SCIENCE

Textbook for Class - 9

SEMESTER - 1

S. No.	SUBJECT	Page No.
1.	PHYSICAL SCIENCE భౌతిక రసాయన శాస్త్రం	01- 140
2.	BIOLOGY జీవశాస్త్రం	141-193

© Government of Andhra Pradesh, Amaravati

First Published 2023

New Impression - 2024, 2025, 2026

DISCLAIMER

Any form of copying of the content, information and illustrations from this textbook is a punishable offence.

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 GSM, SS Maplitho. Title Page 220 GSM, White Art Card.

Published by Samagra Shiksha & SCERT - Government of Andhra Pradesh, Amaravati.

AP SCERT

Vande Mataram

Vande Mataram!

Sujalam, suphalam, malayaja shitalam,

Shasyashyamalam, Mataram!

Vande Mataram!

Shubhrajyotsna pulakitayaminim,

Phullakusumita drumadala shobhinim,

Suhasinim sumadhura bhashinim,

Sukhadam varadam, Mataram!

Vande Mataram, Vande Mataram!

- Bankimchandra Chatterji

AP SCERT

వందే మాతరం

వందే మాతరం వందే మాతరం

సుజలాం సుఫలాం మలయజ శీతలాం

సస్యశ్యామలాం మాతరం వందే మాతరం

శుభ్రజ్యోత్స్నాపులకిత యామినీం

ఫుల్లకుసుమిత ద్రుమదళ శోభినీం

సుహాసినీం సుమధుర భాషిణీం

సుఖదాం వరదాం మాతరం వందే మాతరం.

- బంకించంద్ర ఛటర్జీ

Printed in India
at the A.P. Govt., Textbook Press,
Amaravati, Andhra Pradesh.

Our National Anthem | జాతీయ గీతం

Jana-gana-mana-adhinayaka jaya he
Bharata-bhagya-vidhata
Panjaba-Sindhu-Gujarata-Maratha
Dravida-Utkala-Banga
Vindhya-Himachala-Yamuna-Ganga
uchchala-jaladhi-taranga
Tava Subha name jage,
tava subha asisa mage,
gahe tava jaya-gatha.
Jana-gana-mangala-dayaka jaya he
Bharata-bhagya-vidhata.
Jaya he, Jaya he, Jaya he,
jaya jaya jaya jaya he.

- Rabindranath Tagore

AP SCERT

జనగణమన అధినాయక జయహే!
భారత భాగ్యవిధాతా!
పంజాబ, సింధు, గుజరాత, మరాఠా,
ద్రావిడ, ఉత్కళ, వంగా!
వింధ్య, హిమాచల, యమునా, గంగా!
ఉచ్ఛల జలధి తరంగా!
తవ శుభనామే జాగే!
తవ శుభ ఆశిష మాఁగే
గాహే తవ జయగాథా!
జనగణ మంగళదాయక జయహే!
భారత భాగ్య విధాతా!
జయహే! జయహే! జయహే!
జయ జయ జయ జయహే!!

– రవీంద్రనాథ్ ఠాగూర్

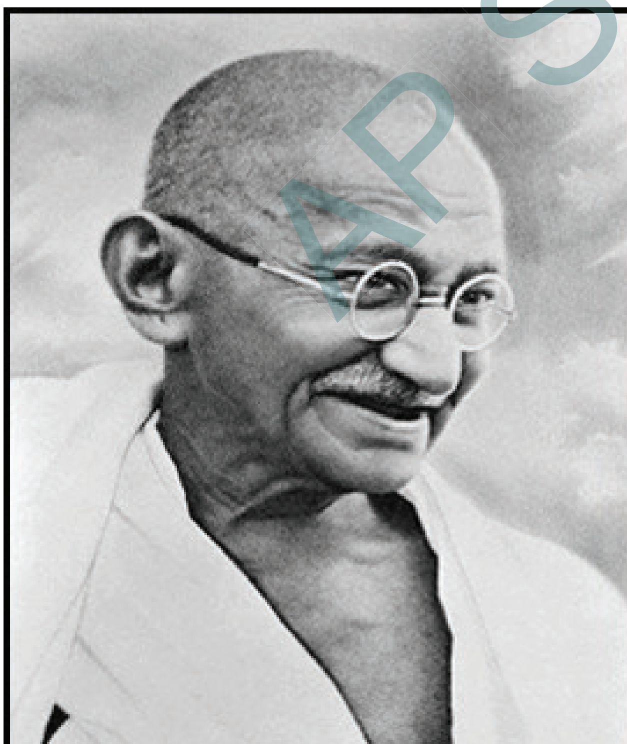
Pledge | ప్రతిజ్ఞ

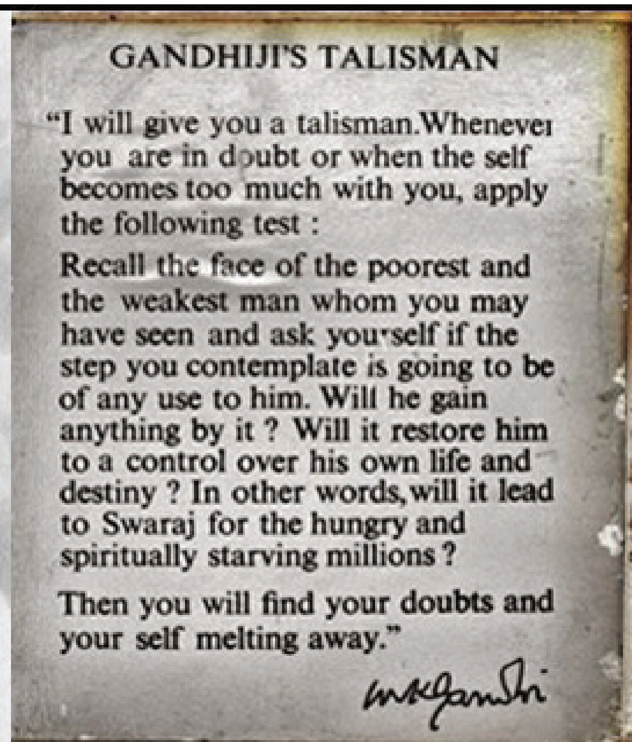
India is my country. All Indians are my brothers and sisters.
I love my country and I am proud of its rich and varied heritage.
I shall always strive to be worthy of it.
I shall give my parents, teachers and all elders respect,
and treat everyone with courtesy. I shall be kind to animals.
To my country and my people, I pledge my devotion.
In their well-being and prosperity alone lies my happiness.

- Pydimarri Venkata Subba Rao

భారతదేశం నా మాతృభూమి. భారతీయులందరూ నా సహోదరులు.
నేను నా దేశాన్ని ప్రేమిస్తున్నాను. సుసంపన్నమైన, బహువిధమైన నా దేశ వారసత్వ సంపద నాకు గర్వకారణం.
దీనికి అర్హత పొందడానికై సర్వదా నేను కృషి చేస్తాను.
నా తల్లిదండ్రుల్ని, ఉపాధ్యాయుల్ని, పెద్దలందర్ని గౌరవిస్తాను. ప్రతివారితోను మర్యాదగా నడుచుకొంటాను.
జంతువులపట్ల దయతో ఉంటాను.
నా దేశంపట్ల, నా ప్రజలపట్ల సేవానిరతితో ఉంటానని ప్రతిజ్ఞ చేస్తున్నాను.
వారి శ్రేయోభివృద్ధులే నా ఆనందానికి మూలం.

– పైడిమర్రి వెంకట సుబ్బారావు





GANDHIJI'S TALISMAN

"I will give you a talisman. Whenever you are in doubt or when the self becomes too much with you, apply the following test :

Recall the face of the poorest and the weakest man whom you may have seen and ask yourself if the step you contemplate is going to be of any use to him. Will he gain anything by it ? Will it restore him to a control over his own life and destiny ? In other words, will it lead to Swaraj for the hungry and spiritually starving millions ?

Then you will find your doubts and your self melting away."

M.K.Gandhi

Physical Science

భౌతిక రసాయన శాస్త్రం

SEMESTER - 1

CONTENTS

Chapter No.	Name	Month	Page No.
Chapter 1	Motion చలనం	June జూన్	4-33
Chapter 2	Matter in Our Surroundings మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం	July జూలై	34-59
Chapter 3	Force and Laws of Motion బలం మరియు గమన నియమాలు	August ఆగస్టు	60-85
Chapter 4	Is Matter Around Us Pure? మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?	September సెప్టెంబర్	86-109
Chapter 5	Gravitation గురుత్వాకర్షణ	October అక్టోబర్	110-139

AP SCERT

U3A4B6

Teacher Corner

K6L4X7

Student Corner

LEARNING OUTCOMES

Learners....

1.Motion

1. Differentiate distance, displacement and speed, velocity.
2. Calculate distance, displacement, speed and velocity from the given data.
3. Analyse the velocity - time graphs.
4. Interpret graphs and figures to compute distance, speed, acceleration of the objects in motion.
5. Derive formula and equations of motion.

2. Matter in our surroundings

1. Classify the matter based on their states as solids, liquids and gases.
2. Conduct simple investigations to seek answers to queries like ,"what is the effect of temperature on state of substances"?
3. Draw a flowchart of interconversion of the three States of matter.
4. Calculate using the given data such as conversion of Celsius scale to kelvin scale and vice versa.
5. Establish cause and effect relationship among evaporation with cooling effect.

3. Force and laws of motion

1. Calculate the force acting on object with the given data.
2. Explain the three laws of motion.
3. Understand the relation between force and change in momentum.
4. Use scientific conventions and units to represent force and momentum.
5. Derive the formula f= ma from Newton's second law of motion.

4. Is matter around us pure?

1. Differentiate element, compound and mixtures based on their properties.
2. Effectively communicate the findings and conclusions on the concentration of mixtures.
3. Apply scientific principles in solving problems of day to day life like separation of mixers.
4. Classify solutions, suspensions and colloids based on the properties.
5. Draw a flowchart on States of matter.

5. Gravitation

1. Measure weight of an object using spring balance.
2. Derive universal law of gravitation.
3. Calculate the value of acceleration due to gravity on the earth.
4. Differentiate mass and weight.
5. Prove Archimedes principle experimentally.

AP SCERT

అభ్యసన ఫలితాలు

అభ్యాసకులు....

1. చలనం

1. దూరము, స్థానభ్రంశము మరియు వడి, వేగముల మధ్య తేడాలను తెలుసుకుంటారు.
2. ఇవ్వబడిన సమాచారం ఆధారంగా దూరము, స్థానభ్రంశము, వడి మరియు వేగములను లెక్కిస్తారు.
3. వేగం– కాలం వక్రాలను విశ్లేషిస్తారు.
4. చలనంలో ఉన్న వస్తువుల యొక్క దూరం, వడి, త్వరణం లను లెక్కించుటలో గ్రాఫులను ఉపయోగించుటను తెలుసుకుంటారు.
5. చలన సమీకరణ సూత్రాలను, సమీకరణాలను ఉత్పాదిస్తారు.

2. మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం

1. పదార్థాలను వాటి భౌతిక స్థితుల ఆధారంగా ఘన, ద్రవ ,వాయువు వలె వర్గీకరణ చేస్తారు.
2. "పదార్థాల భౌతిక స్థితులపై ఉష్ణోగ్రత ప్రభావం ఎలా ఉంటుంది?" వంటి ప్రశ్నలకు సరళమైన శోధనల ద్వారా సమాధానాలు రాబడతారు.
3. ఘన,ద్రవ మరియు వాయుపదార్థాలు ఒకదానిని మరొకటిగా మార్చడానికి సంబంధించిన ఫ్లో చార్టును గీస్తారు.
4. ఇవ్వబడిన సమాచారంతో సెల్సియస్ నుండి కెల్విన్ కు మరియు కెల్విన్ నుండి సెల్సియస్ కు మార్చగలుగుతారు.
5. చల్లబడటానికి మరియు ఇగురుటకు మధ్యగల కార్యకారణ సంబంధాన్ని ఏర్పరుస్తారు.

3. బలము మరియు చలన నియమాలు

1. ఇచ్చిన సమాచారంతో వస్తువులపై పనిచేసే బలాన్ని లెక్కిస్తారు.
2. న్యూటన్ మూడు గమన నియమాలను వివరిస్తారు.
3. బలం మరియు ద్రవ్యవేగంలోని మార్పుల మధ్య గల సంబంధాన్ని అర్థం చేసుకుంటారు.
4. బలం మరియు ద్రవ్యవేగములను సూచించుటకు శాస్త్రీయ గుర్తులను ప్రమాణాలను ఉపయోగిస్తారు.
5. న్యూటన్ రెండవ గమన నియమము నుండి $f = ma$ అను ఫార్ములాను ఉత్పాదిస్తారు.

4. మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?

1. ధర్మాల ఆధారంగా మూలకం, పదార్థము మరియు మిశ్రమాలను బేదపరుస్తారు.
2. మిశ్రమాల ఘాడతలలో కనుగొన్న విషయాలకు సరైన విధంగా ముగింపునిస్తారు.
3. నిత్యజీవితంలో మిశ్రమాలను వేరు చేసే సమస్యల పరిష్కారంలో శాస్త్రీయ సూత్రాలను అన్వయించగలుగుతారు.
4. ద్రావణాలు, అవలంబనాలు, కాంజికాభ కణ ద్రావణాలను వాటి ధర్మాల ఆధారంగా వర్గీకరిస్తారు.
5. పదార్థ స్థితులకు సంబంధించిన ఫ్లో చార్ట్ గీస్తారు.

5. గురుత్వాకర్షణ

1. స్ప్రింగ్ త్రాసును ఉపయోగించి వస్తువు యొక్క బరువును లెక్కిస్తారు.
2. విశ్వ గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని ఉత్పాదిస్తారు.
3. భూమిపై గురుత్వ త్వరణ విలువను లెక్కిస్తారు.
4. ద్రవ్యరాశి మరియు బరువులను బేధపరుస్తారు.
5. ఆర్కిమెడిస్ సూత్రాన్ని ప్రయోగపూర్వకంగా నిరూపిస్తారు.

AP SCERT

Chapter 1

MOTION

R3C8Z9

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 1.1

- Discuss whether the walls of your classroom are at rest or in motion.

Activity 1.2

- 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?

1.1 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.

AP SCERT

అధ్యాయం 1

Y1N6C5

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 ప్రయాణికులతో 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 1.1

- మీ తరగతి గది గోడలు నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నాయా లేదా చలనంలో ఉన్నాయా అని చర్చించండి.

కృత్యం 1.2

- నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న రైలులో కూర్చున్న మీకు అది కదులుతున్నట్లు ఎప్పుడైనా అనిపించిందా?
- మీ అనుభవాన్ని చర్చించండి, వివరించండి.

ఆలోచించండి-చర్చించండి

మన చుట్టూ ఉన్న వస్తువుల కదలికల వల్ల మనం కొన్నిసార్లు ప్రమాదాలకు గురవుతాము. 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?

1.1 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.

AP SCERT

1.1.1 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. 1.1). 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.

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. 1.1). 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.

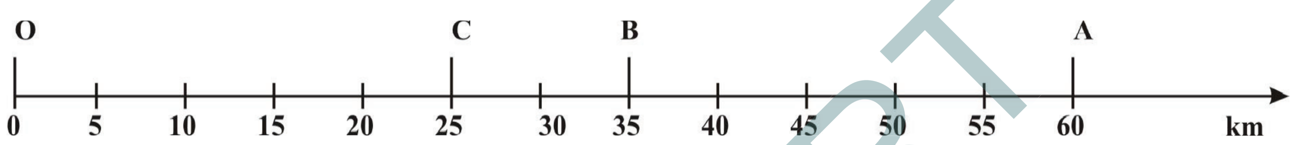


Fig. 1.1: Positions of an object on a straight line path

Activity 1.3

- 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?

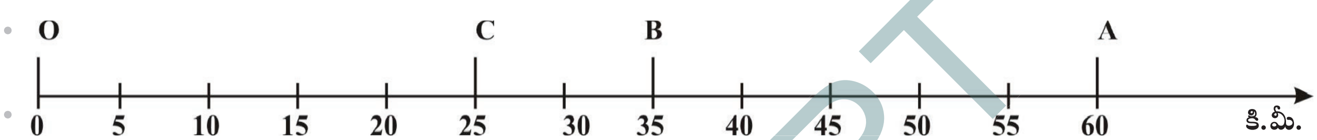
Activity 1.4

- 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.

AP SCERT

1.1.1 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 (పటం1.1). 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



పటం 1.1: 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. 1.1) 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 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 O కి 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 గుర్తించడానికి, దూరం మరియు స్థానభ్రంశం అనే రెండు వేరువేరు భౌతిక రాశులు ఉపయోగపడతాయి.

కృత్యం ------------------ 1.3

- 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 ------------------ 1.4

- 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.

AP SCERT

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.*

1.1.2 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.

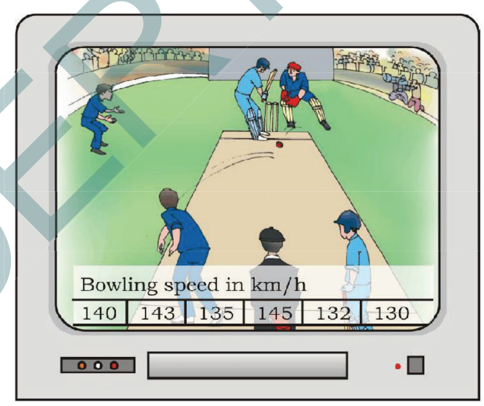
Activity _____________ *1.5*

- The data regarding the motion of two different objects A and B are given in Table 1.1.
- Examine them carefully and state whether the motion of the objects is uniform or non-uniform.

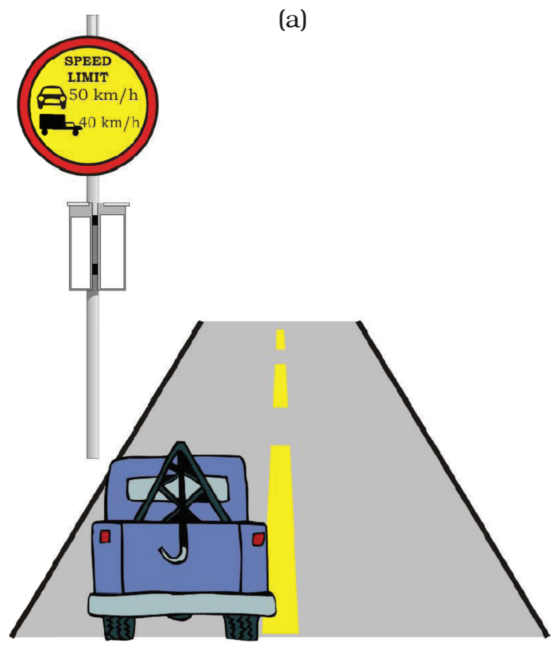
Table 1.1

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

1.2 Measuring the Rate of Motion



(a)



(b)

Fig. 1.2

AP SCERT

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.

1.1.2. 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.

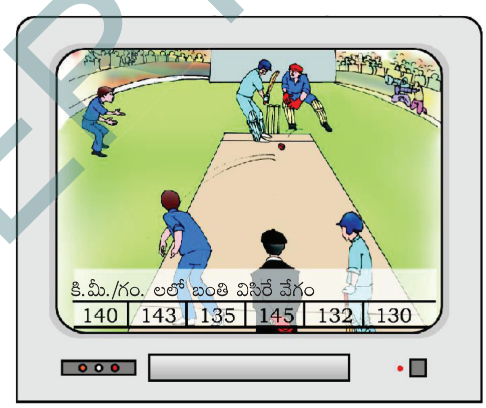
కృత్యం 1.5

- రెండు వేర్వేరు వస్తువులు A మరియు B యొక్క చలనానికి సంబంధించిన సమాచారం పట్టిక 1.1లో ఇవ్వబడింది.
- వాటిని జాగ్రత్తగా పరిశీలించి అవి సమ చలనంలో ఉన్నాయో లేదా అసమచలనంలో ఉన్నాయో పేర్కొనండి.

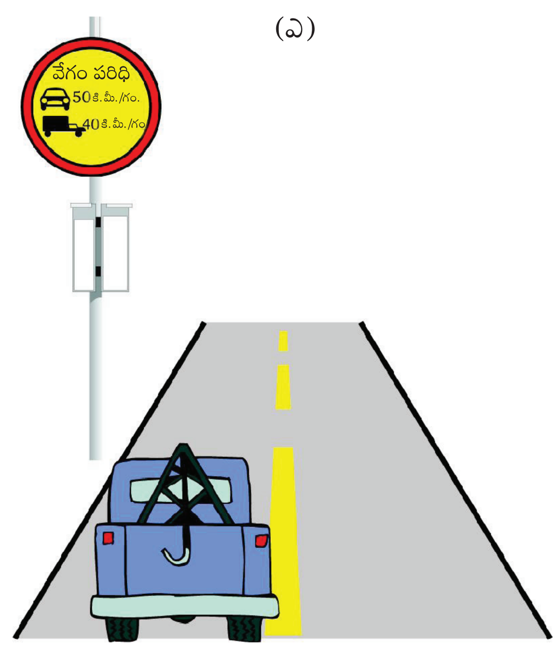
పట్టిక 1.1

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

1.2 చలనం యొక్క రేటును కొలవడం



(ఎ)



(బి)

పటం 1.2

AP SCERT

Look at the situations given in Fig. 1.2. If the bowling speed is 143 km h^{-1} in Fig. 1.2(a) what does it mean? What do you understand from the signboard in Fig. 1.2(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,

$$v = \frac{s}{t} \qquad (1.1)$$

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 1.1 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}.

