందిన పరమాణువులు కలిసి అణువులను ఏర్పరచును.

3.3.1 MOLECULES OF ELEMENTS

The molecules of an element are constituted by the same type of atoms. Molecules of many elements, such as argon (Ar), helium (He) etc. are made up of only one atom of that element. But this is not the case with most of the non-metals. For example, a molecule of oxygen consists of two atoms of oxygen and hence it is known as a diatomic molecule, O_2. If 3 atoms of oxygen unite into a molecule, instead of the usual 2, we get ozone, O_3. The number of atoms constituting a molecule is known as its atomicity.

Metals and some other elements, such as carbon, do not have a simple structure but consist of a very large and indefinite number of atoms bonded together.

Let us look at the atomicity of some non-metals.

Table 3.3 : Atomicity of some elements

Type of Element	Name	Atomicity
Non-Metal	Argon	Monoatomic
	Helium	Monoatomic
	Oxygen	Diatomic
	Hydrogen	Diatomic
	Nitrogen	Diatomic
	Chlorine	Diatomic
	Phosphorus	Tetra-atomic
	Sulphur	Poly-atomic

3.3.2 MOLECULES OF COMPOUNDS

Atoms of different elements join together in definite proportions to form molecules of compounds. Few examples are given in Table 3.4.

Table 3.4 : Molecules of some compounds

Compound	Combining Elements	Ratio by Mass
Water (H_2O)	Hydrogen, Oxygen	1:8
Ammonia (NH_3)	Nitrogen, Hydrogen	14:3
Carbon dioxide (CO_2)	Carbon, Oxygen	3:8

Activity ______________ 3.2

- Refer to Table 3.4 for ratio by mass of atoms present in molecules and Table 3.2 for atomic masses of elements. Find the ratio by number of the atoms of elements in the molecules of compounds given in Table 3.4.
- The ratio by number of atoms for a water molecule can be found as follows:

Element	Ratio by mass	Atomic mass (u)	Mass ratio/ atomic mass	Simplest ratio
H	1	1	$\frac{1}{1}=1$	2
O	8	16	$\frac{8}{16}=\frac{1}{2}$	1

- Thus, the ratio by number of atoms for water is H:O = 2:1.

3.3.3 WHAT IS AN ION?

Compounds composed of metals and non-metals contain charged species. The charged species are known as *ions*. Ions may consist of a single charged atom or a group of atoms that have a net charge on them. An ion can be negatively or positively charged. A negatively charged ion is called an 'anion' and the positively charged ion, a 'cation'. Take, for example, sodium chloride (NaCl). Its constituent particles are positively charged sodium ions (Na^+) and negatively charged

3.3.1 మూలకాల అణువులు

ఒకే రకానికి చెందిన పరమాణువులచే మూలక అణువులు ఏర్పడును. ఆర్గాన్ (Ar), హీలియం(He) మొదలైన చాలా మూలకాల అణువులు ఒకేఒక మూలక పరమాణువు నుండి ఏర్పడతాయి. కానీ, చాలా అలోహాల విషయంలో అలా జరగదు. ఉదాహరణకు ఒక ఆక్సిజన్ అణువు (O_2) రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులును కలిగి ఉంటుంది. అందువల్ల దీనిని ద్వి పరమాణుక అణువు అంటారు. రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులకు బదులుగా మూడు ఆక్సిజన్ పరమాణువులు కలిసి అణువుని ఏర్పరిస్తే మనకు ఓజోన్(O_3) వచ్చును. ఒక అణువును ఏర్పరిచే పరమాణువుల సంఖ్యని దాని పరమాణుకత అంటారు.

లోహాలు మరియు కార్బన్ వంటి కొన్ని ఇతర మూలకాలు సరళ నిర్మాణాలు కలిగి ఉండవు, కానీ వీటిలో చాలా అధిక మరియు అసంఖ్యాక పరమాణువులు కలిసి బంధించబడి ఉండును.

కొన్ని అలోహాల యొక్క పరమాణుకతలను చూద్దాం.

పట్టిక 3.3: కొన్ని మూలకాల పరమాణుకతలు

మూలకం రకం	పేరు	పరమాణుకత
అలోహం	ఆర్గాన్	ఏక పరమాణుక
	హీలియం	ఏక పరమాణుక
	ఆక్సిజన్	ద్విపరమాణుక
	హైడ్రోజన్	ద్విపరమాణుక
	నైట్రోజన్	ద్విపరమాణుక
	క్లోరిన్	ద్విపరమాణుక
	ఫాస్ఫరస్	చతుఃపరమాణుక
	సల్ఫర్	బహు పరమాణుక

3.3.2. సమ్మేళనాల అణువులు

వేర్వేరు మూలకాలకు చెందిన పరమాణువులు ఒక నిర్దిష్ట నిష్పత్తిలో కలిసి సమ్మేళనాల అణువులను ఏర్పరచును. పట్టిక 3.4 లో కొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక 3.4. కొన్ని సమ్మేళన అణువులు:

సమ్మేళనం	సంయోగం చెందే మూలకాలు	ద్రవ్య రాశి నిష్పత్తి
నీరు (H_2O)	హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్	1:8
అమ్మోనియా(NH_3)	నైట్రోజన్, హైడ్రోజన్	14:3
కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ (CO_2)	కార్బన్, ఆక్సిజన్	3:8

కృత్యం ------------------------- 3.2

- అణువుల్లో గల పరమాణువుల ద్రవ్యరాశినిష్పత్తి కొరకు పట్టిక 3.4ను మరియు మూలకాల పరమాణు ద్రవ్యరాశుల కొరకు పట్టిక 3.2ను పరిశీలించండి. పట్టిక 3.4లో ఇచ్చిన సమ్మేళనాల అణువులలో గల మూలక పరమాణువుల సంఖ్య మధ్యగల నిష్పత్తి కనుక్కోండి.
- నీటి అణువులో ఉన్న పరమాణువుల మధ్య నిష్పత్తిని క్రింది విధంగా కనుగొనవచ్చు.

మూలకం	ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి	పరమాణు ద్రవ్యరాశి (u)	ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి/ పరమాణు ద్రవ్యరాశి	సరళ నిష్పత్తి
H	1	1	$\frac{1}{1}=1$	2
O	8	16	$\frac{8}{16}=\frac{1}{2}$	1

- ఈ విధంగా, నీటి అణువులోని పరమాణువుల మధ్య నిష్పత్తి-H:O=2:1

3.3.3. అయాన్ అంటే ఏమిటి?

లోహ మరియు అలోహాలతో తయారైన సమ్మేళనాలు ఆవేశ కణాలను కలిగి ఉంటాయి. ఈ ఆవేశ కణాల్ని అయాన్లు అంటారు. అయాన్లు అనేవి ధనావేశము లేదా ఋణావేశము కలిగిన ఆవేశ పూరిత కణాలు.అయాన్లు ఒక ఆవేశపూరిత పరమాణువుగా గాని, ఫలిత ఆవేశం కలిగిఉన్న పరమాణువుల సమూహంగా గాని ఉండవచ్చు.ఋణావేశం కలిగిన అయాన్‌ను ఆనయాన్ అని, ధనావేశం కలిగిన అయాన్‌ను కాటయాన్ అని పిలుస్తారు. ఉదాహరణకు సోడియం క్లోరైడ్ (NaCl) ను తీసుకోండి. దాని అనుఘటక కణాలు ధనావేశం గల సోడియం అయాన్లు (Na^+) మరియు ఋణావేశం గల క్లోరైడ్

chloride ions (Cl^-). A group of atoms carrying a charge is known as a polyatomic ion (Table 3.6). We shall learn more about the formation of ions in Chapter 4.

Table 3.5: Some ionic compounds

Ionic Compound	Constituting Elements	Ratio by Mass
Calcium oxide	Calcium and oxygen	5:2
Magnesium sulphide	Magnesium and sulphur	3:4
Sodium chloride	Sodium and chlorine	23:35.5

3.4 Writing Chemical Formulae

The chemical formula of a compound is a symbolic representation of its composition. The chemical formulae of different compounds can be written easily. For this exercise, we need to learn the symbols and combining capacity of the elements.

The combining power (or capacity) of an element is known as its valency. Valency can be used to find out how the atoms of an element will combine with the atom(s) of another element to form a chemical compound. The valency of the atom of an element can be thought of as hands or arms of that atom.

Human beings have two arms and an octopus has eight. If one octopus has to catch hold of a few people in such a manner that all the eight arms of the octopus and both arms of all the humans are locked, how many humans do you think the octopus can hold? Represent the octopus with O and humans with H. Can you write a formula for this combination? Do you get OH_4 as the formula? The subscript 4 indicates the number of humans held by the octopus.

The valencies of some common ions are given in Table 3.6. We will learn more about valency in the next chapter.

Table 3.6: Names and symbols of some ions

Valency	Name of ion	Symbol	Non-metallic element	Symbol	Polyatomic ions	Symbol
1.	Sodium	Na^+	Hydrogen	H^+	Ammonium	NH_4^+
	Potassium	K^+	Hydride	H^-	Hydroxide	OH^-
	Silver	Ag^+	Chloride	Cl^-	Nitrate	NO_3^-
	Copper (I)*	Cu^+	Bromide	Br^-	Hydrogen carbonate	HCO_3^-
			Iodide	I^-		
2.	Magnesium	Mg^{2+}	Oxide	O^{2-}	Carbonate	CO_3^{2-}
	Calcium	Ca^{2+}	Sulphide	S^{2-}	Sulphite	SO_3^{2-}
	Zinc	Zn^{2+}			Sulphate	SO_4^{2-}
	Iron (II)*	Fe^{2+}				
	Copper (II)*	Cu^{2+}				
3.	Aluminium	Al^{3+}	Nitride	N^{3-}	Phosphate	PO_4^{3-}
	Iron (III)*	Fe^{3+}				

* *Some elements show more than one valency. A Roman numeral shows their valency in a bracket.*

అయాన్లు (Cl^-). ఒక పరమాణువుల సమూహం గనుక ఆవేశాన్ని కలిగి ఉంటే దానిని బహు పరమాణుక అయాన్ అంటారు.(పట్టిక 3.6). అయాన్లు ఏర్పడుట గురించి 4వ అధ్యాయంలో మనం మరింత నేర్చుకుంటాము.

పట్టిక 3.5: కొన్ని అయానిక సమ్మేళనాలు:

అయా నిక సమ్మేళనము	అనుఘటక మూలకాలు	ద్రవ్యరాశి నిష్పత్తి
కాల్షియం ఆక్సైడ్	కాల్షియం మరియు ఆక్సిజన్	5 : 2
మెగ్నీషియం సల్ఫైడ్	మెగ్నీషియం మరియు సల్ఫర్	3 : 4
సోడియం క్లోరైడ్	సోడియం మరియు క్లోరిన్	23 : 35.5

3.4. రసాయన సాంకేతికాలు వ్రాయుట

ఒక సమ్మేళనం యొక్క రసాయన సాంకేతికం అనగా దాని రసాయన సంఘటనాన్ని గుర్తులతో సూచించుట. వివిధ సమ్మేళనాల రసాయన సాంకేతికాలను చాలా సులభంగా రాయవచ్చు. ఈ అభ్యాసం కోసం మనం మూలకాల సంకేతాలను మరియు వాటి సంయోగ సామర్థ్యాన్ని నేర్చుకోవాల్సిన అవసరం ఉంది.

ఒక మూలకం యొక్క సంయోగ సామర్థ్యాన్ని దాని సంయోజకత అంటారు. ఒక రసాయన సమ్మేళనం ఏర్పరచుటకు ఒక మూలకపు పరమాణువులు ఏ విధంగా లేదా ఎన్ని ఇతర మూలకపు పరమాణువులతో సంయోగం చెందునో తెలుసు కొనుటకు సంయోజకత ఉపయోగపడును. ఒక మూలక పరమాణువు యొక్క సంయోజకతను ఆ పరమాణువు యొక్క భుజాలు లేదా చేతులుగా భావించవచ్చు.

మానవులకు రెండు చేతులు ఉంటాయి మరియు ఆక్టోపస్‌కు ఎనిమిది చేతులు ఉంటాయి. ఒక ఆక్టోపస్ తన యొక్క ఎనిమిది చేతులతో కొద్దిమంది మనుషుల యొక్క రెండు చేతులను పట్టి ఉంచాలనుకుంటే, ఒక ఆక్టోపస్ ఎంతమంది మానవులను పట్టి ఉంచగలదని నీవు అనుకుంటున్నావు? ఆక్టోపస్‌ను O గాను, మానవులను H గాను సూచించండి. ఈ సంయోగమునకు నీవు సాంకేతికము వ్రాయగలవా? OH_4 ను సాంకేతికముగా నీవు పొందావా? పాదాంకం 4 అనేది ఒక ఆక్టోపస్ పట్టి ఉంచిన మానవుల సంఖ్యని సూచిస్తుంది.

పట్టిక 3.6 లో కొన్ని సాధారణ అయాన్ల సంయోజకతలు ఇవ్వబడ్డాయి. సంయోజకతలను గురించి చాలా విషయాలు రాబోయే అధ్యాయంలో నేర్చుకుంటాం.

పట్టిక 3.6 కొన్ని అయానుల పేర్లు మరియు సంకేతాలు

సంయో జకత	అయాన్ పేరు	సంకేతం	అలోహ మూలకము	సంకేతం	బహుపరమాణుక అయాన్లు	సంకేతం
1.	సోడియం	Na^+	హైడ్రోజన్	H^+	అమ్మోనియం	NH_4^+
	పొటాషియం	K^+	హైడ్రైడ్	H^-	హైడ్రాక్సైడ్	OH^-
	సిల్వర్	Ag^+	క్లోరైడ్	Cl^-	నైట్రేట్	NO_3^-
	కాపర్ (I)*	Cu^+	బ్రోమైడ్	Br^-	హైడ్రోజన్	
			అయోడైడ్	I^-	కార్బొనేట్	HCO_3^-
2.	మెగ్నీషియం	Mg^{2+}	ఆక్సైడ్	O^{2-}	కార్బొనేట్	CO_3^{2-}
	కాల్షియం	Ca^{2+}	సల్ఫైడ్	S^{2-}	సల్ఫైట్	SO_3^{2-}
	జింక్	Zn^{2+}			సల్ఫేట్	SO_4^{2-}
	ఐరన్(II)*	Fe^{2+}				
	కాపర్ (II)*	Cu^{2+}				
3.	అల్యూమినియం	Al^{3+}	నైట్రైడ్	N^{3-}	ఫాస్ఫేట్	PO_4^{3-}
	ఐరన్ (III)*	Fe^{3+}				

* కొన్ని మూలకాలు ఒకటి కంటే ఎక్కువ సంయోజకతలను ప్రదర్శిస్తాయి. వాటి సంయోజకతలను రోమన్ సంఖ్యలతో బ్రాకెట్లో సూచిస్తారు.

The rules that you have to follow while writing a chemical formula are as follows:

- the valencies or charges on the ion must balance.
- when a compound consists of a metal and a non-metal, the name or symbol of the metal is written first. For example: calcium oxide (CaO), sodium chloride (NaCl), iron sulphide (FeS), copper oxide (CuO), etc., where oxygen, chlorine, sulphur are non-metals and are written on the right, whereas calcium, sodium, iron and copper are metals, and are written on the left.
- in compounds formed with polyatomic ions, the number of ions present in the compound is indicated by enclosing the formula of ion in a bracket and writing the number of ions outside the bracket. For example, Mg $(OH)_2$. In case the number of polyatomic ion is one, the bracket is not required. For example, NaOH.

3.4.1 Formulae of simple compounds

The simplest compounds, which are made up of two different elements are called binary compounds. Valencies of some ions are given in Table 3.6. You can use these to write formulae for compounds.

While writing the chemical formulae for compounds, we write the constituent elements and their valencies as shown below. Then we must crossover the valencies of the combining atoms.

Examples

1. Formula of hydrogen chloride

Symbol H Cl

Valency 1 1

Formula of the compound would be HCl.

2. Formula of hydrogen sulphide

Symbol H S

Valency 1 2

Formula : H_2S

3. Formula of carbon tetrachloride

Symbol C Cl

Valency 4 1

Formula : CCl_4

For magnesium chloride, we write the symbol of cation (Mg^{2+}) first followed by the symbol of anion (Cl^-). Then their charges are criss-crossed to get the formula.

4. Formula of magnesium chloride

Symbol Mg Cl

Charge 2+ 1-

Formula : $MgCl_2$

Thus, in magnesium chloride, there are two chloride ions (Cl^-) for each magnesium ion (Mg^{2+}). The positive and negative charges must balance each other and the overall structure must be neutral. Note that in the formula, the charges on the ions are not indicated.

Some more examples

(a) Formula for aluminium oxide:

Symbol Al O

Charge 3+ 2-

Formula : Al_2O_3

(b) Formula for calcium oxide:

Symbol Ca O

Charge 2+ 2-

Here, the valencies of the two elements are the same. You may arrive at the formula Ca_2O_2. But we simplify the formula as CaO.

ఒక రసాయనిక సాంకేతికము వ్రాసేటప్పుడు మీరు పాటించ వలసిన నియమాలు క్రింది విధంగా ఉన్నాయి.

- అయాన్ పై ఉన్న సంయోజకతలు లేదా ఆవేశాలు ఖచ్చితంగా తుల్యము చేయాలి.
- ఒక రసాయన సమ్మేళనం లోహ మరియు అలోహాలను కలిగి ఉంటే దానిలో లోహం పేరు లేదా సంకేతాన్ని ముందుగా వ్రాయాలి. ఉదాహరణకు కాల్షియం ఆక్సైడ్ (CaO), సోడియం క్లోరైడ్ (NaCl), ఐరన్ సల్ఫైడ్ (FeS), కాపర్ ఆక్సైడ్ (CuO), మొదలగునవి. ఇక్కడ ఆక్సిజన్, క్లోరిన్, సల్ఫర్ లు అలోహాలు మరియు వాటిని కుడివైపున రాస్తారు. కాల్షియం, సోడియం, ఐరన్ మరియు కాపర్ లు లోహాలు కావున వాటిని ఎడమవైపున రాస్తారు.
- బహు పరమాణుక అయాన్లతో తయారయ్యే సమ్మేళనాలకు, సమ్మేళనంలో గల ఆయాన్ల సంఖ్య సూచించుటకు బహుపరమాణుక అయాన్ సంకేతంను బ్రాకెట్లో ఉంచి, ఆ ఆయాన్ల సంఖ్యను బ్రాకెట్ బయట వ్రాయాలి. ఉదాహరణకు $Mg(OH)_2$. ఒకవేళ బహుపరమాణుక అయాన్ ఒకటే అయితే దానికి బ్రాకెట్ రాయనవసరం లేదు. ఉదాహరణకు NaOH.

3.4.1. సాధారణ సమ్మేళనాల సాంకేతికాలు

రెండు విభిన్న మూలకాలతో తయారైన సరళ సమ్మేళనాలను ద్విగుణాత్మక సమ్మేళనాలు అంటారు. పట్టిక 3.6 లో కొన్ని అయాన్ల సంయోజకతలు ఇవ్వబడ్డాయి. సమ్మేళనాల సాంకేతికాలు వ్రాయుటకు వీటిని నీవు ఉపయోగించుకోవచ్చు.

రసాయన సమ్మేళనాల సాంకేతికాలు వ్రాసేటప్పుడు క్రింద చూపిన విధంగా అనుఘటక మూలకాల సంకేతాలు మరియు వాటి సంయోజకతలు వ్రాయాలి. అప్పుడు మనం సంయోగం చెందే పరమాణువుల సంయోజకతలను ఒకదానికొకటి పరస్పరం తారుమారు చేసి పాదంకంగా రాయాలి.

ఉదాహరణలు

1. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ సాంకేతికము:

సంకేతం H Cl

సంయోజకత 1 1

సమ్మేళనం యొక్క సాంకేతికము: HCl.

2. హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ సాంకేతికము:

సంకేతం H S

సంయోజకత 1 2

సాంకేతికము : H_2S

3. కార్బన్ టెట్రా క్లోరైడ్ సాంకేతికము:

సంకేతం C Cl

సంయోజకత 4 1

సాంకేతికము : CCl_4

మెగ్నీషియం క్లోరైడ్ సాంకేతికము కొరకు ముందుగా కాటయాన్ సంకేతం (Mg^{2+}) రాసి తరువాత ఆనయాన్ సంకేతం (Cl^-). రాయాలి. తర్వాత వాటి ఆవేశాలను క్రిస్ క్రాస్ పద్ధతిలో తారుమారు చేసిన సాంకేతికము వచ్చును.

4. మెగ్నీషియం క్లోరైడ్ సాంకేతికము:

సంకేతం Mg Cl

ఆవేశం 2+ 1-

సాంకేతికము : $MgCl_2$

ఈ విధంగా మెగ్నీషియం క్లోరైడ్ లో ప్రతి ఒక్క మెగ్నీషియం అయాన్ (Mg^{2+})కు, రెండు క్లోరైడ్ అయాన్‌లు (Cl^-) ఉంటాయి. ధన మరియు ఋణావేశాలు పరస్పరం తుల్యం కాబడి మొత్తం సమ్మేళన నిర్మాణము తటస్థంగా ఉండాలి. సాంకేతికములో అయాన్ల పై ఆవేశాలు గుర్తించబడలేదని గమనించండి.

మరికొన్ని ఉదాహరణలు:

(a) అల్యూమినియం ఆక్సైడ్ సాంకేతికం:

సంకేతం Al O

ఆవేశం 3+ 2-

సాంకేతికము : Al_2O_3

(b) కాల్షియం ఆక్సైడ్ సాంకేతికం:

సంకేతం Ca O

ఆవేశం 2+ 2-

ఇక్కడ పై రెండు మూలకాల సంయోజకతలు సమానం కావున మీకు సాంకేతికం Ca_2O_2గా రావచ్చు. కానీ మనము ఈ సాంకేతికమును సూక్ష్మీకరించి CaO గా రాస్తాము.

(c) Formula of sodium nitrate:

Symbol/ Formula	Na	NO_3
Charge	1+	1-

Formula : $NaNO_3$

(d) Formula of calcium hydroxide:

Symbol/ Formula	Ca	OH
Charge	2+	1-

Formula : $Ca(OH)_2$

Note that the formula of calcium hydroxide is $Ca(OH)_2$ and not $CaOH_2$. We use brackets when we have two or more of the same ions in the formula. Here, the bracket around OH with a subscript 2 indicates that there are two hydroxyl (OH) groups joined to one calcium atom. In other words, there are two atoms each of oxygen and hydrogen in calcium hydroxide.

(e) Formula of sodium carbonate:

Symbol/ Formula	Na	CO_3
Charge	1+	2-

Formula : Na_2CO_3

In the above example, brackets are not needed if there is only one ion present.

(f) Formula of ammonium sulphate:

Formula	NH_4	SO_4
Charge	1+	2-

Formula : $(NH_4)_2SO_4$

Questions

1. *Write down the formulae of*
   (i) *sodium oxide*
   (ii) *aluminium chloride*
   (iii) *sodium suphide*
   (iv) *magnesium hydroxide*
2. *Write down the names of compounds represented by the following formulae:*
   (i) $Al_2(SO_4)_3$
   (ii) $CaCl_2$
   (iii) K_2SO_4
   (iv) KNO_3
   (v) $CaCO_3$.
3. *What is meant by the term chemical formula?*
4. *How many atoms are present in a*
   (i) H_2S *molecule and*
   (ii) PO_4^{3-} *ion?*

3.5 Molecular Mass

3.5.1 Molecular mass

In section 3.2.2 we discussed the concept of atomic mass. This concept can be extended to calculate molecular masses. The molecular mass of a substance is the sum of the atomic masses of all the atoms in a molecule of the substance. It is therefore the relative mass of a molecule expressed in *atomic mass units (u).*

Example 3.1 (a) Calculate the relative molecular mass of water (H_2O). (b) Calculate the molecular mass of HNO_3.

Solution:

(a) Atomic mass of hydrogen = 1u,
oxygen = 16 u
So the molecular mass of water, which contains two atoms of hydrogen and one atom of oxygen is $= 2 \times 1 + 1 \times 16$
$= 18$ u

(b) The molecular mass of HNO_3 = the atomic mass of H + the atomic mass of N+ 3 × the atomic mass of O
= 1 + 14 + 48 = 63 u

3.5.2 Formula unit mass

The formula unit mass of a substance is a sum of the atomic masses of all atoms in a formula unit of a compound. Formula unit mass is calculated in the same manner as we calculate the molecular mass. The only difference is that we use the word formula unit for those

(c) సోడియం నైట్రేట్ సాంకేతికము:

సంకేతం / సాంకేతికము Na NO$_3$

ఆవేశం 1+ 1-

సాంకేతికము : $NaNO_3$

(d) కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ సాంకేతికము:

సంకేతం / సాంకేతికము Ca OH

ఆవేశం 2+ 1-

సాంకేతికము : $Ca(OH)_2$

కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ సాంకేతికము $CaOH_2$కాకుండా, $Ca(OH)_2$గా ఉంటుందని గమనించండి. సాంకేతికంలో రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ ఒకే రకమైన బహు పరమాణుక అయాన్లు ఉంటే మనం బ్రాకెట్లను ఉపయోగించాలి. ఇక్కడ OHకు పాదాంకం 2 తో కూడిన బ్రాకెట్ అనేది, ప్రతి ఒక కాల్షియం పరమాణువు రెండు హైడ్రాక్సిల్ (OH) సమూహాలతో కలిసి ఉండడాన్ని సూచించును. ఇంకో విధంగా కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ లో రెండేసి చొప్పున ఆక్సిజన్ మరియు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు.

(e) సోడియం కార్బోనేట్ సాంకేతికము:

సంకేతం / సాంకేతికము Na CO$_3$

ఆవేశం 1+ 2-

సాంకేతికము : Na_2CO_3

పై ఉదాహరణలో, ఒకే ఒక బహు పరమాణుక అయాన్ ఉంది కావున బ్రాకెట్ పెట్టనవసరం లేదు.

(f) అమ్మోనియం సల్ఫేట్ సాంకేతికము:

సాంకేతికము NH$_4$ SO$_4$

ఆవేశం 1+ 2-

సాంకేతికము : $(NH_4)_2SO_4$

ప్రశ్నలు

1. *క్రింది వాటి సాంకేతికములను వ్రాయండి?*
   - (i) *సోడియం ఆక్సైడ్*
   - (ii) *అల్యూమినియం క్లోరైడ్*
   - (iii) *సోడియం సల్ఫైడ్*
   - (iv) *మెగ్నీషియం హైడ్రాక్సైడ్*
2. *క్రింది ఇవ్వబడిన సాంకేతికములను సూచించే సమ్మేళనాల పేర్లు రాయండి?*
   - (i) $Al_2(SO_4)_3$
   - (ii) $CaCl_2$
   - (iii) K_2SO_4
   - (iv) KNO_3
   - (v) $CaCO_3$.
3. *రసాయన సాంకేతికము అనే పదానికి అర్థమేమిటి?*
4. *క్రింది వాటిలో ఎన్ని పరమాణువులు కలవు?*
   - (i) H_2S *అణువు*
   - (ii) PO_4^{3-} *అయాన్?*

3.5 అణు ద్రవ్యరాశి

3.5.1 అణు ద్రవ్యరాశి

3.2.2 భాగంలో మనం పరమాణు ద్రవ్యరాశి భావన గురించి చర్చించాం. అణు ద్రవ్యరాశులను లెక్కించడానికి ఈ భావనను విస్తరించవచ్చు. ఒక పదార్థ అణువులో ఉండే అన్ని పరమాణువుల యొక్క పరమాణు ద్రవ్యరాశుల మొత్తాన్ని అణు ద్రవ్యరాశి అంటారు. అందువలన అణువు యొక్క సాపేక్ష ద్రవ్యరాశిని పరమాణు ద్రవ్యరాశి ప్రమాణం(u) లలో వ్యక్తపరుస్తాము.

ఉదాహరణ 3.1 (ఎ) నీటి (H_2O)సాపేక్ష అణు ద్రవ్యరాశిని లెక్కించండి? (బి) HNO_3 యొక్క అణు ద్రవ్యరాశిని లెక్కించండి?

సాధన:

(ఎ) హైడ్రోజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి =1 u.

ఆక్సిజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి =16u.

కావున రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు మరియు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలిగిన నీటి అణువు ద్రవ్యరాశి

$$= (2 \times 1)+(1 \times 16)=18u.$$

(బి) HNO_3 యొక్క అణు ద్రవ్యరాశి–హైడ్రోజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి + నైట్రోజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశి + 3x ఆక్సిజన్ (O) పరమాణు ద్రవ్యరాశి

$$= 1 + 14 + 48 = 63u$$

3.5.2 ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశి

ఒక సమ్మేళనంలో గల ఫార్ములా యూనిట్ నందలి పరమాణువులు అన్నింటి యొక్క ద్రవ్యరాశుల మొత్తాన్ని ఆ పదార్థ ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశి అంటాం. అణు ద్రవ్యరాశిని లెక్కించిన విధానంలోనే ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశిని కూడా లెక్కిస్తారు. ఒకే ఒక భేదం ఏమిటంటే అయాన్లను అనుఘటక కణాలుగా

substances whose constituent particles are ions. For example, sodium chloride as discussed above, has a formula unit NaCl. Its formula unit mass can be calculated as–

$$1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5 \text{ u}$$

Example 3.2 Calculate the formula unit mass of $CaCl_2$.

Solution:

Atomic mass of Ca
+ (2 × atomic mass of Cl)
= 40 + 2 × 35.5 = 40 + 71 = 111 u

Questions

1. *Calculate the molecular masses of H_2, O_2, Cl_2, CO_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, NH_3, CH_3OH.*
2. *Calculate the formula unit masses of ZnO, Na_2O, K_2CO_3, given atomic masses of Zn = 65 u, Na = 23 u, K = 39 u, C = 12 u, and O = 16 u.*

What you have learnt

- During a chemical reaction, the sum of the masses of the reactants and products remains unchanged. This is known as the Law of Conservation of Mass.
- In a pure chemical compound, elements are always present in a definite proportion by mass. This is known as the Law of Definite Proportions.
- An atom is the smallest particle of the element that cannot usually exist independently and retain all its chemical properties.
- A molecule is the smallest particle of an element or a compound capable of independent existence under ordinary conditions. It shows all the properties of the substance.
- A chemical formula of a compound shows its constituent elements and the number of atoms of each combining element.
- Clusters of atoms that act as an ion are called polyatomic ions. They carry a fixed charge on them.
- The chemical formula of a molecular compound is determined by the valency of each element.
- In ionic compounds, the charge on each ion is used to determine the chemical formula of the compound.