1.2.1 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,

$$\text{average velocity} = \frac{\text{initial velocity} + \text{final velocity}}{2}$$

Mathematically, $$v_{av} = \frac{u + v}{2} \qquad (1.2)$$

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 1.6

- 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.

AP SCERT

పటం 1.2 లో ఇవ్వబడిన పరిస్థితులను చూడండి. పటం 1.2(ఎ) లో బంతి విసిరే వేగం 143 కి.మీ.గం.$^{-1}$ అయితే, దీని అర్థం ఏమిటి? పటం 1.2(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.

$$v = \frac{s}{t} \qquad (1.1)$$

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 1.1 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

1.2.1 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 నిర్దిష్ట 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,

$$\text{సరాసరి వేగం} = \frac{(\text{తొలివేగం} + \text{తుదివేగం})}{2}$$

గణిత శాస్త్ర ప్రకారం $v_{av} = \dfrac{u+v}{2}$ (1.2)

ఇక్కడ v_{av} అనేది సరాసరి వేగం, u అనేది తొలి వేగం మరియు వస్తువు యొక్క తుది వేగం v.

వడి, వేగం ఒకే ప్రమాణాలను కలిగి ఉంటాయి. అంటే, మీ /సె. లేదా మీ. సె.$^{-1}$

కృత్యం ------------------ 1.6

- 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.

AP SCERT

Activity ______________ 1.7

- 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 1.2 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 1.3 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}.

1.3 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?

APSCERT

కృత్యం ------------------ 1.7

- 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 1.2 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 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 మీ.సె.$^{-1}$

సరాసరి కారు వేగం 50 కి.మీ. గం.$^{-1}$ లేదా 13.9 మీ.సె.$^{-1}$

ఉదాహరణ 1.3 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.

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

$$= \frac{180\text{మీ.}}{1\text{ని.}} = \frac{180\ \text{మీ.}}{1\text{ని.}} \times \frac{1\ \text{ని.}}{60\ \text{సె.}}$$

= 3 మీ.సె.$^{-1}$

$$\text{సరాసరి వేగం} = \frac{\text{స్థానభ్రంశం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

$$= \frac{0\text{మీ.}}{60\ \text{సె.}}$$

= 0 మీ.సె.$^{-1}$

ఉష సరాసరి వడి 3 మీ.సె.$^{-1}$ మరియు ఆమె సరాసరి వేగం 0 మీ.సె.$^{-1}$

1.3. 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?

APSCERT

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,

$$a = \frac{v-u}{t} \qquad (1.3)$$

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 ______________ 1.8

- 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 1.4 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. (1.3), 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.*

AP SCERT

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

$$a = \frac{v-u}{t} \qquad (1.3)$$

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 ------------------ 1.8

- మీ దైనందిన జీవితంలో మీరు అనేక రకాల చలనాలను చూస్తారు, వాటిలో ఏది
  (ఏ) త్వరణం చలన దిశలో ఉంటుంది
  (బి) త్వరణం చలనదిశకు వ్యతిరేఖ దిశలో ఉంటుంది
  (సి) సమత్వరణములో ఉంటుంది
  (డి) అసమత్వరణంలో ఉంటుంది
- పైన పేర్కొన్న ప్రతీ చలనాన్ని ఒక్కొక్క ఉదాహరణతో వివరించుము.

ఉదాహరణ 1.4 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 (1.3) 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.

AP SCERT

1.4 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.

1.4.1 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.

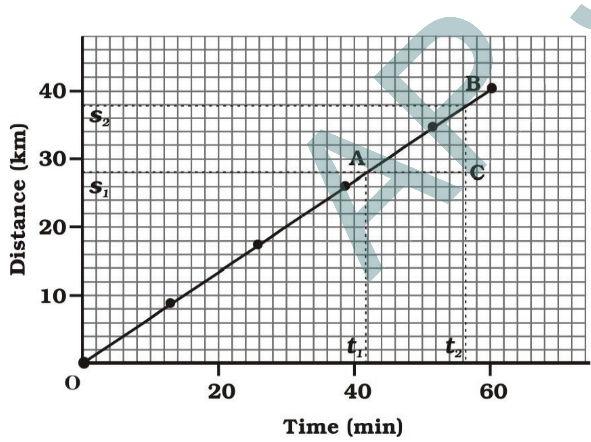


Fig. 1.3: Distance-time graph of an object moving with uniform speed

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. 1.3. 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 1.3. 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

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \quad (1.4)$$

We can also plot the distance-time graph for accelerated motion. Table 1.2 shows the distance travelled by a car in a time interval of two seconds.

Table 1.2: 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

AP SCERT

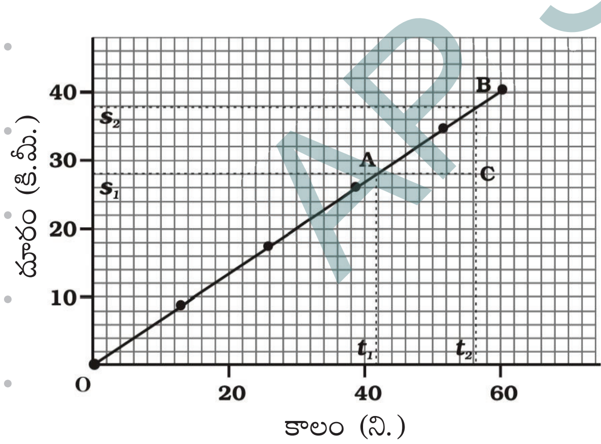
1.4 గ్రాఫ్‌ల ద్వారా చలనాన్ని వివరించటం

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.

1.4.1 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. 1.3: 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 1.3 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 . 1.3లో 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

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \qquad (1.4)$$

త్వరణ చలనం కోసం దూరము-కాలం గ్రాఫ్‌ను కూడా గీయవచ్చు. పట్టిక 1.2 రెండు సెకన్ల సమయ వ్యవధిలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని చూపుతుంది.

పట్టిక 1.2 సమాన కాల వ్యవధులలో కారు ప్రయాణించిన దూరం

కాలము సెకనులలో	దూరం మీటర్లలో
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36

AP SCERT

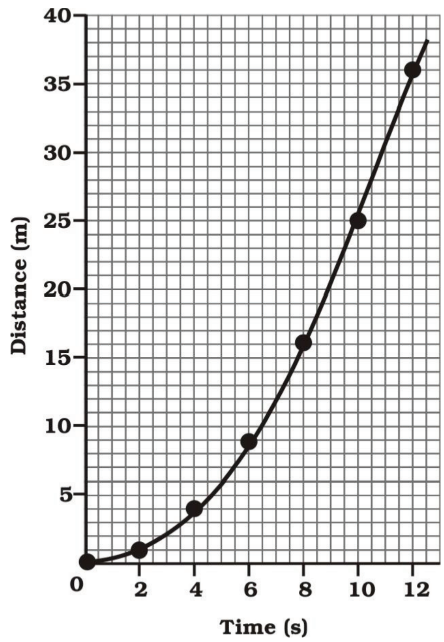


Fig. 1.4: Distance-time graph for a car moving with non-uniform speed

The distance-time graph for the motion of the car is shown in Fig.1.4. Note that the shape of this graph is different from the earlier distance-time graph (Fig. 1.3) 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 Fig1.4 represents motion with non-uniform speed.

1.4.2 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 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. 1.5). It will be a straight line parallel to the x-axis. Fig. 1.5 shows the velocity-time graph for a car moving with uniform velocity of 40 km h^{-1}.

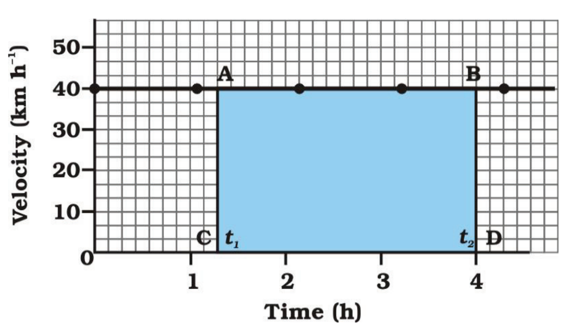


Fig. 1.5: Velocity-time graph for uniform motion of a car

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. 1.5, 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

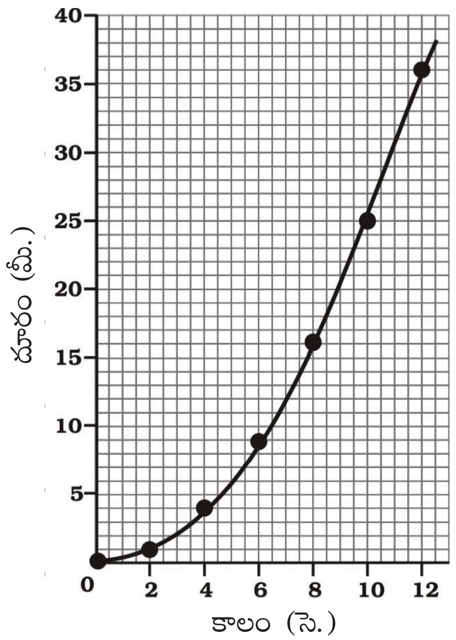
s = AC × CD
= [(40 km h^{-1}) × $(t_2 - t_1)$ h]
= 40 $(t_2 - t_1)$ km
= area of the rectangle ABDC (shaded in Fig. 1.5).

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 1.3.

Table 1.3: 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

AP SCERT

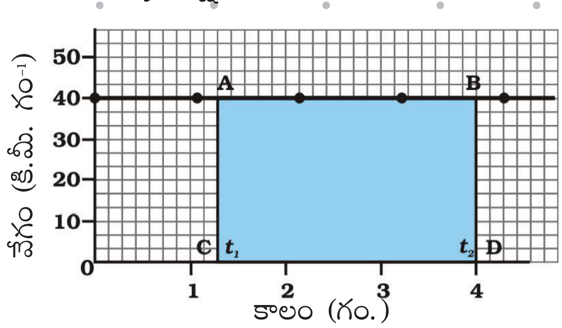


పటం. 1.4: *దూరం – కాలం గ్రాఫ్ కారు అసమవేగంతో చలిస్తున్న సందర్భంలో*

కారు చలనానికి సంబంధించిన దూరం-కాలం గ్రాఫ్ పటం 1.4 లో చూపబడింది. ఈ గ్రాఫ్ యొక్క ఆకృతి సమచలనం కోసం మునుపటి దూరం-కాలం గ్రాఫ్ (పటం1.3) తో భిన్నంగా ఉందని గమనిస్తాము. ఈ గ్రాఫ్ యొక్క స్వభావం కాలంతో పాటు కారు ప్రయాణించే దూరం అసమాన వైవిధ్యాన్ని చూపుతుంది. అందువలన, పటం 1.4లో చూపబడిన గ్రాఫ్ అసమ వేగంతో ప్రయాణించే వస్తు చలనాన్ని సూచిస్తుంది.

1.4.2 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. 1.5: *కారు సమవేగంలో చలిస్తున్నపుడు వేగం-కాలం గ్రాఫ్*

సమ వేగంతో కదులుతున్నట్లయితే, దాని వేగం-కాలం గ్రాఫ్ యొక్క ఎత్తు కాలంతో పాటు మారదు (పటం 1.5). ఇది x – అక్షానికి సమాంతరంగా సరళ రేఖగా ఉంటుంది. కారు 40 కి. మీ. గం$^{-1}$ సమ వేగంతో కదులుతున్నదనీ వేగం – కాలం గ్రాఫ్ పటం (1. 5) లో చూపుతుంది

వేగం మరియు కాలం యొక్క లబ్ధము 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. 1.5, 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. 1.5 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 1..3 లో చూపబడింది.

పట్టిక 1.3: సమాన కాలవ్యవధులలో కారు యొక్క వేగం

కాలం (సె.)	వేగం (మీ/సె)	వేగం(కి.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

AP SCERT

In this case, the velocity-time graph for the motion of the car is shown in Fig. 1.6. 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.

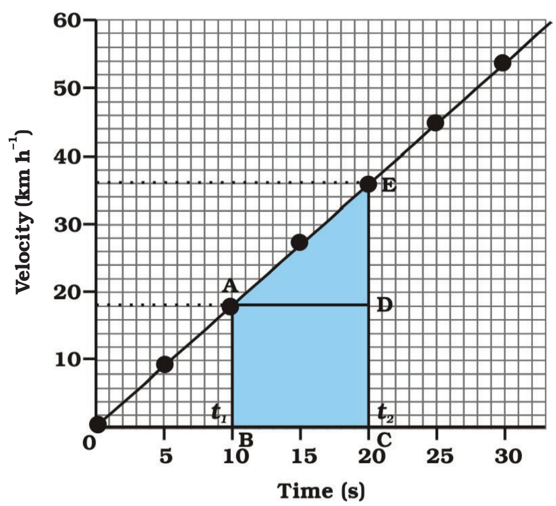


Fig. 1.6: Velocity-time graph for a car moving with uniform accelerations.

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. 1.6). 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. 1.6).

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.

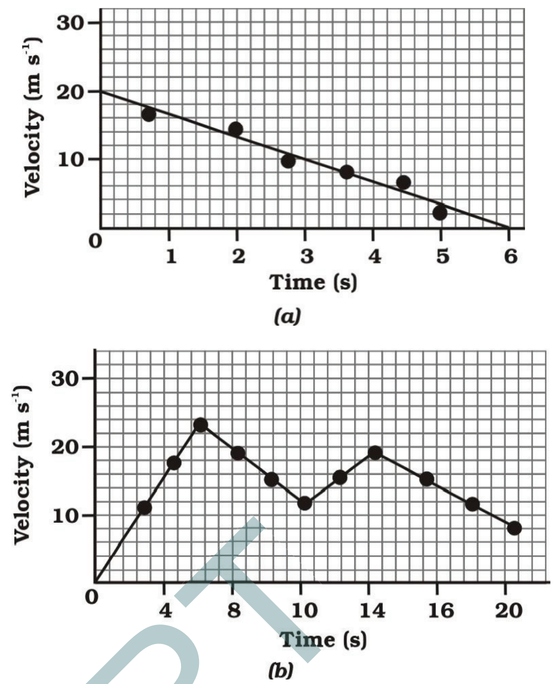


Fig. 1.7: Velocity-time graphs of an object in non-uniformly accelerated motion.

Fig. 1.7(a) shows a velocity-time graph that represents the motion of an object whose velocity is decreasing with time while Fig. 1.7 (b) shows the velocity-time graph representing the non-uniform variation of velocity of the object with time. Try to interpret these graphs.

Activity 1.9

- 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 1.4.

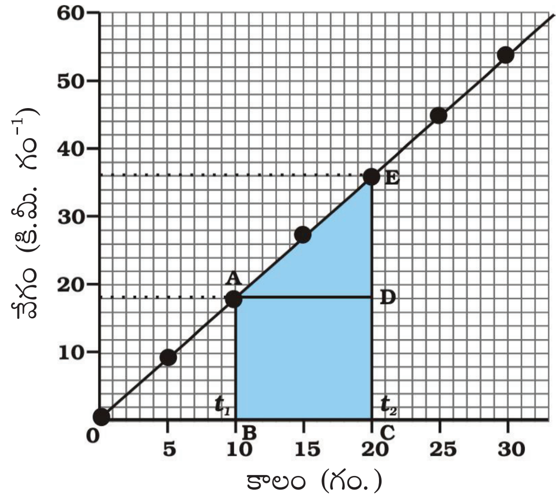
Table 1.4: Distances of stations B and C from A and times of arrival and departure of the train

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.

AP SCERT

ఈ సందర్భంలో, కారు యొక్క చలనం వేగం - కాలం గ్రాఫ్ పటం 1.6లో చూపబడింది. గ్రాఫ్ యొక్క స్వభావం బట్టీ వేగము సమాన కాల వ్యవధిలో సమాన పరిమాణంలో మారుతున్నదని తెలుస్తుంది. అందువలన, అన్ని సమత్వరణ చలనాలకు వేగం - కాలం గ్రాఫ్ ఒక సరళ రేఖ.



పటం. 1.6: 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. 1.6). త్వరణంవలన కారు యొక్క వేగము మారుతున్నందున, కారు ప్రయాణించే దూరం వేగం-కాలం గ్రాఫ్ (పటం1.6) ల ABCDE వైశాల్యం ద్వారా గణించవచ్చు.

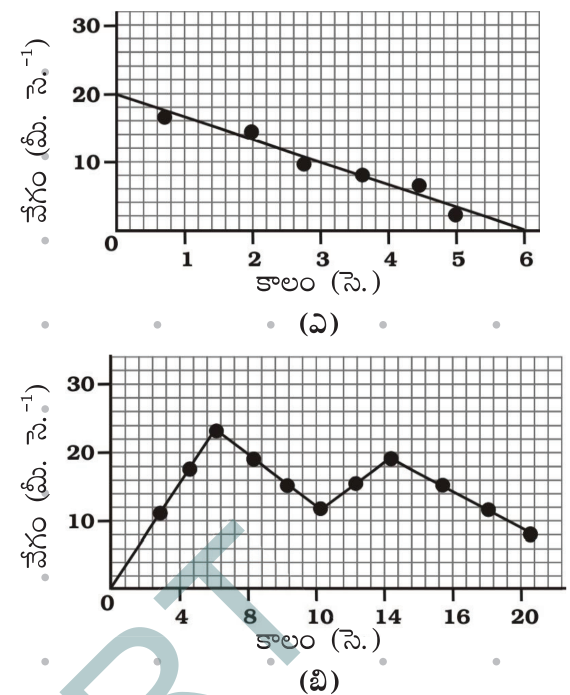
అంటే,

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. 1.7: వస్తువు అసమ త్వరణంతో చలిస్తున్నపుడు వేగం - కాలం గ్రాఫ్

పటం1.7(ఎ) కాలంతో పాటు వస్తువు యొక్కవేగం తగ్గుతున్న చలనాన్నీ సూచించే వేగం -కాలంగ్రాఫ్ పటం. 1.7 (బి)వస్తువు యొక్క వేగం కాలంతో పాటు అసమానంగా మారాడాన్ని సూచించే వేగం - కాలం గ్రాఫ్. ఈ గ్రాఫ్‌లను అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నించండి.

కృత్యం ------------------ 1.9

- A, B మరియు C మూడు స్టేషన్లలో రైలు రాక మరియు బయలుదేరే సమయాలు మరియు స్టేషన్ A నుండి B మరియు C స్టేషన్ల దూరం పట్టిక 1.4లో ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక 1.4: A నుండి B మరియు C స్టేషన్ల దూరాలు మరియు రైలు రాక మరియు బయలుదేరే సమయాలు

స్టేషన్	A నుండి దూరం (కి.మీ.)	రాక సమయం (గం.)	నిష్ర్కమణ 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.

AP SCERT

Activity _____________ 1.10

- 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 1.5 shows the distance travelled by them in different times

Table 1.5: 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?*

1.5 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:

$$v = u + at \qquad (1.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \qquad (1.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \qquad (1.7)$$

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. (1.5) describes the velocity-time relation and Eq. (1.6) represents the position-time relation. Eq. (1.7), which represents the relation between the position and the velocity, can be obtained from Eqs. (1.5) and (1.6) by eliminating t. These three equations can be derived by graphical method.

Example 1.5 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

$$a = \frac{(v-u)}{t}$$

$$= \frac{20\text{ m s}^{-1} - 0\text{ m s}^{-1}}{300\text{ s}}$$

$$= \frac{1}{15}\text{ m s}^{-2}$$

AP SCERT

కృత్యం ------------------ 1.10

- 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 1.5 వివిధ సమయాల్లో వారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని చూపుతుంది.

పట్టిక 1.5: 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?

1.5 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 సాధ్యమవుతుంది. సౌలభ్యం కోసం, అటువంటి మూడు సమీకరణాల సమితి క్రింద ఇవ్వబడింది:

$$v = u + at \qquad (1.5)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \qquad (1.6)$$

$$2as = v^2 - u^2 \qquad (1.7)$$

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(1.5) వేగం-కాలం సంబంధాన్ని వివరిస్తుంది మరియు సమీకరణం (1.6) స్థానం-కాలం సంబంధాన్ని సూచిస్తుంది. స్థానం మరియు వేగం మధ్య సంబంధాన్ని సూచించే సమీకరణం(1.7) ను, (1.5) మరియు (1.6) సమీకరణాలలో t ని తొలగించడం ద్వారా పొందవచ్చు. ఈ మూడు సమీకరణాలను గ్రాఫికల్ పద్ధతి ద్వారా పొందవచ్చు.

ఉదాహరణ 1.5 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. (1.5) నుండి $a = \dfrac{(v-u)}{t}$ అని మనకు తెలుసు

$$= \frac{20 \text{ మీ./సె.} - 0 \text{ మీ./సె.}}{300 \text{ సె.}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ మీ./సె.}^2$$

AP SCERT

(ii) From Eq. (1.7) we have
$2as = v^2 - u^2 = v^2 - 0$
Thus,

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times (1/15) \text{ m s}^{-2}}$$

$= 3000$ m
$= 3$ km

The acceleration of the train is $\frac{1}{15}$ m s^{-2} and the distance travelled is 3 km.

Example 1.6 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

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ m s}^{-1} - 5 \text{ m s}^{-1}}{5 \text{ s}}$$

$= 1$ m s^{-2}

(ii) From Eq. (7.6) we have

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1 \text{ m s}^{-2} \times (5 \text{ s})^2$$

$= 25$ m + 12.5 m

$= 37.5$ m

The acceleration of the car is 1 m s^{-2} and the distance covered is 37.5 m.

Example 1.7 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. (1.5) we know that
$v = u + at$
$0 = u + (-6 \text{ m s}^{-2}) \times 2$ s
or $u = 12$ m s^{-1} .
From Eq. (1.6) we get

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= (12 \text{ m s}^{-1}) \times (2 \text{ s}) + \frac{1}{2} (-6 \text{ m s}^{-2}) (2 \text{ s})^2$$

$= 24$ m $- 12$ m
$= 12$ 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?*

AP SCERT

(ii) సమీకరణము (1.7) 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 1.6 సమత్వరణముతో 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 (1.5) నుండి

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ మీ./సె.} - 5 \text{ మీ./సె.}}{5 \text{ సె.}}$$

= 1మీ/సె^{2}

(ii) సమీకరణము(1.6) నుండి

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

= 5 మీ/సె × 5సె + $\frac{1}{2}$ ×1మీ/సె^{2} ×(5 సె)^2

= 25 మీ + 12.5మీ

= 37.5 మీ

కారు త్వరణం 1 మీ.సె.$^{-2}$ మరియు దూరం 37.5 మీ.

ఉదాహరణ 1.7 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 మీ.సె.$^{-1}$) × (2 సె) + $\frac{1}{2}$ (–6 మీ.సె.$^{-2}$)(2 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

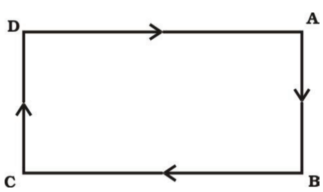
1. *నిశ్చలస్థితి నుండి బయలుదేరిన బస్సు 0.1 మీ.సె.$^{-2}$ సమత్వరణంతో 2 నిమిషాలు ప్రయాణించిన తరువాత బస్సు (ఎ)వేగం (బి) ప్రయాణించిన దూరం కనుగొనండి.*
2. *ఒక రైలు గంటకు90కి.మీ వేగంతో ప్రయాణిస్తోంది. –0.5మీ.సె.$^{-2}$ ఏకరీతి త్వరణాన్ని ఉత్పత్తి చేయడానికి బ్రేకులు వేయబడ్డాయి. రైలు నిశ్చలస్థితికి రావడానికి ముందు 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?*

AP SCERT

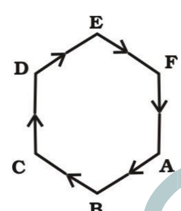
4. *A racing car has a uniform acceleration of 4* m s^{-2}*. What distance will it cover in 10* s *after start?*
5. *A stone is thrown in a vertically upward direction with a velocity of 5* m s^{-1}*. If the acceleration of the stone during its motion is 10* m s^{-2} *in the downward direction, what will be the height attained by the stone and how much time will it take to reach there?*

1.6 Uniform Circular Motion

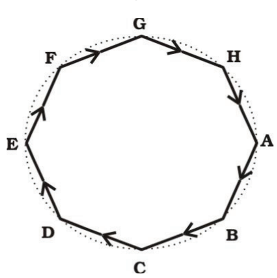
When the velocity of an object changes, we say that the object is accelerating. The change in the velocity could be due to change in its magnitude or the direction of the motion or both. Can you think of an example when an object does not change its magnitude of velocity but only its direction of motion?



(a) Rectangular track



(b) Hexagonal track



(c) Octagonal shaped track

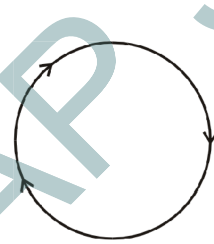

(d) A circular track

Fig. 1.8: *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 1.9 (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. 1.8(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. 1.8(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

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (1.8)$$

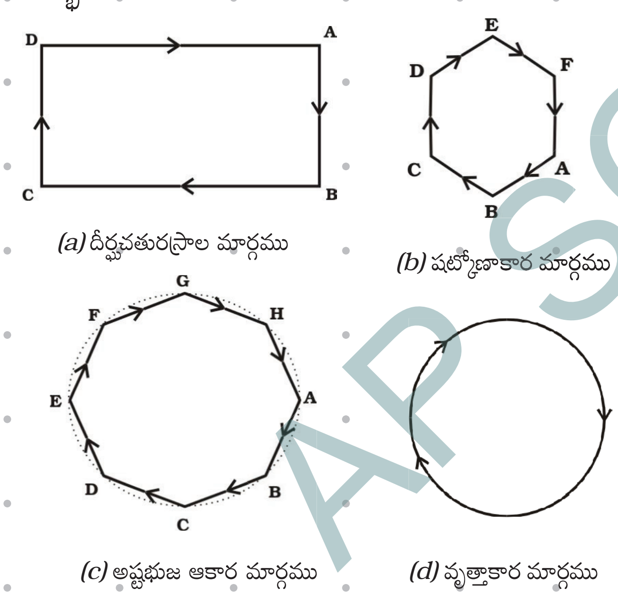
When an object moves in a circular path with uniform speed, its motion is called uniform circular motion.

AP SCERT

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?

1.6 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?



పటం. 1.8: *క్రీడాకారుడు చలించే వివిధ రకాల సంవృత మార్గాలు*

మూసి ఉన్న మార్గంలో వస్తువు యొక్క చలనం ఉదాహరణగా పరిశీలిద్దాం. పటం 1.9 (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. 1.8(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 1.8 (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 1.9 (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.

$$v = \frac{2\pi r}{t} \qquad (1.8)$$

ఒక వస్తువు ఏక రీతి వడితో వృత్తాకార మార్గంలో కదిలినప్పుడు, ఆ చలనాన్ని సమ వృత్తాకార చలనం అని అంటాము.

AP SCERT

Activity 1.11

- 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. 1.9.

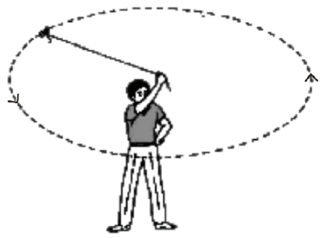


Fig. 1.9: A stone describing a circular path with a velocity of constant magnitude.

- 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.

AP SCERT

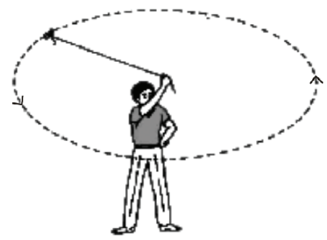
What you have learnt

- 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

$$v = u + at$$
$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2$$
$$2as = v^2 - u^2$$

కృత్యం ------------------- 1.11

- దారపు ముక్కను తీసుకుని, దాని చివరలో ఒక చిన్న రాయిని కట్టాలి. దారం మరొక చివరకు పట్టుకొని పటం 1.9 లో చూపిన విధంగా, రాయిని స్థిరమైన వడితో వృత్తాకార మార్గము లో తిప్పండి..



పటం 1.9: 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

$$v = u + at$$
$$s = ut + \tfrac{1}{2} at^2$$
$$2as = v^2 - u^2$$

AP SCERT

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. What is the nature of the distance-time graphs for uniform and non-uniform motion of an object?
3. Assertion (A): The area under a velocity-time graph represents the displacement of the body.

   Reason (R): Displacement is equal to velocity multiplied by time.

   Choose the correct option.

   A) Both A and R are true and R is the correct explanation of A.

   B) Both A and R are true but R is not the correct explanation of A.

   C) A is true but R is false.

   D) A is false but R is true.
4. Create a distance-time graph to represent the following situation:

   A person

   1. Walks with uniform speed initially,
   2. Stops for some time due to tiredness, and
   3. Finally walks faster with increasing speed to reach the destination quickly.

   Explain how the graph represents each stage of motion.
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. 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.

AP SCERT

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. ఒక వస్తువు సమచలనంలో మరియు అసమచలనం లలో (Non-uniform motion) ఉన్నప్పుడు దూరం-కాలం గ్రాఫ్ స్వభావం ఎలా ఉంటుంది?

3. నిశ్చిత ప్రకటన (A): వేగం-కాలం గ్రాఫ్ క్రింద ఉన్న ప్రాంత వైశాల్యం ఆ వస్తువు పొందిన స్థానభ్రంశం సూచిస్తుంది.

   Reason (R) : స్థానభ్రంశం అనేది వేగం మరియు సమయముల లబ్ధము.

   సరైన ఎంపికను ఎంచుకోండి:

   ఎ) A మరియు R రెండూ సరైనవి, మరియు R, A కు సరైన వివరణ.

   బి) A మరియు R రెండూ సరైనవి, కానీ R, A కు సరైన వివరణ కాదు.

   సి) A సరైనది, కానీ R సరైనది కాదు.

   డి) A సరైనది కాదు, కానీ R సరైనది.

4. క్రింది పరిస్థితిని సూచించే దూరం-కాలం గ్రాఫ్ గీయండి:

   ఒక వ్యక్తి

   1. మొదట సమ వేగంతో నడుస్తాడు,
   2. అలసట వల్ల కొంతసేపు ఆగిపోతాడు,
   3. చివరగా గమ్యస్థానానికి త్వరగా చేరుకోవడానికి వేగం పెంచుకుంటూ నడుస్తాడు.

   ప్రతి దశను గ్రాఫ్ ఎలా సూచిస్తుందో వివరించండి.

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. ఒక కృత్రిమ ఉపగ్రహం 42250 కిమీల వ్యాసార్ధం గల వృత్తాకార కక్ష్యలో కదులుతోంది. భూమి చుట్టూ తిరగడానికి దాని పరిభ్రమణ కాలము 24 గంటలు అయితే వడిని లెక్కించండి.

AP SCERT

7. Fig 1.10 shows the distance-time graph of three objects A,B and C. Study the graph and answer the following questions:

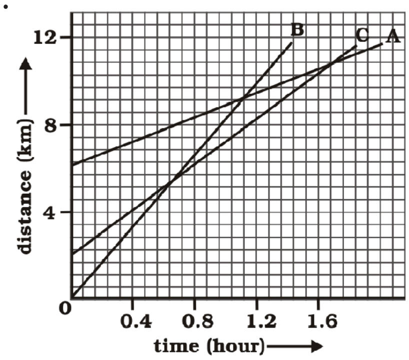


Fig. 1.10

(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?

8. A ball is gently dropped from a height of 20 m. If its velocity 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?

9. The speed-time graph for a car is shown is Fig. 1.11.

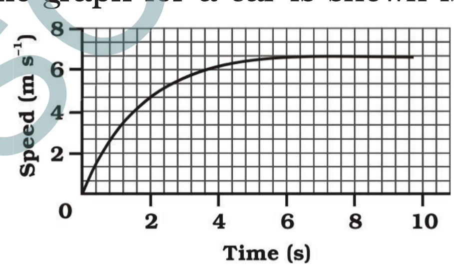


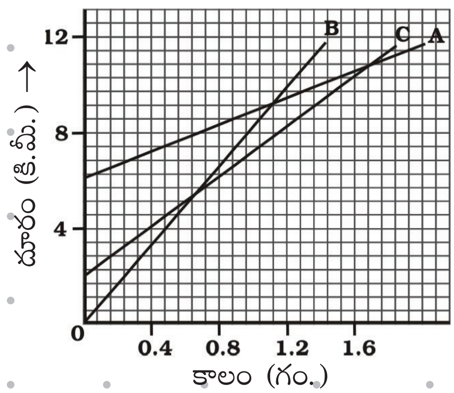
Fig. 1.11

(a) Find how far does the car travel in the first 4 seconds. 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?

10. 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.

AP SCERT

7. పటం 1.10 A, B మరియు C అనే మూడు వస్తువుల యొక్క దూరం – కాలం గ్రాఫ్‌లను చూపుతుంది. గ్రాఫ్‌ను పరిశీలించి ఇచ్చిన ప్రశ్నలకు సమాధానములిమ్ము.



పటం. 1.10

(ఎ) ఈ మూడింటిలో ఏది వేగంగా ప్రయాణిస్తుంది?

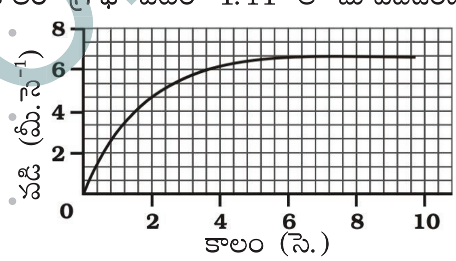
(బి) ఈ మూడు ఎప్పుడైనా రోడ్డుపై ఒకే బిందువు వద్ద ఉంటాయా?

(సి) B, A ని దాటినపుడు C ఎంత దూరం ప్రయాణించింది?

(డి) C ని దాటే సమయానికి B ఎంత దూరం ప్రయాణించింది?

8. 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?

9. కారు యొక్క వడి – కాలం గ్రాఫ్ పటం 1.11 లో చూపబడింది



పటం 1.11

(ఎ) మొదటి 4 సెకన్లలో కారు ఎంత దూరం ప్రయాణిస్తుందో కనుగొనండి. ఆ వ్యవధిలో కారు ప్రయాణించిన దూరాన్ని సూచించే ప్రాంతాన్ని గ్రాఫ్‌లో షేడ్ చేయండి.

(బి) గ్రాఫ్‌లోని ఏ భాగం కారు యొక్క సమచలనాన్ని సూచిస్తుంది

10. 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.

AP SCERT

Chapter 2

W8F5L3

MATTER IN OUR SURROUNDINGS

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.

2.1 Physical Nature of Matter

2.1.1 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 2.1

- 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. 2.1.

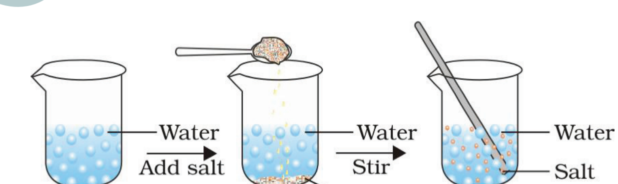


Fig. 2.1: When we dissolve salt in water, the particles of salt get into the spaces between particles of water.

2.1.2 HOW SMALL ARE THESE PARTICLES OF MATTER?

Activity 2.2

- 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.

AP SCERT

అధ్యాయం 2

S2K3U9

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.

2.1 పదార్థము యొక్క భౌతిక స్వభావం

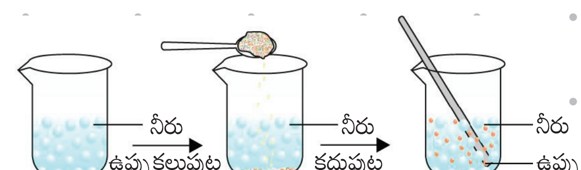
2.1.1 పదార్థం కణాలతో రూపొందించబడినది.

చాలా కాలంగా, పదార్థము యొక్క స్వభావానికి సంబంధించి రెండు ఆలోచనా విధానాలు ప్రబలంగా 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 2.1

- 100 మి.లీ. ఘనపరిమాణంగల బీకరును తీసుకోండి.
- బీకరును సగము వరకు నీటితో నింపండి. నీటి మట్టమును గుర్తించండి.
- కొంచెం ఉప్పు / చెక్కెరను బీకరులో వేసి 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 2.1 లో వివరించబడినది.



పటం 2.1: నీటిలో ఉప్పును కరిగించినపుడు, ఉప్పు కణాలు, నీటి కణాల మధ్య ఖాళీలను ఆక్రమించుకున్నాయి.

2.1.2 పదార్థము యొక్క కణాలు ఎంత చిన్నవి

కృత్యం 2.2

- 2 లేదా 3 పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్ఫటికాలను తీసుకొని వాటిని 100 మి.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 మి.లీ = 1 సెం.మీ.^{3}.

AP SCERT

- 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 ?

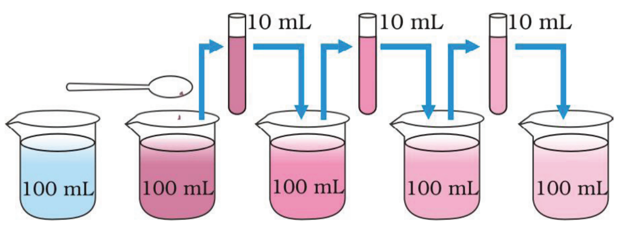


Fig. 2.2: Estimating how small are the particles of matter. With every dilution, though the colour becomes light, it is still visible.

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!!!!

2.2 Characteristics of Particles of Matter

2.2.1 Particles of matter have space between them

In activities 2.1 and 2.2 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.

2.2.2 Particles of matter are continuously moving

Activity 2.3

- 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 2.4

- 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?

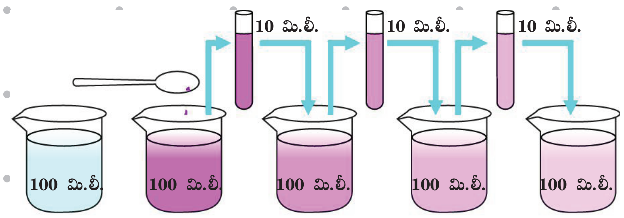
Activity 2.5

- 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 (2.3, 2.4 and 2.5), we can conclude the following:

AP SCERT

- 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 2.2: *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 ఊహాకందనంత చిన్నవి

2.2 పదార్థ కణాల లక్షణాలు

2.2.1 పదార్థ కణాల మధ్య ఖాళీలను కలిగి ఉంటాయి

2.1 మరియు 2.2 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.

2.2.2 పదార్థం యొక్క కణాలు నిరంతరం కదులుతూ ఉంటాయి.

కృత్యం ------------------ 2.3

- 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 ------------------ 2.4

- 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 ------------------ 2.5

- కాపర్ 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 (2.3, 2.4 మరియు 2.5) నుండి ఈ క్రింది విధముగా నిర్ధారించవచ్చు.

AP SCERT

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?

2.2.3 Particles of matter attract each other

Activity 2.6

- 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. 2.3).

Fig.2.3

- 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 2.7

- 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 2.8

- 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 (2.6, 2.7 and 2.8) 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 ?

2.2.3 పదార్థములోని కణాల మధ్య పరస్పర ఆకర్షణ

కృత్యం ------------------ 2.6

- తరగతిగది బయట ఈ ఆటను ఆడదాం. విద్యార్థులను నాలుగు జట్లుగా చేయండి. క్రింద సూచించిన విధముగా మానవ హారాలుగా ఏర్పరచండి.
- మొదట జట్టు ఇడు-మిష్మి (Idu-Mishmi) నృత్యకారులవలె వెనుక నుండి ఒకరికొకరు చేతులు బిగించి పట్టుకోవాలి, (పటం 2.3).

పటం 2.3

- 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 గరిష్ట బలంతో ఒకదానికొకటి పట్టుకొన్నాయి ?

కృత్యం ------------------ 2.7

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

కృత్యం ------------------ 2.8

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

పైన పేర్కొన్న మూడు కృత్యాల (2.6, 2.7 మరియు 2.8) 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, బాదం, 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 ?*

AP SCERT

2.3 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.

2.3.1 The solid state

Activity ______________ 2.9

- 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.

2.3.2 The liquid state

Activity ______________ 2.10

- 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 2.4 and 2.5 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

AP SCERT

2.3 . 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.

2.3.1. ఘన స్థితి

కృత్యం ------------------ 2.9

- 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 ఆకారాన్నిపొందుతాయి. 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 నిర్దిష్ఠ ఆకారాన్ని కలిగి ఉంటాయి.
- స్పాంజ్‌లో చిన్న చిన్న రంధ్రాలు ఉంటాయి. ఆ రంధ్రాలలో గాలి బందించబడి ఉంటుంది. మనము దానిని నొక్కినపుడు గాలి బయటకు వస్తుంది. అందువలన దానిని సంపీడనము చెందించగలము.

2.3.2 ద్రవ స్థితి

కృత్యం ------------------ 2.10

- 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 మార్చినప్పుడు 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.

కృత్యాలు2.4 మరియు 2.5 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

AP SCERT

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.

2.3.3 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 2.11

- Take three 100 mL syringes and close their nozzles by rubber corks, as shown in Fig.2.4.
- 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.

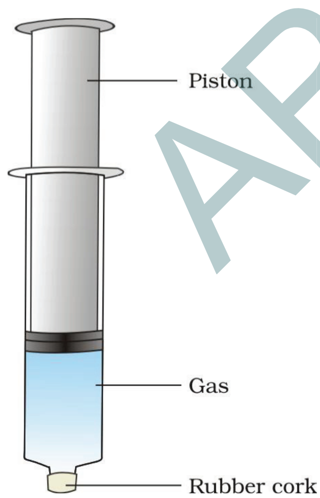


Fig. 2.4

- 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.

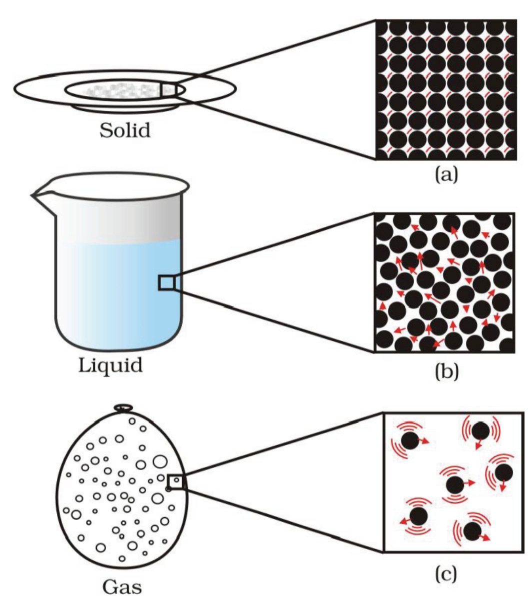


Fig.2.5: a, b and c show the magnified schematic pictures of the three states of matter. The motion of the particles can be seen and compared in the three states of matter.