కలిగిన పదార్థాలకు ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశి అనే పదము మనం ఉపయోగిస్తాము. ఉదాహరణకు పైన చర్చించిన విధంగా సోడియం క్లోరైడ్ యొక్క సాంకేతిక ప్రమాణము NaCl. దీని ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశిని ఈ విధంగా లెక్కించవచ్చు.

$= (1 \times 23) + (1 \times 35.5) = 58.5u$

ఉదాహరణ 3.2 $CaCl_2$ యొక్క ఫార్ములా యూనిట్ ద్రవ్యరాశిని లెక్కించండి?

సాధన:

Ca పరమాణు ద్రవ్యరాశి

+ (2 × Cl పరమాణు ద్రవ్యరాశి)

$= 40 + 2 \times 35.5 = 40 + 71 = 111$ u

ప్రశ్నలు

1. H_2, O_2, Cl_2, CO_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, NH_3, CH_3OH ల అణు ద్రవ్యరాశులు లెక్కించండి?
2. ZnO, Na_2O, K_2CO_3 ల సాంకేతిక ప్రమాణ ద్రవ్యరాశులను లెక్కించండి? ఇవ్వబడిన పరమాణు ద్రవ్యరాశులు Zn = 65 u, Na = 23 u, K = 39 u, C = 12 u మరియు O = 16 u.

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- ఒక రసాయన చర్య జరుగుతున్నప్పుడు, క్రియా జనకాల మొత్తం ద్రవ్యరాశి, క్రియా జన్యాల మొత్తం ద్రవ్యరాశి ఎప్పటికీ మారదు. దీనినే ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమము అంటారు.
- ఒక శుద్ధమైన రసాయన సమ్మేళనంలో ఉండే మూలకాలు ఎల్లప్పుడూ స్థిర భార నిష్పత్తిలో కలిసి ఉంటాయి దీనినే స్థిరానుపాత నియమం అంటారు.
- పరమాణువు ఒక మూలకంలో అతి సూక్ష్మమైన కణము. అధి సాధారణంగా స్వతంత్రంగా ఉండలేదు. అన్ని రసాయన ధర్మాలను కలిగి ఉండును.
- పదార్థం యొక్క అన్ని ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తూ, సాధారణ పరిస్థితుల్లో స్వతంత్రంగా ఉండగలిగే మూలకము లేదా సమ్మేళనం యొక్క అతి సూక్ష్మ కణమే అణువు.
- ఒక సమ్మేళనం యొక్క రసాయన సాంకేతికము, దాని అనుఘటక మూలకాలను మరియు సంయోగం చెందిన ప్రతీ మూలకం యొక్క పరమాణువుల సంఖ్యను చూపుతుంది.
- కొన్ని పరమాణువుల సమూహం కలిసి ఒక అయాన్‌గా ఏర్పడితే, దానిని బహు పరమాణుక అయాన్ అంటారు.అవి వాటిపై ఫలిత స్థిర ఆవేశాన్ని కలిగి ఉంటాయి.
- ఒక అణు సమ్మేళనం యొక్క రసాయన సాంకేతికమును దానిలో గల ప్రతి మూలకం యొక్క సంయోజకత ఆధారంగా కనుగొనవచ్చు.
- అయానిక సమ్మేళనాలలో ప్రతి అయాన్ పై గల ఆవేశము ఉపయోగించి సమ్మేళనం యొక్క రసాయన సాంకేతికము కనుగొనవచ్చు.

Exercises

1. A 0.24 g sample of compound of oxygen and boron was found by analysis to contain 0.096 g of boron and 0.144 g of oxygen. Calculate the percentage composition of the compound by weight.
2. When 3.0 g of carbon is burnt in 8.00 g oxygen, 11.00 g of carbon dioxide is produced. What mass of carbon dioxide will be formed when 3.00 g of carbon is burnt in 50.00 g of oxygen? Which law of chemical combination will govern your answer?
3. What are polyatomic ions? Give examples.
4. Write the chemical formulae of the following.
   (a) Magnesium chloride
   (b) Calcium oxide
   (c) Copper nitrate
   (d) Aluminium chloride
   (e) Calcium carbonate.
5. Give the names of the elements present in the following compounds.
   (a) Quick lime
   (b) Hydrogen bromide
   (c) Baking powder
   (d) Potassium sulphate.
6. Calculate the molar mass of the following substances.
   (a) Ethyne, C_2H_2
   (b) Sulphur molecule, S_8
   (c) Phosphorus molecule, P_4 (Atomic mass of phosphorus = 31)
   (d) Hydrochloric acid, HCl
   (e) Nitric acid, HNO_3

Group Activity

Play a game for writing formulae.

Example1 : Make placards with symbols and valencies of the elements separately. Each student should hold two placards, one with the symbol in the right hand and the other with the valency in the left hand. Keeping the symbols in place, students should criss-cross their valencies to form the formula of a compound.

అభ్యాసాలు

1. 0.24 గ్రా గల ఒక నమూనానందు ఆక్సిజన్ మరియు బోరాన్ సంయోగపదార్థంలో 0.096 గ్రా బోరాన్ మరియు 0.144 గ్రా ఆక్సిజన్ ఉన్నట్లు విశ్లేషణ ద్వారా కనుగొనబడింది. భారంపరంగా సమ్మేళనం యొక్క సంఘటన శాతమును లెక్కించండి?
2. 3.0 గ్రా కార్బన్ ను,8.0 గ్రా ఆక్సిజన్ లో మండిస్తే 11.0 గ్రా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఉత్పన్నమయింది. 3.0 గ్రా కార్బన్ ను 50 గ్రా ఆక్సిజన్‌లో మండిస్తే ఎంత ద్రవ్యరాశి గల కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పరచును? ఏ రసాయన సంయోగ నియమము మీ జవాబుకు తోడ్పడింది?
3. బహుపరమాణుక అయాన్ లు అనగానేమి? ఉదాహరణలు ఇవ్వండి?
4. క్రింది వాటికి రసాయన సాంకేతికాలు వ్రాయండి.
   (ఎ) మెగ్నీషియం క్లోరైడ్
   (బి) కాల్షియం ఆక్సైడ్
   (సి) కాపర్ నైట్రేట్
   (డి) అల్యూమినియం క్లోరైడ్
   (ఇ) కాల్షియం కార్బోనేట్
5. క్రింది సమ్మేళనాల్లో ఉన్న మూలకాల పేర్లను తెలపండి
   (ఎ) పొడి సున్నం
   (బి) హైడ్రోజన్ బ్రోమైడ్
   (సి) బేకింగ్ పౌడర్
   (డి) పొటాషియం సల్ఫేట్
6. క్రింది పదార్థాలకు మోలార్ ద్రవ్యరాశులను లెక్కించండి?
   (ఎ) ఈథైన్, C_2H_2
   (బి) సల్ఫర్ అణువు, S_8
   (సి) ఫాస్ఫరస్ అణువు, P_4 (ఫాస్ఫరస్ పరమాణు భారం = 31)
   (డి) హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లము, HCl
   (ఇ) నత్రికామ్లం, HNO_3

జట్టు కృత్యము

సాంకేతికాలను రాయడానికి ఒక ఆట ఆడుదాం.

ఉదాహరణ 1: మూలక పరమాణువుల సంకేతాలు, వాటి సంయోజకతలను రాసిన ప్లకార్డులను వేరువేరుగా తయారు చేయండి. ప్రతి విద్యార్థి రెండు ప్లకార్డులు పట్టుకోవాలి. తన కుడి చేతితో సంకేతాల కార్డును, ఎడమ చేత్తో పరమాణువు యొక్క సంయోజకతల కార్డును పట్టుకోవాలి. ఇప్పుడు విద్యార్థులు ఆ సంయోజకతలను క్రిస్ క్రాస్ చేసి సంకేతాలను వాటి స్థానాల్లో ఉంచి ఆ సమ్మేళనం యొక్క సాంకేతికము ఏర్పరచాలి.

Example 2: A low cost model for writing formulae: Take empty blister packs of medicines. Cut them in groups, according to the valency of the element, as shown in the figure. Now, you can make formulae by fixing one type of ion into other.

For example:

Formula for sodium sulphate:

2 sodium ions can be fixed on one sulphate ion.

Hence, the formula will be: Na_2SO_4

Do it yourself :

Now, write the formula of sodium phosphate.

ఉదాహరణ 2: సాంకేతికాలను వ్రాయడానికి అతి తక్కువ ఖర్చుతో కూడిన నమూనా: ఖాళీ టాబ్లెట్ ప్యాక్ లను తీసుకోండి. పటంలో చూపిన విధంగా మూలకపు సంయోజకతలకు అనుగుణంగా వాటిని సమూహాలుగా కత్తిరించండి. ఇప్పుడు, ఒక అయాన్ (స్ట్రిప్పు)ను మరొక అయాన్(స్ట్రిప్)లో అమర్చడం ద్వారా సమ్మేళనాల సాంకేతికా లను రాయగలరు.

ఉదాహరణకు:

సోడియం సల్ఫేట్ సాంకేతికము:
రెండు సోడియం అయాన్లను ఒక సల్ఫేట్ అయాన్ లో అమర్చడానికి వీలు అవుతుంది.
కావున, దాని సాంకేతికం: Na_2SO_4
మీరే చేయండి:
ఇప్పుడు, సోడియం ఫాస్ఫేట్ సాంకేతికము రాయము.

Chapter 4

0964CH04

Structure of the Atom

In Chapter 3, we have learnt that atoms and molecules are the fundamental building blocks of matter. The existence of different kinds of matter is due to different atoms constituting them. Now the questions arise: (i) What makes the atom of one element different from the atom of another element? and (ii) Are atoms really indivisible, as proposed by Dalton, or are there smaller constituents inside the atom? We shall find out the answers to these questions in this chapter. We will learn about sub-atomic particles and the various models that have been proposed to explain how these particles are arranged within the atom.

A major challenge before the scientists at the end of the 19th century was to reveal the structure of the atom as well as to explain its important properties. The elucidation of the structure of atoms is based on a series of experiments.

One of the first indications that atoms are not indivisible, comes from studying static electricity and the condition under which electricity is conducted by different substances.

4.1 Charged Particles in Matter

For understanding the nature of charged particles in matter, let us carry out the following activities:

Activity ______________ *4.1*

A. Comb dry hair. Does the comb then attract small pieces of paper?

B. Rub a glass rod with a silk cloth and bring the rod near an inflated balloon. Observe what happens.

From these activities, can we conclude that on rubbing two objects together, they become electrically charged? Where does this charge come from? This question can be answered by knowing that an atom is divisible and consists of charged particles.

Many scientists contributed in revealing the presence of charged particles in an atom.

It was known by 1900 that the atom was indivisible particle but contained at least one sub-atomic particle – the electron identified by J.J. Thomson. Even before the electron was identified, E. Goldstein in 1886 discovered the presence of new radiations in a gas discharge and called them canal rays. These rays were positively charged radiations which ultimately led to the discovery of another sub-atomic particle. This sub-atomic particle had a charge, equal in magnitude but opposite in sign to that of the electron. Its mass was approximately 2000 times as that of the electron. It was given the name of proton. In general, an electron is represented as 'e^-' and a proton as 'p^+'. The mass of a proton is taken as one unit and its charge as plus one. The mass of an electron is considered to be negligible and its charge is minus one.

It seemed that an atom was composed of protons and electrons, mutually balancing their charges. It also appeared that the protons were in the interior of the atom, for whereas electrons could easily be removed off but not protons. Now the big question was: what sort of structure did these particles of the atom form? We will find the answer to this question below.

అధ్యాయం 4

T8P1Y5

పరమాణు నిర్మాణం

పదార్థ నిర్మాణానికి పరమాణువులు, అణువులు ప్రాథమిక నిర్మాణ ఘటకాలని 3వ అధ్యాయంలో తెలుసుకున్నారు. వివిధ పదార్థాల ఉనికికి కారణం వాటిలో విభిన్నమైన పరమాణువులు ఉండటమే. ఈ సందర్భంలో ఎదురయ్యే ప్రశ్నలు (1) ఒక మూలక పరమాణువులు వేరొక మూలక పరమాణువులతో విభేదాన్ని ఏది కలుగజేస్తుంది? (2) డాల్టన్ ప్రతిపాదించిన ప్రకారం నిజంగా పరమాణువులు విభజించడానికి వీలుకానివా? లేక పరమాణువు లోపల సూక్ష్మ అనుఘటకాలు ఉన్నాయా? ఇలాంటి ప్రశ్నలకు ఈ పాఠంలో సమాధానాలు కనుక్కొందాం. మనం ఉప పరమాణు కణాలు మరియు అవి పరమాణువులో ఎలా అమరి వుంటాయో తెలిపే వివిధ నమూనాలను గురించి తెలుసుకుందాం.

19వ శతాబ్దం చివరి నాటికి శాస్త్రవేత్తలకు పరమాణు నిర్మాణంతో పాటు దాని ధర్మాలను వివరించడం ఒక పెద్ద సవాలుగా ఉండేది. వరుస ప్రయోగాల ఆధారంగా పరమాణు నిర్మాణాన్ని వర్ణించగలిగారు.

పరమాణువులు అవిభాజ్యాలనే విషయం స్థిర విద్యుత్ మరియు వివిధ పదార్థాలలో ఏ పరిస్థితులలో విద్యుత్ ప్రవహిస్తుంది వంటి వాటిపై జరిపిన అధ్యయనాలు తెలియజేశాయి.

4.1 పదార్థంలో గల ఆవేశిత కణాలు

పదార్థంలో ఆవేశపూరిత కణాల స్వభావాన్ని అర్థం చేసుకోవాలంటే క్రింది కృత్యాలను నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం ------------------ 4.1

ఎ. పొడి జుట్టును దువ్వండి. ఆ దువ్వెన చిన్న చిన్న కాగితపు ముక్కలను ఆకర్షిస్తుందా?

బి. ఒక గాజు కడ్డీని సిల్కు గుడ్డతో రుద్దండి. దానిని గాలితో నింపిన బెలూన్ వద్దకు తీసుకురండి. ఏమి జరుగుతుందో గమనించండి.

ఈ కృత్యాల ద్వారా మనం రెండు వస్తువులను ఒకదానితో ఒకటి రుద్ది దగ్గరగా తీసుకొనిరావడం ద్వారా అవి విద్యుదావేశం పొందుతాయని నిర్ధారించగలమా? ఈ ఆవేశం ఎక్కడినుండి వచ్చింది? పరమాణువులు విభజింపబడతాయని మరియు వాటిలో ఆవేశిత కణాలున్నాయని తెలుసుకోవడం ద్వారా పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలు లభిస్తాయి.

అనేక మంది శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువులో ఆవేశిత కణాలున్నాయని బహిర్గతం చేయడంలో తోడ్పాటును అందించారు.

1900వ సంవత్సరంలో పరమాణువులు కనీసం ఒక ఎలక్ట్రాన్ అనే ఉప కణాన్ని కలిగి ఉంటుందనీ జె. జె. థామ్సన్ తెలియజేశాడు. ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొనక ముందే 1886లో E. గోల్డ్ స్టెయిన్ వాయు ఉత్సర్గంలో కొత్త వికిరణాలు కనుగొని వాటికి కుల్యాకిరణాలని పేరుపెట్టాడు. ఈ కిరణాలు ధనావేశిత కిరణాలు. అంతేకాక ఈ ప్రయోగం మరొక పరమాణు ఉప కణాన్ని కనుగొనడానికి దోహదపడింది. ఈ ఉప పరమాణు కణాల ఆవేశంతో పోలిస్తే సమానమైన పరిమాణం మరియు వ్యతిరేక గుర్తుగల ఎలక్ట్రాన్ ఉంటుంది. దాని ద్రవ్యరాశి ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశికి దాదాపుగా 2000 రెట్లు ఉంటుంది. దీనికి ప్రోటాన్ అని పేరు పెట్టారు. సాధారణంగా ఎలక్ట్రాన్‌ను 'e^-' గానూ, ప్రోటాన్‌ను 'p^+' తో సూచిస్తారు. ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశిని ఒక యూనిట్‌గాను దాని ద్రవ్యరాశిని +1 గా తీసుకుంటారు. ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి పరిగణించదగనిది, ఎలక్ట్రాన్ ఆవేశాన్ని –1 గా తీసుకుంటాం.

పరమాణువు ప్రోటాన్లు మరియు ఎలక్ట్రాన్‌లతో ఏర్పడి వాటి ఆవేశాలు తుల్యమయినట్లు ఉంటుంది. ప్రోటాన్లు పరమాణువు లోపల ఉంటాయనీ ఎలక్ట్రాన్లను తొలగించినంత సులభంగా ప్రోటాన్లను తొలగించడం కుదరదని తెలుస్తుంది. ఈ సందర్భంలో పరమాణువులో ఈ కణాలు ఏ విధమైన నిర్మాణాన్ని ఏర్పరుస్తాయి? అనేది ఒక పెద్ద ప్రశ్న. మనం ఈ క్రింది ప్రశ్నకు సమాధానం కనుగొందాం.

Questions

1. *What are canal rays?*
2. *If an atom contains one electron and one proton, will it carry any charge or not?*

4.2 The Structure of an Atom

We have learnt Dalton's atomic theory in Chapter 3, which suggested that the atom was indivisible and indestructible. But the discovery of two fundamental particles (electrons and protons) inside the atom, led to the failure of this aspect of Dalton's atomic theory. It was then considered necessary to know how electrons and protons are arranged within an atom. For explaining this, many scientists proposed various atomic models. J.J. Thomson was the first one to propose a model for the structure of an atom.

4.2.1 Thomson's model of an atom

Thomson proposed the model of an atom to be similar to that of a Christmas pudding. The electrons, in a sphere of positive charge, were like currants (dry fruits) in a spherical Christmas pudding. We can also think of a watermelon, the positive charge in the atom is spread all over like the red edible part of the watermelon, while the electrons are studded in the positively charged sphere, like the seeds in the watermelon (Fig. 4.1).

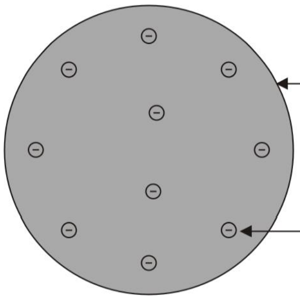


Fig.4.1: Thomson's model of an atom

J.J. Thomson (1856–1940), a British physicist, was born in Cheetham Hill, a suburb of Manchester, on 18 December 1856. He was awarded the Nobel prize in Physics in 1906 for his work on the discovery of electrons. He directed the Cavendish Laboratory at Cambridge for 35 years and seven of his research assistants subsequently won Nobel prizes.

Thomson proposed that:

(i) An atom consists of a positively charged sphere and the electrons are embedded in it.

(ii) The negative and positive charges are equal in magnitude. So, the atom as a whole is electrically neutral.

Although Thomson's model explained that atoms are electrically neutral, the results of experiments carried out by other scientists could not be explained by this model, as we will see below.

4.2.2 Rutherford's model of an atom

Ernest Rutherford was interested in knowing how the electrons are arranged within an atom. Rutherford designed an experiment for this. In this experiment, fast moving alpha (α)-particles were made to fall on a thin gold foil.

- He selected a gold foil because he wanted as thin a layer as possible. This gold foil was about 1000 atoms thick.
- α-particles are doubly-charged helium ions. Since they have a mass of 4 u, the fast-moving α-particles have a considerable amount of energy.
- It was expected that α-particles would be deflected by the sub-atomic particles in the gold atoms. Since the α-particles were much heavier than the protons, he did not expect to see large deflections.

ప్రశ్నలు

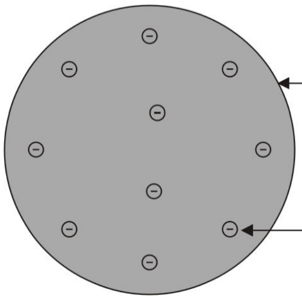
1. *కుల్యా కిరణాలు అనగా ఏమి?*
2. *పరమాణువులో ఒక ఎలక్ట్రాన్, ఒక ప్రోటాన్ ఉంటే అది ఏదైనా ఆవేశాన్ని కలిగి ఉంటుందా? ఉండదా?*

4.2. పరమాణు నిర్మాణం

3వ అధ్యాయంలో డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతం ప్రకారం పరమాణువు అవిభాజ్యమైనది. మరియు నాశనంలేనిది అని నేర్చుకున్నాం. అయితే పరమాణువు లోపల రెండు ప్రాథమిక కణాల (ఎలక్ట్రాన్లు మరియు ప్రోటాన్లు) ఆవిష్కరణ డాల్టన్ పరమాణు సిద్ధాంతం విఫలమవటానికి కారణమైంది. ఫలితంగా పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్లు మరియు ప్రోటాన్లు ఎలా అమరివుంటాయో తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడింది. దానిని వివరించడానికి అనేక మంది శాస్త్రవేత్తలు వివిధ పరమాణువు నమూనాలను ప్రతిపాదించారు. మొట్టమొదటిసారిగా జె. జె. థామ్సన్ పరమాణు నిర్మాణానికి ఒక నమూనా ప్రతిపాదించాడు.

4.2.1 థామ్సన్ పరమాణు నమూనా

థామ్సన్ క్రిస్మస్ పుడ్డింగ్ (పిండివంట)ను పోలిన ఒక పరమాణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు. గోళాకారపు క్రిస్మస్ పిండి వంటలోని ఎండినపండ్లు (డ్రైఫ్రూట్స్) లాగా ఎలక్ట్రాన్‌లు గోళాకార ధనావేశంలో విస్తరించి ఉంటాయి. దీనిని పుచ్చకాయతో కూడా ఆలోచన చేయవచ్చు. పుచ్చకాయలో ఎర్రటి గుజ్జు విస్తరించిన మాదిరిగా పరమాణువులో ధనావేశం విస్తరించి ఉంటుంది. పుచ్చకాయలో విత్తనాల మాదిరిగా ధనావేశపు గోళంలో ఎలక్ట్రాన్లు ఇమిడి ఉంటాయి (పటం 4.1).



పటము 4.1. *థామ్సన్ పరమాణు నమూనా*

జె. జె. థామ్సన్ (1856-1940) డిసెంబర్-18, 1856లో ఇంగ్లాండ్ లోని మాంచెస్టర్ శివారు ప్రాంతం చీతంహిల్‌లో జన్మించిన భౌతిక శాస్త్రవేత్త. 1906లో ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొన్నందుకు ఇతనికి నోబెల్ బహుమతి లభించింది. ఇతడు కేంబ్రిడ్జిలోని కేవెండిష్ లేబరేటరీకు 35 సంవత్సరాల పాటు సలహాదారుగా పనిచేశాడు. ఇతని శిష్యులు ఏడుగురు నోబెల్ బహుమతులు పొందారు.

థామ్సన్ ప్రతిపాదనలు :

(i) పరమాణువు ధనావేశపు గోళాన్ని కలిగి ఉండి అందులో ఎలక్ట్రాన్లు పొదగబడి ఉంటాయి.

(ii) ధనావేశ, ఋణావేశ సమపరిమాణంలోఉన్నందున పరమాణువు విద్యుత్ పరంగా తటస్థమైనది.

థామ్సన్ నమూనా పరమాణువు విద్యుత్ పరంగా తటస్థమైనదని పేర్కొన్నప్పటికీ ఇతర శాస్త్రవేత్తల ప్రయోగ ఫలితాలు ఈ నమూనా ద్వారా వివరింపబడలేదు. ఈ విషయాన్ని క్రింద గమనించగలం.

4.2.2 రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా

ఎర్నెస్ట్ రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్లు ఎలా అమరి ఉంటాయో తెలుసుకోవాలని కుతూహలపడ్డాడు .దానికై అతడు ఒక ప్రయోగాన్ని నిర్వహించాడు . ఆ ప్రయోగంలో వేగంగా చలించే α – కణాలను పలుచని బంగారు రేకు పై పడేటట్లు చేసాడు.

- అతడు పలుచని బంగారు రేకును ఎంపికచేసుకున్నాడు. ఎందుకంటే అది సాధ్యమైనంత పలుచని పొరగా మారగలదు. ఈ బంగారు రేకు సుమారు 1000 పరమాణువుల మందం కలిగి ఉంటుంది.
- α- కణాలు రెండు యూనిట్ల ఆవేశం కలిగి ఉన్న హీలియం అయాన్లు . వీటికి నాలుగు యూనిట్ల ద్రవ్యరాశి ఉంటుంది. వేగంగా చలించే α- కణాలకు గణనీయమైనశక్తి ఉంటుంది.
- బంగారం రేకులోని పరమాణువులో గల ఉప పరమాణు కణాలు α- కణాలను విచలనం చెందిస్తాయని, α-కణాలు ప్రోటాన్ల కంటే బరువైనందువలన అవి ఎక్కువగా విచలనం చెందవని అతడు భావించాడు.

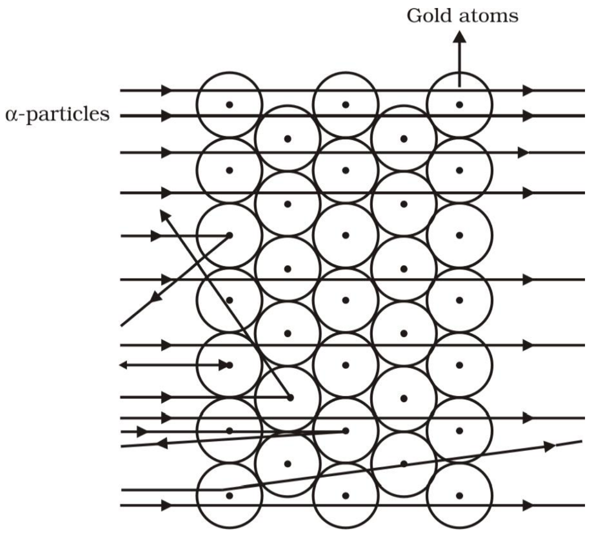


Fig. 4.2: Scattering of α-particles by a gold foil

But, the α-particle scattering experiment gave totally unexpected results (Fig. 4.2). The following observations were made:

(i) Most of the fast moving α-particles passed straight through the gold foil.

(ii) Some of the α-particles were deflected by the foil by small angles.

(iii) Surprisingly one out of every 12000 particles appeared to rebound.

In the words of Rutherford, "*This result was almost as incredible as if you fire a 15-inch shell at a piece of tissue paper and it comes back and hits you*".

E. Rutherford (1871–1937) was born at Spring Grove on 30 August 1871. He was known as the 'Father' of nuclear physics. He is famous for his work on radioactivity and the discovery of the nucleus of an atom with the gold foil experiment. He got the Nobel prize in chemistry in 1908.

Let us think of an activity in an open field to understand the implications of this experiment. Let a child stand in front of a wall with his eyes closed. Let him throw stones at the wall from a distance. He will hear a sound when each stone strikes the wall. If he repeats this ten times, he will hear the sound ten times. But if a blind-folded child were to throw stones at a barbed-wire fence, most of the stones would not hit the fencing and no sound would be heard. This is because there are lots of gaps in the fence which allow the stone to pass through them.

Following a similar reasoning, Rutherford concluded from the α-particle scattering experiment that—

(i) Most of the space inside the atom is empty because most of the α-particles passed through the gold foil without getting deflected.

(ii) Very few particles were deflected from their path, indicating that the positive charge of the atom occupies very little space.

(iii) A very small fraction of α-particles were deflected by 180^0, indicating that all the positive charge and mass of the gold atom were concentrated in a very small volume within the atom.

From the data he also calculated that the radius of the nucleus is about 10^5 times less than the radius of the atom.

On the basis of his experiment, Rutherford put forward the nuclear model of an atom, which had the following features:

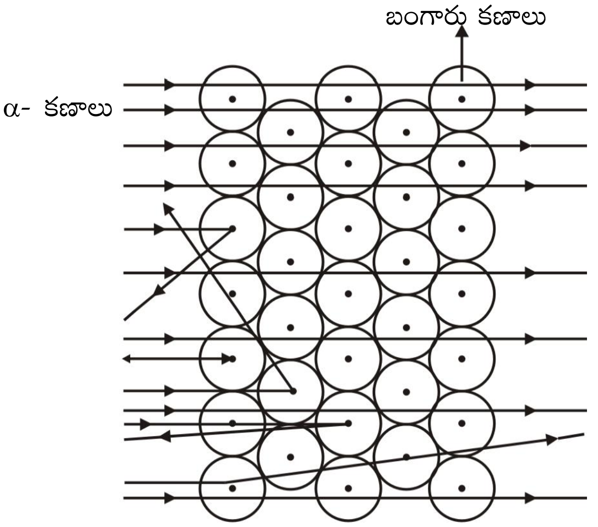
(i) There is a positively charged centre in an atom called the nucleus. Nearly all the mass of an atom resides in the nucleus.

(ii) The electrons revolve around the nucleus in circular paths.

(iii) The size of the nucleus is very small as compared to the size of the atom.

Drawbacks of Rutherford's model of the atom

The revolution of the electron in a circular orbit is not expected to be stable. Any particle in a circular orbit would undergo acceleration. During acceleration, charged particles would radiate energy. Thus, the revolving electron would lose energy and finally fall into the nucleus. If this were so, the atom should be highly unstable and hence matter would not exist in the form that we know. We know that atoms are quite stable.



పటం 4.2. బంగారు రేకుచే పరిక్షేపణం చెందిన ఆల్ఫా కణాలు

అయితే ఆల్ఫా కణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం పూర్తిగా ఊహించని ఫలితాలను ఇచ్చింది (పటం: 4.2). ఈ ప్రయోగంలో పరిశీలించిన అంశాలు:

1. వేగంగా చలించే ఆల్ఫా కణాలు చాలా వరకు బంగారు రేకు గుండా నేరుగా దూసుకెళ్లాయి .
2. కొన్ని కణాలు మాత్రం తక్కువ కోణంతో బంగారు రేకుచే విచలనం చెందించబడ్డాయి.
3. ఆశ్చర్యకరంగా ప్రతి 12000 కణాలలో ఒకటి మాత్రం వెనుకకు తిరిగి వచ్చింది.

రూథర్ ఫర్డ్ మాటల్లో "మీరు టిష్యూ పేపర్‌పై 15 అంగుళాల షెల్ (పెంకు)ను కాల్చి వేస్తే, అది తిరిగి వచ్చి మిమ్మల్ని తాకినట్లుగా ఈ ఫలితం దాదాపుగా నమ్మశక్యం కానిదిగా ఉంటుంది."

E. రూథర్ ఫర్డ్ (1871-1837) స్ప్రింగ్ గ్రోవ్‌లో ఆగష్టు 30, 1871వ సంవత్సరంలో జన్మించాడు. ఇతనిని "కేంద్రక భౌతిక శాస్త్రపిత" గా పరిగణిస్తారు. రేడియో ధార్మికతపై పరిశోధనలు మరియు బంగారు రేకు ప్రయోగం ద్వారా పరమాణువులో కేంద్రకం ఆవిష్కరణతో ఇతడు ప్రసిద్ధికెక్కాడు. ఇతనికి 1908లో రసాయనశాస్త్రంలో నోబెల్ పురస్కారం లభించింది.

ఈ ప్రయోగం లోని భావనలు అర్థం చేసుకోవడానికి బహిర్ ప్రదేశంలో ఒక కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం. ఒక బాలుడిని గోడకు ఎదురుగా కొంతదూరంలో నిలబడి కళ్ళు మూసుకోమనండి. ఆ గోడ పైకి ఒక రాయిని విసరమనండి. రాయి గోడను తాకిన శబ్దాన్ని అతడు వినగలడు. ఇలాగే ఓ పదిసార్లు రాళ్లు విసరమనండి. రాయి విసిరిన ప్రతిసారి శబ్దాన్ని వినగలడు. ఇప్పుడు కళ్ళకు గంతలు కట్టిన బాలుడిని ముళ్ళతీగ కంచె పైకి రాళ్లు విసరమనండి. చాలావరకు రాళ్లు తీగకు తగలకుండా కంచె గుండా దూసుకెళ్తాయి శబ్దం కూడా వినబడదు. ఎందుకంటే కంచెకున్న ఖాళీ ప్రదేశం గుండా రాళ్లు అవతలికి వెళ్లిపోతాయి.

పై సారూప్య కారణాలనుండి రూథర్‌ఫర్డ్ ఆల్ఫా కణ పరిక్షేపణ ప్రయోగంను క్రింది విధంగా ముగించాడు.

1. పరమాణువులో చాలా భాగం ఖాళీ. ఎందుకంటే దాదాపు అన్ని α- కణాలు బంగారు రేకు గుండా వెనుకకు మళ్ళకుండా చొచ్చుకొని వెళ్లాయి.
2. ధనావేశం చాలా స్వల్ప ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించినందువల్ల అతి స్వల్ప సంఖ్యలో కణాలు విచలనం చెందాయి.
3. ఆల్ఫా కణాలలో అతిస్వల్ప సంఖ్యలో 180^0 కోణంతో వెనక్కి మరలినాయి. అనగా బంగారు పరమాణువులోని ధనావేశం మరియు ద్రవ్యరాశి ఆ పరమాణువులో అతితక్కువ ఘనపరిమాణంలో కేంద్రీకరించబడి ఉంటుంది.

పై సమాచారం నుండి అతడు కేంద్రక వ్యాసార్థం లెక్కించి, అది పరమాణు వ్యాసార్థంతో పోల్చితే 10^5 రెట్లు తక్కువని నిర్ధారించాడు.

రూథర్ ఫర్డ్ తన ప్రయోగం ఆధారంగా పరమాణు కేంద్రక నమూనాను ప్రకటించాడు. దీనిలోని ముఖ్యాంశాలు:

1. పరమాణువులోగల ధనావేశిత కేంద్రంను కేంద్రకం అంటాం. పరమాణు ద్రవ్యరాశి అంతా ఈ కేంద్రకంలోనే నిండి ఉంటుంది.
2. కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్లు వృత్తాకార మార్గాలలో పరిభ్రమణం చేస్తూ ఉంటాయి.
3. పరమాణు పరిమాణంతో పోల్చితే కేంద్రక పరిమాణం చాలాచిన్నది.

రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా లోని లోపాలు

వృత్తాకార కక్ష్యలో పరిభ్రమణం చెందే ఎలక్ట్రాన్‌లు స్థిరంగా ఉండవు. ఏ కణం అయినా వృత్తాకార కక్ష్యలో తిరిగితే అది త్వరణాన్ని పొందుతుంది. త్వరణంలో ఉండే ఆవేశిత కణం శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. ఫలితంగా పరిభ్రమణం చెందే ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని కోల్పోయి చివరకు కేంద్రకంలో పడిపోతుంది. ఒకవేళ ఇదే నిజమైతే పరమాణువులు చాల అస్థిరమవుతాయి. ఫలితంగా పదార్థం మనకు తెలిసిన స్థితిలో ఉండదు కానీ. పరమాణువులు స్థిరమని మనకు తెలుసు.

4.2.3 Bohr's model of atom

In order to overcome the objections raised against Rutherford's model of the atom, Neils Bohr put forward the following postulates about the model of an atom:

(i) Only certain special orbits known as discrete orbits of electrons, are allowed inside the atom.

(ii) While revolving in discrete orbits the electrons do not radiate energy.

Neils Bohr (1885–1962) was born in Copenhagen on 7 October 1885. He was appointed professor of physics at Copenhagen University in 1916. He got the Nobel prize for his work on the structure of atom in 1922. Among Professor Bohr's numerous writings, three appearing as books are:
(i) The Theory of Spectra and Atomic Constitution, (ii) Atomic Theory and, (iii) The Description of Nature.

These orbits or shells are called energy levels. Energy levels in an atom are shown in Fig. 4.3.

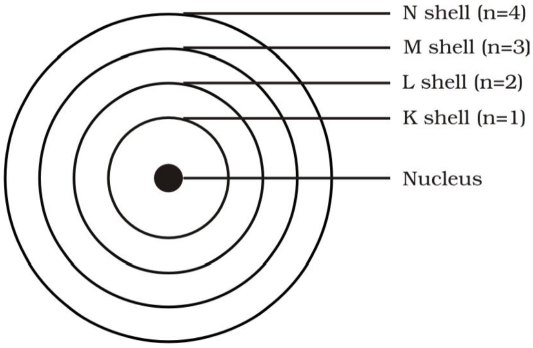


Fig. 4.3: A few energy levels in an atom

These orbits or shells are represented by the letters K,L,M,N,… or the numbers, n=1,2,3,4,….

Questions

1. *On the basis of Thomson's model of an atom, explain how the atom is neutral as a whole.*
2. *On the basis of Rutherford's model of an atom, which sub-atomic particle is present in the nucleus of an atom?*
3. *Draw a sketch of Bohr's model of an atom with three shells.*
4. *What do you think would be the observation if the α-particle scattering experiment is carried out using a foil of a metal other than gold?*

4.2.4 Neutrons

In 1932, J. Chadwick discovered another sub-atomic particle which had no charge and a mass nearly equal to that of a proton. It was eventually named as neutron. Neutrons are present in the nucleus of all atoms, except hydrogen. In general, a neutron is represented as 'n'. The mass of an atom is therefore given by the sum of the masses of protons and neutrons present in the nucleus.

Questions

1. *Name the three sub-atomic particles of an atom.*
2. *Helium atom has an atomic mass of 4 u and two protons in its nucleus. How many neutrons does it have?*

4.3 How are Electrons Distributed in Different Orbits (Shells)?

The distribution of electrons into different orbits of an atom was suggested by Bohr and Bury.

The following rules are followed for writing the number of electrons in different energy levels or shells:

(i) The maximum number of electrons present in a shell is given by the

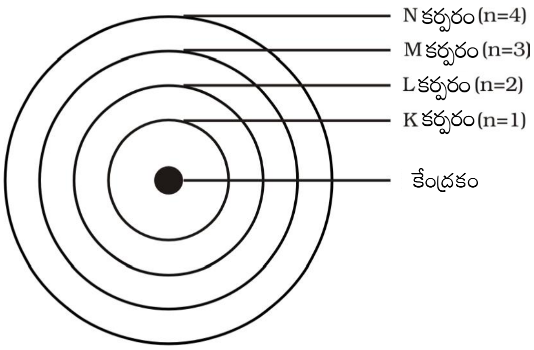
4.2.3. బోర్ పరమాణు నమూనా

రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా లోని లోపాలను అధిగామించడానికి నీల్స్ బోర్ క్రింది ప్రతిపాదనలతో పరమాణు నమూనాను వివరించాడు.

1. పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్లు వివిక్త కక్ష్యలనబడే కొన్ని ప్రత్యేక కక్ష్యల్లో మాత్రమే పరమాణువులో అనుమతించ బడుతాయి.
2. ఈ వివిక్త కక్ష్యల్లో తిరుగుతున్నంత సేపు ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని వెలువరించదు.

నీల్స్‌బోర్ (1885-1962) కోపెన్ హెగెన్‌లో అక్టోబర్ 7, 1885వ తేదీన జన్మించాడు. ఇతడు 1916 సంవత్సరంలో కోపెన్ హెగెన్ లోని విశ్వవిద్యాలయంలో భౌతిక శాస్త్ర ఆచార్యుడిగా నియమించబడ్డాడు. పరమాణు నిర్మాణంపై చేసిన పరిశోధనలకు 1922 సంవత్సరంలో నోబెల్ పురస్కారం పొందాడు. ఒక ఆచార్యుడిగా బోర్ వ్రాసిన అసంఖ్యాకమైన రచనల్లో మూడు పుస్తకాల రూపంలో ప్రచురింపబడ్డాయి. అవి:
1. ది థియరీ ఆఫ్ స్పెక్ట్రో అండ్ అటామిక్ కానిస్టిట్యూషన్, 2. అటామిక్ థియరీ, 3. ది డిస్క్రిప్షన్ ఆఫ్ నేచర్.

ఈ కర్పరాలు లేదా కక్ష్యలును శక్తిస్థాయిలు అని కూడా అంటారు. ఒక పరమాణువులోని శక్తిస్థాయిలను పటం 4.3లో చూడవచ్చు.



పటం 4.3: *పరమాణువులోని కొన్ని శక్తిస్థాయిలు*

ఈ కర్పరం లేదా కక్ష్యలను K, L, M, N ..... లేదా n = 1,2,3,4 .... అనే సంఖ్యలతో సూచిస్తారు.

ప్రశ్నలు

1. *థామ్సన్ పరమాణు నమూనా ననుసరించి పరమాణువు ఏ విధంగా తటస్థంగా ఉందో వివరించండి ?*
2. *రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా ప్రకారం కేంద్రకంలో ఉండే పరమాణు ఉపకణం ఏది?*
3. *మూడు కర్పరాలతో కూడిన బోర్ పరమాణు నమూనా పటము గీయండి .*
4. *ఆల్ఫాకణ పరిక్షేపణ ప్రయోగంలో బంగారు రేకుకు బదులుగా ఇతర లోహపురేకును వాడితే పరిశీలనలు ఎలా ఉంటాయని మీరు ఊహిస్తారు?*

4.2.4 న్యూట్రాన్లు

జె.చాడ్విక్ అనే శాస్త్రవేత్త 1932వ సంవత్సరంలో ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశితో దాదాపు సమాన ద్రవ్యరాశి కలిగి ఎలాంటి ఆవేశం లేని మరొక పరమాణు ఉపకణాన్ని కనుగొని దానికి న్యూట్రాన్ అని పేరు పెట్టాడు. హైడ్రోజన్ మినహా మిగిలిన అన్ని పరమాణు కేంద్రకాల్లో న్యూట్రాన్లు ఉంటాయి. సాధారణంగా న్యూట్రాన్ ను ‘n’ తో సూచిస్తారు. పరమాణు కేంద్రకంలోగల ప్రోటాన్ల మరియు న్యూట్రాన్ల మొత్తం ద్రవ్యరాశిని పరమాణు ద్రవ్యరాశి అంటారు.

ప్రశ్నలు

1. *పరమాణువులోని మూడు ఉపకణాల పేర్లు వ్రాయండి.*
2. *హీలియం పరమాణు ద్రవ్యరాశి 4 ప్రమాణాలు. దాని కేంద్రకంలో రెండు ప్రోటాన్లు ఉన్నాయి. దానిలోగల న్యూట్రాన్లు ఎన్ని?*

4.3 వివిధ కర్పరాల(కక్ష్య)లో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఎలా అమరి ఉన్నాయి?

పరమాణువులో వివిధ కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్ల పంపిణీని బోర్ మరియు బ్యూరీ శాస్త్రవేత్తలు వివరించారు.

క్రింది షరతు ననుసరించి పరమాణువులో వివిధ శక్తిస్థాయిలు లేదా కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్లు నింపబడుతాయి .

(i) ఒక కర్పరంలో నింపగలిగే గరిష్ట ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యను $2n^2$ ఫార్ములాతో సూచిస్తారు. ఇందులో n.= కర్పరపు

formula $2n^2$, where 'n' is the orbit number or energy level index, 1,2,3,…. Hence the maximum number of electrons in different shells are as follows:

first orbit or K-shell will be = $2 \times 1^2 = 2$,
second orbit or L-shell will be= $2 \times 2^2 = 8$,
third orbit or M-shell will be= $2 \times 3^2 = 18$,
fourth orbit or N-shell will be= $2 \times 4^2 = 32$, and so on.

(ii) The maximum number of electrons that can be accommodated in the outermost orbit is 8.

(iii) Electrons are not accommodated in a given shell, unless the inner shells are filled. That is, the shells are filled in a step-wise manner.

Atomic structure of the first eighteen elements is shown schematically in Fig. 4.4.

- The composition of atoms of the first eighteen elements is given in Table 4.1.

Questions

1. *Write the distribution of electrons in carbon and sodium atoms.*
2. *If K and L shells of an atom are full, then what would be the total number of electrons in the atom?*

4.4 Valency

We have learnt how the electrons in an atom are arranged in different shells/orbits. The electrons present in the outermost shell of an atom are known as the valence electrons.

From the Bohr-Bury scheme, we also know that the outermost shell of an atom can accommodate a maximum of 8 electrons. It was observed that the atoms of elements, completely filled with 8 electrons in the outermost shell show little chemical activity. In other words, their combining capacity or valency is zero. Of these inert elements, the

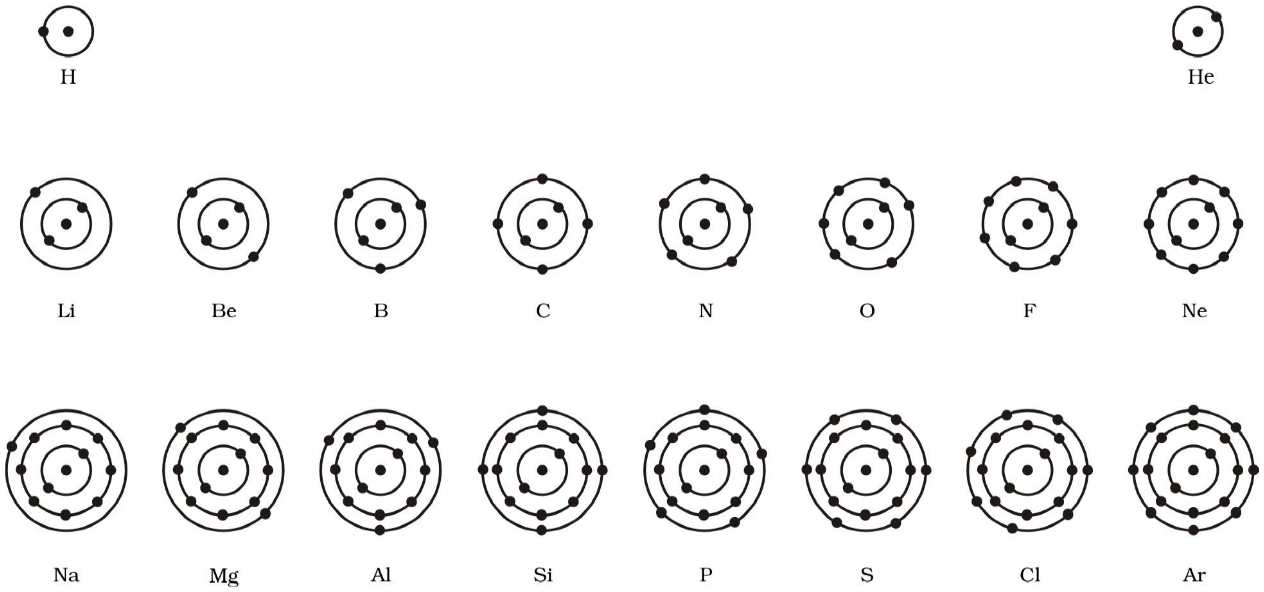


Fig.4.4: Schematic atomic structure of the first eighteen elements

Activity ______________ *4.2*

- Make a static atomic model displaying electronic configuration of the first eighteen elements.

సంఖ్య లేక శక్తి స్థాయి సూచీ 1,2,3.....వివిధ కర్పరాలలోని ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య కింది విధంగా ఉంది.

మొదటి కర్పరం లేదా కక్ష్య K - లో $= 2 \times 1^2 = 2$,

రెండవ కర్పరం లేదా కక్ష్య L -లో $= 2 \times 2^2 = 8$,
మూడవ కర్పరం లేదా కక్ష్య M-లో$=2\times 3^2 = 18$,
నాల్గవ కర్పరం లేదా కక్ష్య N-లో$=2\times4^2= 32$
అందువలన

(ii) చిట్ట చివరి కర్పరంలో నిండగలిగే గరిష్ట ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య 8.

(iii) అంతర కర్పరాలు నిండకుండా ఇచ్చిన కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్లు నింపబడవు. అనగా కర్పరాలు దశలవారీగా నింపబడుతాయి.

మొదటి 18 మూలకాల పరమాణు నిర్మాణాలు క్రమపద్ధతిలో పటం4.4లో చూపబడ్డాయి.

- మొదటి 18మూలకాల పరమాణు సంఘటనాలు పట్టిక 4.1లో ఇవ్వబబడ్డాయి.

ప్రశ్నలు

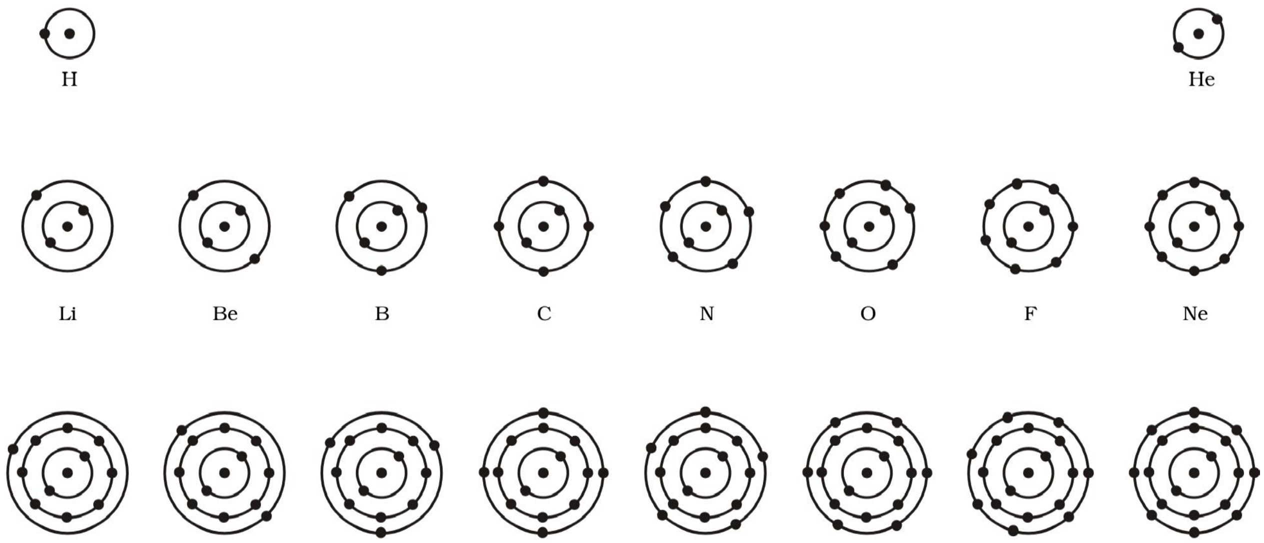
1. కార్బన్ మరియు సోడియం పరమాణువులలో ఎలక్ట్రాన్ల పంపిణీ ను వ్రాయండి .

2. ఒక పరమాణువులో K మరియు L కర్పరాలు పూర్తిగా నిండి ఉంటే ఆ పరమాణువులోగల మొత్తం ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్య ఎంత?

4.4 సంయోజకత

పరమాణువులోని వివిధ కర్పరాలు లేదా కక్ష్యల్లో ఎలక్ట్రాన్లు ఎలా అమరి ఉంటాయో తెలుసుకున్నాం. ఒక పరమాణువు యొక్క బాహ్యకర్పరంలో ఉండే ఎలక్ట్రాన్లను సంయోజక ఎలక్ట్రాన్లు అంటారు.

బోర్ –బ్యూరీ షరతు ననుసరించి ఒక పరమాణువు యొక్క బాహ్యకర్పరంలో నింపగలిగే గరిష్ట ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య 8 అని



పటం 4.4 : *మొదటి 18మూలకాల క్రమబద్ధమైన పరమాణు నిర్మాణాలు*

తెలుసుకున్నాం. ఏ మూలక పరమాణువుల బాహ్యకర్పరాలు 8 ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయో అవి అత్యల్ప క్రియాశీలత కలిగి ఉంటాయి. అనగా వీటి సంయోగ సామర్థ్యం లేదా సంయోజకత సున్న. జడవాయు మూలకాలలో హీలియం పరమాణువు

కృత్యం ------------------ *4.2*

- మొదటి 18 మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలను చూపే పరమాణు స్థిర నమూనాలను తయారు చేయండి.

Table 4.1: Composition of Atoms of the First Eighteen Elements with Electron Distribution in Various Shells

Name of Element	Symbol	Atomic Number	Number of Protons	Number of Neutrons	Number of Electrons	Distribution of Electrons				Valency
						K	L	M	N	
Hydrogen	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
Helium	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
Lithium	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
Beryllium	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
Boron	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
Carbon	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4
Nitrogen	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
Oxygen	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
Fluorine	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
Neon	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
Sodium	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
Magnesium	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
Aluminium	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
Silicon	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
Phosphorus	P	15	15	16	15	2	8	5	-	3,5
Sulphur	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2
Chlorine	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
Argon	Ar	18	18	22	18	2	8	8		0

helium atom has two electrons in its outermost shell and all other elements have atoms with eight electrons in the outermost shell.

The combining capacity of the atoms of elements, that is, their tendency to react and form molecules with atoms of the same or different elements, was thus explained as an attempt to attain a fully-filled outermost shell. An outermost-shell, which had eight electrons was said to possess an octet. Atoms would thus react, so as to achieve an octet in the outermost shell. This was done by sharing, gaining or losing electrons. The number of electrons gained, lost or shared so as to make the octet of electrons in the outermost shell, gives us directly the combining capacity of the element, that is, the valency discussed in the previous chapter. For example, hydrogen / lithium / sodium atoms contain one electron each in their outermost shell, therefore each one of them can lose one electron. So, they are said to have valency of one. Can you tell, what is valency of magnesium and aluminium? It is two and three, respectively, because magnesium has two electrons in its outermost shell and aluminium has three electrons in its outermost shell.

If the number of electrons in the outermost shell of an atom is close to its full capacity, then valency is determined in a different way. For example, the fluorine atom has 7 electrons in the outermost shell, and its valency could be 7. But it is easier for

పట్టిక :4.1 మొదటి 18 మూలకాల సంఘటనం మరియు వివిధ కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్ల పంపిణి

మూలకం పేరు	సంకేతం	పరమాణు సంఖ్య	ప్రోటాన్ల సంఖ్య	న్యూట్రాన్ల సంఖ్య	ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య	ఎలక్ట్రాన్ల పంపిణీ				వేలన్సీ
						K	*L*	*M*	*N*	
హైడ్రోజన్	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
హీలియం	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
లిథియం	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
బెరీలియం	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
బోరాన్	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
కార్బన్	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4
నైట్రోజన్	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
ఆక్సిజన్	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
ఫ్లోరిన్	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
నియాన్	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
సోడియం	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
మెగ్నీషియం	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
అల్యూమినియం	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
సిలికాన్	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
పాస్ఫరస్	P	15	15	16	15	2	8	5	-	3,5
సల్ఫర్	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2
క్లోరిన్	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
ఆర్గాన్	Ar	18	18	22	18	2	8	8		0

బాహ్యకర్పరంలో 2 ఎలక్ట్రాన్లు ఉండగా మిగిలిన మూలక పరమాణువుల బాహ్యకర్పరాలలో 8 ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉంటాయి.

మూలక పరమాణువుల సంయోగ సామర్థ్యం అనగా చర్యనొందే స్వభావం మరియు అదే మూలక పరమాణువుతో లేదా విభిన్న మూలకాల పరమాణువులతో చర్య జరిపేందుకు చేసే ప్రయత్నంలో వాటి బాహ్య కర్పరాలను పూర్తిగా నింపుకుంటాయి. బాహ్య కర్పరంలో 8 ఎలక్ట్రాన్లు కలిగి ఉండటాన్ని అష్టకం అంటారు పరమాణువులు వాటి బాహ్య కర్పరాలలో అష్టకాన్ని పొందటంకోసం చర్యలో పాల్గొంటాయి. ఇది ఎలక్ట్రాన్లు పంచుకోవడం, గ్రహించడం లేదా కోల్పోవడం ద్వారా జరుగుతుంది. బాహ్య కర్పరంలో అష్టకం పొందేందుకు గ్రహించిన, కోల్పోయిన లేదా పంచుకోగలిగిన ఎలక్ట్రాన్లను ఆ మూలకం యొక్క సంయోగం చెందే సామర్థ్యాన్ని చూపుతుందని, అదే ఆ మూలకం యొక్క సంయోజకత అని మునుపటి పాఠ్యాంశంలో నేర్చుకున్నాం . ఉదా : హైడ్రోజన్ / లిథియమ్ / సోడియం పరమాణువులు తమ బాహ్యకర్పరాలలో ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్లను కలిగి ఉంటాయి. కావున ఈ మూడింటిలో ప్రతిదీ ఒక ఎలక్ట్రాన్ ను కోల్పోతుంది కనుక వాటి సంయోజకత 1. మెగ్నీషియం మరియు అల్యూమినియంల సంయోజకతను మీరు చెప్పగలరా? వాటి సంయోజకతలు వరుసగా 2 మరియు 3. ఎందుకంటే మెగ్నీషియం బాహ్య కర్పరంలో రెండు ఎలక్ట్రాన్లు, అల్యూమినియం బాహ్య కర్పరంలో మూడు ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి

ఒక వేళ పరమాణు బాహ్య కర్పరంలోని ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య అందులో నింపగలిగే ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యకు దగ్గరగా ఉంటే దాని సంయోజకతను మరోలా నిర్ణయిస్తాయి ఉదాహరణకు: ఫ్లోరిన్ పరమాణు బాహ్య కర్పరంలో ఏడు ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి. కనుక

fluorine to gain one electron instead of losing seven electrons. Hence, its valency is determined by subtracting seven electrons from the octet and this gives you a valency of one for fluorine. Valency can be calculated in a similar manner for oxygen. What is the valency of oxygen that you get from this calculation?

Therefore, an atom of each element has a definite combining capacity, called its valency. Valency of the first eighteen elements is given in the last column of Table 4.1.

Question

1. *How will you find the valency of chlorine, sulphur and magnesium?*

4.5 Atomic Number and Mass Number

4.5.1 Atomic number

We know that protons are present in the nucleus of an atom. It is the number of protons of an atom, which determines its atomic number. It is denoted by 'Z'. All atoms of an element have the same atomic number, Z. In fact, elements are defined by the number of protons they possess. For hydrogen, Z = 1, because in hydrogen atom, only one proton is present in the nucleus. Similarly, for carbon, Z = 6. Therefore, the atomic number is defined as the total number of protons present in the nucleus of an atom.

4.5.2 Mass number

After studying the properties of the sub-atomic particles of an atom, we can conclude that mass of an atom is practically due to protons and neutrons alone. These are present in the nucleus of an atom. Hence protons and neutrons are also called nucleons. Therefore, the mass of an atom resides in its nucleus. For example, mass of carbon is 12 u because it has 6 protons and 6 neutrons, 6 u + 6 u = 12 u. Similarly, the mass of aluminium is 27 u (13 protons+14 neutrons). The mass number is defined as the sum of the total number of protons and neutrons present in the nucleus of an atom. It is denoted by 'A'. In the notation for an atom, the atomic number, mass number and symbol of the element are to be written as:

Mass Number

Symbol of element

Atomic Number

$$^{A}_{Z}\boxed{X}$$

For example, nitrogen is written as $^{14}_{7}N$.

Questions

1. *If number of electrons in an atom is 8 and number of protons is also 8, then (i) what is the atomic number of the atom? and (ii) what is the charge on the atom?*
2. *With the help of Table 4.1, find out the mass number of oxygen and sulphur atom.*

4.6 Isotopes

In nature, a number of atoms of some elements have been identified, which have the same atomic number but different mass numbers. For example, take the case of hydrogen atom, it has three atomic species, namely protium ($^{1}_{1}H$), deuterium ($^{2}_{1}H$ or D) and tritium ($^{3}_{1}H$ or T). The atomic number of each one is 1, but the mass number is 1, 2 and 3, respectively. Other such examples are (i) carbon, $^{12}_{6}C$ and $^{14}_{6}C$, (ii) chlorine, $^{35}_{17}Cl$ and $^{37}_{17}Cl$, etc.