AP SCERT

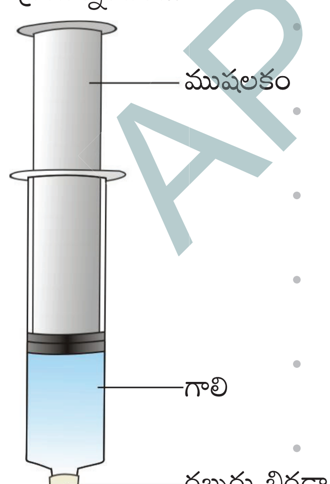
ఘన పదార్థాల కంటే ఎక్కువ. ఘన స్థితిలో ఉన్న కణాలతో పోలిస్తే ద్రవ స్థితిలో కణాలు స్వేచ్ఛగా కదులుతాయి. దీనికి కారణం కణాల మధ్య ఎక్కువ ఖాళీని కలిగి ఉండటమే.

2.3.3 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 ----------------- 2.11

- మూడు 100 మి.లీ. సిరంజిలను తీసుకోండి మరియు పటం 2.4 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 చొప్పించే ముందు ముషలకాల మృదువైన చలనము కొరకు వాని అంచులకు వేజలైన్ పూయండి.
- ఇప్పుడు, ప్రతి సిరంజ్‌లోని ముషలకాన్ని లోనికి నెట్టుతూ లోపలి పదార్థము సంపీడనము చెందించ డానికి ప్రయత్నించండి.



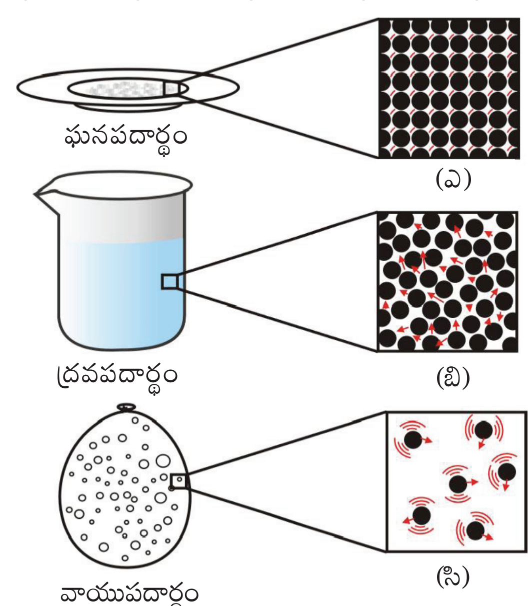
పటం 2.4

- 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 వాయువు** (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 2.5: *ఎ, బి మరియు సి పదార్థం యొక్క మూడు స్థితుల వృద్ధీకరింపబడిన బొమ్మ నమూనాలను తెలుపుతుంది. కణాల కదలికను పదార్థంయొక్క మూడు స్థితులలో చూడవచ్చు, పోల్చవచ్చు.*

AP SCERT

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.*

2.4 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?

2.4.1 Effect of Change of Temperature

Activity 2.12

- 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. 2.6.

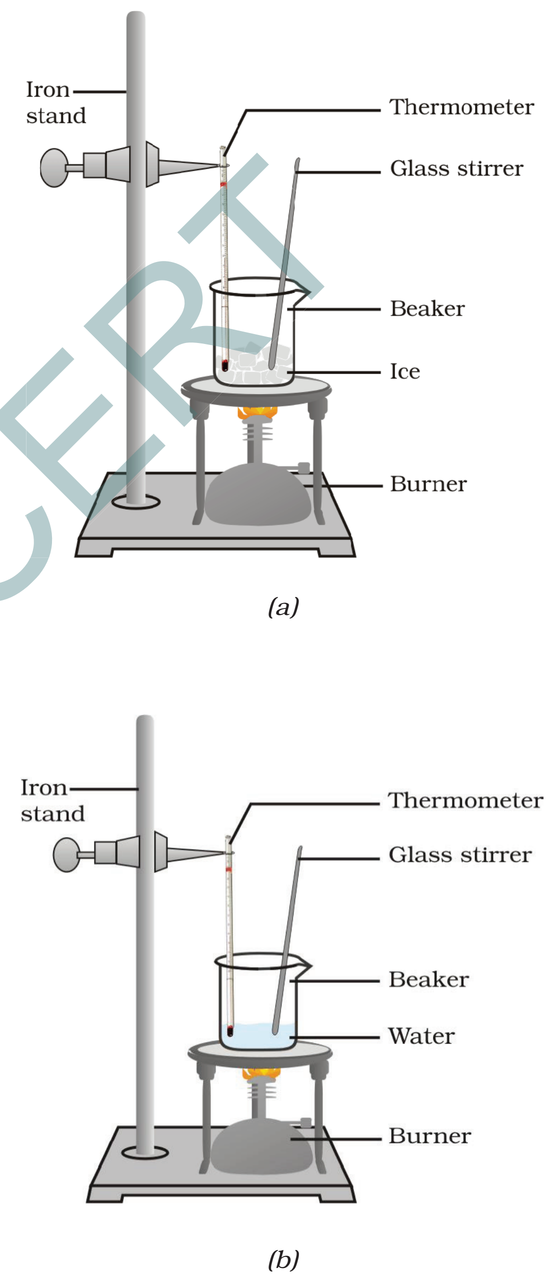


Fig. 2.6: (a) Conversion of ice to water, (b) conversion of water to water vapour

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 ?

2.4 పదార్థము దాని స్థితిని మార్చుకొన గలదా?

మన పరిశీలనల ద్వారా నీరు మూడు స్థితులలో లభిస్తుందని తెలుసుకొనవచ్చు.

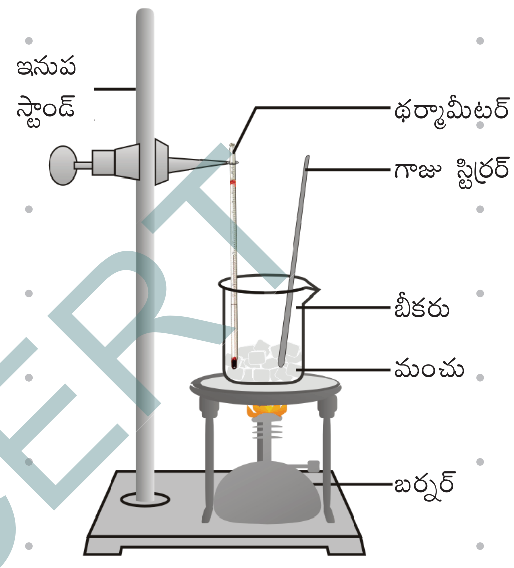
- మంచు లాగా ఘన స్థితి
- మనకు తెలిసిన నీరు లాగా ద్రవ స్థితి మరియు
- నీటి ఆవిరి లాగా వాయు స్థితి

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?

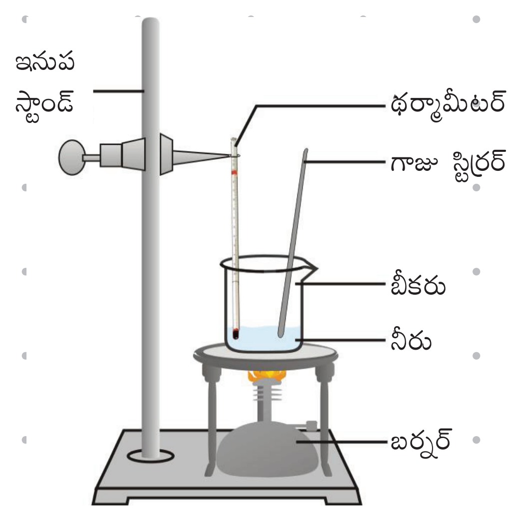
2.4.1 ఉష్ణోగ్రత మార్పు ప్రభావము

కృత్యం ------------------ 2.12

- ఒక బీకరులో సుమారు 150 గ్రా. మంచుని తీసుకొని, ఒక ప్రయోగశాల ఉష్ణ మాపకాన్ని దాని బల్బు మంచును తాకి ఉండేటట్లు పటం 2.6 లో చూపిన విధముగా ఉంచండి.



(ఎ)



(బి)

పటం 2.6 (ఎ) మంచును నీరుగా మార్చుట
(బి) నీటిని నీటి ఆవిరిగా మార్చుట

APSCERT

- 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 $0^{o}C$ (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 ($100^{o}C = 273 + 100 = 373$ 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.

AP SCERT

- తక్కువ మంటపై బీకరును వేడిచేయడం ప్రారంభించండి.
- మంచు కరగడం ప్రారంభించినపుడు 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 అధిగమిస్తుంది. కణాలు వాటి స్థిర స్థానాలను వదిలి మరింత స్వేచ్ఛగా కదలడం ప్రారంభిస్తాయి. 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.

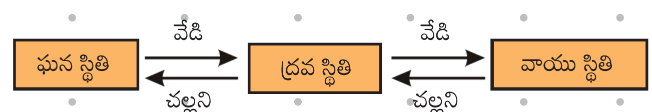
ఘన పదార్థము కరుగు సందర్భములో దాని ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటుంది. మరి ఇచ్చిన ఉష్ణశక్తి ఏమైంది?

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 అధిగమించడం 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^oC (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 ($100^oC = 273 + 100 = 373$ K)

మీరు భాష్పీభవన గుప్తోష్ణమును నిర్వచించగలరా ? మీరు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణమును నిర్వచించిన విధముగానే దీనిని నిర్వచించండి. 373 K (100^oC) 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 నిర్ధయానికి 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^o C =273.15 K. సౌలభ్యం కొరకు దశాంశ బిందువులను సవరించి 0^o 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.

AP SCERT

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

Activity _____________ 2.13

- 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. 2.7.

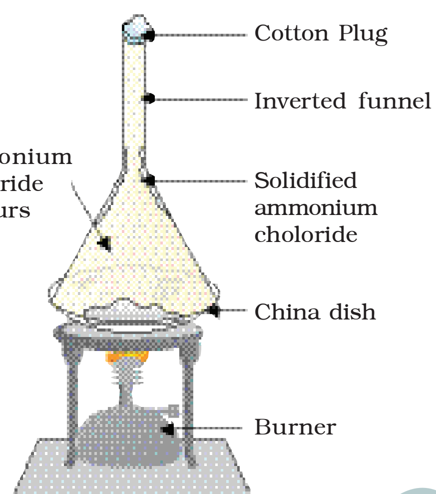


Fig. 2.7: Sublimation of ammonium chloride

- 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.

2.4.2 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?

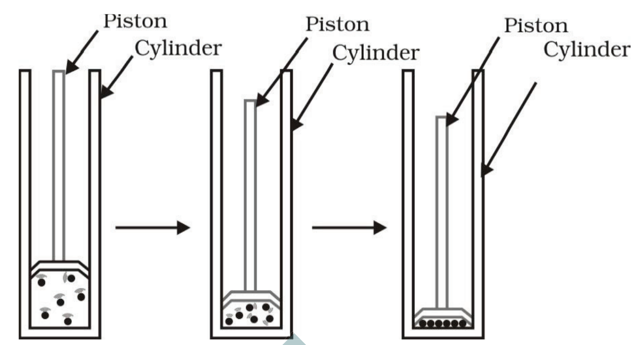


Fig. 2.8: By applying pressure, particles of matter can be brought close together

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.

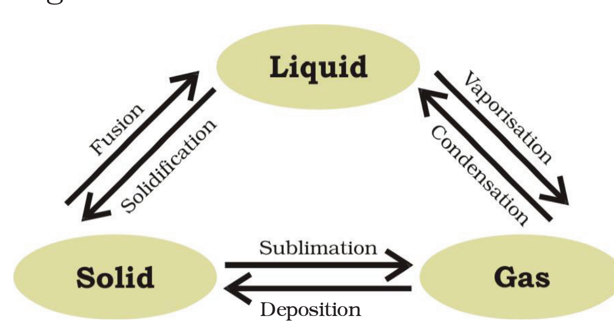


Fig. 2.9: Interconversion of the three states of matter

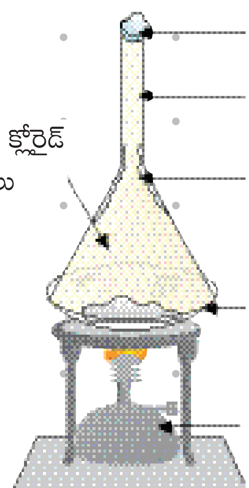
AP SCERT

* *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 ------------------ 2.13

- కొంచెం కర్పూరం లేదా అమ్మోనియం క్లోరైడ్ తీసుకోండి. దీన్ని చూర్ణం చేసి పింగాణి పాత్రలో ఉంచండి.
- పింగాణీపాత్రపై గరాటును తల్లక్రిందులుగా బోర్లించండి.
- దూదిని తీసుకొని పటం 2.7లో చూపినవిధంగా గరాటు కాడ పైభాగంలో ఉంచండి.



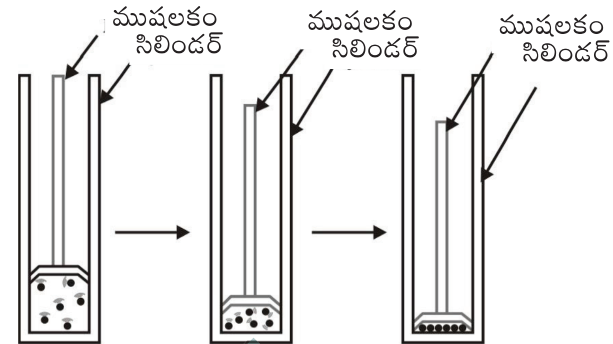
పటం 2.7 అమ్మోనియం క్లోరైడ్ యొక్క ఉత్పతనం

- 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.

2.4.2 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? పదార్థ పీడనం పెంచడం లేదా తగ్గించడం వలన పదార్థ స్థితిలో మార్పు వస్తుందని మీరు భావిస్తున్నారా?

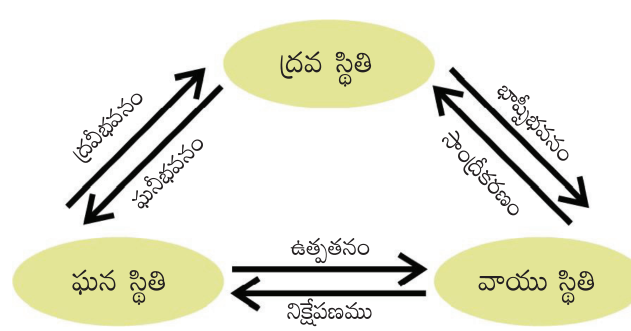


పటం 2.8 పీడనాన్ని కలుగజేయడం ద్వారా పదార్థం యొక్క కణాలను దగ్గరగా తీసుకురావచ్చు

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 2.9: 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.

AP SCERT

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.*

2.5 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.**

2.5.1 Factors affecting evaporation

Let us understand this with an activity.

Activity 2.14

- 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.

2.5.2 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 ?*

2.5 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.**

2.5.1 భాష్పీభవనాన్ని ప్రభావితంచేసే అంశాలు

ఒక కృత్యం ద్వారా దీనిని అవగాహన చేసుకుందాం

కృత్యం ---------------- 2.14

- ఒక పరీక్ష నాళికలో 5 మీ.లీ. నీటిని తీసుకొని దానిని కిటికీ దగ్గర లేదా ఫ్యాన్ కింద ఉంచండి.
- పింగాణి పాత్రలో 5 మీ.లీ. నీటిని తీసుకొని, దానిని కిటికీ దగ్గర గాని లేదా ఫ్యాన్ కింద గాని ఉంచండి.
- పింగాణి పాత్రలో 5 మీ.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.

2.5.2 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.

AP SCERT

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?*

AP SCERT

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.

AP SCERT

- 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

AP SCERT

- 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

AP SCERT

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. Imagine you are a tiny particle inside a block of ice. Now imagine the ice melts into water. Explain what changes happen in your movement and arrangement in the liquid state.

10. Statement : "I am the reverse process of sublimation."

    Which of the following situations best represents me?

    A) Ice changing into water on heating

    B) Water vapour changing directly into ice crystals on a cold surface

    C) Solid camphor changing directly into vapour.

    D) Water changing into steam on boiling rate.

AP SCERT

అభ్యాసం

1. ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతలను సెల్సియస్ మానములోకి మార్చండి

   ఎ) 293 K　　　బి) 470 K

2. ఈ కింది ఉష్ణోగ్రతలను కెల్విన్ మానములోకి మార్చండి.

   ఎ) 25^oC　　　బి) 373^oC

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^oC　　　బి) 0^oC　　　సి) 100^oC

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. మీరు మంచు గడ్డలో ఉన్న ఒక చిన్న కణమని ఊహించండి. ఇప్పుడు మంచు కరిగి నీటిగా మారుతుంది అని ఊహించండి. ద్రవ స్థితిలో మీ కదలిక మరియు అమరికలో ఎలాంటి మార్పులు జరుగుతాయో వివరించండి.

10. ప్రకటన: “నేను ఉత్పతనం (sublimation) యొక్క విలోమ క్రియను.”

    ఈ క్రింది వానిలో నన్ను బాగా సూచించునది ఏది?

    ఎ) వేడి చేయగా మంచు నీటిగా మారడం

    బి) నీటి ఆవిరి చల్లని ఉపరితలంపై నేరుగా మంచు స్ఫటికాలుగా మారడం

    సి) కర్పూరం ఘన స్థితి నుండి నేరుగా ఆవిరిగా మారడం

    డి) నీరు మరిగి ఆవిరిగా మారడం

AP SCERT

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.

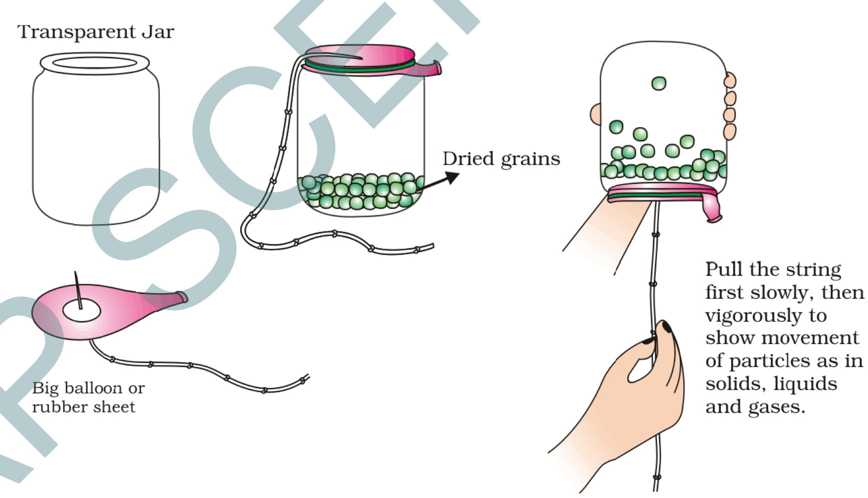


Fig. 2.10: *A model for converting of solid to liquid and liquid to gas.*

APSCERT

జట్టు కృత్యం

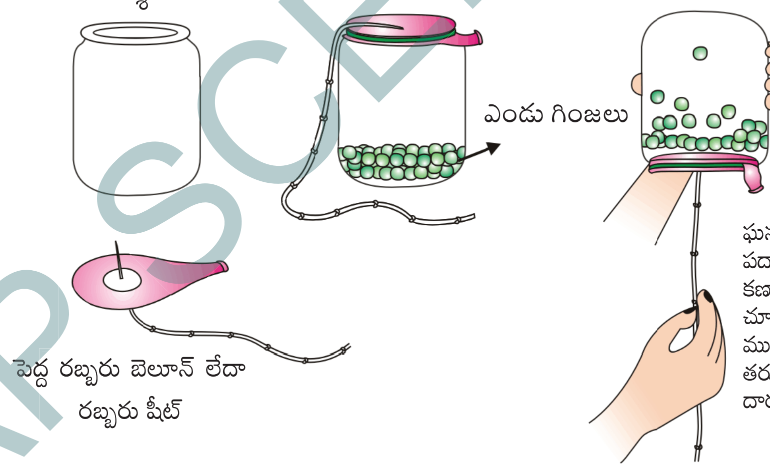
ఘన, ద్రవ మరియు వాయు పదార్థాలలో కణాల కదలికలను ప్రదర్శించడానికి ఒక నమూనా తయారు చేయండి.

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 2.10 ఘనపదార్థాన్ని ద్రవంగాను మరియు ద్రవాన్ని వాయువుగాను మార్చుటను చూపే నమూనా

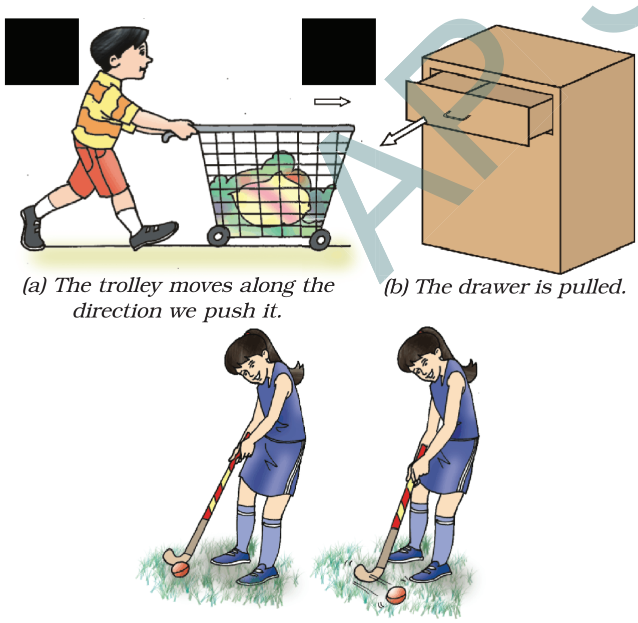
AP SCERT

Chapter 3

FORCE AND LAWS OF MOTION

In the previous chapter, we described the motion of an object along a straight line in terms of its position, velocity and acceleration. We saw that such a motion can be uniform or non-uniform. We have not yet discovered what causes the motion. Why does the speed of an object change with time? Do all motions require a cause? If so, what is the nature of this cause? In this chapter we shall make an attempt to quench all such curiosities.