On the basis of these examples, isotopes are defined as the atoms of the same element, having the same atomic number but different mass numbers. Therefore, we can say that there are three isotopes of hydrogen atom, namely protium, deuterium and tritium.

దాని సంయోజకత 7 గా ఉండాలి. కానీ ఫ్లోరిన్ ఏడు ఎలక్ట్రాన్లను కోల్పోవడం కంటే ఒక ఎలక్ట్రాన్‌ను గ్రహించడం సులభం. కనుక దాని వేలన్సీ అష్టకం నుండి ఏడు ఎలక్ట్రాన్లను తీసివేయగా. ఒకటి అని, అదే ఫ్లోరిన్ వేలన్సీ అవుతుంది. ఈ విధంగానే ఆక్సిజన్ యొక్క సంయోజకత కూడా లెక్కించవచ్చు. ఈ గణన నుండి నీవు పొందిన ఆక్సిజన్ యొక్క సంయోజకత ఎంత?

కాబట్టి ఒక మూలక పరమాణువు నిర్దిష్టమైన సంయోగ సామర్థ్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. అదే దాని సంయోజకత (వేలన్సీ). పట్టిక 4.1 లో చివరి నిలువ వరుసలో మొదటి 18 మూలకాల వేలన్సీలు ఈవ్వబడ్డాయి.

ప్రశ్న

1. *క్లోరిన్ ,సల్ఫర్ మరియు మెగ్నీషియం సంయోజకతలు ఎలా కనుగొంటారు ?*

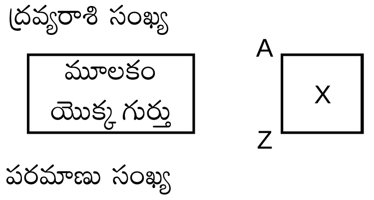
4.5. పరమాణు సంఖ్య మరియు ద్రవ్యరాశి సంఖ్య

4.5.1 పరమాణు సంఖ్య

పరమాణు కేంద్రకంలో ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్లు ఉంటాయని మనకు తెలుసు. పరమాణువులోని ప్రోటాన్ల సంఖ్య దాని పరమాణు సంఖ్య అవుతుంది. దీనిని 'Z' తో సూచిస్తారు. ఒక మూలకంలోని పరమాణువులన్నింటికీ ఒకే పరమాణు సంఖ్య ఉంటుంది. నిజానికి పరమాణువులను వాటిలోని ప్రోటాన్ల సంఖ్యతో నిర్వచిస్తారు ఉదా: హైడ్రోజన్ Z = 1 ఎందుకంటే దాని కేంద్రకంలో ఒకే ఒక ప్రోటాన్ ఉంటుంది. అలాగే కార్బన్, Z = 6 కనుక పరమాణువు సంఖ్యను పరమాణు కేంద్రకం లోపల ఉండే ప్రోటాన్ల సంఖ్యగా నిర్వచించవచ్చు.

4.5.2 ద్రవ్యరాశి సంఖ్య

పరమాణు ఉపకణాల ధర్మాలను అధ్యయనం చేసిన పిమ్మట పరమాణు యొక్క ద్రవ్యరాశి కేవలం ప్రోటాన్ల మరియు న్యూట్రాన్ల ఫలితమని మనం భావించవచ్చు. ఇవి పరమాణు కేంద్రకంలో ఉంటాయి. ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్‌లను కేంద్రక కణాలు (న్యూక్లియాన్లు) అంటారు. కనుక పరమాణు ద్రవ్యరాశి దాని కేంద్రంలో ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. ఉదా: కార్బన్ యొక్క ద్రవ్యరాశి 12 ప్రమాణాలు ఎందుకంటే ఇందులో 6 ప్రోటాన్లు మరియు 6 న్యూట్రాన్లు ఉంటాయి. 6 u + 6 u = 12 u. ఇదే విధంగా అల్యూమినియం ద్రవ్యరాశి 27u (13 ప్రోటాన్లు + 14 న్యూట్రాన్లు). పరమాణు ద్రవ్యరాశి సంఖ్యను ఆ పరమాణు కేంద్రంలోని ప్రోటాన్లు మరియు న్యూట్రాన్లు మొత్తంగా నిర్వచిస్తాం. దీనిని 'A' తో సూచిస్తారు. పరమాణువును సూచించడానికి దాని పరమాణు సంఖ్య, ద్రవ్యరాశి సంఖ్య మరియు సంకేతాన్ని క్రింద చూపినట్లుగా రాస్తారు.



ఉదాహరణకు నైట్రోజన్ ను $^{14}_{7}N$ గా రాస్తారు.

ప్రశ్నలు

1. *ఒక పరమాణువులోని ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య 8 మరియు ప్రోటాన్ల సంఖ్య కూడా 8 అయితే (1) ఆ పరమాణువు యొక్క పరమాణు సంఖ్య ఎంత ? (2) దాని పరమాణువుపై గల ఆవేశం ఎంత ?*
2. *పట్టిక 4.1 సహాయంతో ఆక్సిజన్ మరియు సల్ఫర్ ల ద్రవ్యరాశి సంఖ్య ఎంత ?*

4.6. ఐసోటోపులు

ప్రకృతిలో ఒకే మూలకానికి చెందిన పరమాణువులు ఒకే పరమాణు సంఖ్యను కలిగి విభిన్న ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు ఉన్నట్లు గుర్తింపబడ్డాయి. ఉదాహరణకు హైడ్రోజన్‌కు మూడు విధాలైన పరమాణువులు ఉన్నాయి. అవి ప్రోటియం ($^{1}_{1}H$), డ్యుటీరియం ($^{2}_{1}H$ or D), ట్రిటియం ($^{3}_{1}H$ or T). ప్రతి దాని పరమాణు సంఖ్య 1. కానీ ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు వరుసగా 1, 2 మరియు 3. ఇలాంటి మరికొన్ని ఉదాహరణలు (1) కార్బన్. $^{12}_{6}C$ మరియు $^{14}_{6}C$ (2) క్లోరిన్ $^{35}_{17}Cl$ మరియు $^{37}_{17}Cl$, మొదలగునవి.

పై ఉదాహరణల ఆధారంగా ఐసోటోపులను ఒకే మూలకానికి చెందిన పరమాణువులు ఒకే పరమాణు సంఖ్య, విభిన్న ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు కలిగి ఉంటాయని నిర్వచించవచ్చు. కనుక హైడ్రోజన్ కు 3 ఐసోటోపులు ఉన్నాయి. అవే ప్రోటియం, డ్యుటీరియం, ట్రిటియం.

Many elements consist of a mixture of isotopes. Each isotope of an element is a pure substance. The chemical properties of isotopes are similar but their physical properties are different.

Chlorine occurs in nature in two isotopic forms, with masses 35 u and 37 u in the ratio of 3:1. Obviously, the question arises: what should we take as the mass of chlorine atom? Let us find out.

The average atomic mass of chlorine atom, on the basis of above data, will be

$$\left[\left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100}\right)\right.$$

$$\left. = \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4}\right) = \frac{142}{4} = 35.5\ \text{u}\right]$$

The mass of an atom of any natural element is taken as the average mass of all the naturally occuring atoms of that element. If an element has no isotopes, then the mass of its atom would be the same as the sum of protons and neutrons in it. But if an element occurs in isotopic forms, then we have to know the percentage of each isotopic form and then the average mass is calculated.

This does not mean that any one atom of chlorine has a fractional mass of 35.5 u. It means that if you take a certain amount of chlorine, it will contain both isotopes of chlorine and the average mass is 35.5 u.

Applications

Since the chemical properties of all the isotopes of an element are the same, normally we are not concerned about taking a mixture. But some isotopes have special properties which find them useful in various fields. Some of them are :

(i) An isotope of uranium is used as a fuel in nuclear reactors.

(ii) An isotope of cobalt is used in the treatment of cancer.

(iii) An isotope of iodine is used in the treatment of goitre.

4.6.1 Isobars

Let us consider two elements — calcium, atomic number 20, and argon, atomic number 18. The number of protons in these atoms is different, but the mass number of both these elements is 40. That is, the total number of nucleons is the same in the atoms of this pair of elements. Atoms of different elements with different atomic numbers, which have the same mass number, are known as isobars.

Questions

1. *For the symbol H,D and T tabulate three sub-atomic particles found in each of them.*
2. *Write the electronic configuration of any one pair of isotopes and isobars.*

What you have learnt

- Credit for the discovery of electron and proton goes to J.J. Thomson and E.Goldstein, respectively.
- J.J. Thomson proposed that electrons are embedded in a positive sphere.

చాలా మూలకాలు వాటి ఐసోటోపుల మిశ్రమంగా ఉంటాయి. మూలకపు ప్రతి ఐసోటోపు ఒక శుద్ధ పదార్థం. ఐసోటోపుల రసాయన ధర్మాలు ఒకేలా ఉంటాయి కానీ భౌతిక ధర్మాలు వేర్వేరుగా ఉంటాయి.

క్లోరిన్ ప్రకృతి లో 3:1 నిష్పత్తిలో 35 ప్రమాణాలు మరియు 37 ప్రమాణాలు ద్రవ్యరాశులు గల రెండు ఐసోటోపులుగా లభిస్తుంది. క్లోరిన్ ద్రవ్యరాశిగా దేనిని తీసుకోవాలనే ప్రశ్న సహజంగానే ఎదురవుతుంది . దీనికి సమాధానం కనుగొందాం.

పై దత్తంశం ఆధారంగా రెండు క్లోరిన్ పరమాణువులు ద్రవ్యరాశి సంఖ్యల సరాసరి

$$\left[\left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100}\right)\right.$$

$$\left. = \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4}\right) = \frac{142}{4} = 35.5\,\text{u}\right]$$

ఒక సహజ ములక పరమాణు ద్రవ్యరాశి ని ఆమూలకానికి చెందిన వివిధ సహజ రూపాల పరమాణు ద్రవ్యరాశుల సగటుగా తీసుకుంటారు. ఒకవేళ మూలకానికి ఐసోటోపులు లేకపోతే యధావిధిగా దానిలోని ప్రోటానులు మరియు న్యూట్రాన్ల మొత్తంను ద్రవ్యరాశి సంఖ్యగా తీసుకొంటారు. అయితే మూలకం ఐసోటోపిక్ రూపాలలో లభిస్తే వాటి లభ్యత శాతాన్ని బట్టి సగటు ద్రవ్యరాశిని లెక్కిచాలి.

క్లోరిన్ పరమాణుద్రవ్యరాశి 35.5 ప్రమాణాలు అనగా ప్రతి క్లోరిన్ పరమాణువుకు ద్రవ్యరాశి 35.5 ప్రమాణాలు అని అర్థం కాదు. మనం కొంత క్లోరిన్ తీసుకుంటే అది రెండు ఐసోటోపుల మిశ్రమంగా ఉంటుంది .దాని సగటు ద్రవ్యరాశి 35.5 ప్రమాణాలు అని అర్థం.

అనువర్తనాలు

ఒక మూలకానికి చెందిన ఐసోటోపుల రసాయన ధర్మాలు సమానమైనందువలన సాధారణంగా మనం మిశ్రమాలుగా భావిస్తాము. కానీ కొన్ని ఐసోటోపులు ప్రత్యేక ధర్మాలను కలిగిఉన్నందున వివిధ రంగాలలో ఉపయోగిస్తున్నారు. వాటిలో కొన్ని:

(1) యురేనియం ఐసోటోపులను న్యూక్లియర్ రియాక్టర్లలో ఇంధనంగా,

(2) కోబాల్ట్ ఐసోటోపును కేన్సర్ చికిత్సలో,

(3) ఐయోడిన్ ఐసోటోపును గాయిటర్ చికిత్సలో ఉపయోగిస్తారు .

4.6.1 ఐసోబార్

పరమాణు సంఖ్యలు 20,18 గా గల కాల్షియం మరియు ఆర్గాన్‌ల మూలకాలను రెండింటిని తీసుకుందాం. వీటిలో ప్రోటాన్ల సంఖ్య వేరువేరుగా ఉన్నపటికీ వాటి ద్రవ్య రాశి సంఖ్య 40 అనగా ఈ రెండు మూలకాలలో కేంద్రకం కణాల సంఖ్య సమానం. ఇలా వేరువేరు మూలకాలకు చెందిన పరమాణువులు ఒకే ద్రవ్యరాశి సంఖ్యను కలిగి భిన్న పరమాణు సంఖ్యలను కలిగి ఉంటే వాటిని "ఐసోబార్లు " అంటాం.

ప్రశ్నలు

1. H,D మరియు T సంకేతాలుగల మూలక ఐసోటోపుల లోఉండే పరమాణు ఉపకణాలను తెలిపే పట్టిక తయారు చేయండి.

2. ఏదేని ఒక జత ఐసోటోపులు మరియు ఐసోబార్లు ఎలక్ట్రాన్ల విన్యాసాలు రాయండి.

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- ఎలక్ట్రాన్ మరియు ప్రోటాన్ లను కనుగొన్న ఖ్యాతి వరుసగా జె జె థామ్సన్ మరియు E. గోల్డ్ స్టెయిన్ లకు దక్కుతుంది.
- ధనాత్మక గోళంలో ఎలక్ట్రాన్లు పొదగబడి ఉంటాయని జె జె థామ్సన్ ప్రతిపాదించెను.

- Rutherford's alpha-particle scattering experiment led to the discovery of the atomic nucleus.
- Rutherford's model of the atom proposed that a very tiny nucleus is present inside the atom and electrons revolve around this nucleus. The stability of the atom could not be explained by this model.
- Neils Bohr's model of the atom was more successful. He proposed that electrons are distributed in different shells with discrete energy around the nucleus. If the atomic shells are complete, then the atom will be stable and less reactive.
- J. Chadwick discovered presence of neutrons in the nucleus of an atom. So, the three sub-atomic particles of an atom are: (i) electrons, (ii) protons and (iii) neutrons. Electrons are negatively charged, protons are positively charged and neutrons have no charges. The mass of an electron is about $\frac{1}{2000}$ times the mass of an hydrogen atom. The mass of a proton and a neutron is taken as one unit each.
- Shells of an atom are designated as K,L,M,N,....
- Valency is the combining capacity of an atom.
- The atomic number of an element is the same as the number of protons in the nucleus of its atom.
- The mass number of an atom is equal to the number of nucleons in its nucleus.
- Isotopes are atoms of the same element, which have different mass numbers.
- Isobars are atoms having the same mass number but different atomic numbers.
- Elements are defined by the number of protons they possess.

Exercises

1. Compare the properties of electrons, protons and neutrons.
2. What are the limitations of J.J. Thomson's model of the atom?
3. What are the limitations of Rutherford's model of the atom?
4. Describe Bohr's model of the atom.
5. Compare all the proposed models of an atom given in this chapter.
6. Summarise the rules for writing of distribution of electrons in various shells for the first eighteen elements.
7. Define valency by taking examples of silicon and oxygen.

- రూథర్ ఫర్డ్ నిర్వహించిన ఆల్ఫాకణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం పరమాణు కేంద్రకం ఆవిష్కరణకు దారితీసింది.
- రూథర్ ఫర్డ్ నమూనా పరమాణువులో అతి స్వల్ప భాగంలో కేంద్రకం ఉంటుందని, కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్లు పరిభ్రమణం చెందుతాయని తెలిపింది. పరమాణు స్థిరత్వాన్ని ఈ నమూనా వివరించలేదు.
- నీల్స్ బోర్ ప్రతిపాదించిన నమూనా దాదాపుగా విజయవంతం అయినది. కేంద్రకం చుట్టూ నిర్దిష్ట శక్తితో ఎలక్ట్రాన్‌లు వేర్వేరు కక్ష్యలలో పంపిణీ చేయబడతాయి అతను ప్రతిపాదించాడు. పరమాణు కర్పరాలు ఎలక్ట్రాన్లచే నింపబడితే ఆ పరమాణువు స్థిరత్వం పొంది నిష్క్రియాత్మకం అవుతుంది.
- పరమాణు కేంద్రకం లో న్యూట్రాన్ లు ఉంటాయని జె చాడ్విక్ అనే శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. కనుక (1) ఎలక్ట్రాన్లు, (2) ప్రోటాన్లు మరియు (3) న్యూట్రాన్లు అనే మూడు పరమాణు ఉపకణాలు పరమాణువులో ఉంటాయి ఎలెక్ట్రాన్‌లకు ఋణావేశం, ప్రోటాన్లకు ధనావేశం మరియు న్యూట్రాన్లకు ఎలాంటి ఆవేశం ఉండదు. ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి హైడ్రోజన్ పరమాణు ద్రవ్యరాశిలో $\frac{1}{2000}$ వంతు ప్రోటాన్ మరియు న్యూట్రాన్ ద్రవ్యరాశిని ఒక యూనిట్‌గా తీసుకుంటారు.
- పరమాణువులోని కర్పరాలను K, L, M, N,.... గా సూచిస్తారు.
- పరమాణువుల సంయోగ సామర్థ్యమే వాటి సంయోజకత (వేలన్సీ)
- ఒక మూలక పరమాణు కేంద్రకం లోని ప్రోటాన్ల సంఖ్య ఆ మూలకం పరమాణు సంఖ్యకు సమానం.
- మూలక పరమాణు భారం దాని కేంద్రకం లోని ప్రోటాన్ల మరియు న్యూట్రాన్‌ల సంఖ్యకు సమానం.
- ఐసోటోపులు అనేవి ఒకే మూలకానికి చెందిన వివిధ పరమాణు ద్రవ్యరాశులుగల పరమాణువులు.
- వేర్వేరు పరమాణు సంఖ్యలు కలిగి , ఒకే పరమాణు ద్రవ్యరాశి గల పరమాణువులే ఐసోబార్లు
- పరమాణువులను వాటిలో ఉండే ప్రోటాన్ల సంఖ్య ఆధారంగా నిర్వచిస్తారు.

అభ్యాసాలు

1. ఎలక్ట్రాన్ల, ప్రోటాన్ల, మరియు న్యూట్రాన్ల ధర్మాలను పోల్చండి?
2. జె. జె. థామ్సన్ పరమాణు నమూనా యొక్క పరిమితులు ఏవి?
3. రూథర్ ఫర్డ్ పరమాణు నమూనా పరిమితులు ఏవి?
4. బోర్ పరమాణు నమూనాను వర్ణించండి?
5. ఈ పాఠ్యాంశంలో వివరించబడిన అన్ని పరమాణు నమూనాలను పోల్చండి ?
6. మొదటి 18 మూలకాలలోని కర్పరాలలో ఎలక్ట్రాన్లు పంపిణి చేయడానికి గల నియమాలను క్రోడీకరించండి ?
7. సిలికాన్ మరియు ఆక్సిజన్‌లను ఉదాహరణగా తీసుకొని వేలన్సీలను నిర్వచించండి ?

8. Explain with examples (i) Atomic number, (ii) Mass number, (iii) Isotopes and iv) Isobars. Give any two uses of isotopes.
9. Na^{+} has completely filled K and L shells. Explain.
10. If bromine atom is available in the form of, say, two isotopes $^{79}_{35}Br$ (49.7%) and $^{81}_{35}Br$ (50.3%), calculate the average atomic mass of bromine atom.
11. The average atomic mass of a sample of an element X is 16.2 u. What are the percentages of isotopes $^{16}_{8}X$ and $^{18}_{8}X$ in the sample?
12. If Z = 3, what would be the valency of the element? Also, name the element.
13. Composition of the nuclei of two atomic species X and Y are given as under

		X	*Y*
Protons	=	6	6
Neutrons	=	6	8

Give the mass numbers of X and Y. What is the relation between the two species?
14. For the following statements, write T for True and F for False.
    (a) J.J. Thomson proposed that the nucleus of an atom contains only nucleons.
    (b) A neutron is formed by an electron and a proton combining together. Therefore, it is neutral.
    (c) The mass of an electron is about $\frac{1}{2000}$ times that of proton.
    (d) An isotope of iodine is used for making tincture iodine, which is used as a medicine.

    Put tick (✓) against correct choice and cross (×) against wrong choice in questions 15, 16 and 17
15. Rutherford's alpha-particle scattering experiment was responsible for the discovery of
    (a) Atomic Nucleus (b) Electron
    (c) Proton (d) Neutron
16. Isotopes of an element have
    (a) the same physical properties
    (b) different chemical properties
    (c) different number of neutrons
    (d) different atomic numbers.

8. క్రింది వాటిని ఉదాహరణలతో వివరించండి ? (1) పరమాణు సంఖ్య (2) ద్రవ్యరాశి సంఖ్య (3) ఐసోటోపులు (4) ఐసోబార్లు. ఐసోటోపుల యొక్క ఉపయోగాలు ఏవేని రెండు ఇవ్వండి.

9. Na^+ లో K మరియు L కర్పరాలు పూర్తిగా నిండిఉంటాయి వివరించండి ?

10. బ్రోమిన్, $^{79}_{35}Br$ (49.7%) మరియు $^{81}_{35}Br$ (50.3%). ఐసోటోపుల రూపంలో లభిస్తుంటే దాని సగటు పరమాణు ద్రవ్యరాశిని లెక్కించండి .

11. X మూలకం యొక్క సగటు పరమాణు ద్రవ్యరాశి 16.2 ప్రమాణాలు. దాని ఐసోటోపులు $^{16}_{8}X$ మరియు $^{18}_{8}X$ ల శాతాలు ఎంత ?

12. Z = 3 గా గల మూలకం యొక్క సంయోజకత ఎంత? ఆ మూలకం పేరేమి?

13. X మరియు Y అను రెండు మూలక పరమాణువుల సంఘటనం క్రింద ఇవ్వబడినది.

		X	*Y*
ప్రోటాన్లు	=	6	6
న్యూట్రాన్లు	=	6	8

X మరియు Y ల ద్రవ్యరాశి సంఖ్యలు ఎంత ? ఆ రెండింటి మధ్య సంబంధం ఏమి ?

14. క్రింది వాటిలో సరైన వాక్యానికి T అని సరికాని వాక్యానికి F అని రాయండి ?

(ఎ) పరమాణు కేంద్రకం కేవలం కేంద్రక కణాలను కలిగిఉంటుందని జె జె థామ్సన్ తెలిపాడు

(బి) ప్రోటాన్లు మరియు ఎలక్ట్రాన్ల కలయికవలన న్యూట్రాన్ ఏర్పడుతుంది కనుక అది తటస్థమైనది.

(సి) ఎలక్ట్రాన్ ద్రవ్యరాశి ప్రోటాన్ ద్రవ్యరాశిలో $\frac{1}{2000}$ రెట్లు

(డి) వైద్యానికి ఉపయోగించే టింక్చర్ అయోడిన్ తయారీలో అయోడిన్ ఐసోటోపును ఉపయోగిస్తారు.

ప్రశ్నల సంఖ్య 15, 16 మరియు 17లలో సరిఅయిన ఎంపికకు (✓) గుర్తు, తప్పయిన ఎంపికకు (×) గుర్తును ఉంచండి.

15. రూథర్ ఫర్డ్ ఆల్ఫా కణ పరిక్షేపణ ప్రయోగం ద్వారా కనుగొనబడింది.

(ఎ) పరమాణు కేంద్రకం (బి) ఎలక్ట్రాన్

(సి) ప్రోటాన్ (డి) న్యూట్రాన్

16. మూలక ఐసోటోప్ కలిగి ఉండునది

(ఎ) ఒకే భౌతిక ధర్మాలు

(బి) వేర్వేరు రసాయన ధర్మాలు

(సి) వేర్వేరు న్యూట్రాన్ల సంఖ్య

(డి) వేర్వేరు పరమాణు సంఖ్యలు

17. Number of valence electrons in Cl^- ion are:

(a) 16 (b) 8 (c) 17 (d) 18

18. Which one of the following is a correct electronic configuration of sodium?

(a) 2,8 (b) 8,2,1 (c) 2,1,8 (d) 2,8,1

19. Complete the following table.

Atomic Number	*Mass Number*	*Number of Neutrons*	*Number of Protons*	*Number of Electrons*	*Name of the Atomic Species*
9	-	10	-	-	-
16	32	-	-	-	Sulphur
-	24	-	12	-	-
-	2	-	1	-	-
-	1	0	1	0	-

17. క్లోరిన్ అయాన్ (Cl^-) లో గల వేలన్సీ ఎలక్ట్రాన్ ల సంఖ్య

(ఎ) 16 (బి) 8 (సి) 17 (డి) 18

18. క్రింది వానిలో సోడియం యొక్క సరైన ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసమును సూచించునది ?

(ఎ) 2, 8 (బి) 8, 2, 1 (సి) 2, 1, 8 (డి) 2, 8, 1

19. క్రింది పట్టికను పూరించండి ?

పరమాణు సంఖ్య	ద్రవ్యరాశి సంఖ్య	న్యూట్రాన్ల సంఖ్య	ప్రోటాన్ల సంఖ్య	ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య	మూలక పరమాణువుల పేరు
9	-	10	-	-	-
16	32	-	-	-	సల్ఫర్
-	24	-	12	-	-
-	2	-	1	-	-
-	1	0	1	0	-

Chapter 7

0964CH08

MOTION

In everyday life, we see some objects at rest and others in motion. Birds fly, fish swim, blood flows through veins and arteries, and cars move. Atoms, molecules, planets, stars and galaxies are all in motion. We often perceive an object to be in motion when its position changes with time. However, there are situations where the motion is inferred through indirect evidences. For example, we infer the motion of air by observing the movement of dust and the movement of leaves and branches of trees. What causes the phenomena of sunrise, sunset and changing of seasons? Is it due to the motion of the earth? If it is true, why don't we directly perceive the motion of the earth?

An object may appear to be moving for one person and stationary for some other. For the passengers in a moving bus, the roadside trees appear to be moving backwards. A person standing on the road–side perceives the bus alongwith the passengers as moving. However, a passenger inside the bus sees his fellow passengers to be at rest. What do these observations indicate?

Most motions are complex. Some objects may move in a straight line, others may take a circular path. Some may rotate and a few others may vibrate. There may be situations involving a combination of these. In this chapter, we shall first learn to describe the motion of objects along a straight line. We shall also learn to express such motions through simple equations and graphs. Later, we shall discuss ways of describing circular motion.

Activity 7.1

- Discuss whether the walls of your classroom are at rest or in motion.

Activity 7.2

- Have you ever experienced that the train in which you are sitting appears to move while it is at rest?
- Discuss and share your experience.

Think and Act

We sometimes are endangered by the motion of objects around us, especially if that motion is erratic and uncontrolled as observed in a flooded river, a hurricane or a tsunami. On the other hand, controlled motion can be a service to human beings such as in the generation of hydro-electric power. Do you feel the necessity to study the erratic motion of some objects and learn to control them?

7.1 Describing Motion

We describe the location of an object by specifying a reference point. Let us understand this by an example. Let us assume that a school in a village is 2 km north of the railway station. We have specified the position of the school with respect to the railway station. In this example, the railway station is the reference point. We could have also chosen other reference points according to our convenience. Therefore, to describe the position of an object we need to specify a reference point called the origin.

అధ్యాయం 7

Q8R6M8

చలనం

నిత్య జీవితంలో కొన్ని వస్తువులు నిశ్చలస్థితిలోను మరియు మరికొన్ని కదలికలోను ఉండటం మనం గమనిస్తూ ఉంటాము. పక్షులు ఎగురుతాయి. చేపలు ఈదుతాయి. రక్తం సిరలు, ధమనుల ద్వారా ప్రవహిస్తుంది. కార్లు కదులుతాయి. పరమాణువులు, అణువులు, గ్రహాలు, నక్షత్రాలు మరియు గెలాక్సీలు అన్నీ చలనంలోనే ఉంటాయి. కాలానుగుణంగా వస్తువు యొక్క స్థానం మారినప్పుడు ఆ వస్తువు చలనంలో ఉన్నట్లు మనం తరగచుగా అంచనాకు వస్తాము. అయితే పరోక్ష సాక్ష్యాధారాల ద్వారా చలనమును ఊహించిన సందర్భాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకు మనం దుమ్ము కదలిక, చెట్ల ఆకులు, కొమ్మల కదలికలను గమనించడం ద్వారా గాలి చలనంలో ఉందని గ్రహిస్తాము. సూర్యోదయం, సూర్యాస్తమయం, ఋతువుల మార్పు వంటి దృగ్విషయాలకు కారణం ఏమిటి? ఇది భూమి చలనం వలనేనా? ఇదే నిజమైతే, భూమి గమనాన్ని నేరుగా మనం ఎందుకు అంచనా వేయలేము?

ఒక వస్తువు ఒక వ్యక్తికి కదులుతున్నట్లు, మరొకరికి స్థిరంగా ఉన్నట్లు కనిపించవచ్చు. కదులుతున్న బస్సులోని ప్రయాణికులకు రోడ్డుపక్కన ఉన్న చెట్లు వెనక్కు కదులుతున్నట్లు కనిపిస్తాయి. రోడ్డు పక్కన నిలబడి ఉన్న వ్యక్తి ప్రయాణీకులతో పాటు బస్సు కదులుతున్నట్లు గ్రహిస్తాడు. అయితే, బస్సు లోపల ఉన్న ఒక ప్రయాణికుడు తన తోటి ప్రయాణికులను నిశ్చల స్థితిలో ఉన్నట్లు చూస్తాడు. ఈ పరిశీలనలు ఏమి సూచిస్తున్నాయి?

చాలా వరకు చలనాలు సంక్లిష్టంగా ఉంటాయి. కొన్ని వస్తువులు సరళ రేఖలో కదలవచ్చు, మరికొన్ని వృత్తాకార మార్గాన్ని తీసుకోవచ్చు. కొన్ని భ్రమణ చలనంలో ఉంటే మరికొన్ని కంపన చలనంలో ఉండవచ్చు. కొన్ని సందర్భాలలో ఒక వస్తువు ఒకేసారి రెండు మూడు చలనాలలో వుండే పరిస్థితులు ఉండవచ్చు. ఈ అధ్యాయంలో, ముందుగా సరళరేఖ వెంబడి వస్తువు చలనాన్ని వివరించడం మనం నేర్చుకుందాం. చలనాన్ని చలన సమీకరణాలు మరియు గ్రాఫ్‌ల ద్వారా వ్యక్తీకరించడం కూడా మనం నేర్చుకుందాం. తరువాత, మనం వృత్తాకార చలనాన్ని వివరించే మార్గాల గురించి చర్చిద్దాము.

కృత్యం ------------------ 7.1

- మీ తరగతి గది గోడలు నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నాయా లేదా చలనంలో ఉన్నాయా అని చర్చించండి.

కృత్యం ------------------ 7.2

- నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న రైలులో కూర్చున్న మీకు అది కదులుతున్నట్లు ఎప్పుడైనా అనిపించిందా?
- మీ అనుభవాన్ని చర్చించండి, వివరించండి.

ఆలోచించండి-చర్చించండి

మన చుట్టూ ఉన్న వస్తువుల కదలికల వల్ల మనం కొన్నిసార్లు ప్రమాదాలకు గురవుతాయము. వరద వచ్చిన నది,హరికేన్లు,సునామీలు వంటి ప్రకృతి వైపరీత్యాల సమయంలో అస్థిరమైన మరియు అనియంత్రితంగా వస్తువులు ఉన్నప్పుడు చలనం కూడా అనియంత్రితంగా ఉంటుంది. మరోవైపు, నియంత్రిత చలనం వలన జల విద్యుత్ ఉత్పత్తి వంటివి మానవులకు ఉపయోగపడతాయి. కొన్ని వస్తువుల అస్థిర కదలికలను అధ్యయనం చేసి వాటిని నియంత్రించడం నేర్చుకోవాల్సిన అవసరం ఉందని మీరు భావిస్తున్నారా?

7.1 చలనం - వివరణ

ఒక పరిశీలన బిందువు ఆధారం గా వస్తువు యొక్క స్థానాన్ని మనం వివరించగలము. ఒక ఉదాహరణ ద్వారా దీనిని అర్థం చేసుకుందాం. రైల్వే స్టేషన్‌కు ఉత్తరాన 2 కి.మీ దూరంలో ఒక గ్రామంలోని పాఠశాల ఉందని అనుకుందాం. మనము రైల్వే స్టేషన్‌కు ఆధారంగా పాఠశాల స్థానాన్ని పేర్కొందాము. ఈ ఉదాహరణలో, రైల్వే స్టేషన్ పరిశీలన బిందువు. ఏ వస్తువునైనా పరిశీలన బిందువుగా తీసుకోవచ్చు. కాబట్టి, ఒక వస్తువు యొక్క స్థానాన్ని వివరించడానికి మూలం అని పిలువబడే ఒక పరిశీలన బిందువును మనం పేర్కొనాలి.

7.1.1 Motion along a straight line

The simplest type of motion is the motion along a straight line. We shall first learn to describe this by an example. Consider the motion of an object moving along a straight path. The object starts its journey from O which is treated as its reference point (Fig. 7.1). Let A, B and C represent the position of the object at different instants. At first, the object moves through C and B and reaches A. Then it moves back along the same path and reaches C through B.

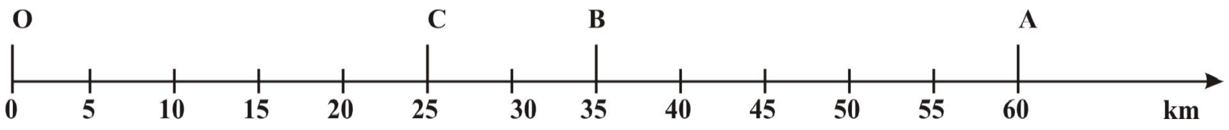


Fig. 7.1: Positions of an object on a straight line path

The total path length covered by the object is OA + AC, that is 60 km + 35 km = 95 km. This is the distance covered by the object. To describe distance we need to specify only the numerical value and not the direction of motion. There are certain quantities which are described by specifying only their numerical values. The numerical value of a physical quantity is its magnitude. From this example, can you find out the distance of the final position C of the object from the initial position O? This difference will give you the numerical value of the displacement of the object from O to C through A. The shortest distance measured from the initial to the final position of an object is known as the displacement.

Can the magnitude of the displacement be equal to the distance travelled by an object? Consider the example given in (Fig. 7.1). For motion of the object from O to A, the distance covered is 60 km and the magnitude of displacement is also 60 km. During its motion from O to A and back to B, the distance covered = 60 km + 25 km = 85 km while the magnitude of displacement = 35 km. Thus, the magnitude of displacement (35 km) is not equal to the path length (85 km). Further, we will notice that the magnitude of the displacement for a course of motion may be zero but the corresponding distance covered is not zero. If we consider the object to travel back to O, the final position coincides with the initial position, and therefore, the displacement is zero. However, the distance covered in this journey is OA + AO = 60 km + 60 km = 120 km. Thus, two different physical quantities—the distance and the displacement, are used to describe the overall motion of an object and to locate its final position with reference to its initial position at a given time.

Activity 7.3

- Take a metre scale and a long rope.
- Walk from one corner of a basket-ball court to its oppposite corner along its sides.
- Measure the distance covered by you and magnitude of the displacement.
- What difference would you notice between the two in this case?

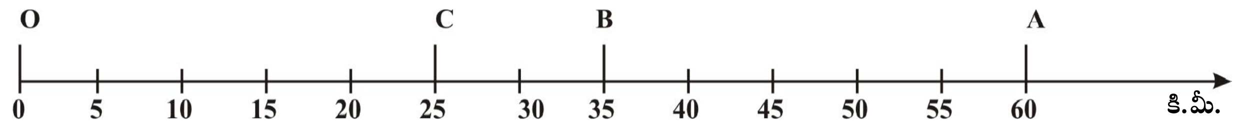
Activity 7.4

- Automobiles are fitted with a device that shows the distance travelled. Such a device is known as an odometer. A car is driven from Bhubaneshwar to New Delhi. The difference between the final reading and the initial reading of the odometer is 1850 km.
- Find the magnitude of the displacement between Bhubaneshwar and New Delhi by using the Road Map of India.

7.1.1 సరళరేఖా మార్గంలో వస్తు చలనం

సరళరేఖ వెంబడి చలనం అనేది సాధారణ రకానికి చెందిన చలనం. మొదట దీనిని ఒక ఉదాహరణ ద్వారా వివరంగా నేర్చుకుందాం. సరళ మార్గంలో కదులుతున్న వస్తువు యొక్క చలనాన్ని పరిగణించండి. ఒక వస్తువు దాని పరిశీలన బిందువుగా పరిగణించబడే O నుండి దాని ప్రయాణాన్ని ప్రారంభిస్తుంది (పటం7.1). A, B మరియు C వేర్వేరు కాలాలలో వస్తువు యొక్క స్థానాన్ని సూచిస్తాయి. మొదట, వస్తువు C మరియు B గుండా కదులుతుంది మరియు A ని చేరుకుంటుంది. తర్వాత అదే మార్గంలో తిరిగి కదులుతుంది మరియు B ద్వారా C ని చేరుకుంటుంది

అయితే స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం = 35 కి.మీ. ఆ విధంగా, స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం (35 కి.మీ)దూరం (85 కి.మీ)కి సమానం కాదు. ఇంకా, వస్తువు యొక్క మొత్తం ప్రయాణంలో స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం సున్నా కావచ్చు కానీ సంబంధిత దూరం సున్నా కాదని మనం గమనించవచ్చు. మనం వస్తువును Oకి తిరిగి వెళ్ళిందని భావిస్తే, తుది స్థానం తొలి స్థానంతో ఏకీభవిస్తుంది, అందువలన స్థానభ్రంశం సున్నా. అయితే, ఈ ప్రయాణంలో దూరం OA + AO = 60 కి.మీ. + 60 కి.మీ. = 120 కి.మీ. వస్తువు యొక్క మొత్తం చలనాన్ని వివరించడానికి, నిర్దిష్ట సమయంలో దాని తొలిస్థానం బట్టి తుదిస్థానాన్ని



పటం 7.1: సరళరేఖీయ మార్గంలో ఒక వస్తువు యొక్క స్థానం

వస్తువు ప్రయాణించినమొత్తం మార్గం పొడవు OA + AC, అంటే 60 కిమీ + 35 కిమీ = 95 కిమీ. ఇది వస్తువు ప్రయాణించిన దూరం. దూరాన్ని వివరించడానికి మనం సంఖ్యా విలువను మాత్రమే పేర్కొనాలి, చలన దిశను కాదు. కొన్ని భౌతిక రాశుల యొక్క వివరణను సంఖ్యా విలువతో మాత్రమే సూచిస్తాము. అదే ఆ భౌతిక రాశియొక్క పరిమాణం. ఈ ఉదాహరణ నుండి, మీరు వస్తువు యొక్క తొలి స్థానం O నుండి వస్తువు యొక్క తుది స్థానం C యొక్క దూరాన్ని కనుగొనగలరా? ఈ వ్యత్యాసం A నుండి O మీదుగా C వరకు వస్తువు స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణాన్ని సంఖ్యా విలువను అందిస్తుంది. ఒక వస్తువు యొక్క తొలి స్థానం నుండి తుదిస్థానానికి కొలవబడిన అతి తక్కువ దూరాన్ని స్థానభ్రంశం అంటారు.

స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం ఒక వస్తువు ప్రయాణించే దూరానికి సమానంగా ఉంటుందా? (పటం. 7.1) లో ఇవ్వబడిన ఉదాహరణను పరిగణించండి. O నుండి A వరకు వస్తువు యొక్క చలనం కోసం, దూరం 60 కి.మీ., స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం కూడా 60 కి.మీ. దాని చలనంలో O నుండి A, తిరిగి B వరకు, దూరం = 60 కి.మీ + 25కి.మీ = 85కి.మీ

గుర్తించడానికి, దూరం మరియు స్థానభ్రంశం అనే రెండు వేరువేరు భౌతిక రాశులు ఉపయోగపడతాయి.

కృత్యం ------------------ 7.3

- ఒక మీటర్ స్కేల్, పొడవైన తాడు తీసుకోండి.
- బాస్కెట్ బాల్ మైదానంలో ఒక మూల నుండి దాని ఎదురుగా ఉన్న మూలకు నడవండి.
- మీరు నడిచిన దూరాన్ని మరియు స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణాన్ని కొలవండి.
- మీరు ఈ సందర్భంలో రెండింటి మధ్య ఏ తేడాను గమనించారు?

కృత్యం ------------------ 7.4

- వాహనాలకు ప్రయాణించిన దూరాన్ని చూపించే పరికరం అమర్చబడి ఉంటుంది. అటువంటి పరికరాన్ని ఓడోమీటర్ అంటారు. భువనేశ్వర్ నుండి న్యూఢిల్లీకి ఒక కారు ప్రయాణించినప్పుడు ఓడోమీటర్ యొక్క చివరి రీడింగ్, మొదటి రీడింగ్‌ల మధ్య తేడా 1850 కి.మీ.
- భారతదేశ రహదారి పటమును ఉపయోగించి భువనేశ్వర్, న్యూఢిల్లీ మధ్య స్థానభ్రంశ పరిమాణాన్ని కనుగొనండి.

Questions

1. An object has moved through a distance. Can it have zero displacement? If yes, support your answer with an example.
2. A farmer moves along the boundary of a square field of side 10 m in 40 s. What will be the magnitude of displacement of the farmer at the end of 2 minutes 20 seconds from his initial position?
3. Which of the following is true for displacement?
   (a) It cannot be zero.
   (b) Its magnitude is greater than the distance travelled by the object.

7.1.2 Uniform motion and non-uniform motion

Consider an object moving along a straight line. Let it travel 5 m in the first second, 5 m more in the next second, 5 m in the third second and 5 m in the fourth second. In this case, the object covers 5 m in each second. As the object covers equal distances in equal intervals of time, it is said to be in uniform motion. The time interval in this motion should be small. In our day-to-day life, we come across motions where objects cover unequal distances in equal intervals of time, for example, when a car is moving on a crowded street or a person is jogging in a park. These are some instances of non-uniform motion.

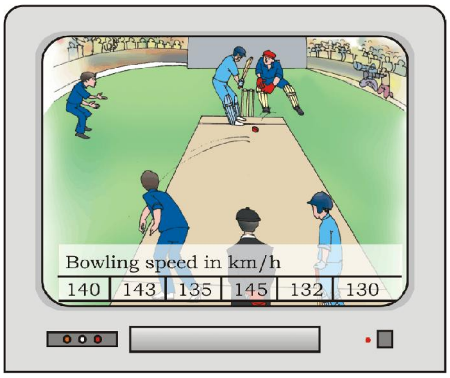
Activity 7.5

- The data regarding the motion of two different objects A and B are given in Table 7.1.
- Examine them carefully and state whether the motion of the objects is uniform or non-uniform.

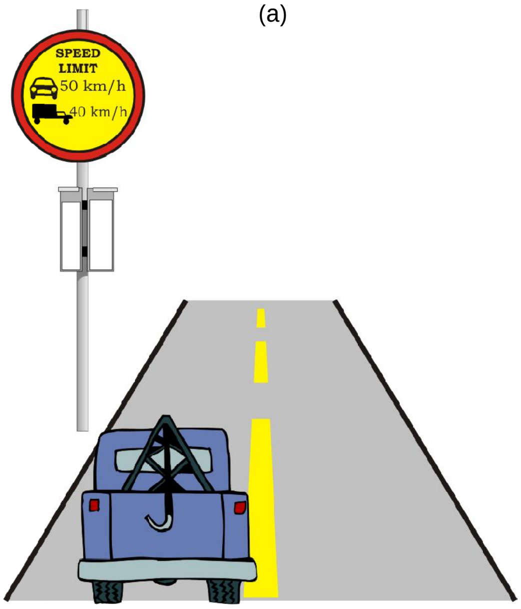
Table 7.1

Time	Distance travelled by object A in m	Distance travelled by object B in m
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

7.2 Measuring the Rate of Motion



(a)



(b)

Fig. 7.2

ప్రశ్నలు

1. *కొంత దూరం కదిలిన ఒక వస్తువుకి సున్నా స్థానభ్రంశం ఉండవచ్చా? అవును అయితే, మీ జవాబును ఒక ఉదాహరణతో వివరించండి.*
2. *ఒక రైతు 40 సెకనులలో 10 మీటర్ల భుజంగల చతురస్రాకార క్షేత్రం యొక్క సరిహద్దు వెంబడి కదులుతాడు. రైతు తన ప్రారంభ స్థానం నుండి 2 నిమిషాల 20 సెకన్లలో పూర్తయినప్పటికి స్థానభ్రంశం పరిమాణం ఎంత?*
3. *కింది వాటిలో ఏది స్థానభ్రంశం పరంగా సరైనది?*
   (ఎ) ఇది సున్నా కాకూడదు.
   (బి) దాని పరిమాణం వస్తువు ప్రయాణించే దూరం కంటే ఎక్కువ.

7.1.2. సమ చలనం మరియు అసమ చలనం

ఒక వస్తువు సరళరేఖ వెంబడి ప్రయాణిస్తున్నదని అనుకుందాం. అది మొదటి సెకను కాలంలో 5మీ, రెండవ సెకనులో 5 మీ. మూడవ సెకనులో 5 మీ. మరియు 4 వ సెకనులో 5 మీ. ప్రయాణించింది. ఈ సందర్భంలో, వస్తువు ప్రతీ సెకనులో 5 మీటర్లను ప్రయాణించింది. వస్తువు సమాన కాల వ్యవధిలో సమాన దూరాలను ప్రయాణిస్తుంది. కనుక అది సమచలనంలో ఉంది అని చెప్పవచ్చు. ఈ చలనంలో సమయ విరామం తక్కువగా ఉండాలి. మన నిత్య జీవితంలో, వస్తువులు సమానమైన కాల వ్యవధిలో అసమాన దూరాలను ప్రయాణించడం మనం చూస్తాము, ఉదాహరణకు, రద్దీగా ఉండే వీధిలో ప్రయాణిస్తున్న కారు లేదా ఉద్యానవనంలో జాగింగ్ చేస్తున్న వ్యక్తి. ఇవి అసమ చలనానికి సంబంధించిన కొన్ని ఉదాహరణలు.

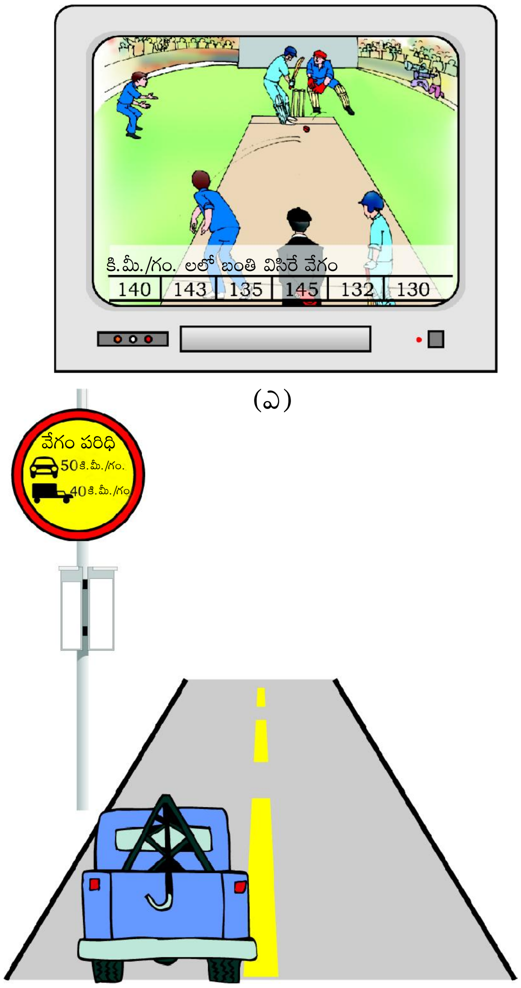
కృత్యం ------------------ 7.5

- రెండు వేర్వేరు వస్తువులు A మరియు B యొక్క చలనానికి సంబంధించిన సమాచారం పట్టిక 7.1లో ఇవ్వబడింది.
- వాటిని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి అవి సమ చలనంలో ఉన్నాయో లేదా అసమచలనంలో ఉన్నాయో పేర్కొనండి.

పట్టిక 7.1

కాలం	వస్తువు A ప్రయాణించే దూరం మీటర్లలో	వస్తువు B ప్రయాణించే దూరం మీటర్లలో
9:30 am	10	12
9:45 am	20	19
10:00 am	30	23
10:15 am	40	35
10:30 am	50	37
10:45 am	60	41
11:00 am	70	44

7.2 చలనం యొక్క రేటును కొలవడం



(ఎ)

(బి)

పటం 7.2

Look at the situations given in Fig. 7.2. If the bowling speed is 143 km h^{-1} in Fig. 7.2(a) what does it mean? What do you understand from the signboard in Fig. 7.2(b)?

Different objects may take different amounts of time to cover a given distance. Some of them move fast and some move slowly. The rate at which objects move can be different. Also, different objects can move at the same rate. One of the ways of measuring the rate of motion of an object is to find out the distance travelled by the object in unit time. This quantity is referred to as speed. The SI unit of speed is metre per second. This is represented by the symbol m s^{-1} or m/s. The other units of speed include centimetre per second (cm s^{-1}) and kilometre per hour (km h^{-1}). To specify the speed of an object, we require only its magnitude. The speed of an object need not be constant. In most cases, objects will be in non-uniform motion. Therefore, we describe the rate of motion of such objects in terms of their average speed. The average speed of an object is obtained by dividing the total distance travelled by the total time taken. That is,

$$\text{average speed} = \frac{\text{Total distance travelled}}{\text{Total time taken}}$$

If an object travels a distance s in time t then its speed v is,

$$v = \frac{s}{t} \qquad (7.1)$$

Let us understand this by an example. A car travels a distance of 100 km in 2 h. Its average speed is 50 km h^{-1}. The car might not have travelled at 50 km h^{-1} all the time. Sometimes it might have travelled faster and sometimes slower than this.

Example 7.1 An object travels 16 m in 4 s and then another 16 m in 2 s. What is the average speed of the object?

Solution:

Total distance travelled by the object = 16 m + 16 m = 32 m
Total time taken = 4 s + 2 s = 6 s

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance travelled}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{32 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 5.33 \text{ m s}^{-1}$$

Therefore, the average speed of the object is 5.33 m s^{-1}.

7.2.1 Speed with direction

The rate of motion of an object can be more comprehensive if we specify its direction of motion along with its speed. The quantity that specifies both these aspects is called velocity. Velocity is the speed of an object moving in a definite direction. The velocity of an object can be uniform or variable. It can be changed by changing the object's speed, direction of motion or both. When an object is moving along a straight line at a variable speed, we can express the magnitude of its rate of motion in terms of average velocity. It is calculated in the same way as we calculate average speed.

In case the velocity of the object is changing at a uniform rate, then average velocity is given by the arithmetic mean of initial velocity and final velocity for a given period of time. That is,

$$\text{average velocity} = \frac{\text{initial velocity} + \text{final velocity}}{2}$$

$$\text{Mathematically, } v_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (7.2)$$

where v_{av} is the average velocity, u is the initial velocity and v is the final velocity of the object.

Speed and velocity have the same units, that is, m s^{-1} or m/s.

Activity 7.6

- Measure the time it takes you to walk from your house to your bus stop or the school. If you consider that your average walking speed is 4 km h^{-1}, estimate the distance of the bus stop or school from your house.

పటం7.2 లో ఇవ్వబడిన పరిస్థితులను చూడండి. పటం7.2(ఎ) లో బంతి విసిరే వేగం 143 కి.మీ.గం.$^{-1}$ అయితే, దీని అర్థం ఏమిటి? పటం 7.2(బి) లోని సైన్ బోర్డ్ నుండి మీరు ఏమి అర్థం చేసుకున్నారు?

ఇచ్చిన దూరాన్ని ప్రయాణించడానికి వేర్వేరు వస్తువులకు వేర్వేరు సమయం పట్టవచ్చు. వాటిలో కొన్ని వేగంగా కదులుతాయి మరికొన్ని నెమ్మదిగా కదులుతాయి. వస్తువులు కదిలే రేటు భిన్నంగా ఉండవచ్చు. అలాగే, వివిధ వస్తువులు ఒకే వేగంతో కదల గలవు. ఏకాంక సమయంలో వస్తువు ప్రయాణించిన దూరాన్ని కనుగొనడం అనేది వస్తువు యొక్క చలన రేటును కొలిచే పద్ధతులలో ఒకటి. ఈ పరిమాణాన్ని "వడి"గా సూచిస్తారు. వడి యొక్క SI ప్రమాణం మీ. సె.$^{-1}$ లేదా మీ./సె. చిహ్నం ద్వారా సూచించబడుతుంది. సెంటీమీటర్/ సెకను (సెం.సె.$^{-1}$) మరియు కిలోమీటరు/గంట (కి.మీ. గం.$^{-1}$) అనేవి వడి యొక్క ఇతర ప్రమాణాలు. ఒక వస్తువు యొక్క వడిని పేర్కొనడానికి, మనకు దాని పరిమాణం మాత్రమే అవసరం. వస్తువు యొక్క వడి స్థిరంగా ఉండవలసిన అవసరం లేదు. చాలా సందర్భాలలో, వస్తువులు అసమ చలనంలో ఉంటాయి. కాబట్టి, అటువంటి వస్తువుల చలన రేటును వాటి సరాసరి వడి పరంగా వివరిస్తాము. ఒక వస్తువు యొక్క సరాసరి వడిని అది ప్రయాణించిన మొత్తం దూరాన్ని, తీసుకున్న మొత్తం సమయంతో భాగించడం ద్వారా పొందవచ్చు. అంటే,

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{ప్రయాణించిన మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

t కాలం లో ఒక వస్తువు s దూరం ప్రయాణించినట్లయితే ఆ వస్తువు వడి v అయితే.

$$v = \frac{s}{t} \qquad (7.1)$$

దీనిని ఒక ఉదాహరణ ద్వారా అర్థం చేసుకుందాం. ఒక కారు 2 గంటల్లో 100 కి.మీ దూరం ప్రయాణిస్తుంది. దీని సగటు వడి 50 కి.మీ.గం.$^{-1}$ కారు అన్ని సమయాలలో 50 కి.మీ.గం.$^{-1}$ వేగంతో ప్రయాణించి ఉండకపోవచ్చు. కొన్నిసార్లు అది వేగంగా ప్రయాణించి ఉండవచ్చు. కొన్నిసార్లు దీని కంటే నెమ్మదిగా ఉంటుంది

ఉదాహరణ 7.1 ఒక వస్తువు 4 సెకన్లలో 16 మీ. ప్రయాణిస్తుంది, ఆపై 2 సెకన్లలో మరో 16 మీ. ప్రయాణిస్తే ఆ వస్తువు సగటు వడి ఎంత?

సాధన:

వస్తువు ప్రయాణించిన మొత్తం దూరం = 16 మీ. + 16 మీ = 32 మీ.

తీసుకున్న మొత్తం సమయం = 4 సె + 2 సె = 6సె

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{ప్రయాణించిన మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

$$= \frac{32 \text{ మీ}}{6 \text{ సె}} = 5.33 \text{ మీ/సె}$$

వస్తువు యొక్క సరాసరి వడి= 5.33 మీ/సె

7.2.1 నిర్దిష్టదిశలో వడి

మనం ఒక వస్తువు యొక్క చలన రేటు వడితో పాటుగా కదలిక దిశను పేర్కొంటే, మరింత సమగ్రంగా ఉంటుంది. ఈ రెండు అంశాలను పేర్కొనే పరిమాణాన్ని వేగం అంటారు. వేగం అనేది ఒక నిర్థిష్ట దిశలో కదులుచున్న వస్తువు యొక్క వడి. వస్తువు యొక్క వేగం ఏకరీతి ఉండవచ్చు లేదా మారవచ్చు. వస్తువు యొక్క వడి, చలన దిశ లేదా రెండింటినీ మార్చడం ద్వారా దీనిని మార్చవచ్చు. ఒక వస్తువు అసమవడితో సరళ రేఖ వెంట కదులుతున్నప్పుడు, దాని చలనరేటు యొక్క పరిమాణాన్ని సరాసరి వేగం పరంగా మనం వ్యక్తీకరించవచ్చు. దీనిని మనం సరాసరి వడిని లెక్కించే విధంగానే కనుగొనవచ్చు.

వస్తువు యొక్క వేగం ఏకరీతి రేటుతో మారుతున్న సందర్భంలో, ఒక నిర్దిష్ట కాలానికి సరాసరి వేగంను దాని తొలి వేగం, తుది వేగం యొక్క అంకగణిత సగటు ద్వారా పొందవచ్చు. అంటే,

$$\text{సరాసరి వేగం} = \frac{(\text{తొలివేగం + తుదివేగం})}{2}$$

$$\text{గణిత శాస్త్ర ప్రకారం } v_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (7.2)$$

ఇక్కడ v_{av} అనేది సరాసరి వేగం, u అనేది తొలి వేగం మరియు వస్తువు యొక్క తుది వేగం v.

వడి, వేగం ఒకే ప్రమాణాలును కలిగి ఉంటాయి. అంటే, మీ /సె.

కృత్యం ------------------ 7.6

- మీరు మీ ఇంటి నుండి మీ బస్టాప్ లేదా పాఠశాలకు గంటకు 4కి.మీ సరాసరి వడితో నడిచివెళితే, పట్టే సమయాన్ని లెక్కించండి. మీ ఇంటి నుండి బస్ స్టాప్ లేదా పాఠశాల దూరాన్ని అంచనా వేయండి.

Activity 7.7

- At a time when it is cloudy, there may be frequent thunder and lightning. The sound of thunder takes some time to reach you after you see the lightning.
- Can you answer why this happens?
- Measure this time interval using a digital wrist watch or a stop watch.
- Calculate the distance of the nearest point of lightning. (Speed of sound in air = 346 m s^{-1}.)

Questions

1. *Distinguish between speed and velocity.*
2. *Under what condition(s) is the magnitude of average velocity of an object equal to its average speed?*
3. *What does the odometer of an automobile measure?*
4. *What does the path of an object look like when it is in uniform motion?*
5. *During an experiment, a signal from a spaceship reached the ground station in five minutes. What was the distance of the spaceship from the ground station? The signal travels at the speed of light, that is, 3×10^8 m s^{-1}.*

Example 7.2 The odometer of a car reads 2000 km at the start of a trip and 2400 km at the end of the trip. If the trip took 8 h, calculate the average speed of the car in km h^{-1} and m s^{-1}.

Solution:

Distance covered by the car,
s = 2400 km – 2000 km = 400 km
Time elapsed, t = 8 h
Average speed of the car is,

$$v_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ km}}{8 \text{ h}}$$

$$= 50 \text{ km h}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 13.9 \text{ m s}^{-1}$$

The average speed of the car is 50 km h^{-1} or 13.9 m s^{-1}.

Example 7.3 Usha swims in a 90 m long pool. She covers 180 m in one minute by swimming from one end to the other and back along the same straight path. Find the average speed and average velocity of Usha.

Solution:

Total distance covered by Usha in 1 min is 180 m.
Displacement of Usha in 1 min = 0 m

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance covered}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} = \frac{180 \text{ m}}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$= 3 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Average velocity} = \frac{\text{Displacement}}{\text{Total time taken}}$$

$$= \frac{0 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 0 \text{ m s}^{-1}$$

The average speed of Usha is 3 m s^{-1} and her average velocity is 0 m s^{-1}.

7.3 Rate of Change of Velocity

During uniform motion of an object along a straight line, the velocity remains constant with time. In this case, the change in velocity of the object for any time interval is zero. However, in non-uniform motion, velocity varies with time. It has different values at different instants and at different points of the path. Thus, the change in velocity of the object during any time interval is not zero. Can we now express the change in velocity of an object?