For many centuries, the problem of motion and its causes had puzzled scientists and philosophers. A ball on the ground, when given a small hit, does not move forever. Such observations suggest that rest is the "natural state" of an object. This remained the belief until Galileo Galilei and Isaac Newton developed an entirely different approach to understand motion.



(a) The trolley moves along the direction we push it.

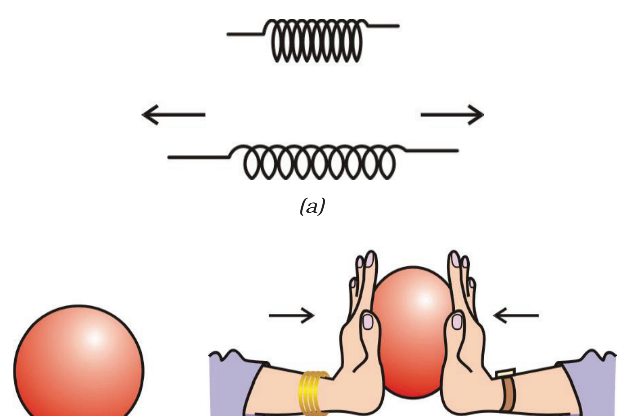
(b) The drawer is pulled.

(c) The hockey stick hits the ball forward

Fig. 3.1: *Pushing, pulling, or hitting objects change their state of motion.*

In our everyday life we observe that some effort is required to put a stationary object into motion or to stop a moving object. We ordinarily experience this as a muscular effort and say that we must push or hit or pull on an object to change its state of motion. The concept of force is based on this push, hit or pull. Let us now ponder about a 'force'. What is it? In fact, no one has seen, tasted or felt a force. However, we always see or feel the effect of a force. It can only be explained by describing what happens when a force is applied to an object. Pushing, hitting and pulling of objects are all ways of bringing objects in motion (Fig. 3.1). They move because we make a force act on them.

From your studies in earlier classes, you are also familiar with the fact that a force can be used to change the magnitude of velocity of an object (that is, to make the object move faster or slower) or to change its direction of motion. We also know that a force can change the shape and size of objects (Fig. 3.2).



(a)

(b)

Fig. 3.2: (a) *A spring expands on application of force;* (b) *A spherical rubber ball becomes oblong as we apply force on it.*

AP SCERT

R7S9T9

అధ్యాయం 3

బలం మరియు గమన నియమాలు

గత అధ్యాయంలో సరళరేఖ వెంబడి కదులుతున్న వస్తువు యొక్క చలనంను దాని యొక్క స్థానం, వేగం, త్వరణం ఆధారంగా వివరించాము. అటువంటి చలనం సమ చలనం లేదా అసమచలనం అయి ఉండవచ్చు. చలనానికి కారణాలను మనం ఇంకా కనుగొనలేదు. కాలంతో పాటు వస్తువు వేగం ఎందుకు మారుతుంది? అన్ని చలనాలకు ఒక కారణం అవసరమా? అలా అయితే, ఆ కారణం యొక్క స్వభావం ఏమిటి? ఈ అధ్యాయంలో ఇటువంటి సందేహాలను నివృత్తిచేసుకునే ప్రయత్నం చేద్దాం!.

చాలా శతాబ్దాల పాటు చలనం మరియు దాని కారణాలకు సంబంధించిన సమస్య శాస్త్రవేత్తలకు మరియు తత్వవేత్తలకు చిక్కు ప్రశ్న లాగా ఉండేది. నేల మీద ఉన్న బంతి మెల్లిగా కొడితే ఎప్పటికీ అలాగే కదులుతూ ఉండదు. ఇలాంటి పరిశీలనలు ఒక వస్తువు యొక్క నిశ్చలస్థితి "సహజస్థితి" అని సూచిస్తుంది. గెలీలియో గెలిలి మరియు ఐజాక్ న్యూటన్‌లు చలనాన్ని అర్థం చేసుకునేందుకు మొత్తంగా విభిన్నమైన విధానాన్ని అభివృద్ధి చేసేంతవరకు పై విషయాన్ని నమ్మేవారు.

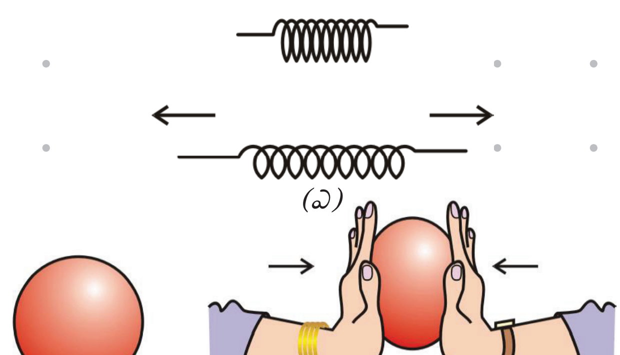
(ఎ) మనం నెట్టే దిశలో ట్రాలీ కదులుతుంది *(బి) టేబుల్ సొరుగు లాగడం*

(సి) హాకీ స్టిక్‌తో కొట్టగా బంతి ముందుకు కదులుతుంది

పటం 3.1: *నెట్టుట, లాగుట లేదా కొట్టుట ద్వారా వస్తువులు తన చలన స్థితిని మార్చుకుంటాయి*

మన నిత్యజీవితంలో నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న వస్తువును గమనంలోకి తీసుకొని రావాలన్నా లేదా కదులుతున్న వస్తువును ఆపాలన్నా కొంత ప్రయత్నం కావాలి. సాధారణంగా మనం దీనిని కండర బలమని భావిస్తాం మరియు ఒక వస్తువు యొక్క చలనస్థితిని మార్చాలంటే మనం దానిని నెట్టాలి లేదా కొట్టడం లేదా లాగడం చేయాలి. బలం అనే భావన ఈ నెట్టడం, కొట్టడం లేదా లాగడం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇప్పుడు మనం బలం గురించి ఆలోచిద్దాం. బలం అంటే ఏమిటి? ఇప్పటి వరకు ఎవరూ బలాన్ని చూడలేదు, రుచి చూడలేదు. అనుభూతి పొందలేదు. కానీ మనం బలం యొక్క ప్రభావాన్ని మాత్రం చూడవచ్చు లేదా అనుభవించవచ్చు. ఒక వస్తువు మీద బలం ప్రయోగించినప్పుడు ఏమి జరుగుతుందో వివరించడం ద్వారా మాత్రమే దానిని గురించి విపులంగా చెప్పవచ్చు. వస్తువులను నెట్టడం, కొట్టడం మరియు లాగడం వంటివన్నీ వస్తువులకు చలనం కలిగించే మార్గాలు. (పటం 3.1) వాటి మీద మనం బలం ప్రయోగించాం కాబట్టి అవి కదులుతాయి.

క్రింది తరగతులలో మనం చదువుకున్న ప్రకారం, ఒక వస్తువు యొక్క వేగం పరిమాణం మార్చడానికి (వస్తువు వేగం పెంచుట లేదా తగ్గించుటకు) లేదా దాని చలన దిశ మార్చడానికి బలాన్ని ఉపయోగించవచ్చు అన్న విషయం మీకు తెలుసు. బలం వస్తువుల యొక్క ఆకారాన్ని మరియు పరిమాణాన్ని మార్చగలదు అని కూడా మనకు తెలుసు.(పటం 3.2)



(ఎ) *(బి)*

పటం 3.2: *(ఎ) ఒక స్ప్రింగ్‌పై బలం ప్రయోగించినపుడు అది సాగుతుంది.*
(బి) ఒక గోళాకార రబ్బరు బంతిపై బలం ప్రయోగించినపుడు బంతి నొక్కబడుతుంది

AP SCERT

3.1 Balanced and Unbalanced Forces

Fig. 3.3 shows a wooden block on a horizontal table. Two strings X and Y are tied to the two opposite faces of the block as shown. If we apply a force by pulling the string X, the block begins to move to the right. Similarly, if we pull the string Y, the block moves to the left. But, if the block is pulled from both the sides with equal forces, the block will not move. Such forces are called balanced forces and do not change the state of rest or of motion of an object. Now, let us consider a situation in which two opposite forces of different magnitudes pull the block. In this case, the block would begin to move in the direction of the greater force. Thus, the two forces are not balanced and the unbalanced force acts in the direction the block moves. This suggests that an unbalanced force acting on an object brings it in motion.

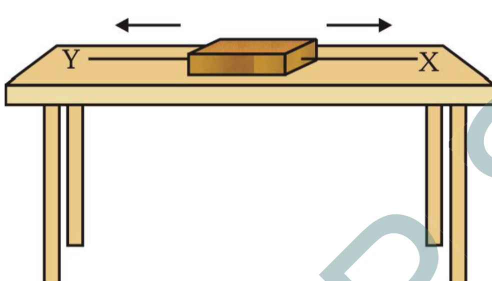


Fig. 3.3: Two forces acting on a wooden block

What happens when some children try to push a box on a rough floor? If they push the box with a small force, the box does not move because of friction acting in a direction opposite to the push [Fig. 3.4(a)]. This friction force arises between two surfaces in contact; in this case, between the bottom of the box and floor's rough surface. It balances the pushing force and therefore the box does not move. In Fig. 3.4(b), the children push the box harder but the box still does not move. This is because the friction force still balances the pushing force. If the children push the box harder still, the pushing force becomes bigger than the friction force [Fig. 3.4(c)]. There is an unbalanced force. So the box starts moving.

What happens when we ride a bicycle? When we stop pedalling, the bicycle begins to slow down. This is again because of the friction forces acting opposite to the direction of motion. In order to keep the bicycle moving, we have to start pedalling again. It thus appears that an object maintains its motion under the continuous application of an unbalanced force. However, it is quite incorrect. An object moves with a uniform velocity when the forces (pushing force and frictional force) acting on the object are balanced and there is no net external force on it. If an unbalanced force is applied on the object, there will be a change either in its speed or in the direction of its motion. Thus, to accelerate the motion of an object, an unbalanced force is required. And the change in its speed (or in the direction of motion) would continue as long as this unbalanced force is applied. However, if this force is removed

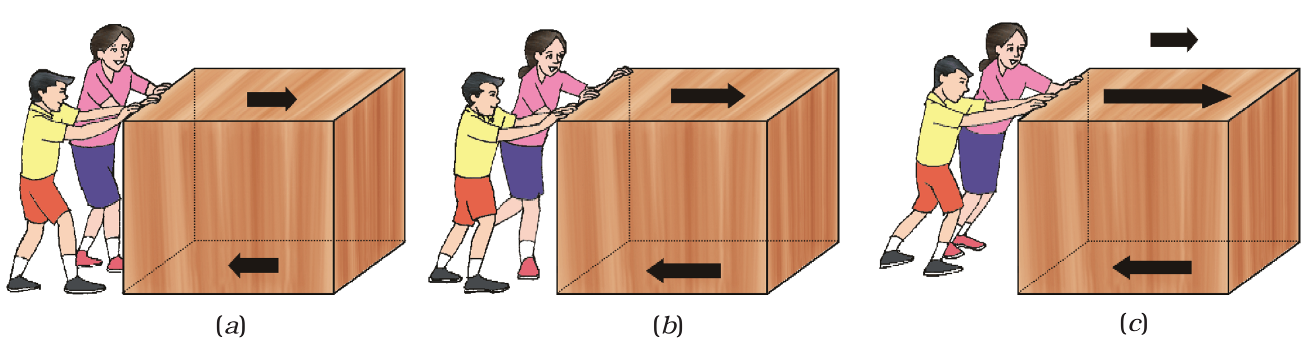
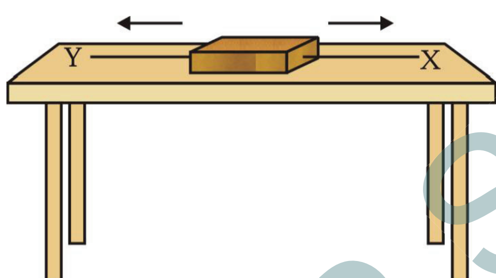


Fig. 3.4

APSCERT

3.1 తుల్య మరియు అసమతుల్యబలాలు

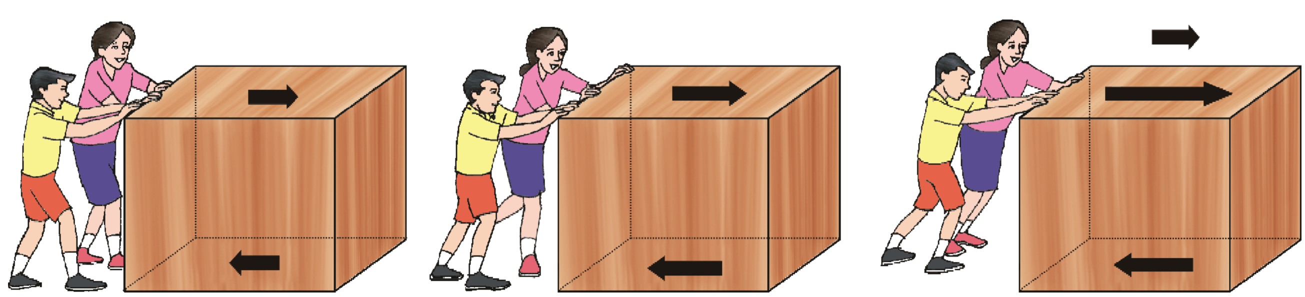
పటం 3.3 ఒక క్షితిజసమాంతరంగా ఉన్న బల్ల పైన చెక్క దిమ్మె చూపిస్తుంది. X మరియు Y అనే రెండు తీగలు చెక్కదిమ్మె యొక్క రెండు వ్యతిరేఖముఖాలకు పటంలో చూపినవిధంగా కట్టబడి ఉన్నాయి. మనం బలం ప్రయోగించి X తీగను లాగితే, చెక్క దిమ్మె కుడివైపుకు కదులుతుంది. అదేవిధంగా Y తీగను లాగితే దిమ్మె ఎడమ వైపుకు కదులుతుంది. కానీ దిమ్మెను రెండు వైపుల నుండి సమాన బలాలతో లాగితే, దిమ్మె కదలదు. అటువంటి బలాలను తుల్యబలాలు అంటారు. అవి వస్తువు యొక్క నిశ్చల స్థితి లేదా గమనస్థితిని మార్చలేవు. ఇప్పుడు విభిన్న పరిమాణాలు గల బలాలు వ్యతిరేఖ దిశలో దిమ్మెనులాగే పరిస్థితిని పరిశీలిద్దాం. ఈ సందర్భంలో దిమ్మె ఎక్కువ బల పరిమాణం గల దిశలో కదలడం మొదలు పెడుతుంది. ఈ విధంగా రెండు బలాలు తుల్యం కాలేదు మరియు దిమ్మె కదిలే దిశలో అసమతుల్యబలం పనిచేస్తుంది. ఒక వస్తువు పై పని చేసే అసమ తుల్యబలం దానిని చలనంలోనికి తీసుకువస్తుందని ఇది సూచిస్తుంది.



పటం 3.3: చెక్కదిమ్మపై పనిచేసే రెండు బలాలు

కొంతమంది పిల్లలు ఒక గరుకుతలంపై గల ఒక పెట్టెను నెట్టడానికి ప్రయత్నిస్తే ఏమి జరుగుతుంది? ఒకవేళ వారు పెట్టెను చిన్న బలంతో నెట్టితే పెట్టె కదలదు. ఎందుకంటే నెట్టుటకు వ్యతిరేఖ దిశలో ఘర్షణ [పటం 3.4 (ఎ)] పనిచేస్తుంది. స్పర్శలో ఉన్న రెండు తలాల మధ్య ఈ ఘర్షణ బలం పనిచేస్తుంది. ఈ సందర్భంలో పెట్టె యొక్క అడుగుభాగం మరియు నేల యొక్క గరుకుతలం మధ్య ఘర్షణ బలం పనిచేస్తుంది. ఇది నెట్టే బలాన్ని తుల్యం చేస్తుంది. కాబట్టి పెట్టె కదలదు. పటం 3.4(బి)లో పిల్లలు పెట్టెను మరికొంత బలంతో నెట్టుతున్నారు కానీ పెట్టె ఇప్పటికీ కదలలేదు. ఎందుకనగా ఘర్షణ బలం నెట్టే బలాన్ని ఇంకా తుల్యం చేస్తూనే ఉంది కాబట్టి. పిల్లలు పెట్టెను మరింత గట్టిగా నెట్టితే నెట్టే బలం ఘర్షణ బలం కన్నా ఎక్కువ అవుతుంది [పటం 3.4 (సి)]. ఇది ఒక అసమ తుల్య బలం, కాబట్టి పెట్టె కదలడం మొదలవుతుంది.

మనం సైకిల్ తొక్కేటప్పుడు ఏమి జరుగుతుంది? మనం సైకిల్ పెడల్ ను తొక్కడం ఆపగానే సైకిల్ యొక్క వేగం మెల్లగా తగ్గడం మొదలవుతుంది. ఇది ఎందుకంటే ఘర్షణ బలాలు చలన దిశకు వ్యతిరేకంగా పనిచేస్తాయి. కావున సైకిల్ గమనంలోనే ఉండాలి అంటే మళ్లీ మనం సైకిల్ తొక్కడం మొదలుపెట్టాలి. నిరంతరంగా పనిచేసే ఒక అసమతుల్యబలం వల్ల ఒక వస్తువు తన గమనాన్ని కొనసాగించగలుగుతున్నట్లుగా కనిపిస్తుంది. కానీ ఇది చాలా తప్పు. ఒక వస్తువు పై పనిచేసే బలాలు (నెట్టే బలం మరియు ఘర్షణ బలం) తుల్యబలాలు అయి మరియు ఎటువంటి ఫలిత బాహ్యబలం లేకపోతే వస్తువు సమవేగంతో చలిస్తుంది. ఒక వస్తువు పైన ఒక అసమతుల్య బలం పనిచేసినట్లైతే, ఆ వస్తువు యొక్క వేగంలో మరియు చలన దిశలో మార్పు ఉంటుంది. కాబట్టి, ఒక వస్తువు చలనానికి త్వరణం కలిగించాలంటే అసమతుల్య బలం కావాలి. అంతేకాక ఈ అసమతుల్య బలం పని చేసినంతసేపు వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పు (లేక చలన దిశలో మార్పు) జరుగుతూనే ఉంటుంది. కానీ, ఈ బలాన్ని



(ఎ) (బి) (సి)

పటం 3.4

AP SCERT

completely, the object would continue to move with the velocity it has acquired till then.

3.2 First Law of Motion

By observing the motion of objects on an inclined plane Galileo deduced that objects move with a constant speed when no force acts on them. He observed that when a marble rolls down an inclined plane, its velocity increases [Fig. 3.5(a)]. In the next chapter, you will learn that the marble falls under the unbalanced force of gravity as it rolls down and attains a definite velocity by the time it reaches the bottom. Its velocity decreases when it climbs up as shown in Fig. 3.5(b). Fig. 3.5(c) shows a marble resting on an ideal frictionless plane inclined on both sides. Galileo argued that when the marble is released from left, it would roll down the slope and go up on the opposite side to the same height from which it was released. If the inclinations of the planes on both sides are equal then the marble will climb the same distance that it covered while rolling down. If the angle of inclination of the right-side plane were gradually decreased, then the marble would travel further distances till it reaches the original height. If the right-side plane were ultimately made horizontal (that is, the slope is reduced to zero), the marble would continue to travel forever trying to reach the same height that it was released from. The unbalanced forces on the marble in this case are zero. It thus suggests that an unbalanced (external) force is required to change the motion of the marble but no net force is needed to sustain the uniform motion of the marble. In practical situations it is difficult to achieve a zero unbalanced force. This is because of the presence of the frictional force acting opposite to the direction of motion. Thus, in practice the marble stops after travelling some distance. The effect of the frictional force may be minimised by using a smooth marble and a smooth plane and providing a lubricant on top of the planes.

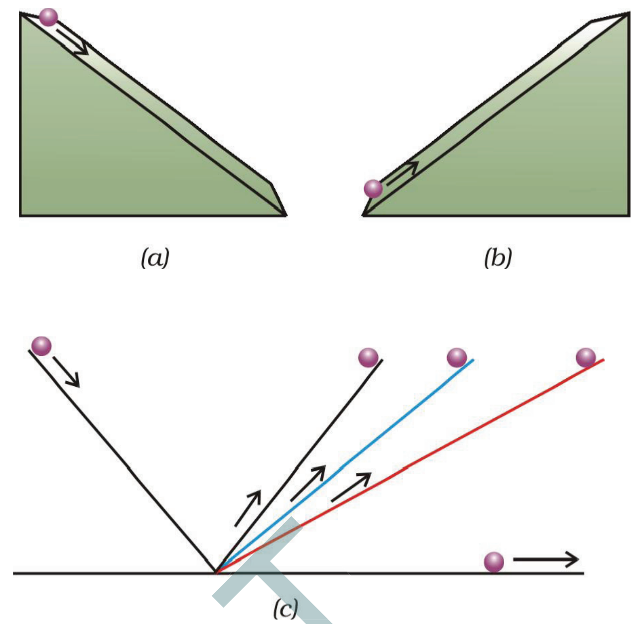


Fig. 3.5: (a) the downward motion; (b) the upward motion of a marble on an inclined plane; and (c) on a double inclined plane.

Newton further studied Galileo's ideas on force and motion and presented three fundamental laws that govern the motion of objects. These three laws are known as Newton's laws of motion. The first law of motion is stated as:

An object remains in a state of rest or of uniform motion in a straight line unless compelled to change that state by an applied force.