కృత్యం ----------------- 7.7

- మేఘావృతమైన సమయంలో, తరచూ ఉరుములు మరియు మెరుపులు ఉంటాయి. మీరు మెరుపును చూసిన తర్వాత ఉరుముల శబ్దం మిమ్మల్ని చేరుకోవడానికి కొంత సమయం పడుతుంది.
- ఇది ఎందుకు జరుగుతుందో మీరు జవాబు చెప్పగలరా?
- డిజిటల్ రిస్ట్ వాచ్ లేదా స్టాప్ వాచ్‌ని ఉపయోగించి ఈ సమయ విరామాన్ని కొలవండి.
- మెరుపు సమీప దూరాన్ని లెక్కించండి. (గాలిలో ధ్వని వేగం = 346 మీ.సె.$^{-1}$)

ప్రశ్నలు

1. *వడి మరియు వేగం మధ్య తేడాను గుర్తించండి.*
2. *ఏ పరిస్థితి(లు)లో ఒక వస్తువు యొక్క సరాసరి వడి యొక్క పరిమాణం దాని సరాసరి వేగానికి సమానంగా ఉంటుంది?*
3. *వాహనం యొక్క ఓడోమీటర్ దేనిని కొలుస్తుంది?*
4. *ఒక వస్తువు సమ చలనంలో ఉన్నప్పుడు దాని మార్గం ఎలా ఉంటుంది?*
5. *ఒక ప్రయోగ సమయంలో, ఒక స్పేస్ షిప్ నుండి సిగ్నల్ ఐదు నిమిషాల్లో గ్రౌండ్ స్టేషన్‌కు చేరుకుంది. గ్రౌండ్ స్టేషన్ నుండి స్పేస్ షిప్ దూరం ఎంత? సిగ్నల్ కాంతి వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది, అంటే. 3×10^8 మీ.సె.$^{-1}$*

ఉదాహరణ 7.2 ఒక కారు తన ప్రయాణ కాలం 8 గంటలలో, ఓడోమీటర్ ప్రయాణ ప్రారంభంలో 2000 కి.మీ, ప్రయాణం చివరిలో 2400 కి.మీ చూపిస్తే, కారు సరాసరి వడిని కి.మీ.గం.$^{-1}$ మరియు మీ.సె.$^{-1}$ లలో లెక్కించండి.

సాధన:

కారు ప్రయాణంచేసిన దూరం

s = 2400 కి.మీ. – 2000 కి.మీ. = 400 కి.మీ .

ప్రయాణ కాలం t = 8 గం.

కారు సరాసరి వడి

$$v_{av} = \frac{s}{t} = \frac{400 \text{ కి.మీ.}}{8 \text{ గం.}}$$

$$= 50 \text{ కి.మీ.గం.}^{-1}$$

$$= 50 \frac{\text{కి.మీ.}}{\text{గం.}} \times \frac{1000\text{మీ.}}{1\text{కి.మీ.}} \times \frac{1\text{గం.}}{3600\text{సె.}}$$

$$= 13.9 \text{ మీ.సె.}^{-1}$$

సరాసరి కారు వేగం 50 కి.మీ. గం.$^{-1}$ లేదా 13.9 మీ.సె.$^{-1}$

ఉదాహరణ 7.3 ఉష 90 మీ. పొడవైన కొలనులో ఈదుతోంది. ఆమె ఒక నిముషంలో 180 మీటర్లు ఈదుకుంటూ ఒక చివర నుండి మరొక చివరకి మరియు తిరిగి అదే సరళ మార్గంలో ఈదుతూ వెనక్కి ప్రయాణించింది. ఉష సరాసరివడి మరియు సరాసరి వేగాన్ని కనుగొనండి.

సాధన:

ఉష 1 నిమిషంలో పూర్తి చేసిన దూరం = 180 మీ.

1 నిమిషంలో ఉష స్థానభ్రంశం = 0 మీ.

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

$$= \frac{180\text{మీ.}}{1\text{ని.}} = \frac{180 \text{ మీ.}}{1\text{ని.}} \times \frac{1 \text{ని.}}{60\text{సె.}}$$

$$= 13.9 \text{ మీ.సె.}^{-1}$$

$$\text{సరాసరి వేగం} = \frac{\text{స్థానభ్రంశం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

$$= \frac{0\text{మీ.}}{60\text{సె.}}$$

$$= 0 \text{ మీ.సె.}^{-1}$$

ఉష సరాసరి వడి 3 మీ.సె.$^{-1}$ మరియు ఆమె సరాసరి వేగం 0 మీ.సె.$^{-1}$

7.3. వేగం యొక్క మార్పు రేటు

ఒక వస్తువు సరళరేఖా మార్గంలో సమ చలనంలో ఉంటే వేగం కాలంతో పాటు స్థిరంగా ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో, ఏదైనా సమయ వ్యవధిలో వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పు సున్నా. అయితే, అసమ చలనంలో వేగం కాలంతో విభేదిస్తుంది. ఇది వివిధ కాలాల్లో, మార్గం యొక్క వివిధ బిందువులు వద్ద విభిన్న విలువలను కలిగి ఉంటుంది. అందువల్ల, ఏదైనా సమయ వ్యవధిలో వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పు సున్నా కాదు. ఇప్పుడు మనం ఒక వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పును వ్యక్తపరచగలమా?

To answer such a question, we have to introduce another physical quantity called acceleration, which is a measure of the change in the velocity of an object per unit time. That is,

$$\text{acceleration} = \frac{\text{change in velocity}}{\text{time taken}}$$

If the velocity of an object changes from an initial value u to the final value v in time t, the acceleration a is,

$$a = \frac{v - u}{t} \qquad (7.3)$$

This kind of motion is known as accelerated motion. The acceleration is taken to be positive if it is in the direction of velocity and negative when it is opposite to the direction of velocity. The SI unit of acceleration is m s^{-2} .

If an object travels in a straight line and its velocity increases or decreases by equal amounts in equal intervals of time, then the acceleration of the object is said to be uniform. The motion of a freely falling body is an example of uniformly accelerated motion. On the other hand, an object can travel with non-uniform acceleration if its velocity changes at a non-uniform rate. For example, if a car travelling along a straight road increases its speed by unequal amounts in equal intervals of time, then the car is said to be moving with non-uniform acceleration.

Activity _____________ *7.8*

- In your everyday life you come across a range of motions in which
  - (a) acceleration is in the direction of motion,
  - (b) acceleration is against the direction of motion,
  - (c) acceleration is uniform,
  - (d) acceleration is non-uniform.
- Can you identify one example each for the above type of motion?

Example **7.4** Starting from a stationary position, Rahul paddles his bicycle to attain a velocity of 6 m s^{-1} in 30 s. Then he applies brakes such that the velocity of the bicycle comes down to 4 m s^{-1} in the next 5 s. Calculate the acceleration of the bicycle in both the cases.

Solution:

In the first case:
initial velocity, $u = 0$;
final velocity, $v = 6$ m s^{-1} ;
time, $t = 30$ s .
From Eq. (7.3), we have

$$a = \frac{v - u}{t}$$

Substituting the given values of u,v and t in the above equation, we get

$$a = \frac{(6 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1})}{30 \text{ s}}$$

$$= 0.2 \text{ m s}^{-2}$$

In the second case:
initial velocity, $u = 6$ m s^{-1};
final velocity, $v = 4$ m s^{-1};
time, $t = 5$ s.

$$\text{Then, } a = \frac{(4 \text{ m s}^{-1} - 6 \text{ m s}^{-1})}{5 \text{ s}}$$

$$= -0.4 \text{ m s}^{-2} .$$

The acceleration of the bicycle in the first case is 0.2 m s^{-2} and in the second case, it is –0.4 m s^{-2}.

Questions

1. *When will you say a body is in (i) uniform acceleration? (ii) non-uniform acceleration?*
2. *A bus decreases its speed from 80 km h^{-1} to 60 km h^{-1} in 5 s. Find the acceleration of the bus.*
3. *A train starting from a railway station and moving with uniform acceleration attains a speed 40 km h^{-1} in 10 minutes. Find its acceleration.*

అటువంటి ప్రశ్నకు సమాధాన మివ్వడానికి, మనం త్వరణం అని మరొక భౌతికరాశిని పరిచయం చేయాలి, ఇది ఏకాంక కాలంలో ఒక వస్తువు వేగంలో మార్పుకు కొలమానం. అనగా

$$\text{త్వరణం} = \frac{\text{వేగంలో మార్పు}}{\text{కాలం}}$$

t కాలంలో ఒక వస్తువు యొక్క తొలి వేగం u నుండి తుది వేగం v కిమారితే త్వరణం

$$a = \frac{v - u}{t} \qquad (7.3)$$

ఈ రకమైన చలనాన్ని త్వరణ చలనం అని అంటారు. త్వరణం వేగం యొక్క దిశలో ఉంటే ధనాత్మకం గాను, మరియు వేగం యొక్క దిశకు వ్యతిరేకంగా ఉన్నప్పుడు ఋణాత్మకంగా పరిగణించ బడుతుంది. త్వరణం యొక్క SI యూనిట్ మీ.సె.$^{-2}$.

ఒక వస్తువు సరళ రేఖలో ప్రయాణిస్తే మరియు దాని వేగం సమానకాల వ్యవధిలో సమాన పరిమాణంలో పెరిగినట్లయితే లేదా తగ్గినట్లయితే, అప్పుడు వస్తువు యొక్క త్వరణం సమత్వరణంగా ఉంటుంది. స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు యొక్క చలనం సమ త్వరణ చలనానికి ఉదాహరణ. మరోవైపు, ఒక వస్తువు యొక్క వేగం అసమానంగా మారితే అది అసమ త్వరణంతో ప్రయాణించగలదు. ఉదాహరణకు, ఒక కారు సరళమైన రహదారిలో ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు, సమాన కాల వ్యవధిలో దాని వేగాన్ని అసమాన పరిమాణంలో పెంచినట్లయితే, కారు అసమ త్వరణంతో కదులుతున్నట్లు చెప్పవచ్చు.

కృత్యం ------------------ 7.8

- మీ దైనందిన జీవితంలో మీరు అనేక రకాల చలనాలను చూస్తారు, వాటిలో ఏది
  (ఎ) త్వరణం చలన దిశలో ఉంటుంది
  (బి) త్వరణం చలనదిశకు వ్యతిరేఖ దిశలో ఉంటుంది
  (సి) సమత్వరణములో ఉంటుంది
  (డి) అసమత్వరణంలో ఉంటుంది
- పైన పేర్కొన్న ప్రతీ చలనాన్ని ఒక్కొక్క ఉదాహరణతో వివరించుము.

ఉదాహరణ 7.4 రాహుల్ తన సైకిల్‌ను నిశ్చలస్థితి నుండి ప్రారంభించి తొక్కుతూ 30 సెకన్లలో 6 మీ.సె.$^{-1}$ వేగం చేరుకున్నాడు. బ్రేకులు వేయడం ద్వారా తరువాత 5 సెకనులలో దాని వేగం 4 మీ.సె.$^{-1}$ కు తగ్గింది. ఈ రెండు సందర్భాలలో సైకిలు పొందిన త్వరణాన్ని లెక్కించండి.

సాధన:

మొదటి సందర్భంలో

తొలివేగం, $u = 0$;

తుదివేగం, $v = 6$ మీ/సె.

కాలం, $t = 30$ సె.

సమీకరణము (7.3) నుండి

$$a = \frac{v - u}{t}$$

పైన పేర్కొన్న సమీకరణంలో u, v మరియు t ఇవ్వబడిన విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$$a = \frac{(6 \text{ మీ./సె.} - 0 \text{ మీ./సె.})}{30 \text{ సె.}}$$

$= 0.2$ మీ.సె.$^{-2}$

రెండవ సందర్భంలో

తొలివేగం, $u = 6$ మీ.సె.$^{-1}$;

తుదివేగం. $v = 4$ మీ.సె.$^{-1}$;

కాలం, $t = 5$ సె.

$$a = \frac{(4 \text{ మీ./సె.} - 6 \text{ మీ./సె.})}{5 \text{ సె.}}.$$

$= -0.4$ మీ.సె.$^{-2}$

మొదటి సందర్భంలో సైకిల్ యొక్క త్వరణం 0.2 మీ.సె.$^{-2}$ మరియు రెండవ సందర్భంలో -0.4 మీ.సె.$^{-2}$

ప్రశ్నలు

1. (i) ఒక వస్తువు సమత్వరణంలో ఉందని మీరు ఎప్పుడు చెబుతారు? (ii) అసమత్వరణం లో ఉందని ఎప్పుడు చెబుతారు?
2. ఒక బస్సు తన వేగాన్ని 5 సెకన్లలో 80 కి.మీ. గం.$^{-1}$ నుండి 60 కి.మీ. గం.$^{-1}$కి తగ్గిస్తుంది. దాని త్వరణాన్ని కనుగొనండి
3. రైల్వేస్టేషన్ నుండి బయలుదేరి సమ త్వరణంతో కదులుతున్న రైలు 10 నిమిషాల్లో గంటకు 40 కి.మీ. గం.$^{-1}$వేగాన్ని అందుకుంటుంది. దాని త్వరణాన్ని కనుగొనండి.

7.4 Graphical Representation of Motion

Graphs provide a convenient method to present basic information about a variety of events. For example, in the telecast of a one-day cricket match, vertical bar graphs show the run rate of a team in each over. As you have studied in mathematics, a straight line graph helps in solving a linear equation having two variables.

To describe the motion of an object, we can use line graphs. In this case, line graphs show dependence of one physical quantity, such as distance or velocity, on another quantity, such as time.

7.4.1 Distance–time graphs

The change in the position of an object with time can be represented on the distance-time graph adopting a convenient scale of choice. In this graph, time is taken along the *x*–axis and distance is taken along the *y*-axis. Distance-time graphs can be employed under various conditions where objects move with uniform speed, non-uniform speed, remain at rest etc.

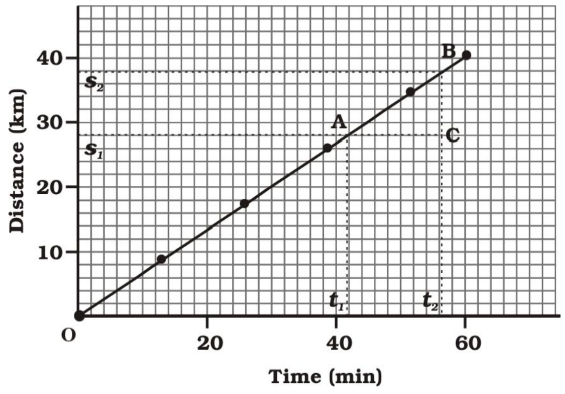


Fig. 7.3: Distance-time graph of an object moving with uniform speed

We know that when an object travels equal distances in equal intervals of time, it moves with uniform speed. This shows that the distance travelled by the object is directly proportional to time taken. Thus, for uniform speed, a graph of distance travelled against time is a straight line, as shown in Fig. 7.3. The portion OB of the graph shows that the distance is increasing at a uniform rate. Note that, you can also use the term uniform velocity in place of uniform speed if you take the magnitude of displacement equal to the distance travelled by the object along the *y*-axis.

We can use the distance-time graph to determine the speed of an object. To do so, consider a small part AB of the distance-time graph shown in Fig 7.3. Draw a line parallel to the *x*-axis from point A and another line parallel to the *y*-axis from point B. These two lines meet each other at point C to form a triangle ABC. Now, on the graph, AC denotes the time interval ($t_2 - t_1$) while BC corresponds to the distance ($s_2 - s_1$). We can see from the graph that as the object moves from the point A to B, it covers a distance ($s_2 - s_1$) in time ($t_2 - t_1$). The speed, v of the object, therefore can be represented as

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (7.4)$$

We can also plot the distance-time graph for accelerated motion. Table 7.2 shows the distance travelled by a car in a time interval of two seconds.

Table 7.2: Distance travelled by a car at regular time intervals

Time in seconds	*Distance in metres*
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

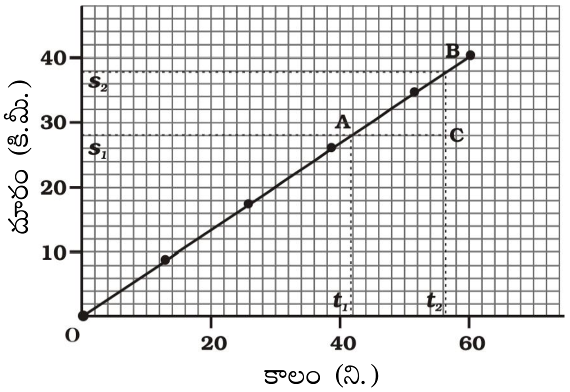
7.4 గ్రాఫ్‌ల ద్వారా చలనాన్ని వివరించటం

గ్రాఫ్‌లు వివిధ రకాల సందర్భాలు గురించి ప్రాథమిక సమాచారాన్ని అందించడానికి అనుకూలమైన పద్ధతిని అందిస్తాయి. ఉదాహరణకు, ఒకరోజు క్రికెట్ మ్యాచ్ ప్రసారంలో. నిలువు బార్ గ్రాఫ్‌లు ప్రతి ఓవర్‌లో జట్టు రన్ రేట్‌ను చూపుతాయి. మీరు గణితంలో చదువుకున్నట్లుగా, సరళ రేఖ గ్రాఫ్ రెండు చర రాశులను కలిగిన సరళ సమీకరణాన్ని పరిష్కరించడంలో సహాయపడుతుంది.

ఒక వస్తువు యొక్క చలనాన్ని వివరించడానికి, మనము రేఖా గ్రాఫ్‌లను ఉపయోగించవచ్చు, ఈ సందర్భంలో, రేఖా గ్రాఫ్‌లు దూరం లేదా వేగం వంటి భౌతిక రాశులు మరో భౌతిక రాశి అయిన కాలం పరిమాణంపై ఆధారపడటాన్ని చూపుతాయి.

7.4.1 దూరం–కాలం గ్రాఫ్‌లు

కాలంతో పాటుగా ఒక వస్తువు యొక్క స్థానంలో మార్పు దూరం–కాలం గ్రాఫ్‌లో సూచించబడుతుంది. ఈ గ్రాఫ్‌లో, కాలం *x* – అక్షం వెంట తీసుకోబడుతుంది మరియు దూరం *y* – అక్షం వెంట తీసుకోబడుతుంది, వస్తువులు సమ వేగం లేదా, అసమ వేగంతో లేదా నిశ్చలస్థితితో ప్రయాణించే వివిధ పరిస్థితులను వివరించడానికి దూర–కాలము గ్రాఫ్‌లను ఉపయోగించవచ్చు,



***పటం. 7.3**: సమవేగంతో చలించే వస్తువుకు దూరం – కాలం గ్రాఫ్*

ఒక వస్తువు సమాన సమయ వ్యవధిలో సమాన దూరం ప్రయాణించినప్పుడు, అది సమవడితో కదులుతుందని మనకు తెలుసు. దీనిని బట్టి ఒక వస్తువు కదిలే దూరము అది ప్రయాణించిన సమయానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అందువల్ల పటం 7.3 లోచూపిన విధంగా సమ వడి సందర్భంలో కాలానికి, ప్రయాణించే దూరం మధ్య గ్రాఫ్ సరళ రేఖగా ఉంటుంది. గ్రాఫ్ యొక్క OB భాగం దూరం ఒకే రేటుతో పెరుగుతోందని చూపిస్తుంది. y – అక్షం వెంట వస్తువు ప్రయాణించిన దూరానికి సమానమైన స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణాన్ని మీరు తీసుకుంటే, మీరు సమవడి స్థానంలో సమవేగం అనే పదాన్ని కూడా ఉపయోగించవచ్చని గమనించండి.

వస్తువు యొక్క వడిని నిర్ణయించడానికి మనం దూరం–కాలం గ్రాఫ్‌ని ఉపయోగించవచ్చు. అలా చేయడానికి . 7.3లో చూపిన దూరం–కాలం గ్రాఫ్‌లోని చిన్న భాగం AB ని పరిగణించండి. A బిందువు నుండి x – అక్షానికి సమాంతరంగా ఒక గీతను మరియు B బిందువు నుండి y - అక్షానికి సమాంతరంగా మరొక రేఖను గీయండి. ఈ రెండు రేఖలు ABC త్రిభుజాన్ని ఏర్పరచడానికి C బిందువు వద్ద ఒకదానికొకటి కలుస్తాయి. ఇప్పుడు, గ్రాఫ్‌లో, AC సమయ విరామాన్ని $(t_2 - t_1)$ సూచిస్తుంది, అయితే BC దూరానికి $(s_2 - s_1)$ అనుగుణంగా ఉంటుంది. వస్తువు A బిందువు నుండి B కి కదులుతున్నప్పుడు, అది సమయం $(t_2 - t_1)$ లో దూరాన్ని $(s_2 - s_1)$ ప్రయాణం చేస్తుందని గ్రాఫ్ నుండి మనం చూడవచ్చు. వస్తువు యొక్క వడి, *v* , కాబట్టి

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (7.4)$$

త్వరణ చలనం కోసం దూరము–కాలం గ్రాఫ్‌ను కూడా గీయవచ్చు. పట్టిక 7.2 రెండు సెకన్ల సమయ వ్యవధిలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని చూపుతుంది.

పట్టిక 7.2 సమాన కాల వ్యవధులలో కారు యొక్క వేగము

కాలము సెకనులలో	దూరం మీటర్లలో
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

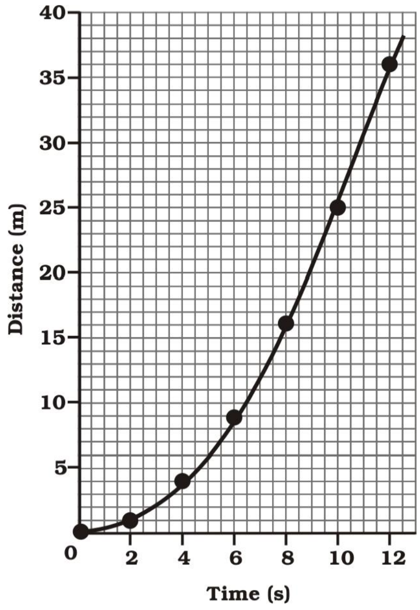


Fig. 7.4: Distance-time graph for a car moving with non-uniform speed

The distance-time graph for the motion of the car is shown in Fig. 7.4. Note that the shape of this graph is different from the earlier distance-time graph (Fig. 7.3) for uniform motion. The nature of this graph shows non-linear variation of the distance travelled by the car with time. Thus, the graph shown in Fig 7.4 represents motion with non-uniform speed.

7.4.2 VELOCITY-TIME GRAPHS

The variation in velocity with time for an object moving in a straight line can be represented by a velocity-time graph. In this graph, time is represented along the *x*-axis and the velocity

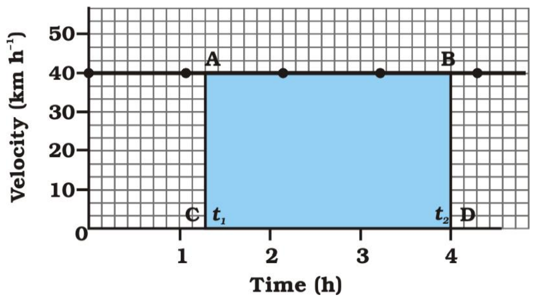


Fig. 7.5: Velocity-time graph for uniform motion of a car

is represented along the *y*-axis. If the object moves at uniform velocity, the height of its velocity-time graph will not change with time (Fig. 7.5). It will be a straight line parallel to the *x*-axis. Fig. 7.5 shows the velocity-time graph for a car moving with uniform velocity of 40 km h^{-1}.

We know that the product of velocity and time give displacement of an object moving with uniform velocity. The area enclosed by velocity-time graph and the time axis will be equal to the magnitude of the displacement.

To know the distance moved by the car between time t_1 and t_2 using Fig. 7.5, draw perpendiculars from the points corresponding to the time t_1 and t_2 on the graph. The velocity of 40 km h^{-1} is represented by the height AC or BD and the time $(t_2 - t_1)$ is represented by the length AB.

So, the distance *s* moved by the car in time $(t_2 - t_1)$ can be expressed as

s = AC × CD

= $[(40 \text{ km h}^{-1}) \times (t_2 - t_1) \text{ h}]$

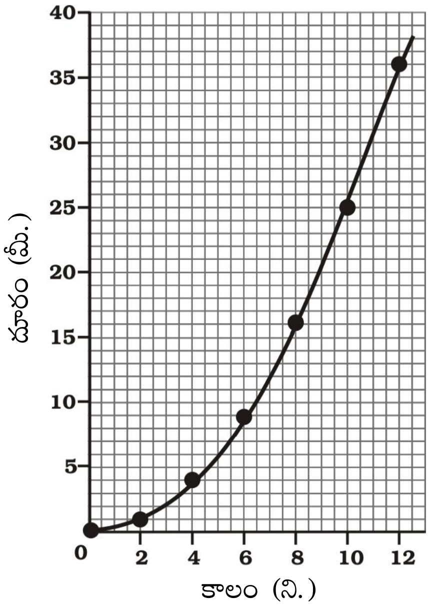
= $40 (t_2 - t_1)$ km

= area of the rectangle ABDC (shaded in Fig. 7.5).

We can also study about uniformly accelerated motion by plotting its velocity–time graph. Consider a car being driven along a straight road for testing its engine. Suppose a person sitting next to the driver records its velocity after every 5 seconds by noting the reading of the speedometer of the car. The velocity of the car, in km h^{-1} as well as in m s^{-1}, at different instants of time is shown in table 7.3.

Table 7.3: Velocity of a car at regular instants of time

Time (s)	Velocity of the car (m s^{-1})	(km h^{-1})
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

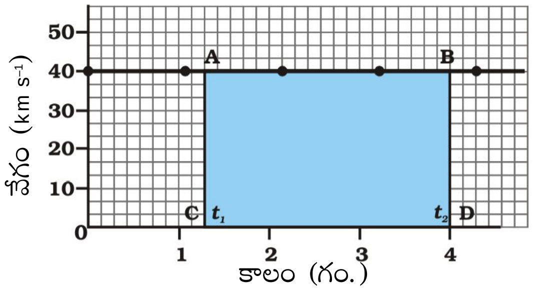


***పటం. 7.4**: దూరం – కాలం గ్రాఫ్ కారు అసమవేగంతో చలిస్తున్న సందర్భంలో*

కారు చలనానికి సంబంధించిన దూరం-కాలం గ్రాఫ్ పటం 7.4 లో చూపబడింది. ఈ గ్రాఫ్ యొక్క ఆకృతి సమచలనం కోసం మునుపటి దూరం-కాలం గ్రాఫ్ (పటం7.3) తో భిన్నంగా ఉందని గమనిస్తాము. ఈ గ్రాఫ్ యొక్క స్వభావం కాలంతో పాటు కారు ప్రయాణించే దూరం అసమాన వైవిధ్యాన్ని చూపుతుంది. అందువలన, పటం 7.4లో చూపబడిన గ్రాఫ్ అసమ వేగంతో ప్రయాణించే వస్తు చలనాన్ని సూచిస్తుంది.

7.4.2 వేగం – కాలం గ్రాఫ్‌లు

సరళ రేఖ వెంబడి కదులుతున్న వస్తువుయొక్క వేగం కాలం తోపాటు జరిగే మార్పుని వేగం-కాలం గ్రాఫ్ ద్వారా సూచించవచ్చు. ఈ గ్రాఫ్‌లో, కాలం x –అక్షం మీద మరియు వేగం y–అక్షం వెంట సూచించబడుతుంది. వస్తువు



***పటం. 7.5**: కారు సమవేగంలో చలిస్తున్నపుడు వేగం-కాలం గ్రాఫ్*

సమ వేగంతో కదులుతున్నట్లయితే, దాని వేగం-కాలం గ్రాఫ్ యొక్క ఎత్తు కాలంతో పాటు మారదు (పటం 7.5). ఇది x – అక్షానికి సమాంతరంగా సరళ రేఖగా ఉంటుంది. కారు 40 కి. మీ. గం$^{-1}$ సమ వేగంతో కదులుతున్నదనీ వేగం – కాలం గ్రాఫ్ పటం (7. 5) లో చూపుతుంది

వేగం మరియు కాలం యొక్క లబ్దము సమవేగంతో కదులుతున్న వస్తువు యొక్క స్థానభ్రంశం ఇస్తుందని మనకు తెలుసు. వేగం – కాలం గ్రాఫ్ మరియు కాలం అక్షం ద్వారా ఏర్పడిన ప్రదేశం యొక్క వైశాల్యం స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణానికి సమానంగా ఉంటుంది.

t_1 మరియు t_2 మధ్య కాలంలో కారు కదిలే దూరాన్ని తెలుసుకోవడానికి. 7.5, గ్రాఫ్‌లో t_1 మరియు t_2 సమయానికి సంబంధించిన బిందువులనుండి లంబాలను గీయండి. ఎత్తు AC లేదా BD ద్వారా వేగం 40 కి.మీ/గం మరియు కాలం $(t_2 - t_1)$, పొడవు AB ద్వారా సూచించబడుతుంది

కాబట్టి, $(t_2 - t_1)$ కాలంలో కారు ప్రయాణించిన దూరం

s = AC × CD

= [(40 కి. మీ. గం.$^{-1}$) × $(t_2 - t_1)$ గం.]

= 40 $(t_2 - t_1)$ కి. మీ.

= దీర్ఘచతురస్రం ABDC వైశాల్యం (పటం. 7.5 లో షేడ్ చేయబడింది).

మనం సమ త్వరణం యొక్క వేగం-గ్రాఫ్‌ను గీయడం ద్వారా చలనం గురించి కూడా అధ్యయనం చేయవచ్చు. కారు ఇంజిన్‌ను పరీక్షించడం కోసం సరళమైన రహదారిలో నడపడాన్ని పరిగణించండి. డ్రైవర్ పక్కన కూర్చున్న వ్యక్తి ప్రతి 5 సెకన్ల తర్వాత కారు స్పీడోమీటర్ రీడింగ్‌ని గమనించడం ద్వారా దాని వేగాన్ని నమోదు చేశాడనుకుందాం. కారు వేగం , కి.మీ /గం లో అలాగే మీ/సెలో, వివిధ సమయాలలో పట్టిక 7..3 లో చూపబడింది.

పట్టిక 7.3: సమాన కాలవ్యవధులలో కారు యొక్క వేగం

కాలం (సె.)	వేగం (మీ/సె)	వేగం (మీ/గం)
0	0	0
5	2.5	9
10	5.0	18
15	7.5	27
20	10.0	36
25	12.5	45
30	15.0	54

In this case, the velocity-time graph for the motion of the car is shown in Fig. 7.6. The nature of the graph shows that velocity changes by equal amounts in equal intervals of time. Thus, for all uniformly accelerated motion, the velocity-time graph is a straight line.