In other words, all objects resist a change in their *state of motion*. In a qualitative way, the tendency of undisturbed objects to stay at rest or to keep moving with the same velocity is called inertia. This is why, the first law of motion is also known as the law of inertia.

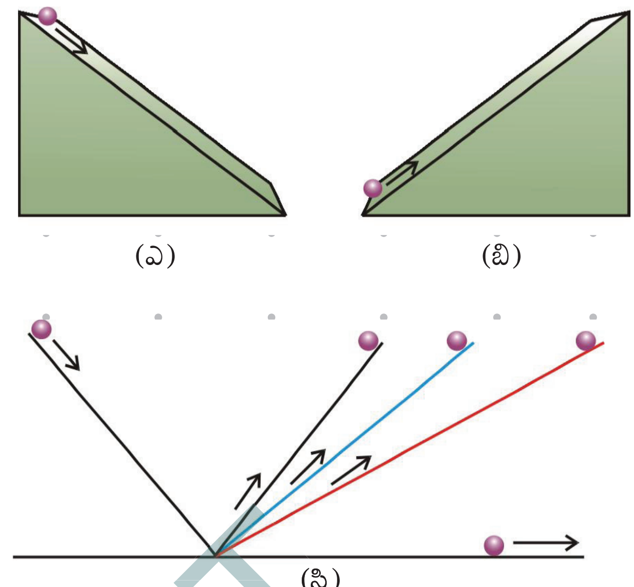
Certain experiences that we come across while travelling in a motorcar can be explained on the basis of the law of inertia. We tend to remain at rest with respect to the seat until the driver applies a braking force to stop the motorcar. With the application of brakes, the car slows down but our body tends to continue in the same state of motion because of its inertia. A sudden application of brakes may thus cause injury to us by impact or collision with the panels in front. Safety belts are worn

AP SCERT

మొత్తంగా తీసివేస్తే, వస్తువు అప్పటివరకు కలిగి ఉన్న వేగంతో కదలిక కొనసాగిస్తుంది.

3.2 మొదటి గమన నియమం

గెలీలియో వాలు తలాలపై వస్తువుల చలనాన్ని పరిశీలించడం ద్వారా,వస్తువుల పైన ఏ బలమూ పనిచేయకపోతే అవి స్థిర వడితో చలిస్తాయి అని నిరూపించాడు. ఒక గోళీ వాలు తలంపై నుండి కిందకు దొర్లినప్పుడు దాని వేగం పెరుగుతుందని గమనించాడు. [(పటం3.5 (ఎ)] గోళీ వాలు తలంపై నుండి క్రిందికి దొర్లుతున్నప్పుడు అసమతుల్య గురుత్వాకర్షణ ప్రభావానికి లోనై అడుగు భాగం చేరేటప్పటికి ఒక నిర్దిష్టమైన వేగాన్ని పొందుతుందని రాబోయే అధ్యాయంలో మీరు నేర్చుకుంటారు. పటం 3.5 (బి)లో చూపినట్లుగా వాలు తలం పైకి ఎక్కేటప్పుడు దాని వేగం తగ్గిపోతుంది. పటం 3.5 (సి) ఒక ఆదర్శవంతమైన ఘర్షణలేని రెండు వైపులా వాలు కలిగిన తలంపై నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న ఒక గోళీ చూపిస్తుంది. ఒక గోళీని ఎడమ వైపు నుండి వదిలినప్పుడు అది వాలు తలం మీదుగా క్రిందికి దొర్లుతుంది మరియు ఎదురుగా ఉన్న వాలుతలం పైకి ఎంత ఎత్తు నుండి వదిలామో అంతే ఎత్తుకు చేరుతుందని గెలీలియో వాదించాడు. రెండు వైపులా ఉన్న తలాల వాలు సమానం అయితే, గోలి క్రిందకు దొర్లడానికి ఎంత దూరం ప్రయాణించిందో, పైకి ఎక్కడానికి కూడా అంతే దూరం ప్రయాణిస్తుంది. ఒకవేళ కుడి వైపు తలం యొక్క వాలుకోణాన్ని క్రమంగా తగ్గించి నట్లయితే, అప్పుడు తన అసలు ఎత్తును చేరుకోవడానికి ఇంకా అధిక దూరాలను కూడా ప్రయాణిస్తుంది. ఒకవేళ కుడి వైపు తలాన్ని క్షితిజ సమాంతరంగా ఉంచినట్లయితే (అంటే తలం వాలు సున్నకు తగ్గించినట్లయితే) గోళీ తను వదలబడిన ఎత్తును చేరుకోవడానికి ఎప్పటికీ ప్రయాణిస్తూనే ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో గోళీపై పనిచేసే అసమతుల్య బలాలు శూన్యం. ఒక గోళీ యొక్క చలనాన్ని మార్చడానికి ఒక అసమతుల్య బాహ్య బలం కావాలి. కానీ గోళీ యొక్క సమచలనాన్ని కొనసాగించడానికి బాహ్యబలం అవసరం లేదని ఇది సూచిస్తుంది. నిజ జీవిత సందర్భాలలో సున్న అసమతుల్య బలం సాధించడం కష్టం. ఎందుకంటే చలన దిశకు వ్యతిరేకంగా పనిచేసే ఘర్షణ బలం ఉంటుంది. అందువల్లే నిజజీవితంలో గోళీ కొంత దూరం ప్రయాణించిన తర్వాత ఆగిపోతుంది. నున్నటి గోళీ, నున్నటి తలం మరియు తలం యొక్క ఉపరితలంపైన కందెనలు పూయడం ద్వారా ఘర్షణ బలం యొక్క ప్రభావాన్ని తగ్గించవచ్చు.



పటం 3.5: (ఎ) వాలుతలంపై గోళీ యొక్క అధోఃచలనం
(బి) వాలుతలంపై గోళీ యొక్క ఊర్ధ్వచలనం
(సి) రెండువైపులా వాలు గల తలం మీద

బలం మరియు చలనం పైన గెలీలియో ఆలోచనలను న్యూటన్ అధ్యయనం చేసి, వస్తువుల చలనమును వివరించే మూడు ప్రాథమిక నియమాలను ప్రతిపాదించాడు. ఈ మూడు నియమాలు "న్యూటన్ గమన నియమాలు" గా ప్రసిద్ధి చెందాయి.

మొదటి గమన నియమాన్ని ఈ విధంగా చెప్పవచ్చు:

"ఫలిత బలం వస్తు స్థితిని మార్చటానికి ప్రయత్నించనంత వరకూ, నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న వస్తువు నిశ్చల స్థితిలోనూ, ఋజు మార్గంలో సమచలనంలో ఉన్న వస్తువు అదే స్థితిలోనూ ఉంటుంది"

మరో విధంగా చెప్పాలంటే, అన్ని వస్తువులు తమ చలన స్థితిలో మార్పును వ్యతిరేకిస్తాయి. గుణాత్మకంగా నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న లేదా సమవేగంతో చలిస్తూ ఉన్న కదిలింపబడని వస్తువులు అదే స్థితిలో ఉండాలని కోరుకునే ధర్మాన్ని "జడత్వం" అంటారు. అందువల్లనే, మొదటి గమన నియమాన్ని "జడత్వ నియమం" అని కూడా అంటారు.

మోటారు వాహనాలలో ప్రయాణించేటప్పుడు మనకు ఎదురయ్యే కొన్ని అనుభవాలను జడత్వ నియమం ఆధారంగా వివరించవచ్చు. డ్రైవరు బ్రేకులపై బలాన్ని ఉపయోగించి మోటారు కారును ఆపేంత వరకు మనం మన సీటుతో పోల్చినప్పుడు నిశ్చల స్థితిలో ఉంటాము. బ్రేకులు వేసినప్పుడు కారు నెమ్మదిస్తుంది కానీ జడత్వం వలన మన శరీరం అదే చలనస్థితిని కొనసాగిస్తుంది. అందుకే అకస్మాత్తుగా బ్రేకులు వేసినప్పుడు, మనం ముందున్న వాహన భాగాలను ఢీకొట్టడం ద్వారా మనకు గాయాలవుతాయి. అటువంటి ప్రమాదాలను నివారించడానికి సేఫ్టీబెల్టులను ధరిస్తారు.

AP SCERT

Galileo Galilei was born on 15 February 1564 in Pisa, Italy. Galileo, right from his childhood, had interest in mathematics and natural philosophy. But his father Vincenzo Galilei wanted him to become a medical doctor. Accordingly, Galileo enrolled himself for a medical degree at the University of Pisa in 1581 which he never completed because of his real interest in mathematics. In 1586, he wrote his first scientific book *'The Little Balance* [*La Balancitta*]', in which he described Archimedes' method of finding the relative densities (or specific gravities) of substances using a balance. In 1589, in his series of essays – *De Motu*, he presented his theories about falling objects using an inclined plane to slow down the rate of descent.

Galileo Galilei (1564 – 1642)

In 1592, he was appointed professor of mathematics at the University of Padua in the Republic of Venice. Here he continued his observations on the theory of motion and through his study of inclined planes and the pendulum, formulated the correct law for uniformly accelerated objects that the distance the object moves is proportional to the square of the time taken.

Galileo was also a remarkable craftsman. He developed a series of telescopes whose optical performance was much better than that of other telescopes available during those days. Around 1640, he designed the first pendulum clock. In his book *'Starry Messenger'* on his astronomical discoveries, Galileo claimed to have seen mountains on the moon, the milky way made up of tiny stars, and four small bodies orbiting Jupiter. In his books *'Discourse on Floating Bodies'* and *'Letters on the Sunspots'*, he disclosed his observations of sunspots.

Using his own telescopes and through his observations on Saturn and Venus, Galileo argued that all the planets must orbit the Sun and not the earth, contrary to what was believed at that time.

to prevent such accidents. Safety belts exert a force on our body to make the forward motion slower. An opposite experience is encountered when we are standing in a bus and the bus begins to move suddenly. Now we tend to fall backwards. This is because the sudden start of the bus brings motion to the bus as well as to our feet in contact with the floor of the bus. But the rest of our body opposes this motion because of its inertia.

When a motorcar makes a sharp turn at a high speed, we tend to get thrown to one side. This can again be explained on the basis of the law of inertia. We tend to continue in our straight-line motion. When an unbalanced force is applied by the engine to change the direction of motion of the motorcar, we slip to one side of the seat due to the inertia of our body.

The fact that a body will remain at rest unless acted upon by an unbalanced force can be illustrated through the following activities

Activity 3.1

- Make a pile of similar carom coins on a table, as shown in Fig. 3.6.
- Attempt a sharp horizontal hit at the bottom of the pile using another carom coin or the striker. If the hit is strong enough, the bottom coin moves out quickly. Once the lowest coin is removed, the inertia of the other coins makes them 'fall' vertically on the table.

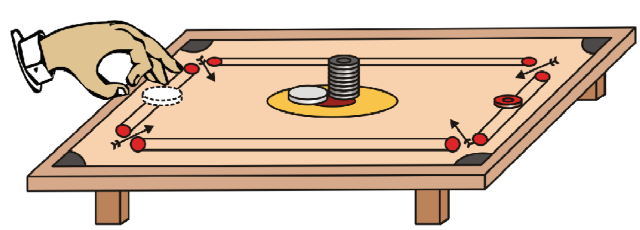


Fig. 3.6: *Only the carom coin at the bottom of a pile is removed when a fast moving carom coin (or striker) hits it.*

గెలీలియో గెలీలి 1564 వ సంవత్సరం ఫిబ్రవరి 15న ఇటలీ దేశంలోని పీసాలో జన్మించాడు. గెలీలియో, తన చిన్నతనం నుండే గణితం మరియు సహజ తత్వశాస్త్రాల పట్ల ఆసక్తి కలిగి ఉండేవాడు. కానీ ఆయన తండ్రి విన్సెంజో గెలీలి మాత్రం గెలీలియోను డాక్టర్ చేయాలని అనుకున్నాడు. అందువల్ల, 1581లో పీసా యూనివర్సిటీలో మెడికల్ డిగ్రీ కొరకు నమోదు చేసుకున్నాడు. కానీ గణితం అంటే తనకు నిజంగా ఆసక్తి ఉండటం వల్ల మెడికల్ డిగ్రీను ఎప్పటికీ పూర్తి చేయలేక పోయాడు. 1586లో తన మొదటి విజ్ఞానశాస్త్రం పుస్తకం "ద లిటిల్ బ్యాలెన్స్" (లా బాలెనెసిట్టా)లో ఆర్కిమెడిస్ పద్ధతిలో త్రాసును ఉపయోగించి పదార్థాల తారతమ్య సాంద్రతలను విశిష్ట గురుత్వాకర్షణలు కనుగొనే పద్ధతిని వివరించాడు. 1589లో తన వ్యాసాల పరంపర "డిమోటు" లో కిందికి పడే వస్తువులగురించి వాలు తలాన్ని ఉపయోగించి వాటి కింద పడే వేగాన్ని తగ్గించడానికి తన సిద్ధాంతాలు సమర్పించారు.

గెలీలియో గెలీలి
(1564 – 1642)

1592లో వెనిస్ దేశంలోని యూనివర్సిటీ ఆఫ్ పదువాలో గణితశాస్త్ర ప్రొఫెసర్‌గా నియమింపబడ్డాడు. ఆయన ఇక్కడ చలన సిద్ధాంతం, వాలు తలాలపై చలనం, లోలకములపై తన పరిశీలనలను కొనసాగించాడు. సమత్వరణంలో ఉన్న వస్తువులకు, వస్తువు కదిలిన దూరం అనేది వస్తువు ప్రయాణించిన సమయం యొక్క వర్గమునకు అనులోమాను పాతంలో ఉంటుందని సరైన నియమాన్ని కనుగొన్నాడు.

గెలీలియో చాలా నైపుణ్యం గల హస్తకళానిపుణుడు. ఆయన వరసగా అనేక టెలిస్కోపులను రూపొందించగా వాటి పనితనం ఆ కాలంలో ఉన్న మిగతా టెలిస్కోప్‌ల కంటే చాలా సమర్థవంతంగా ఉండేవి. 1640 ప్రాంతంలో, ఈయన తొలి లోలక గడియారాన్ని రూపొందించాడు. తన ఖగోళ ఆవిష్కరణలకు సంబంధించిన "స్టార్రీ మెసెంజర్" అనే గ్రంథంలో చంద్రునిలోని పర్వతాలను, పాలపుంతలో గల చిన్న నక్షత్రాలను, గురు గ్రహం చుట్టూ తిరుగుతున్న నాలుగు చిన్న ఖగోళ వస్తువులను తాను చూసినట్లు తెలియజేశాడు. "డిస్‌కోర్స్ ఆన్ ఫ్లోటింగ్ బాడీస్" మరియు 'లెటర్స్ ఆన్ ది సన్‌స్పాట్స్" అనే తన గ్రంథాలలో సూర్యునిలో గల మచ్చలకు సంబంధించి తన పరిశీలనలను తెలిపాడు. తన సొంత టెలిస్కోపులను ఉపయోగించి శుక్ర, శని గ్రహాలను పరిశీలించి ఆనాటి మత విశ్వాసాలకు వ్యతిరేకంగా గ్రహాలన్నీ భూమి చుట్టూ కాక సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతాయని వాదించాడు.

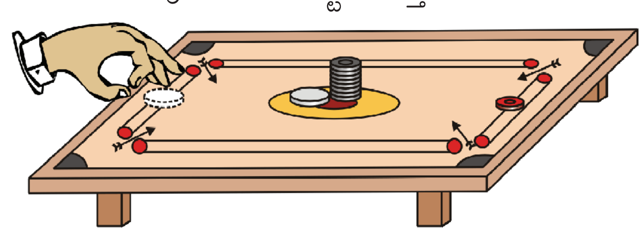
మన శరీరం పైన సేఫ్టీ బెల్టులు బలాన్ని ప్రయోగించి శరీరం ముందుకు కదలడాన్ని తగ్గిస్తాయి. మనం ఎప్పుడైనా బస్సులో నిలబడి ఉన్నప్పుడు బస్సు అకస్మాత్తుగా కదిలితే దీనికి వ్యతిరేకమైన అనుభవం కలుగుతుంది. ఇప్పుడు మనం వెనుకకు పడతాము. ఎందుకంటే బస్సు అకస్మాత్తుగా ప్రారంభం అయినప్పుడు బస్సు చలనంలోకి వస్తుంది. అంతేకాక బస్సు అడుగు భాగంతో స్పర్శలో ఉన్న మన కాళ్లు కూడా చలనంలోకి వస్తాయి. కానీ మన మిగతా శరీరం జడత్వం వల్ల చలనాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది.

ఒక మోటారు కారు అధిక వేగంతో మలుపు తీసుకున్నప్పుడు మనం ఒక వైపునకు తోసి వేయబడతాము. దీనిని కూడా జడత్వ నియమం ఆధారంగా వివరించవచ్చు. మనం మన సరళరేఖ చలనంలోనే ఉండాలని అనుకుంటాము. చలన దిశను మార్చడానికి మోటార్ వాహనం ఇంజన్ చేత అసమతుల్య బలం ప్రయోగించ బడినప్పుడు మన శరీరం యొక్క జడత్వం వల్ల సీటు యొక్క ఒక చివరి వైపుకు జారిపోతాము.

ఒక అసమతుల్యబలం ప్రయోగింపబడే వరకు ఒక వస్తువు నిశ్చల స్థితిలోనే ఉంటుంది అనే విషయాన్ని క్రింది కృత్యాల ద్వారా వివరించవచ్చు.

కృత్యం ------------------------- 3.1

- క్యారం బోర్డుపై కాయిన్లను ఒకే నిలువు వరుసలో పటం 3.6 లో చూపిన విధంగా అమర్చండి.
- మరొక క్యారం కాయిన్ లేదా స్ట్రైకర్‌ను ఉపయోగించి కాయిన్ల నిలువు వరుస అడుగు భాగాన్ని గట్టిగా కొట్టండి. తగినంత బలంతో కొడితే, క్రింద ఉన్న కాయిన్ మాత్రమే కదులుతుంది. క్రింది కాయిన్ తొలగించబడగానే మిగిలిన కాయిన్‌ల జడత్వం వాటిని అలాగే నిలువుగా నిలబడేటట్టుగా చేస్తుంది.



పటం 3.6: *(స్ట్రయికర్‌తో) వేగంగా కదిలే క్యారమ్ కాయిన్‌తో కొట్టినప్పుడు కాయిన్‌ల వరుసలో క్రింది కాయిన్ మాత్రం తొలగించబడుట*

AP SCERT

Activity 3.2

- Set a five-rupee coin on a stiff card covering an empty glass tumbler standing on a table as shown in Fig. 3.7.
- Give the card a sharp horizontal flick with a finger. If we do it fast then the card shoots away, allowing the coin to fall vertically into the glass tumbler due to its inertia.
- The inertia of the coin tries to maintain its state of rest even when the card flows off.

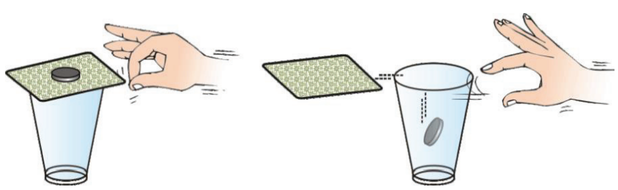


Fig. 3.7: When the card is flicked with the finger the coin placed over it falls in the tumbler.

Activity 3.3

- Place a water-filled tumbler on a tray.
- Hold the tray and turn around as fast as you can.
- We observe that the water spills. Why?

Observe that a groove is provided in a saucer for placing the tea cup. It prevents the cup from toppling over in case of sudden jerks.

3.3 Inertia and Mass

All the examples and activities given so far illustrate that there is a resistance offered by an object to change its state of motion. If it is at rest it tends to remain at rest; if it is moving it tends to keep moving. This property of an object is called its inertia. Do all bodies have the same inertia? We know that it is easier to push an empty box than a box full of books. Similarly, if we kick a football it flies away. But if we kick a stone of the same size with equal force, it hardly moves. We may, in fact, get an injury in our foot while doing so! Similarly, in activity 3.2, instead of a five-rupees coin if we use a one-rupee coin, we find that a lesser force is required to perform the activity. A force that is just enough to cause a small cart to pick up a large velocity will produce a negligible change in the motion of a train. This is because, in comparison to the cart the train has a much lesser tendency to change its state of motion. Accordingly, we say that the train has more inertia than the cart. Clearly, heavier or more massive objects offer larger inertia. Quantitatively, the inertia of an object is measured by its mass. We may thus relate inertia and mass as follows: Inertia is the natural tendency of an object to resist a change in its state of motion or of rest. The mass of an object is a measure of its inertia.

Questions

1. *Which of the following has more inertia: (a) a rubber ball and a stone of the same size? (b) a bicycle and a train? (c) a five-rupees coin and a one-rupee coin?*
2. *In the following example, try to identify the number of times the velocity of the ball changes:*
   "A football player kicks a football to another player of his team who kicks the football towards the goal. The goalkeeper of the opposite team collects the football and kicks it towards a player of his own team".
   Also identify the agent supplying the force in each case.
3. *Explain why some of the leaves may get detached from a tree if we vigorously shake its branch.*
4. *Why do you fall in the forward direction when a moving bus brakes to a stop and fall backwards when it accelerates from rest?*

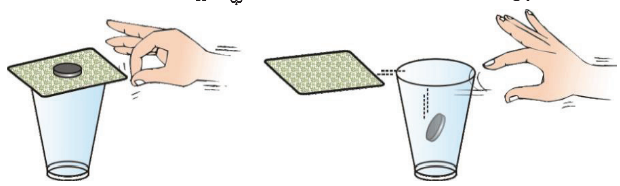
3.4 Second Law of Motion

The first law of motion indicates that when an unbalanced external force acts on an

AP SCERT

కృత్యం -------------------------- 3.2

- పటం 3.7లో చూపినట్లుగా ఒక ఖాళీ గాజు గ్లాసును ఒక గట్టి అట్టముక్కతో మూసి దానిపైన ఐదు రూపాయల నాణేన్ని ఉంచండి.
- వేలితో అట్ట ముక్కను క్షితిజ సమాంతరంగా నెట్టండి. మనం తగినంత వేగంతో నెడితే, అట్టముక్క పక్కకు వెళ్లిపోయి, నాణెం తనకు గల జడత్వం వల్ల నిట్ట నిలువుగా గాజు గ్లాసులోకి పడిపోతుంది.
- అట్టముక్క తీసివేయబడినప్పటికీ నాణెం జడత్వం వల్లతననిశ్చలస్థితిని కొనసాగించాలని ప్రయత్నిస్తుంది.



పటం 3.7: అట్టముక్కను వేలుతో కొట్టినపుడు దానిపై ఉన్న నాణెం గాజుగ్లాసులో పడుట

కృత్యం -------------------------- 3.3

- నీటితో నింపిన ఒక గాజు పాత్రను ట్రేలో ఉంచండి.
- ట్రేను పట్టుకొని మీకు వీలైనంత వేగంగా గుండ్రంగా తిరగండి.
- మనం నీరు ఒలికి పోవడం గమనిస్తాము. ఎందుకు?

టీ కప్పును ఉంచే సాసర్ (పళ్ళెం) నందు ఒక గాడి (లోతైన అంచు) ఉండటం పరిశీలించవచ్చు. ఇది అకస్మాత్తుగా జరిగే కదలికల నుండి కప్పు జారిపోకుండా నివారిస్తుంది.

3.3 జడత్వం మరియు ద్రవ్యరాశి

ఇప్పటివరకు ఇవ్వబడిన అన్ని ఉదాహరణలు మరియు కృత్యాలు, ఒక వస్తువు యొక్క చలనస్థితిలో మార్పును అదే వస్తువు వ్యతిరేకిస్తుంది అని వివరిస్తాయి. ఒక వస్తువు నిశ్చల స్థితిలో ఉంటే నిశ్చల స్థితిలోనే ఉండాలని ప్రయత్నిస్తుంది. ఒకవేళ కదులుతూ ఉంటే కదులుతూనే ఉండాలని ప్రయత్నిస్తుంది. వస్తువు యొక్క ఈ ధర్మాన్నే దాని జడత్వం అంటారు. అన్ని వస్తువులు ఒకే జడత్వాన్ని కలిగి ఉంటాయా? పుస్తకాలతో నింపిన పెట్టెను తోయడం కంటే, ఖాళీ పెట్టెను తోయడం సులభం అని మనకు తెలుసు. అదేవిధంగా, ఒక ఫుట్‌బాల్‌ను తన్నితే అది ఎగిరిపోతుంది. కానీ ఫుట్‌బాల్ పరిమాణం గల రాయిని అంతే బలంతో తన్నితే అది కదలదు.అంతేకాకుండా ఈ పని చేసే సందర్భంలో మన కాలికి గాయం కూడా అయ్యే అవకాశం ఉంది! అదేవిధంగా కృత్యం 3.2లో, ఐదు రూపాయల నాణెం బదులుగా ఒక రూపాయి నాణెం ఉపయోగిస్తే ఈ కృత్యం నిర్వహించడానికి ఇంకా తక్కువ బలం సరిపోతుంది అని గమనించవచ్చు. ఒక చిన్న బండి యొక్క వేగంలో ఎక్కువ మార్పు తీసుకొని రాగలిగేంత బలమును ఒక రైలుపై ప్రయోగించినప్పుడు, ఆ రైలులో మనం గుర్తించలేనంత చిన్న మార్పులు మాత్రమే అది కలుగజేయును.ఇది ఎందుకంటే, బండితో పోల్చినప్పుడు రైలు తన చలన స్థితిని మార్చుకోవడానికి చాలా తక్కువ మొగ్గు చూపుతుంది. అందువల్ల బండి కంటే రైలు ఎక్కువ జడత్వం కలిగి ఉంది అని చెబుతాము. బరువైన లేదా ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువులు ఎక్కువ జడత్వాన్ని స్పష్టంగా చూపుతాయి. పరిమాణాత్మకంగా ఒక వస్తువు యొక్క జడత్వాన్ని దాని ద్రవ్యరాశిచే కొలుస్తాము. మనము జడత్వము మరియు ద్రవ్యరాశి సంబంధాన్ని ఈ విధంగా చెప్పవచ్చు. ఒక వస్తువు తన చలన స్థితిలో గాని లేదా నిశ్చల స్థితిలో గాని మార్పును వ్యతిరేకించే సహజ లక్షణాన్ని జడత్వము అంటారు. ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశినే జడత్వానికి కొలతగా చెప్పవచ్చు.

ప్రశ్నలు

1. *క్రింది వానిలోదేనికి ఎక్కువ జడత్వం ఉంటుంది? (ఎ) ఒకే పరిమాణం గల రబ్బరు బంతి,రాయి? (బి) ఒక సైకిల్ మరియు ఒక రైలు? (సి) ఒక ఐదు రూపాయల నాణెం, ఒక రూపాయి నాణెం?*
2. *క్రింది ఉదాహరణలో ఎన్నిసార్లు బంతి వేగం మారుతుందో గుర్తించే ప్రయత్నం చేయండి. " ఒక ఫుట్‌బాల్ ఆటగాడు తన టీమ్‌కు చెందిన ఆటగానికి ఎవరైతే ఫుట్‌బాల్‌ను గోల్‌వైపుకు తన్నారో అతనికి ఫుడ్‌బాల్ తన్ని అందిస్తాడు. ప్రత్యర్థి టీమ్‌కు చెందిన గోల్ కీపర్ ఆ బాల్ తీసుకున్నాడు మరియు తన టీమ్‌కు చెందిన ఆటగాని వైపుకు దానిని తన్నాడు". ప్రతి సందర్భంలో బలాన్ని అందిస్తున్న కారకాన్ని కూడా గుర్తించండి.*
3. *మనం చెట్టు కొమ్మలను బలంగా కదిలించినప్పుడు చెట్టు కొమ్మల నుండి కొన్ని ఆకులు రాలిపోతాయి ఎందుకు. వివరించండి?.*
4. *ఒకకదులుతున్నబస్సునుబ్రేకులువేసి ఆపినప్పుడు మనం ముందుకు పడతాం మరియు నిశ్చల స్థితిలో నుండి బస్సు బయలుదేరి త్వరణాన్ని పొందినప్పుడు వెనుకకు పడతాం. ఎందుకు?.*

3.4 రెండవ గమన నియమం

ఒక అసమతుల్యబలం ఒక వస్తువుపై పనిచేసినప్పుడు దాని వేగం మారుతుంది. అంటే వస్తువు త్వరణం పొందుతుంది అని మొదటి

AP SCERT

object, its velocity changes, that is, the object gets an acceleration. We would now like to study how the acceleration of an object depends on the force applied to it and how we measure a force. Let us recount some observations from our everyday life. During the game of table tennis if the ball hits a player it does not hurt him. On the other hand, when a fast moving cricket ball hits a spectator, it may hurt him. A truck at rest does not require any attention when parked along a roadside. But a moving truck, even at speeds as low as 5 m s^{-1}, may kill a person standing in its path. A small mass, such as a bullet may kill a person when fired from a gun. These observations suggest that the impact produced by the objects depends on their mass and velocity. Similarly, if an object is to be accelerated, we know that a greater force is required to give a greater velocity. In other words, there appears to exist some quantity of importance that combines the object's mass and its velocity. One such property called momentum was introduced by Newton. The momentum, *p* of an object is defined as the product of its mass, *m* and velocity, *v*. That is,

$$p = mv \qquad (3.1)$$

Momentum has both direction and magnitude. Its direction is the same as that of velocity, *v*. The SI unit of momentum is kilogram-metre per second (kg m s^{-1}). Since the application of an unbalanced force brings a change in the velocity of the object, it is therefore clear that a force also produces a change of momentum.

Let us consider a situation in which a car with a dead battery is to be pushed along a straight road to give it a speed of 1 m s^{-1}, which is sufficient to start its engine. If one or two persons give a sudden push (unbalanced force) to it, it hardly starts. But a continuous push over some time results in a gradual acceleration of the car to this speed. It means that the change of momentum of the car is not only determined by the magnitude of the force but also by the time during which the force is exerted. It may then also be concluded that the force necessary to change the momentum of an object depends on the time rate at which the momentum is changed.

The second law of motion states that the rate of change of momentum of an object is proportional to the applied unbalanced force in the direction of force.

3.4.1 Mathematical formulation of second law of motion

Suppose an object of mass, *m* is moving along a straight line with an initial velocity, *u*. It is uniformly accelerated to velocity, *v* in time, *t* by the application of a constant force, *F* throughout the time, *t*. The initial and final momentum of the object will be, $p_1 = mu$ and $p_2 = mv$ respectively.

The change in momentum $\propto p_2 - p_1$
$\propto mv - mu$
$\propto m \times (v - u)$.

The rate of change of momentum $\propto \dfrac{m \times (v-u)}{t}$

Or, the applied force,

$$F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (3.2)$$

$$= kma \qquad (3.3)$$

Here $a\ [= (v - u)/t\ ]$ is the acceleration, which is the rate of change of velocity. The quantity, *k* is a constant of proportionality. The SI units of mass and acceleration are kg and m s^{-2} respectively. The unit of force is so chosen that the value of the constant, *k* becomes one. For this, one unit of force is defined as the amount that produces an acceleration of 1 ms^{-2} in an object of 1 kg mass. That is,

$$1 \text{ unit of force} = k \times (1 \text{ kg}) \times (1 \text{ m s}^{-2}).$$

Thus, the value of *k* becomes 1. From Eq. (3.3)

$$F = ma \qquad (3.4)$$

The unit of force is kg m s^{-2} or newton, which has the symbol N. The second law of

AP SCERT

గమన నియమం తెలియజేస్తుంది. ఒక వస్తువు యొక్క త్వరణం ప్రయోగించబడిన బలం మీద ఎలా ఆధారపడుతుంది మరియు మనం బలాన్ని ఎలా కొలుస్తాము అన్న విషయాలు తెలుసుకుందాం. మన నిత్యజీవితం నుండి కొన్ని పరిశీలనలను గుర్తు చేసుకుందాం. టేబుల్ టెన్నిస్ ఆటలో ఆటగాడికి బంతి తగిలినప్పటికీ అతనికి గాయం కాదు. కానీ వేగంగా కదులుతున్న క్రికెట్ బంతి ప్రేక్షకుడికి తగిలితే అది అతనిని గాయపరిచే అవకాశం ఉంది. రోడ్డు పక్కన ఆగి ఉన్న ట్రక్కును పట్టించుకో వలసిన అవసరం లేదు. కానీ 5 మీ.సె.$^{-1}$ వంటి తక్కువ వేగంతో కదులుతున్న ట్రక్కు తన మార్గంలో నిలిచి ఉన్న మనిషిని చంపగలదు. తుపాకీతో కాల్చినప్పుడు బుల్లెట్ వంటి స్వల్ప ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు కూడా మనిషిని చంపగలదు. వస్తువులు కలుగజేసే ప్రభావం వాటి ద్రవ్యరాశి మరియు వేగం మీద ఆధారపడి ఉంటుందని ఈ పరిశీలనలు తెలియజేస్తున్నాయి. అదే విధంగా ఒక వస్తువుకు త్వరణం కలిగించాలన్నా, అధిక వేగం కలిగించాలన్నా అధిక బలం కావాలని మనకు తెలుసు. మరో విధంగా చెప్పాలంటే, వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి మరియు వేగములను కలిపే ముఖ్యమైన ఒక భౌతిక రాశి ఉన్నట్లుగా అనిపిస్తుంది. అటువంటి ద్రవ్య వేగం అనే ఒక ధర్మాన్ని న్యూటన్ ప్రతిపాదించాడు. ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి (m) మరియు వేగం (v)ల లబ్దాన్ని ద్రవ్యవేగం (p) అంటారు. అనగా

$$p = mv \qquad (3.1)$$

ద్రవ్య వేగానికి దిశ మరియు పరిమాణం రెండూ ఉంటాయి. వేగం దిశలోనే ద్రవ్యవేగం దిశ కూడా ఉంటుంది. ద్రవ్యవేగం యొక్క S.I. ప్రమాణం కి.గ్రా.మీ.సె.$^{-1}$ ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింపబడిన అసమతుల్య బలం దాని వేగంలో మార్పు తెస్తుంది. కాబట్టి బలం దాని ద్రవ్యవేగం కూడా మార్పును తెస్తుందని చెప్పవచ్చు.

పనిచేయని బ్యాటరీ గల కారును సరళరేఖా మార్గం వెంబడి 1 మీ.సె.$^{-1}$ వేగంతో కదలడానికి దానిని నెట్టవలసిన సందర్భాన్ని పరిశీలిద్దాం. అప్పుడు ఇంజన్ పనిచేయడం మొదలవుతుంది. ఒకరు లేదా ఇద్దరు మనుషులు ఒక్కసారిగా దానిని నెడితే (అసమతుల్య బలం) అది స్టార్ట్ కాదు. కానీ కొంత కాలం పాటు కారును నిరంతరంగా నెడితే క్రమంగా త్వరణం పొంది కారు వడి పుంజుకుంటుంది. అంటే కారు యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు బలం పరిమాణం మీదే కాకుండా బలం పనిచేసిన సమయం మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. ఒక వస్తువు ద్రవ్యవేగాన్ని మార్చడానికి అవసరమైన బలం ద్రవ్యవేగం మార్పు జరిగే రేటు మీద ఆధారపడి ఉంటుందని చెప్పవచ్చు.

ఒక వస్తువు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు ఆ వస్తువుపై పని చేసే అసమతుల్య బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది మరియు బల దిశలోనే ఉంటుంది అని రెండవ గమన నియమం తెలుపుతుంది.

3.4.1 రెండవ గమననియమం – గణిత సూత్రీకరణ

సరళరేఖా మార్గం వెంబడి ప్రయాణిస్తున్న ఒక వస్తువు ద్రవ్యరాశి m, తొలివేగం u అనుకొనుము. ఒక స్థిర బలం F ను t కాలం పాటు ప్రయోగించడం వల్ల వస్తువు సమత్వరణంతో v వేగంను పొందినది. వస్తువు యొక్క తొలి ద్రవ్యవేగం $p_1 = mu$ మరియు వస్తువు యొక్క తుది ద్రవ్యవేగం $p_2 = mv$.

ద్రవ్యవేగంలో మార్పు $\propto p_2 - p_1$

$\propto mv - mu$

$\propto m \times (v-u)$.

ద్రవ్య వేగం లో మార్పు రేటు $\propto \dfrac{m \times (v-u)}{t}$

లేదా ప్రయోగించిన బలం

$$F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (3.2)$$

$$= kma \qquad (3.3)$$

ఇక్కడ $a\ [= (v-u)/t\ ]$ త్వరణం, వేగంలో మార్పు రేటు k అనేది ఒక అనుపాత స్థిరాంకం ద్రవ్యరాశి మరియు త్వరణంల S.I. ప్రమాణాలు వరుసగా కి.గ్రా. మరియు మీ.సె.$^{-2}$ స్థిరాంకం k విలువ ఒకటి అయ్యేటట్లుగా బలం ప్రమాణాన్ని ఎన్నుకుంటాము. ఇందుకోసం ఒక కిలోగ్రామ్ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువులో 1 మీ.సె.$^{-2}$ త్వరణం కలిగించే దానిని ఒక బల ప్రమాణం అంటారు.

1 బల ప్రమాణం = $k \times$ (1 కి.గ్రా.) $\times$ (1 మీ.సె.$^{-2}$)

ఈ విధంగా 3.3 సమీకరణంలో k విలువ ఒకటి అవుతుంది.

$$F = ma \qquad (3.4)$$

బలం యొక్క ప్రమాణం కి.గ్రా. మీ.సె.$^{-2}$ లేదా న్యూటన్. న్యూటన్ సంకేతం N. ఒక వస్తువుపై పనిచేసే బలాన్ని కొలవడానికి

AP SCERT

motion gives us a method to measure the force acting on an object as a product of its mass and acceleration.

The second law of motion is often seen in action in our everyday life. Have you noticed that while catching a fast moving cricket ball, a fielder in the ground gradually pulls his hands backwards with the moving ball? In doing so, the fielder increases the time during which the high velocity of the moving ball decreases to zero. Thus, the acceleration of the ball is decreased and therefore the impact of catching the fast moving ball (Fig. 3.8) is also reduced. If the ball is stopped suddenly then its high velocity decreases to zero in a very short interval of time. Thus, the rate of change of momentum of the ball will be large. Therefore, a large force would have to be applied for holding the catch that may hurt the palm of the fielder. In a high jump athletic event, the athletes are made to fall either on a cushioned bed or on a sand bed. This is to increase the time of the athlete's fall to stop after making the jump. This decreases the rate of change of momentum and hence the force. Try to ponder how a karate player breaks a slab of ice with a single blow.

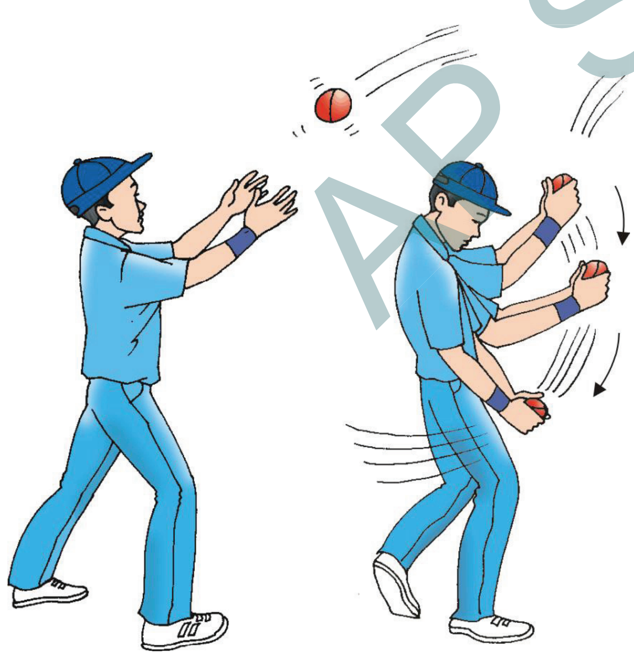


Fig. 3.8: A fielder pulls his hands gradually with the moving ball while holding a catch.

The first law of motion can be mathematically stated from the mathematical expression for the second law of motion. Eq. (3.4) is

$$F = ma$$

$$\text{or} \quad F = \frac{m(v-u)}{t} \qquad (3.5)$$

$$\text{or} \quad Ft = mv - mu$$

That is, when $F = 0$, $v = u$ for whatever time, t is taken. This means that the object will continue moving with uniform velocity, u throughout the time, t. If u is zero then v will also be zero. That is, the object will remain at rest.

Example 3.1 A constant force acts on an object of mass 5 kg for a duration of 2 s. It increases the object's velocity from 3 m s^{-1} to 7 m s^{-1}. Find the magnitude of the applied force. Now, if the force was applied for a duration of 5 s, what would be the final velocity of the object?

Solution:

We have been given that $u = 3$ m s^{-1} and $v = 7$ m s^{-1}, $t = 2$ s and $m = 5$ kg. From Eq. (3.5) we have,

$$F = \frac{m(v-u)}{t}$$

Substitution of values in this relation gives

F = 5 kg (7 m s^{-1} – 3 m s^{-1})/2 s = 10 N.

Now, if this force is applied for a duration of 5 s ($t = 5$ s), then the final velocity can be calculated by rewriting Eq. (3.5) as

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

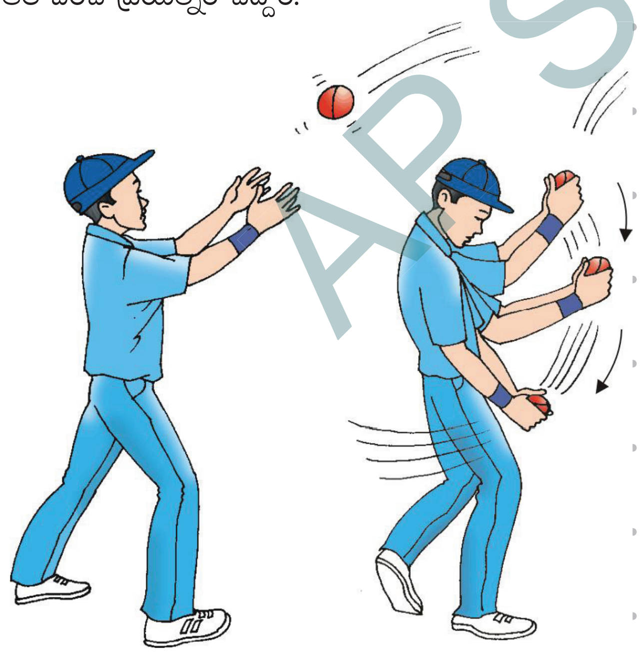
On substituting the values of u, F, m and t, we get the final velocity,

v = 13 m s^{-1}.

Example 3.2 Which would require a greater force — accelerating a 2 kg mass at 5 m s^{-2} or a 4 kg mass at 2 m s^{-2}?

దాని యొక్క ద్రవ్యరాశి మరియు త్వరణంల లబ్దంగా తెలిపే పద్ధతిని రెండవ గమన నియమం తెలియజేస్తుంది.