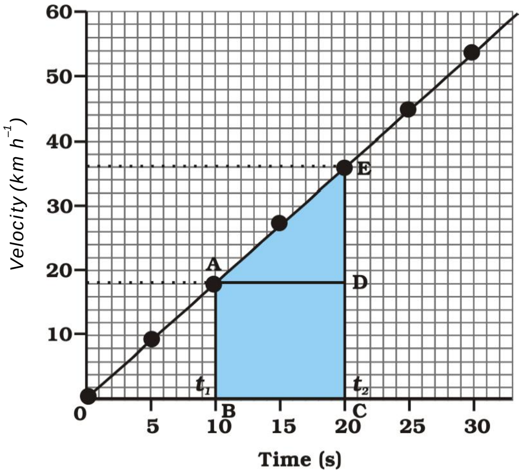


Fig. 7.6: Velocity-time graph for a car moving with uniform accelerations.

You can also determine the distance moved by the car from its velocity-time graph. The area under the velocity-time graph gives the distance (magnitude of displacement) moved by the car in a given interval of time. If the car would have been moving with uniform velocity, the distance travelled by it would be represented by the area ABCD under the graph (Fig. 7.6). Since the magnitude of the velocity of the car is changing due to acceleration, the distance *s* travelled by the car will be given by the area ABCDE under the velocity-time graph (Fig. 7.6).

That is,

s = area ABCDE

= area of the rectangle ABCD + area of the triangle ADE

$$= AB \times BC + \frac{1}{2}(AD \times DE)$$

In the case of non-uniformly accelerated motion, velocity-time graphs can have any shape.

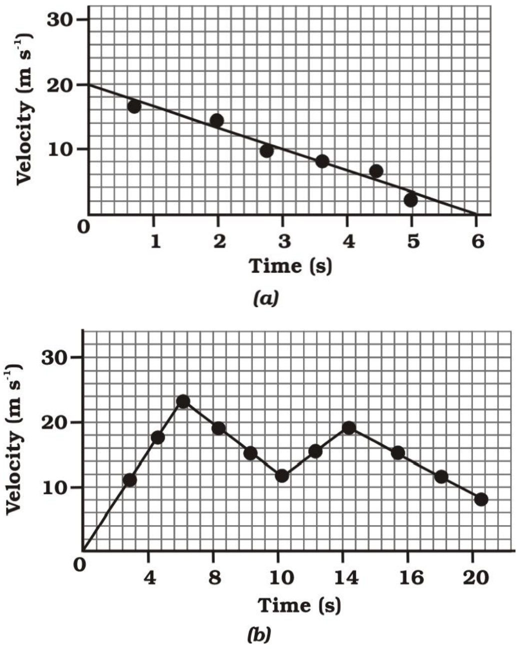


Fig. 7.7: Velocity-time graphs of an object in non-uniformly accelerated motion.

Fig. 7.7(a) shows a velocity-time graph that represents the motion of an object whose velocity is decreasing with time while Fig. 7.7 (b) shows the velocity-time graph representing the non-uniform variation of velocity of the object with time. Try to interpret these graphs.

Activity _______________ 7.9

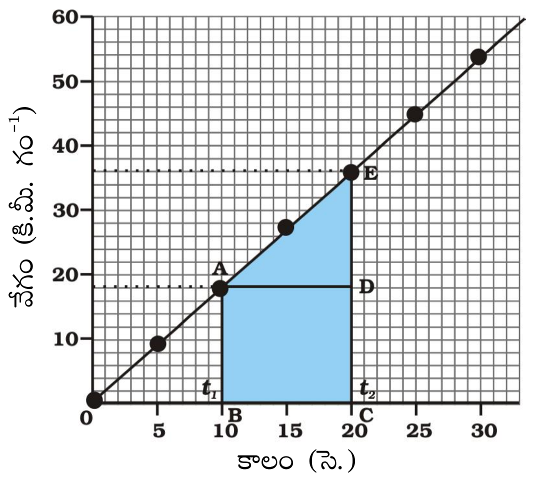
- The times of arrival and departure of a train at three stations A, B and C and the distance of stations B and C from station A are given in Table 7.4.

Table 7.4: Distances of stations B and C from A and times of arrival and departure of the train

Station	*Distance from A (km)*	*Time of arrival (hours)*	*Time of departure (hours)*
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- Plot and interpret the distance-time graph for the train assuming that its motion between any two stations is uniform.

ఈ సందర్భంలో, కారు యొక్క చలనం వేగం – కాలం గ్రాఫ్ పటం 7.6లో చూపబడింది. గ్రాఫ్ యొక్క స్వభావం బట్టి వేగము సమాన కాల వ్యవధిలో సమాన పరిమాణంలో మారుతున్నదని తెలుస్తుంది. అందువలన, అన్ని సమత్వరణ చలనాలకు వేగం – కాలం గ్రాఫ్ ఒక సరళ రేఖ.



పటం. 7.6: *కారు సమ త్వరణంతో చలిస్తున్నపుడు వేగం – కాలం గ్రాఫ్*

వేగం-కాలం గ్రాఫ్ నుండి కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని కూడా మనం కనుక్కోవచ్చు. వేగం-కాలం గ్రాఫ్ కింద ఉన్న ప్రాంతం, నిర్దిష్ట కాల వ్యవధిలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని (స్థానభ్రంశం యొక్క పరిమాణం) ఇస్తుంది. కారు సమవేగంతో కదులుతున్నట్లయితే, అది ప్రయాణించిన దూరం గ్రాఫ్ కింద ఉన్న ABCD ప్రాంతం ద్వారా సూచించబడుతుంది (పటం. 7.6). త్వరణంవలన కారు యొక్క వేగము మారుతున్నందున, కారు ప్రయాణించే దూరం వేగం-కాలం గ్రాఫ్ (పటం7.6) ల ABCDE వైశాల్యం ద్వారా గణించవచ్చు.

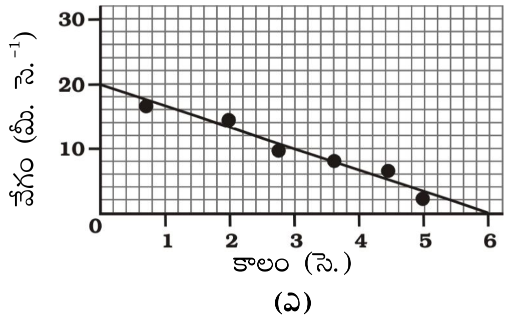
అంటే,

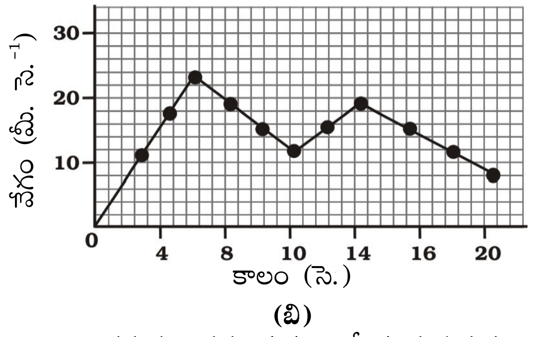
S = ABCDE వైశాల్యం

= దీర్ఘచతురస్రం యొక్క ప్రాంతం ABCD + ADE త్రిభుజం వైశాల్యం

$$= AB \times BC + \frac{1}{2}(AD \times DE)$$

అసమ త్వరణ చలనం విషయంలో. వేగం-కాలం గ్రాఫ్‌లు ఏదైనా ఆకారాన్ని కలిగి ఉంటాయి.





పటం. 7.7: *వస్తువు అసమ త్వరణంతో చలిస్తున్నపుడు వేగం – కాలం గ్రాఫ్*

పటం7.7(ఎ) కాలంతో పాటు వస్తువు యొక్కవేగం తగ్గుతున్న చలనాన్నీ సూచించే వేగం -కాలంగ్రాఫ్ పటం. 7.7 (బి)వస్తువు యొక్క వేగం కాలంతో పాటు అసమానంగా మారాడాన్ని సూచించే వేగం – కాలం గ్రాఫ్. ఈ గ్రాఫ్‌లను అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నించండి.

కృత్యం ------------------ 7.9

- A, B మరియు C మూడు స్టేషన్లలో రైలు రాక మరియు బయలుదేరే సమయాలు మరియు స్టేషన్ A నుండి B మరియు C స్టేషన్ల దూరం పట్టిక 7.4లో ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక 7.4: *A నుండి B మరియు C స్టేషన్ల దూరాలు మరియు రైలు రాక మరియు బయలుదేరే సమయాలు*

స్టేషన్	A నుండి దూరం (కి.మీ.)	రాక సమయం (గం.)	నిష్క్రమణ సమయం (గం.)
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

- రెండు స్టేషన్ల మధ్య రైలుబండి చలనం ఏకరీతిగా ఉందనుకొని దాని చలనానికి దూరం-కాలం గీసి వ్యాఖ్యానించండి.

Activity _______________ *7.10*

- Feroz and his sister Sania go to school on their bicycles. Both of them start at the same time from their home but take different times to reach the school although they follow the same route. Table 7.5 shows the distance travelled by them in different times

Table 7.5: Distance covered by Feroz and Sania at different times on their bicycles

Time	*Distance travelled by Feroz (km)*	*Distance travelled by Sania (km)*
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

- Plot the distance-time graph for their motions on the same scale and interpret.

Questions

1. *What is the nature of the distance-time graphs for uniform and non-uniform motion of an object?*
2. *What can you say about the motion of an object whose distance-time graph is a straight line parallel to the time axis?*
3. *What can you say about the motion of an object if its speed-time graph is a straight line parallel to the time axis?*
4. *What is the quantity which is measured by the area occupied below the velocity-time graph?*

7.5 Equations of Motion

When an object moves along a straight line with uniform acceleration, it is possible to relate its velocity, acceleration during motion and the distance covered by it in a certain time interval by a set of equations known as the equations of motion. For convenience, a set of three such equations are given below:

$$v = u + at \quad (7.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \quad (7.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \quad (7.7)$$

where u is the initial velocity of the object which moves with uniform acceleration a for time t, v is the final velocity, and s is the distance travelled by the object in time t. Eq. (7.5) describes the velocity-time relation and Eq. (7.6) represents the position-time relation. Eq. (7.7), which represents the relation between the position and the velocity, can be obtained from Eqs. (7.5) and (7.6) by eliminating t. These three equations can be derived by graphical method.

Example 7.5 A train starting from rest attains a velocity of 72 km h^{-1} in 5 minutes. Assuming that the acceleration is uniform, find (i) the acceleration and (ii) the distance travelled by the train for attaining this velocity.

Solution:

We have been given
$u = 0$; $v = 72$ km h^{-1} = 20 m s^{-1} and
t = 5 minutes = 300 s.

(i) From Eq. (7.5) we know that

$$a = \frac{(v - u)}{t}$$

$$= \frac{20 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{300 \text{ s}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ m s}^{-2}$$

కృత్యం 7.10

- ఫిరోజ్ మరియు అతని సోదరి సానియా తమ సైకిళ్లపై పాఠశాలకు వెళతారు. ఇద్దరూ తమ ఇంటి నుండి ఒకే సమయంలో బయలుదేరుతారు. అయితే వారు ఒకే మార్గాన్ని అనుసరిస్తున్నప్పటికీ పాఠశాలకు చేరుకోవడానికి వేర్వేరు సమయాలను తీసుకుంటారు. పట్టిక 7.5 వివిధ సమయాల్లో వారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని చూపుతుంది.

పట్టిక 7.5: వివిధ కాలాలలో ఫిరోజ్ మరియు సానియా సైకిల్ మీద ప్రయాణించిన దూరం

కాలం	ఫిరోజ్ ప్రయాణించిన దూరం (కి.మీ.)	సానియా ప్రయాణించిన దూరం (కి.మీ.)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.0	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	–	3.6

- అదే స్కేల్‌లో వాటి చలనం కోసం దూరం-కాలం గ్రాఫ్‌ను గీయండి. విశ్లేషించండి.

ప్రశ్నలు

1. ఒక వస్తువు యొక్క సమ చలనం మరియు అసమ చలనం లను సూచించే దూరం-కాలం గ్రాఫ్‌ల స్వభావం ఏమిటి?

2. దూరం-కాలం గ్రాఫ్ లోఒక వస్తువు యొక్క చలనం, కాలం అక్షానికి సమాంతరంగా సరళ రేఖలా ఉంటే వస్తువు యొక్క చలనం గురించి మీరు ఏమి చెప్పగలరు?

3. వేగం-కాలం గ్రాఫ్ లో ఒక వస్తువు యొక్క చలనం కాలం అక్షానికి సమాంతరంగా సరళ రేఖలా ఉంటే దాని చలనం గురించి మీరు ఏమి చెప్పగలరు?

4. వేగం-కాలం గ్రాఫ్ దిగువన ఆక్రమించబడిన ప్రదేశ వైశాల్యం ద్వారా కొలవబడే భౌతిక రాశి ఏది?

7.5 చలన సమీకరణాలు

చలన సమీకరణాలు అని పిలువబడే సమీకరణాల సమితి ద్వారా ఒక వస్తువు సమ త్వరణంతో సరళ రేఖ వెంట కదులుతున్నప్పుడు, దాని వేగం, చలన సమయంలో త్వరణం మరియు నిర్దిష్ట కాల వ్యవధిలో అది ప్రయాణించిన దూరాన్ని వివరించడం సాధ్యమతుంది. సౌలభ్యం కోసం, అటువంటి మూడు సమీకరణాల సమితి క్రింద ఇవ్వబడింది:

$$v = u + at \quad (7.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \quad (7.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \quad (7.7)$$

ఇక్కడ u అనేది వస్తువు యొక్క తొలి వేగం, ఇది t సమయంలో సమత్వరణంతో కదులుతుంది. v అనేది తుది వేగం, మరియు s అనేది వస్తువు t కాలంలో ప్రయాణించే దూరం. సమీకరణం(7.5) వేగం-కాలం సంబంధాన్ని వివరిస్తుంది మరియు సమీకరణం (7.6) స్థానం-కాలం సంబంధాన్ని సూచిస్తుంది. స్థానం మరియు వేగం మధ్య సంబంధాన్ని సూచించే సమీకరణం(7.7) ను, (7.5) మరియు (7.6) సమీకరణాలలో t ని తొలగించడం ద్వారా పొందవచ్చు. ఈ మూడు సమీకరణాలను గ్రాఫికల్ పద్ధతి ద్వారా పొందవచ్చు.

ఉదాహరణ 7.5 నిశ్చల స్థితి నుండి బయలుదేరిన రైలు 5 నిమిషాలలో 72 కి.మీ.గం.$^{-1}$ వేగాన్ని అందుకుంటుంది. త్వరణం ఏకరీతిగా ఉందని భావించి, (i) త్వరణం మరియు (ii) దీనిని సాధించడానికి రైలు ప్రయాణించిన దూరాన్ని కనుగొనండి.

సాధన:

$u = 0$, $v = 72$ కి.మీ.గం$^{-1}$ = 20 మీ.సె.$^{-1}$ మరియు

$t = 5$ నిమిషాలు = 300 సె. అని ఇవ్వబడినది

(i) సమీకరణం. (7.5) నుండి $a = \dfrac{(v-u)}{t}$ అని మనకు తెలుసు

$$= \frac{20 \text{ మీ./సె.} - 0 \text{ మీ./సె.}}{300 \text{ సె.}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ మీ./సె.}^2$$

(ii) From Eq. (7.7) we have

$2\,a\,s = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

Thus,

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times (1/15) \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 3000 \text{ m}$$

$$= 3 \text{ km}$$

The acceleration of the train is $\frac{1}{15}$ m s^{-2} and the distance travelled is 3 km.

Example 7.6 A car accelerates uniformly from 18 km h^{-1} to 36 km h^{-1} in 5 s. Calculate (i) the acceleration and (ii) the distance covered by the car in that time.

Solution:

We are given that

u = 18 km h^{-1} = 5 m s^{-1}

v = 36 km h^{-1} = 10 m s^{-1} and

t = 5 s .

(i) From Eq. (7.5) we have

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ m s}^{-1} - 5 \text{ m s}^{-1}}{5 \text{ s}}$$

$$= 1 \text{ m s}^{-2}$$

(ii) From Eq. (7.6) we have

$$s = u\,t + \frac{1}{2} a\,t^2$$

$$= 5 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1 \text{ m s}^{-2} \times (5 \text{ s})^2$$

$$= 25 \text{ m} + 12.5 \text{ m}$$

$$= 37.5 \text{ m}$$

The acceleration of the car is 1 m s^{-2} and the distance covered is 37.5 m.

Example 7.7 The brakes applied to a car produce an acceleration of 6 m s^{-2} in the opposite direction to the motion. If the car takes 2 s to stop after the application of brakes, calculate the distance it travels during this time.

Solution:

We have been given

$a = -6$ m s^{-2} ; $t = 2$ s and $v = 0$ m s^{-1}.

From Eq. (7.5) we know that

$v = u + at$

$0 = u + (-6 \text{ m s}^{-2}) \times 2 \text{ s}$

or $u = 12 \text{ m s}^{-1}$.

From Eq. (7.6) we get

$$s = u\,t + \frac{1}{2} a\,t^2$$

$$= (12 \text{ m s}^{-1}) \times (2 \text{ s}) + \frac{1}{2} (-6 \text{ m s}^{-2}) (2 \text{ s})^2$$

$$= 24 \text{ m} - 12 \text{ m}$$

$$= 12 \text{ m}$$

Thus, the car will move 12 m before it stops after the application of brakes. Can you now appreciate why drivers are cautioned to maintain some distance between vehicles while travelling on the road?

Questions

1. *A bus starting from rest moves with a uniform acceleration of 0.1* m s^{-2} *for 2 minutes. Find (a) the speed acquired, (b) the distance travelled.*
2. *A train is travelling at a speed of 90* km h^{-1}*. Brakes are applied so as to produce a uniform acceleration of – 0.5* m s^{-2}*. Find how far the train will go before it is brought to rest.*
3. *A trolley, while going down an inclined plane, has an acceleration of 2* cm s^{-2}*. What will be its velocity 3 s after the start?*

(ii) సమీకరణము (7.7) నుండి

$2as = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

అందువలన

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20 \text{ మీ./సె.})^2}{2(1/15)\text{మీ./సె.}^2}$$

= 3000 మీ.

= 3 కి.మీ.

రైలు త్వరణం $\frac{1}{15}$ మీ.సె.$^{-2}$ మరియు అది ప్రయాణించిన దూరం 3 కి.మీ.

ఉదాహరణ 7.6 సమ త్వరణముతో ప్రయాణిస్తున్న ఒక కారు యొక్క వేగం 5 సెకన్లలో 18 కి.మీ.గం.$^{-1}$ నుండి 36 కి.మీ.గం.$^{-1}$. గా మారింది. అయితే కారు యొక్క (i) త్వరణం మరియు (ii) ఆ సమయంలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని లెక్కించండి.

సాధన:

మనకు

u = 18 కి.మీ.గం.$^{-1}$ = 5 మీ.సె.$^{-1}$

v = 36 కి.మీ.గం.$^{-1}$ = 10 మీ.సె.$^{-1}$ అని ఇవ్వబడింది.

t = 5 సె.

(i) సమీకరణం (7.5) నుండి

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ మీ./సె.} - 5 \text{మీ./సె.}}{5 \text{ సె.}}$$

= 1మీ/సె^{2}

(ii) సమీకరణము(7.6) నుండి

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 \text{ మీ/సె} \times 5\text{సె} + \frac{1}{2} \times 1\text{మీ/సె}^2 \times (5 \text{ సె})^2$$

= 25 మీ + 12.5మీ

= 37.5 మీ

కారు త్వరణం 1 మీ.సె.$^{-2}$ మరియు దూరం 37.5 మీ.

ఉదాహరణ 7.7 కారు చలనానికి వ్యతిరేక దిశలో బ్రేక్‌లు వేసిన తర్వాత కారు 6 మీ.సె.$^{-2}$ ఋణత్వరణంతో ప్రయాణించి ఆగిపోవడానికి 2 సెకన్లు తీసుకుంటే, ఈ సమయంలో అది ప్రయాణించే దూరాన్ని లెక్కించండి.

సాధన:

a = – 6 మీ.సె.$^{-2}$; t = 2 సె మరియు v = 0 మీ.సె.$^{-1}$

సమీకరణం (7.5) నుంచి

$v = u + at$

0 = – 6 మీ.సె.$^{-2}$; t = 2 సె.

లేదా u = 12 మీ.సె.$^{-1}$

సమీకరణం (7.6) నుండి

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= (12 \text{ మీ.సె.}^{-1}) \times (2 \text{ సె}) + \frac{1}{2}(-6 \text{ మీ.సె.}^{-2})(2 \text{ సె})^2$$

= 24 మీ. – 12 మీ.

= 12 మీ.

ఈ విధంగా, బ్రేక్‌లు వేసిన తర్వాత ఆగిపోయే ముందు కారు 12 మీటర్లు కదులుతుంది. రోడ్డు మీద ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు వాహనాల మధ్య కొంత దూరం ఉండాలి అని డ్రైవర్లను ఎందుకు హెచ్చరిస్తారో మీరు ఇప్పుడు అభినందించగలరా?

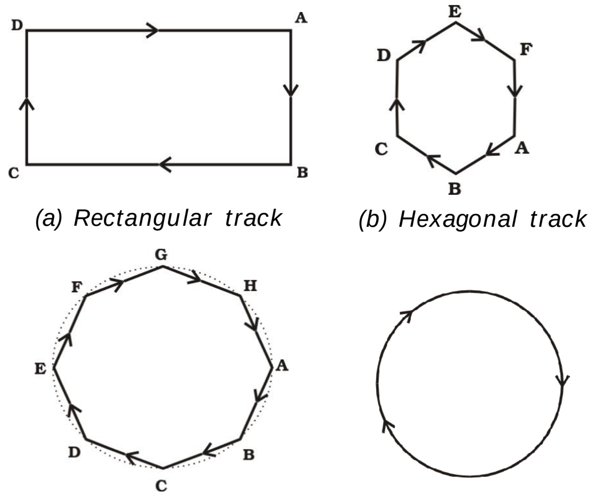
ప్రశ్నలు

1. *నిశ్చలస్థితి నుండి బయలుదేరిన బస్సు 0.1 మీ.సె.$^{-2}$ సమత్వరణంతో 2 నిమిషాలు ప్రయాణించిన తరువాత బస్సు (ఎ)వేగం (బి) ప్రయాణించిన దూరం కనుగొనండి.*
2. *ఒక రైలు గంటకు90కి.మీ వేగంతో ప్రయాణిస్తోంది. –0.5మీ. సె.$^{-2}$ ఏకరీతి త్వరణాన్ని ఉత్పత్తి చేయడానికి బ్రేకులు వేయబడ్డాయి. రైలు నిశ్చలస్థితికి రావడానికి ముందు ఎంత దూరం వెళ్తుందో కనుగొనండి.*
3. *ఒక ట్రాలీ వాలుతలం పై వెళ్ళేటప్పుడు దాని త్వరణము 2సె.మీ. సె.$^{-2}$ అయితే అది బయలు దేరిన 3 సెకనుల తరువాత దాని వేగము ఎంత?*

4. *A racing car has a uniform acceleration of 4 m s^{-2}. What distance will it cover in 10 s after start?*
5. *A stone is thrown in a vertically upward direction with a velocity of 5 m s^{-1}. If the acceleration of the stone during its motion is 10 m s^{-2} in the downward direction, what will be the height attained by the stone and how much time will it take to reach there?*

7.6 Uniform Circular Motion

When the velocity of an object changes, we say that the object is accelerating. The change in the velocity could be due to change in its magnitude or the direction of the motion or both. Can you think of an example when an object does not change its magnitude of velocity but only its direction of motion?



(a) Rectangular track *(b) Hexagonal track*

(c) Octagonal shaped track *(d) A circular track*

Fig. 7.8: The motion of an athlete along closed tracks of different shapes.

Let us consider an example of the motion of a body along a closed path. Fig 8.9 (a) shows the path of an athlete along a rectangular track ABCD. Let us assume that the athlete runs at a uniform speed on the straight parts AB, BC, CD and DA of the track. In order to keep himself on track, he quickly changes his speed at the corners. How many times will the athlete have to change his direction of motion, while he completes one round? It is clear that to move in a rectangular track once, he has to change his direction of motion four times.

Now, suppose instead of a rectangular track, the athlete is running along a hexagonal shaped path ABCDEF, as shown in Fig. 7.8(b). In this situation, the athlete will have to change his direction six times while he completes one round. What if the track was not a hexagon but a regular octagon, with eight equal sides as shown by ABCDEFGH in Fig. 7.8(c)? It is observed that as the number of sides of the track increases the athelete has to take turns more and more often. What would happen to the shape of the track as we go on increasing the number of sides indefinitely? If you do this you will notice that the shape of the track approaches the shape of a circle and the length of each of the sides will decrease to a point. If the athlete moves with a velocity of constant magnitude along the circular path, the only change in his velocity is due to the change in the direction of motion. The motion of the athlete moving along a circular path is, therefore, an example of an accelerated motion.

We know that the circumference of a circle of radius r is given by $2\pi r$. If the athlete takes t seconds to go once around the circular path of radius r, the speed v is given by

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (7.8)$$

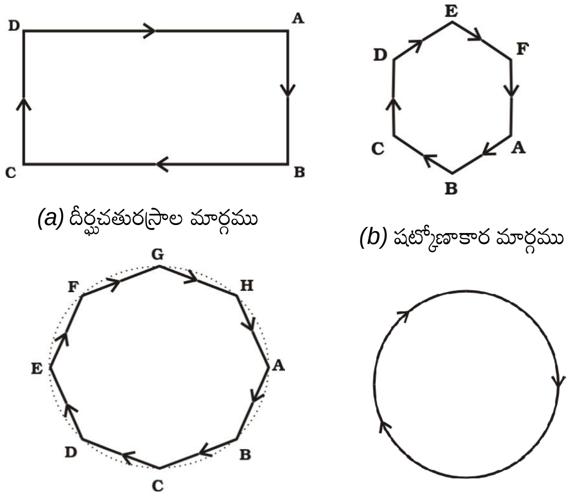
When an object moves in a circular path with uniform speed, its motion is called uniform circular motion.

4. ఒక రేసింగ్ కారు 4 మీ. సె. $^{-2}$ సమత్వరణాన్ని కలిగి ఉంటుంది, అది 10 సెకన్లలో ఎంత దూరం ప్రయాణిస్తుంది?

5. ఒకరాయి 5 మీ. సె. $^{-1}$ వేగంతో నిలువుగా పైకి విసరబడినది. రాయి కదలిక సమయంలో దాని త్వరణం క్రింది దిశలో 10 మీ. సె. $^{-2}$ ఉంటే, రాయి ఎంత ఎత్తుకి చేరుతుంది, మరియు అక్కడికి చేరుకోవడానికి ఎంత సమయం పడుతుంది?

7.6 సమ వృత్తకార చలనం

ఒక వస్తువు యొక్క వేగం మారినప్పుడు, ఆ వస్తువు త్వరణము లో ఉందని మనం అంటాము. వేగంలో మార్పు దాని పరిమాణంలో మార్పు లేదా కదలిక దిశ లేదా రెండింటి వల్ల కావచ్చు. ఒక వస్తువు దాని వేగం యొక్క పరిమాణాన్ని మార్చకుండా దాని కదలిక దిశను మాత్రమే మార్చిన సందర్భంకు మీరు ఒక ఉదాహరణను ఆలోచించగలరా?



(a) దీర్ఘచతురస్రాల మార్గము

(b) షట్కోణాకార మార్గము

(c) అష్టభుజ ఆకార మార్గము

(d) వృత్తాకార మార్గము

పటం. 7.8: *క్రీడాకారుడు చలించే వివిధ రకాల సంవృత మార్గాలు*

మూసి ఉన్న మార్గంలో వస్తువు యొక్క చలనం ఉదాహరణగా పరిశీలిద్దాం. పటం 7.9 (ఏ) దీర్ఘచతురస్రాకార మార్గం ABCD వెంట క్రీడాకారుల యొక్క చలనాన్ని చూపుతుంది. క్రీడాకారుడు AB, BC, CD మరియు DA వరుస భాగాలపై ఏకరీతి వేగంతో పరిగెత్తాడని అనుకుందాం. తనను తాను ఆ మార్గంలో ఉంచుకోవడానికి, అతను మూలల వద్ద తన వేగాన్ని త్వరగా మారుస్తాడు. క్రీడాకారుడు ఒక రౌండ్‌ను పూర్తి చేస్తున్నప్పుడు, అతని కదలిక దిశను ఎన్నిసార్లు మార్చుకోవాలి? ఒకసారి దీర్ఘ చతురస్రాకార మార్గంలో కదలాలంటే, అతను తన కదలిక దిశను నాలుగుసార్లు మార్చవలసి ఉంటుందని స్పష్టంగా తెలుస్తుంది.

ఇప్పుడు, దీర్ఘ చతురస్రాకారమార్గంకు బదులుగా క్రీడాకారుడు పటం. 7.8(బి) లో చూపిన విధంగా ABCDEF షట్కోణ ఆకారపు మార్గంలో నడుస్తున్నాడు. ఈ పరిస్థితిలో అథ్లెట్ ఒక రౌండ్ పూర్తి చేస్తున్నప్పుడు అతని దిశను ఆరు సార్లు మార్చవలసి ఉంటుంది. షడ్భుజి కాకుండా పటం 7.8 (సి) లో చూపిన విధంగా ABCDEFGH ఎనిమిది సమాన భుజాలతో సాధారణ అష్టభుజి అయితే ఎలా ఉంటుంది? ట్రాక్ భుజాల సంఖ్య పెరిగేకొద్దీ అథ్లెట్ తరచూ మలుపులు తీసుకోవాల్సి ఉంటుందని గమనించవచ్చు. ఈ విధంగా నిరవధికంగా భుజాల సంఖ్యను పెంచుతున్నప్పుడు ట్రాక్ ఆకృతి ఎలా మారుతుంది? మీరు ఇలా చేస్తే, ట్రాక్ ఆకారం ఒక వృత్తం ఆకారాన్ని చేరుకోవడం మరియు ప్రతి భుజం పొడవు ఒక బిందువుకు తగ్గుతుందని మీరు గమనించవచ్చు. అథ్లెట్ వృత్తాకార మార్గంలో స్థిర పరిమాణం గల వేగంతో కదులుతున్నట్లయితే. అతని వేగంలో మార్పు కదలిక దిశలో మార్పు కారణంగా ఉంటుంది. పటం 7.9 (డి) వృత్తాకార మార్గంలో కదులుతున్న అథ్లెట్ యొక్క చలనం త్వరణ చలనానికి ఉదాహరణ.

r వ్యాసార్థం గల వృత్తము చుట్టుకొలత $2\pi r$ అని మనకు తెలుసు. క్రీడాకారుడు r వ్యాసార్థం గల వృత్తాకార మార్గం చుట్టూ ఒకసారి వెళ్ళడానికి t సెకన్లు తీసుకుంటే అతని వడి v గా ఇవ్వబడింది.

$$v = \frac{2\pi r}{t} \quad (7.8)$$

ఒక వస్తువు ఏక రీతి వడితో వృత్తాకార మార్గంలో కదిలినప్పుడు, ఆ చలనాన్ని సమ వృత్తాకార చలనం అని అంటాము.

Activity 7.11

- Take a piece of thread and tie a small piece of stone at one of its ends. Move the stone to describe a circular path with constant speed by holding the thread at the other end, as shown in Fig. 7.9.

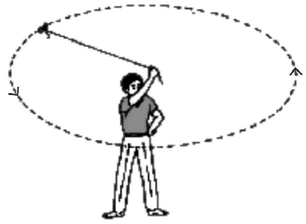


Fig. 7.9: A stone describing a circular path with a velocity of constant magnitude.

- Now, let the stone go by releasing the thread.
- Can you tell the direction in which the stone moves after it is released?
- By repeating the activity for a few times and releasing the stone at different positions of the circular path, check whether the direction in which the stone moves remains the same or not.

If you carefully note, on being released the stone moves along a straight line tangential to the circular path. This is because once the stone is released, it continues to move along the direction it has been moving at that instant. This shows that the direction of motion changed at every point when the stone was moving along the circular path.

When an athlete throws a hammer or a discus in a sports meet, he/she holds the hammer or the discus in his/her hand and gives it a circular motion by rotating his/her own body. Once released in the desired direction, the hammer or discus moves in the direction in which it was moving at the time it was released, just like the piece of stone in the activity described above. There are many more familiar examples of objects moving under uniform circular motion, such as the motion of the moon and the earth, a satellite in a circular orbit around the earth, a cyclist on a circular track at constant speed and so on.

What you have learnt

- Motion is a change of position; it can be described in terms of the distance moved or the displacement.
- The motion of an object could be uniform or non-uniform depending on whether its velocity is constant or changing.
- The speed of an object is the distance covered per unit time, and velocity is the displacement per unit time.
- The acceleration of an object is the change in velocity per unit time.
- Uniform and non-uniform motions of objects can be shown through graphs.
- The motion of an object moving at uniform acceleration can be described with the help of the following equations, namely

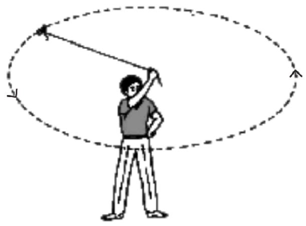
$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$2as = v^2 - u^2$$

కృత్యం -------------------- 7.11

- దారపు ముక్కను తీసుకుని, దాని చివరలో ఒక చిన్న రాయిని కట్టాలి. దారం మరొక చివరకు పట్టుకొని పటం 7.9 లో చూపిన విధంగా, రాయిని స్థిరమైన వడితో వృత్తాకార మార్గము లో తిప్పండి..



***పటం 7.9:** స్థిరమైన పరిమాణంగల వేగంతో వృత్తాకార మార్గాన్ని ఏర్పరిచే రాయి.*

- ఇప్పుడు, దారంను వదలడం ద్వారా రాయిని వెళ్లనివ్వండి.
- రాయి విడుదలైన తరువాత ఏ దిశలో కదులుతుందో మీరు చెప్పగలరా?
- కొన్ని సార్లు కృత్యమును పునరావృతం చేసి మరియు వృత్తాకార మార్గం యొక్క వివిధ స్థానాల్లో రాయిని విడుదల చేయడం ద్వారా, రాయి కదిలే దిశ అలాగే ఉందో లేదో తనిఖీ చేయండి.

మీరు జాగ్రత్తగా గమనిస్తే, విడుదలైన తర్వాత రాయి వృత్తాకార మార్గానికి స్పర్శరేఖ వెంట కదులుతుంది. ఎందుకంటే రాయిని విడుదల చేసిన తర్వాత, అది ఆ క్షణంలో కదులుతున్న దిశలో కదులుతూనే ఉంటుంది. వృత్తాకార మార్గంలో రాయి కదులుతున్నప్పుడు ప్రతి బిందువులోనూ కదలిక దిశ మారిందని ఇది తెలియజేస్తుంది.

క్రీడాకారుడు క్రీడా సమావేశంలో సుత్తి లేదా డిస్కస్‌ని విసిరినప్పుడు, అతను/ఆమె తన చేతిలో సుత్తి లేదా డిస్కస్‌ని పట్టుకుని, తన శరీరాన్ని తిప్పడం ద్వారా వృత్తాకార చలనంను అందిస్తారు. ఒకసారి కోరుకున్న దిశలో విడుదల చేసిన తర్వాత, సుత్తి లేదా డిస్కస్ పైన వివరించిన కృత్యంలోని రాయి ముక్క వలె, అది విడుదల చేయబడిన సమయంలో కదులుతున్న దిశలోనే కదులుతుంది. చంద్రుడు, భూమి యొక్క చలనం, భూమి చుట్టూ వృత్తాకార కక్ష్యలో ఉన్న ఉపగ్రహం, స్థిరమైన వేగంతో వృత్తాకార తలంపై సైక్లిస్ట్ మొదలైనవి సమ వృత్తాకార చలనంలో కదిలే వస్తువులకు చిరపరిచితమైన ఉదాహరణలు.

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- చలనం అనేది స్థానం యొక్క మార్పు: దీనిని దూరం లేదా స్థానభ్రంశం పరంగా వర్ణించవచ్చు.
- ఒక వస్తువు సమ చలనంలో ఉందా లేదా అసమ చలనంలో ఉందా అనేది దాని వేగం స్థిరంగా ఉందా లేదా మారుతుందా అనే దానిపై ఆధారపడి ఉంటుంది.
- ఏకాంక కాలంలో వస్తువు ప్రయాణించిన దూరాన్ని వడి అని, ఏకాంక కాలంలో వస్తువు ప్రయాణించిన స్థానభ్రంశం ను వేగం అని అంటాం.
- ఏకాంక కాలంలో వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పే వస్తువు యొక్క త్వరణం.
- వస్తువుల యొక్క సమ చలనం లేదా అసమ చలనమును గ్రాఫ్‌ల ద్వారా చూపవచ్చు.
- సమత్వరణంతో కదిలే వస్తువు యొక్క చలనంను ఈ కింది సమీకరణాల సహాయంతో వివరించవచ్చును. అవి

$$v = u + at$$
$$s = ut + \frac{1}{2} at^2$$
$$2as = v^2 - u^2$$

where u is initial velocity of the object, which moves with uniform acceleration a for time t, v is its final velocity and s is the distance it travelled in time t.

- If an object moves in a circular path with uniform speed, its motion is called uniform circular motion.

Exercises

1. An athlete completes one round of a circular track of diameter 200 m in 40 s. What will be the distance covered and the displacement at the end of 2 minutes 20 s?
2. Joseph jogs from one end A to the other end B of a straight 300 m road in 2 minutes 30 seconds and then turns around and jogs 100 m back to point C in another 1 minute. What are Joseph's average speeds and velocities in jogging (a) from A to B and (b) from A to C?
3. Abdul, while driving to school, computes the average speed for his trip to be 20 km h^{-1}. On his return trip along the same route, there is less traffic and the average speed is 30 km h^{-1}. What is the average speed for Abdul's trip?
4. A motorboat starting from rest on a lake accelerates in a straight line at a constant rate of 3.0 m s^{-2} for 8.0 s. How far does the boat travel during this time?
5. A driver of a car travelling at 52 km h^{-1} applies the brakes.
   (a) Shade the area on the graph that represents the distance travelled by the car during the period.
   (b) Which part of the graph represents uniform motion of the car?
6. Fig 7.10 shows the distance-time graph of three objects A,B and C. Study the graph and answer the following questions:

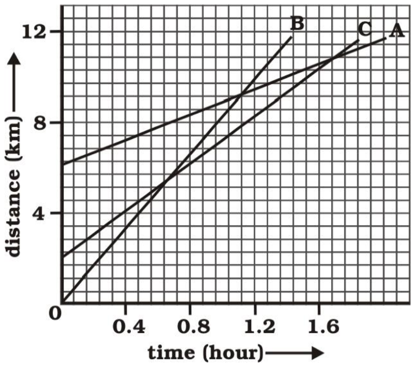


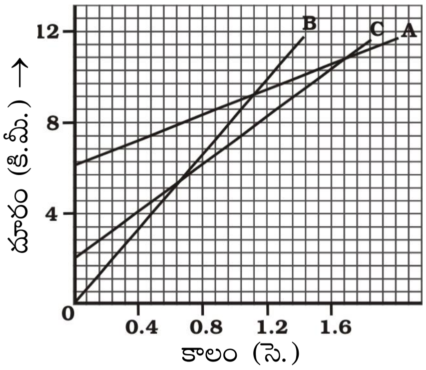
Fig. 7.10

ఇక్కడ వస్తువు u అనే తొలి వేగంతో బయలుదేరి, t సమయం పాటు సమత్వరణం a తో కదులుచున్నది. దాని తుది వేగం v మరియు t కాలం లో అది ప్రయాణించిన దూరం S.

- ఒక వస్తువు సమ వడితో వృత్తాకార మార్గంలో కదులుతూ ఉంటే, దాని చలనంను సమ వృత్తాకార చలనం అని అంటారు.

అభ్యాసాలు

1. ఒక క్రీడాకారుడు 200 మీటర్ల వ్యాసం కలిగిన వృత్తాకార మార్గంలో ఒక భ్రమణమును 40 సెకన్లలో పూర్తి చేస్తాడు. అయితే 2 నిమిషాల 20 సెకన్ల కాలంలో అతను ప్రయాణించిన దూరం మరియు స్థానభ్రంశం ఎంత ఉంటుంది?
2. జోసెఫ్ 300 మీ పొడవైన సరళరేఖ మార్గం యొక్క ఒక చివర A నుండి మరొక చివర B వరకు 2 నిమిషాల 30 సెకనులలో జాగ్ చేసి, వెనుతిరిగి మొదటి స్థానము వైపు 1 నిమిషంలో పాయింట్ C కి 100 మీటర్లు జాగ్ చేస్తాడు. అయితే జాగింగ్‌లో (a) A నుండి B వరకు మరియు (b) A నుండి C వరకు జోసెఫ్ సగటు వడి మరియు వేగాలు ఏమిటి?
3. అబ్దుల్ పాఠశాలకు వాహనాన్ని నడిపేటప్పుడు, అతని ప్రయాణంలో సగటు వడి గంటకు 20 కి.మీ. అదే మార్గంలో అతని తిరుగు ప్రయాణంలో, తక్కువ ట్రాఫిక్ ఉంది మరియు సగటు వడి గంటకు 30 కి.మీ. అయితే అబ్దుల్ మొత్తం ప్రయాణం యొక్క సగటు వడి ఎంత?
4. సరస్సుపై నిశ్చలస్థితి నుండి ప్రారంభమయ్యే మోటర్ పడవ 8.0 సెకన్లకు 3.0 మీ/సె^{2} స్థిరమైన త్వరణంతో సరళ రేఖా మార్గంలో వేగవంతమైనది. ఈ సమయంలో పడవ ఎంత దూరం ప్రయాణిస్తుంది?
5. గంటకు 52 కి.మీ. వేగంతో ప్రయాణించే కారుకు డ్రైవర్ బ్రేక్‌లను వేశారు.
   (ఎ) కారు ఆ కాలంలో ప్రయాణించిన దూరాన్ని సూచించే గ్రాఫ్‌లోని ప్రాంతాన్ని షేడ్ చేయండి.
   (బి) గ్రాఫ్‌లోని ఏ భాగం కారు యొక్క ఏకరీతి చలనమును సూచిస్తుంది.
6. పటం 7.10 A, B మరియు C అనే మూడు వస్తువుల యొక్క దూరం – కాలం గ్రాఫ్‌లను చూపుతుంది. గ్రాఫ్‌ను పరిశీలించి ఇచ్చిన ప్రశ్నలకు సమాధానములిమ్ము.



పటం. 7.10

(a) Which of the three is travelling the fastest?

(b) Are all three ever at the same point on the road?

(c) How far has C travelled when B passes A?

(d) How far has B travelled by the time it passes C?

7. Which of the three is travelling the fastest?increases uniformly at the rate of 10 m s^{-2}, with what velocity will it strike the ground? After what time will it strike the ground?

8. The speed-time graph for a car is shown is Fig. 7.11.

(a) Find how far does the car travel in the first 4 seconds.

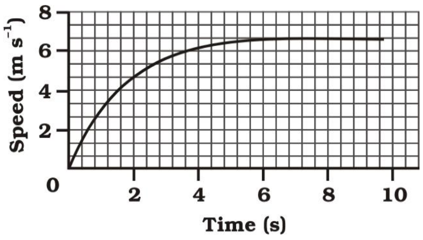


Fig. 7.11

Shade the area on the graph that represents the distance travelled by the car during the period.

(b) Which part of the graph represents uniform motion of the car?

9. State which of the following situations are possible and give an example for each of these:

(a) an object with a constant acceleration but with zero velocity

(b) an object moving with an acceleration but with uniform speed.

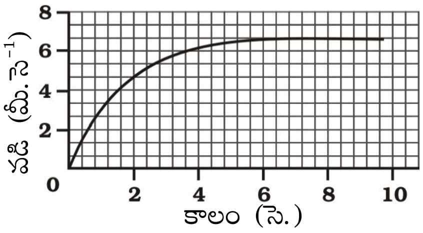
(c) an object moving in a certain direction with an acceleration in the perpendicular direction.

10. An artificial satellite is moving in a circular orbit of radius 42250 km. Calculate its speed if it takes 24 hours to revolve around the earth.

(ఎ) ఈ మూడింటిలో ఏది వేగంగా ప్రయాణిస్తుంది?
(బి) ఈ మూడు ఎప్పుడైనా రోడ్డుపై ఒకే బిందువు వద్ద ఉంటాయా?
(సి) B, A ని దాటినపుడు C ఎంత దూరం ప్రయాణించింది?
(డి) C ని దాటే సమయానికి B ఎంత దూరం ప్రయాణించింది?

7. ఒక బంతి 20 మీటర్ల ఎత్తు నుండి స్వేచ్ఛగా పడవేయబడినది. దాని వేగం 10మీ.సె.$^{-2}$ చొప్పున ఏకరీతిగా పెరిగితే, అది ఏ వేగంతో భూమిని తాకుతుంది? ఎంత సమయం తర్వాత అది నేలను తాకుతుంది?

8. కారు యొక్క వడి– కాలం గ్రాఫ్ పటం 7.11 లో చూపబడింది
(ఎ) మొదటి 4 సెకన్లలో కారు ఎంత దూరం ప్రయాణిస్తుందో కనుగొనండి.



పటం 7.11

ఆ వ్యవధిలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని సూచించే ప్రాంతాన్ని గ్రాఫ్‌లో షేడ్ చేయండి.

(బి) గ్రాఫ్‌లోని ఏ భాగం కారు యొక్క సమచలనాన్ని సూచిస్తుంది

9. కింది వాటిలో ఏది సాధ్యమో పేర్కొనండి మరియు వీటిలో ప్రతిదానికి ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వండి:

(ఎ) సున్నా వేగం కలిగి స్థిరమైన త్వరణంతో ఉన్న వస్తువు

(బి) త్వరణంతో ప్రయాణిస్తూ సమవడి కలిగిన వస్తువు.

(సి) వస్తువు తను కదులుతున్న నిర్దిష్ట దిశకు లంబదిశలో త్వరణంను కలిగినది.

10. ఒక కృత్రిమ ఉపగ్రహం 42250 కిమీల వ్యాసార్ధం గల వృత్తాకార కక్ష్యలో కదులుతోంది. భూమి చుట్టూ తిరగడానికి దాని పరిభ్రమణ కాలము 24 గంటలు అయితే వడిని లెక్కించండి.

Answers

Chapter 3

4. (a) $MgCl_2$
   (b) CaO
   (c) Cu $(NO_3)_2$
   (d) $AlCl_3$
   (e) $CaCO_3$
5. (a) Calcium, Oxygen
   (b) Hydrogen, Bromine
   (c) Sodium, Hydrogen, Carbon and Oxygen
   (d) Potassium, Sulphur and Oxygen
6. (a) 26 g
   (b) 256 g
   (c) 124 g
   (d) 36.5 g
   (e) 63 g

Chapter 4

10. 80.006

11. $^{16}_{8}\times = 90\%$, $^{18}_{8}\times = 10\%$

12. Valency = 1, Name of the element is lithium,

13. Mass number of X =12, Y=14, Relationship is Isotope.

14.	(a) F	(b) F	(c) T	(d) F
15.	(a) ✓	(b) ×	(c) ×	(d) ×
16.	(a) ×	(b) ×	(c) ✓	(d) ×
17.	(a) ×	(b) ✓	(c) ×	(d) ×
18.	(a) ×	(b) ×	(c) ×	(d) ✓

జవాబులు

అధ్యాయం 3

4. (a) $MgCl_2$
   (b) CaO
   (c) $Cu(NO_3)_2$
   (d) $AlCl_3$
   (e) $CaCO_3$
5. (a) కాల్షియం, ఆక్సిజన్
   (b) హైడ్రోజన్, బ్రోమిన్
   (c) సోడియం, హైడ్రోజన్, కార్బన్ మరియు ఆక్సిజన్
   (d) పొటాషియం, సల్ఫర్ మరియు ఆక్సిజన్
6. (a) 26 g
   (b) 256 g
   (c) 124 g
   (d) 36.5 g
   (e) 63 g

అధ్యాయం 4

10. 80.006

11. $^{16}_{8}\times = 90\%$, $^{18}_{8}\times = 10\%$

12. వాలన్సీ = 1, మూలకము పేరు లిథియం

13. ద్రవ్యరాశి సంఖ్య X =12, Y=14 సంబంధం ఐసోటోపు

14.	(a) F	(b) F	(c) T	(d) F
15.	(a) ✓	(b) ×	(c) ×	(d) ×
16.	(a) ×	(b) ×	(c) ✓	(d) ×
17.	(a) ×	(b) ✓	(c) ×	(d) ×
18.	(a) ×	(b) ×	(c) ×	(d) ✓

19.

Atomic Number	Mass Number	Number of Neutrons	Number of Protons	Number of Electrons	Name of the Atomic Species
9	19	10	9	9	Fluorine
16	32	16	16	16	Sulphur
12	24	12	12	12	Magnesium
01	2	01	1	01	Deuterium
01	1	0	1	0	Protium

Chapter 7

1. (a) distance = 2200 m; displacement = 200 m.
2. (a) average speed = average velocity = 2.00 m s^{-1}
   (b) average speed = 1.90 m s^{-1}; average velocity = 0.952 m s^{-1}
3. average speed = 24 km h^{-1}
4. distance travelled = 96 m
7. velocity = 20 m s^{-1}; time = 2 s
10. speed = 3.07 km s^{-1}

19.

పరమాణు సంఖ్య	ద్రవ్యరాశి సంఖ్య	న్యూట్రాన్ల సంఖ్య	ప్రోటాన్ల సంఖ్య	ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య	పరమాణు జాతి పేరు
9	19	10	9	9	ఫ్లోరిన్
16	32	16	16	16	సల్ఫర్
12	24	12	12	12	మెగ్నీషియం
01	2	01	1	01	డుటేరియమ్
01	1	0	1	0	ప్రోటియమ్

అధ్యాయం 7

1. (a) దూరం = 2200 మీ; స్థానభ్రంశం = 200 మీ.

2. (a) సరాసరి వడి = సరాసరి వేగం = 2.00 మీ. సె.$^{-1}$

   (b) సరాసరి వడి = 1.90 మీ. సె.$^{-1}$; సరాసరి వేగం = 0.952 మీ. సె.$^{-1}$

3. సరాసరి వడి = 24 కి.మీ. గం.$^{-1}$

4. ప్రయాణించిన దూరం = 96 మీ.

7. వేగం = 20 m s^{-1}; సమయం = 2 సె.

10. వడి = 3.07 కి.మీ. గం.$^{-1}$

Class IX

Suggested Pedagogical Processes	Learning Outcomes
The learners may be provided with opportunities individually or in groups and encouraged to—	**The learner—**
• observe, group or classify materials, such as mixtures, based on their properties, *viz.* solubility, passage of light, etc., by performing various activities. Based on the observations, a discussion may be facilitated to help arrive at the appropriate conclusions. Students with visual impairment or low vision may be motivated to observe solubility of the materials by touching (caution should be taken while using the materials).	• **differentiates materials, objects, organisms, phenomena, and processes, based on properties or characteristics,** such as, prokaryotes and eukaryotes, plant cell and animal cell, diffusion and osmosis, simple and complex tissues, distance and displacement, speed and velocity, balanced and unbalanced forces, elements, compound and mixture, solution, suspension and colloid, isobars and isotopes, etc.
• design and carry out activities. For example, 'Tug of war' to understand balanced and unbalanced forces. They may be encouraged to experiment by applying forces (equal and unequal) on an object in same and opposite directions, followed by peer group discussion to generalise.	• **classifies materials, objects, organisms, phenomena, and processes, based on properties or characteristics,** such as, classification of plants and animals under various hierarchical sub-groups, natural resources, classification of matter based on their states (solid/liquid/gas) and composition (element/compound/ mixture), etc.
• study the daily life experiences, using interdisciplinary approach such as the cause behind cooling of water in earthen pots. They may be encouraged to measure and compare the temperatures of water both in earthen pot and metal containers, thereby helping them to relate process of evaporation with cooling effect. Students with visual impairment or low vision may be encouraged to feel the difference in temperature by touching the surface of the containers.	• **plans and conducts investigations or experiments to arrive at and verify the facts, principles, phenomena or to seek answers to queries on their own,** such as, how does speed of an object change? How do objects float/ sink when placed on the surface of a liquid? Is there any change in mass when chemical reaction takes place? What is the effect of heat on the state of substances? What is the effect of compression on different states of matter? Where are stomata present in different types of leaves? Where are growing tissues present in plants?
• conduct survey to understand the process of spreading of diseases. They may be encouraged to collect data from doctors and nurses about various diseases. They can prepare a report on spread, causes, prevention, and cure of diseases. They may share their findings with the community through role plays, skits and also campaign for prevention.	• **relates processes and phenomena with causes and effects,** such as, symptoms with diseases and causal agents, tissues with their functions, production with use of fertilisers,

- present their observations/ ideas/ learning through flow charts/ concept maps/ graphs and ICT tools.
- gather data for calculating different physical quantities, such as distance, displacement, velocity, which can be shared and discussed in groups or with peers. Rubrics can be used to assess the conversion of units and reporting results.
- collect and analyse wide variety of graphs from newspapers, magazines or the internet. They may be encouraged to draw, analyse and interpret the graphs (for example, distance-time, speed-time, or acceleration-time graphs of motion of a vehicle on a straight road)
- write chemical formulae of simple compounds, chemical equations, etc., using playway methods such as a game of cards.
- select and use appropriate devices for measuring physical quantities. They may be encouraged to find the minimum and maximum value that can be measured by an instrument and note down the readings correctly.
- collect information from books, e-books, magazines, internet, etc., to appreciate the efforts of scientists made over time, for example, various models of atoms, discovery of microscope, etc., and showcase it in the form of a project or role play.
- observe various technological devices and innovative exhibits such as waste management kits, water filtration system, using low-cost or no-cost eco-friendly materials, develop them and showcase it in science exhibitions, clubs and parent-teacher meets.
- share and discuss their beliefs and views regarding myths, taboos, superstitions, etc., by initiating an open ended debate,

process of evaporation with cooling effect, various processes of separation with the physical and chemical properties of the substances, production of sound with vibrations of source, etc.

- **explains processes and phenomena**, such as, functions of different organelles, spread of diseases and their prevention, effect of force on the state of motion of objects, action and reaction, rotation and revolution of planets and satellites, conservation laws, principle of separation of different gases from air, melting, boiling, freezing, how bats use ultrasonic waves to catch prey, etc.
- **calculates using the data given,** such as, distance, velocity, speed, frequency, work done, number of moles in a given mass of substance, concentration of solution in terms of mass by mass percentage of substances, conversion of Celsius scale to Kelvin scale and vice versa, number of neutrons in an atom from atomic number and mass number, speed of sound, kinetic and potential energies of an object, boiling points of liquids to predict the order of their separation from the mixture, etc.
- **draws labelled diagrams, flow charts, concept maps, graphs,** such as, biogeochemical cycles, cell organelles and tissues, human ear, distance-time and speed-time graphs, distribution of electrons in different orbits in an atom, process of distillation and sublimation, etc.
- **analyses and interprets graphs and figures** such as, distance-time and velocity-time graphs, computing distance, speed, acceleration of objects in motion, properties of components of a mixture to identify the appropriate method of separation, crop yield after use of fertilisers, etc.

leading to the alignment of their beliefs to the scientifically proven facts. They may also be involved in awareness campaigns in the community.

- **uses scientific conventions, symbols, and equations to represent various quantities, elements, and units,** such as, SI units, symbols of elements, formulae of simple compounds, chemical equations, etc.
- **measures physical quantities using appropriate apparatus, instruments, and devices**, such as, weight and mass of an object using spring balance, mass using a physical balance, time period of a simple pendulum, volume of liquid using measuring cylinder, temperature using thermometer, etc.
- **applies learning to hypothetical situations,** such as, weight of an object at moon, weight of an object at equator and poles, possibility of life on other planets, etc.
- **applies scientific concepts in daily life and solving problems,** such as, separation of mixtures, uses safety belts in automobiles, covers walls of large rooms with sound absorbent material, follows intercropping and crop rotation, takes preventive measures to control disease causing agents, etc.
- **derives formulae, equations, and laws,** such as, mathematical expressions for Newton's second law of motion, law of conservation of momentum, expression for force of gravity, equations of motion from velocity-time graphs, etc.
- **draws conclusion,** such as, classification of life forms is related to evolution, deficiency of nutrients affects physiological processes in plants, matter is made up of particles, elements combine chemically in a fixed ratio to form compounds, effect of action and reaction on two different bodies, etc.
- **describes scientific discoveries and inventions,** such as, discovery of various atomic models, discovery of cell with invention of microscope, experiments of Lavoisier and Priestley, beliefs regarding motion, discovery of real cause for peptic ulcers, Archimedes principle, classification of living things, etc.

	• **designs models using eco-friendly resources,** such as, 3D model of a cell, water purification system, stethoscope, etc. • **exhibits values of honesty, objectivity, rational thinking, freedom from myths, superstitious beliefs while taking decisions, respect for life, etc.,** such as, records and reports experimental data exactly, myth that sexually transmitted diseases are spread by casual physical contact, belief that vaccination is not important for prevention of diseases, etc. • **communicates the findings and conclusions effectively,** such as, those derived from experiments, activities, and projects both in oral and written form using appropriate figures, tables, graphs, and digital forms, etc. • **applies the interdependency and interrelationship in the biotic and abiotic factors of environment to promote conservation of environment,** such as, organic farming, waste management, etc.

FUNDAMENTAL DUTIES

Fundamental duties: It shall be the duty of every citizen of India-

(a) to abide by the Constitution and respect its ideals and institutions, the National Flag and the National Anthem;

(b) to cherish and follow the noble ideals which inspired our national struggle for freedom;

(c) to uphold and protect the sovereignty, unity and integrity of India;

(d) to defend the country and render national service when called upon to do so;

(e) to promote harmony and the spirit of common brotherhood amongst all the people of India transcending religious, linguistic and regional or sectional diversities; to renounce practices derogatory to the dignity of women;

(f) to value and preserve the rich heritage of our composite culture;

(g) to protect and improve the natural environment including forests, lakes, rivers and wild life, and to have compassion for living creatures;

(h) to develop the scientific temper, humanism and the spirit of inquiry and reform;

(i) to safeguard public property and to abjure violence.

(j) to strive towards excellence in all spheres of individual and collective activity so that the nation constantly rises to higher levels of endeavour and achievement;

(k) who is a parent or guardian, to provide opportunities for education to his child or, as the case may be ward between the age of six and fourteen years;

Right of Children to Free and Compulsory Education (RTE) Act, 2009

The RTE Act provides for the right of children to free and Compulsory Education to every child in the age group of 6 – 14 years which came into force from 1st April 2010 in Andhra Pradesh.

Important provisions of RTE Act

- Ensure availability of schools within the reach of the children. •Improve School infrastructure facilities.
- Enroll children in the class appropriate to his / her age.
- Children have a right to receive special training in order to be at par with other children.
- Providing appropriate facilities for the education of children with special needs on par with other children.
- No child shall be liable to pay any kind of fee or charges or expenses which may prevent him or her from pursuing and completing the elementary education. No test for admitting the children in schools.
- No removal of name and repetition of the child in the same class.
- No child admitted in a school shall be held back in any class or expel from school till the completion of elementary education. • No child shall be subjected to physical punishment or mental harassment.
- Admission shall not be denied or delayed on the ground that the transfer and other certificates have not been provided on time. • Eligible candidates alone shall be appointed as teachers.
- The teaching learning process and evaluation procedures shall promote achievement of appropriate competencies.
- No board examinations shall be conducted to the children till the completion of elementary education.
- Children can continue in the schools even after 14 years until completion of elementary education.
- No discrimination and related practices towards children belonging to backward and marginalized communities.
- The curriculum and evaluation procedures must be in conformity with the values enshrined in the constitution and make the child free of fear and anxiety and help the child to express views freely.