మన రోజువారి జీవితంలో చేసే పనులలో తరచుగా రెండవ గమన నియమాన్ని గమనించవచ్చు. వేగంగా కదులుతున్న క్రికెట్ బంతిని పట్టుకునేటప్పుడు ఫీల్డర్ తన చేతులను మెల్లగా బంతితో పాటు వెనుకకు లాగడాన్ని మీరు గమనించారా?. అలా చేయడం ద్వారా ఆ ఫీల్డర్ సమయం పెంచి అధిక వేగంతో కదులుతున్న బంతివేగాన్ని సున్నకు తగ్గిస్తాడు. ఈ విధంగా బంతి త్వరణం తగ్గుతుంది మరియు వేగంగా కదులుతున్న బంతిని పట్టుకున్నప్పుడు కలిగే ప్రభావం కూడా తగ్గించబడుతుంది. (పటం 3.8) ఒకవేళ బంతిని అకస్మాత్తుగా ఆపినట్లైతే అప్పుడు దాని అధిక వేగం అతి తక్కువ సమయంలో సున్నకు తగ్గించబడుతుంది. ఈ విధంగా బంతి యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు ఎక్కువగా ఉంటుంది. కాబట్టి బంతిని పట్టుకోవడానికి అధిక బలాన్ని ప్రయోగించవలసి ఉంటుంది. దీనివల్ల ఫీల్డర్ అరచేతికి గాయం అయ్యే అవకాశం ఉంది. హై జంప్ ఆటలో ఆటగాళ్లు మెత్తటి పరుపు మీద లేదా ఇసుక కుప్పమీద పడే విధంగా ఏర్పాటు చేస్తారు. ఇది ఆటగాడు పడే సమయాన్ని పెంచి దూకిన తర్వాత గాయం కాకుండా ఆపుతుంది. ఇది ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటును మరియు దాని ద్వారా బలాన్ని తగ్గిస్తుంది. కరాటే ఆటగాడు ఒక్క దెబ్బతో ఐస్ దిమ్మెను ఏ విధంగా పగులగొట్టగలడో ఆలోచించే ప్రయత్నం చేద్దాం.



పటం 3.8: కదిలే బంతిని పట్టుకునే ఫీల్డర్ తన చేతులను బంతితో పాటుగా క్రమంగా లాగుట

న్యూటన్ మొదటి గమన నియమం యొక్క గణిత రూపాన్ని రెండవ గమన నియమం యొక్క గణిత సమీకరణం ద్వారా ఇలా చెప్పవచ్చు. 3.4 సమీకరణం నుండి

$$F = ma$$

లేదా $F = \frac{m(v-u)}{t}$ (3.5)

లేదా $Ft = mv - mu$

అనగా $F = 0$ అయినప్పుడు t విలువ ఎంత అయినప్పటికీ $v = u$ అవుతుంది. అంటే వస్తువు మొత్తం కాలం tతో సమవేగం u తో కదులుతూనే ఉంటుంది. ఒకవేళ u సున్న అయితే v కూడా సున్నా అవుతుంది. అంటే వస్తువు నిశ్చల స్థితిలోనే ఉంటుంది.

ఉదాహరణ 3.1 5 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల ఒక వస్తువుపై 2 సెకండ్ల సమయం పాటు ఒక స్థిరమైన బలం పనిచేస్తుంది. ఇది వస్తువు వేగాన్ని 3 మీ/సె నుండి 7 మీ/సె వరకు పెంచింది. ప్రయోగించిన బల పరిమాణాన్ని కనుక్కోండి. ఇప్పుడు 5 సెకండ్ల సమయం పాటు ఆ బలం ప్రయోగిస్తే ఆ వస్తువు యొక్క తుదివేగం ఎంత ఉంటుంది?

సాధన :

u = 3 మీ/సె. మరియు v = 7 మీ/సె, $t = 2$ సె. m = 5కి.గ్రా. అని ఇవ్వబడింది.

(3.5) సమీకరణం నుండి విలువలను

$$F = \frac{m(v-u)}{t}$$

విలువలను ఈ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

F = 5 కి.గ్రా. (7 మీ.సె$^{-1}$ – 3 మీ.సె$^{-1}$)/2 సె = 10 N.

ఇప్పుడు ఈ బలం ఐదు సెకండ్ల పాటు పనిచేసింది. (t = 5సె.) ఇప్పుడు 3.5 సమీకరణాన్ని మార్చి రాయడం ద్వారా తుదివేగాన్ని లెక్కించవచ్చు.

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u, F, m, t విలువలను ప్రతిక్షేపిస్తే, తుది వేగం

v = 13 మీ.సె$^{-1}$

ఉదాహరణ 3.2 2 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశికి 5మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం కలిగించడం లేదా 4 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశికి 2 మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం కలిగించడంలో దేనికి అధిక బలం అవసరం?

AP SCERT

Solution:

From Eq. (3.4), we have $F = ma$.
Here we have $m_1 = 2$ kg; $a_1 = 5$ m s^{-2} and $m_2 = 4$ kg; $a_2 = 2$ m s^{-2}.
Thus, $F_1 = m_1a_1 = 2$ kg × 5 m s^{-2} = 10 N;
and $F_2 = m_2a_2 = 4$ kg × 2 m s^{-2} = 8 N.
$\Rightarrow F_1 > F_2$.
Thus, accelerating a 2 kg mass at 5 m s^{-2} would require a greater force.

Example 3.3 A motorcar is moving with a velocity of 108 km/h and it takes 4 s to stop after the brakes are applied. Calculate the force exerted by the brakes on the motorcar if its mass along with the passengers is 1000 kg.

Solution:

The initial velocity of the motorcar
u = 108 km/h
= 108 × 1000 m/(60 × 60 s)
= 30 m s^{-1}
and the final velocity of the motorcar
v = 0 m s^{-1}.
The total mass of the motorcar along with its passengers = 1000 kg and the time taken to stop the motorcar, t = 4 s.
From Eq. (3.5) we have the magnitude of the force (F) applied by the brakes as $m(v – u)/t$.
On substituting the values, we get
F = 1000 kg × (0 – 30) m s^{-1}/4 s
= – 7500 kg m s^2 or – 7500 N.
The negative sign tells us that the force exerted by the brakes is opposite to the direction of motion of the motorcar.

Example 3.4 A force of 5 N gives a mass m_1, an acceleration of 10 m s^{-2} and a mass m_2, an acceleration of 20 m s^2. What acceleration would it give if both the masses were tied together?

Solution:

From Eq. (3.4) we have $m_1 = F/a_1$; and $m_2 = F/a_2$. Here, a_1 = 10 m s^2;
a_2 = 20 m s^2 and F = 5 N.
Thus, m_1 = 5 N/10 m s^2 = 0.50 kg; and
m_2 = 5 N/20 m s^2 = 0.25 kg.
If the two masses were tied together, the total mass, m would be
m = 0.50 kg + 0.25 kg = 0.75 kg.
The acceleration, a produced in the combined mass by the 5 N force would be, $a = F/m$ = 5 N/0.75 kg = 6.67 m s^2.

Example 3.5 The velocity-time graph of a ball of mass 20 g moving along a straight line on a long table is given in Fig. 3.9.

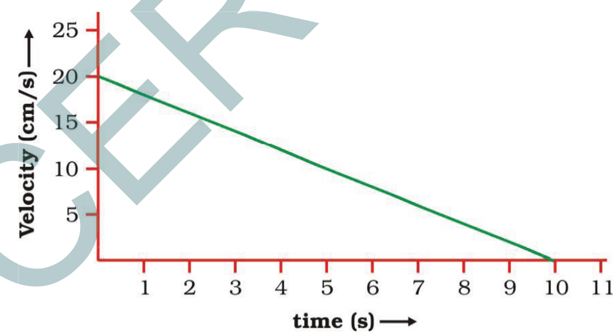


Fig. 3.9

How much force does the table exert on the ball to bring it to rest?

Solution:

The initial velocity of the ball is 20 cm s^{-1}. Due to the frictional force exerted by the table, the velocity of the ball decreases down to zero in 10 s. Thus, u = 20 cm s^{-1}; v = 0 cm s^{-1} and t = 10 s. Since the velocity-time graph is a straight line, it is clear that the ball moves with a constant acceleration. The acceleration a is

$$a = \frac{v - u}{t}$$

= (0 cm s^{-1} – 20 cm s^{-1})/10 s
= –2 cm s^{-2} = –0.02 m s^{-2}.
The force exerted on the ball F is,
$F = ma$ = (20/1000) kg × (– 0.02 m s^2)

AP SCERT

సాధన :

(3.4) సమీకరణం నుండి F=ma ఇవ్వబడినది.
ఇక్కడ $m_1 = 2$ కి.గ్రా.; $a_1 = 5$ మీ.సె$^{-2}$ మరియు $m_2 = 4$ కి.గ్రా.; $a_2 = 2$ మీ.సె$^{-2}$.

$F_1 = m_1a_1 = 2$ కి.గ్రా. $\times$ 5 మీ.సె$^{-2}$ = 10 N;

$F_2 = m_2a_2 = 4$ కి.గ్రా. $\times$ 2 మీ.సె$^{-2}$ = 8 N.

$\Rightarrow F_1 > F_2$.

కాబట్టి రెండు కిలోగ్రామ్ ద్రవ్యరాశికి 5మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం కలిగించడానికి ఎక్కువ బలం అవసరం.

ఉదాహరణ 3.3

108 కి.మీ/గంట వేగంతో కదులుతున్న మోటార్ కారు బ్రేకులు వేసిన 4 సెకండ్ల తర్వాత ఆగింది. ప్రయాణికులతో సహా మోటారు కారు ద్రవ్యరాశి 1000 కిలో గ్రాములు అయినచో బ్రేకులు మోటారు కారుపై ప్రయోగించిన బలాన్ని లెక్కించండి?

సాధన:

మోటారు కారు తొలి వేగం

u = 108 కి.మీ./గం.

= 108 $\times$ 1000 మీ. /(60 $\times$ 60 సె.)

= 30 మీ.సె$^{-1}$

మరియు మోటార్ కారు తుది వేగం V =0 మీ.సె$^{-1}$

ప్రయాణికులతో సహా మోటర్ కారు ద్రవ్యరాశి =1000 కి.గ్రా.

మరియు మోటారు కారు ఆపడానికి పట్టిన సమయం t = 4 సె. సమీకరణం 3.5 నుండి బ్రేకుల ద్వారా ప్రయోగించబడిన బలపరిమాణం $F = m\,(v - u)/t$.

విలువలు ప్రతిక్షేపించగా,

F = 1000 కి.గ్రా. (0-30మీ/సె)/4సె

= -7500 కి.గ్రా. మీ.సె$^{-2}$ లేదా -7500 N

బ్రేకుల ద్వారా ప్రయోగించబడిన బలం మోటారు కారు యొక్క చలనదిశకు వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుందని ఋణ గుర్తు తెలియజేస్తుంది.

ఉదాహరణ 3.4

5N బలం ప్రయోగించినప్పుడు m_1 ద్రవ్యరాశిలో 10మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం మరియు m_2 ద్రవ్యరాశిలో 20 మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం కలిగించబడినది. రెండు ద్రవ్యరాశులను కలిపి కట్టినచో ఎంత త్వరణం కలుగుతుంది?

సాధన :

(3.4) నుండి, $m_1 = F/a_1$ మరియు $m_2 = F/a_2$ ఇక్కడ a_1 = 10 మీ.సె$^{-2}$; a_2 = 20 మీ.సె$^{-2}$ మరియు F = 5 N.

ఈ విధంగా m_1 = 5 N/10 మీ.సె$^{-2}$ = 0.50 కి.గ్రా.;

m_2 = 5 N/20 మీ.సె$^{-2}$ = 0.25 కి.గ్రా.

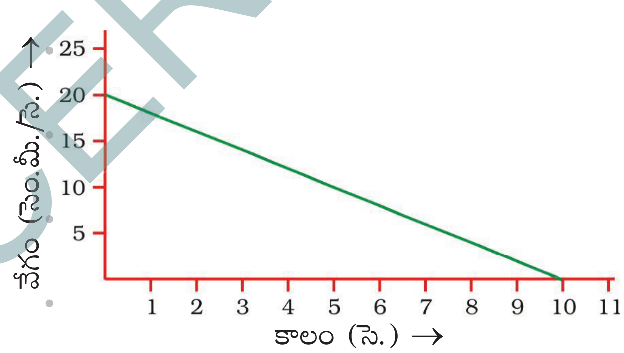
రెండు ద్రవరాశులను కలిపినట్లయితే మొత్తం ద్రవ్యరాశి m = 0.5 కి.గ్రా. + 0.25 కి.గ్రా. = 0.75 కి.గ్రా.

కలిపిన రెండు ద్రవ్యరాశుల మొత్తం పై F బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు,

త్వరణం $a = F/m$ = 5 N/0.75 కి.గ్రా. = 6.67 మీ.సె$^{-2}$.

ఉదాహరణ 3.5

ఒక పొడవైన టేబుల్ పైన 20 గ్రాముల బరువు గల కదులుతున్న బంతి యొక్క వేగం కాలం గ్రాఫ్ పటం 3.9లో చూపిన విధంగా సరళరేఖ లాగా ఉంది.



పటం 3.9

బంతిని నిశ్చలస్థితిలోకి తేవడానికి బంతి మీద బల్ల ఎంత బలం ప్రయోగించాలి?

సాధన:

బంతి యొక్క తొలి వేగం 20 సెం.మీ./సె. బల్ల చేత ప్రయోగించబడిన ఘర్షణ బలం వల్ల బంతి యొక్క వేగం తగ్గి 10 సెకనులలో సున్నకు చేరుకుంటుంది. అందువలన u = 20 సెం.మీ.సె$^{-1}$ v = 0 సెం.మీ.సె$^{-1}$ మరియు t = 10 సె. వేగం కాలం గ్రాఫ్ సరళరేఖ కాబట్టి బంతి స్థిర త్వరణంతో ప్రయాణిస్తుందని స్పష్టమవుతుంది.

త్వరణం $a = \dfrac{v - u}{t}$

= (0 సెం.మీ.సె$^{-1}$ – 20 సెం.మీ.సె$^{-1}$)/10 సె.

=–2 సెం.మీ.సె$^{-2}$ = –0.02 మీ.సె$^{-2}$.

బంతిపై ప్రయోగించబడిన బలం

$F = ma$ = (20/1000) కి.గ్రా. $\times$ (-0.02మీ.సె$^{-2}$)

AP SCERT

= – 0.0004 N.

The negative sign implies that the frictional force exerted by the table is opposite to the direction of motion of the ball.

3.5 Third Law of Motion

The first two laws of motion tell us how an applied force changes the motion and provide us with a method of determining the force. The third law of motion states that when one object exerts a force on another object, the second object instantaneously exerts a force back on the first. **These two forces are always equal in magnitude but opposite in direction.** These forces act on different objects and never on the same object. In the game of football sometimes we, while looking at the football and trying to kick it with a greater force, collide with a player of the opposite team. Both feel hurt because each applies a force to the other. In other words, there is a pair of forces and not just one force. **The two opposing forces are also known as action and reaction forces.**

Let us consider two spring balances connected together as shown in Fig. 3.10. The fixed end of balance B is attached with a rigid support, like a wall. When a force is applied through the free end of spring balance A, it is observed that both the spring balances show the same readings on their scales. It means that the force exerted by spring balance A on balance B is equal but opposite in direction to the force exerted by the balance B on balance A. Any of these two forces can be called as *action* and the other as *reaction*. This gives us an alternative statement of the third law of motion i.e., to every action there is an equal and opposite reaction. However, it must be remembered that the action and reaction always act on two different objects, simultaneously.

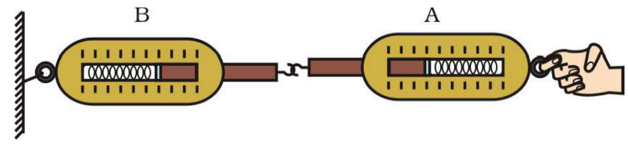


Fig. 3.10: *Action and reaction forces are equal and opposite.*

Suppose you are standing at rest and intend to start walking on a road. You must accelerate, and this requires a force in accordance with the second law of motion. Which is this force? Is it the muscular effort you exert on the road? Is it in the direction we intend to move? No, you push the road below backwards. The road exerts an equal and opposite force on your feet to make you move forward.

It is important to note that even though the action and reaction forces are always equal in magnitude, these forces may not produce accelerations of equal magnitudes. This is because each force acts on a different object that may have a different mass.

When a gun is fired, it exerts a forward force on the bullet. The bullet exerts an equal and opposite force on the gun. This results in the recoil of the gun (Fig. 3.11). Since the gun has a much greater mass than the bullet, the acceleration of the gun is much less than the acceleration of the bullet. The third law of motion can also be illustrated when a sailor jumps out of a rowing boat. As the sailor jumps forward, the force on the boat moves it backwards (Fig. 3.12).

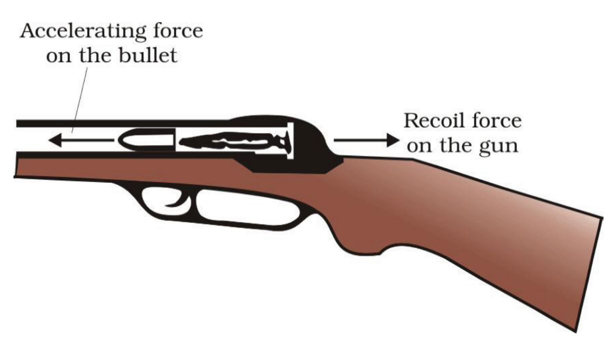


Fig. 3.11: *A forward force on the bullet and recoil of the gun.*

AP SCERT

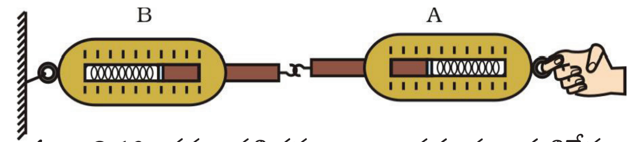
$= -0.0004$ N

బల్ల చేత ప్రయోగింపబడిన ఘర్షణ బలం బంతి యొక్క చలనానికి వ్యతిరేక దిశలో ఉంటుందని ఋణ గుర్తు తెలియజేస్తుంది.

3.5 మూడవ గమన నియమం

ఒక వస్తువుపై ప్రయోగింపబడిన బలం దాని చలనాన్ని ఎలా మారుస్తుంది మరియు బలాన్ని కనుగొనడానికి ఒక పద్ధతిని మొదటి రెండు చలన నియమాలు తెలియజేస్తాయి. **ఒక వస్తువు రెండవ వస్తువుపై బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు, రెండవ వస్తువు కూడా వెంటనే మొదటి వస్తువుపై తిరిగి బలాన్ని ప్రయోగిస్తుందని మూడవ గమన నియమం తెలియజేస్తుంది.** ఈ రెండు బలాలు ఎప్పటికీ సమాన పరిమాణంలో ఉంటాయి. కానీ వ్యతిరేకదిశలో ఉంటాయి. ఈ బలాలు వేరువేరు వస్తువులపై పనిచేస్తాయి మరియు ఒకే వస్తువు మీద ఎప్పుడూ పని చేయవు. ఫుట్ బాల్ ఆటలో ఫుట్ బాల్ నే చూస్తూ దాన్ని అధిక బలంతో తన్నాలనే ప్రయత్నంలో కొన్నిసార్లు మనము ప్రత్యర్థి టీమ్‌లోని ఆటగాడిని ఢీకొంటాము. ఇద్దరూ గాయపడతారు ఎందుకంటే ఒకరి మీద మరొకరు బలం ప్రయోగించుకుంటారు. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే, అక్కడ ఒక బలం కాదు, ఒక జత బలాలు ఉన్నాయి. **ఈ రెండు వ్యతిరేక బలాలను చర్య, ప్రతి చర్య బలాలు అని కూడా అంటారు.**

పటం 3.10లో చూపినట్లుగా రెండు స్ప్రింగ్ త్రాసులను కలపండి. స్ప్రింగ్ త్రాసు B యొక్క స్థిరమైన చివరని గోడ వంటి దృఢమైన ఆధారానికి తగిలించండి. స్ప్రింగ్ త్రాసు A యొక్క స్వేచ్ఛా చివరి భాగం గుండా బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు రెండు స్ప్రింగ్ త్రాసులు వాటి స్కేళ్ళలో ఒకే రీడింగును చూపించడం గమనించవచ్చు. అంటే A స్ప్రింగ్ త్రాసు B స్ప్రింగు త్రాసుపై ప్రయోగించిన బలం, B స్ప్రింగ్ త్రాసు A స్ప్రింగ్‌త్రాసు మీద ప్రయోగించిన బలానికి సమానంగా ఉండును. A స్ప్రింగ్ త్రాసు B స్ప్రింగ్‌త్రాసుపై ప్రయోగించిన బలమును చర్య అని, B స్ప్రింగ్‌త్రాసు A స్ప్రింగ్ త్రాసుపై ప్రయోగించిన బలమును ప్రతిచర్య అని పిలుస్తారు. ఇది మనకు మూడవ గమన నియమానికి మరొక నిర్వచనాన్ని ఇస్తుంది. అనగా ప్రతీ చర్యకు సమానమైన మరియు వ్యతిరేకదిశలో ప్రతిచర్య ఉంటుంది. కానీ చర్య, ప్రతిచర్య బలాలు ఎప్పుడూ రెండు వేరువేరు వస్తువుల పైన ఒకే సమయంలో పనిచేస్తూ ఉంటాయని గుర్తుపెట్టుకోవాలి.

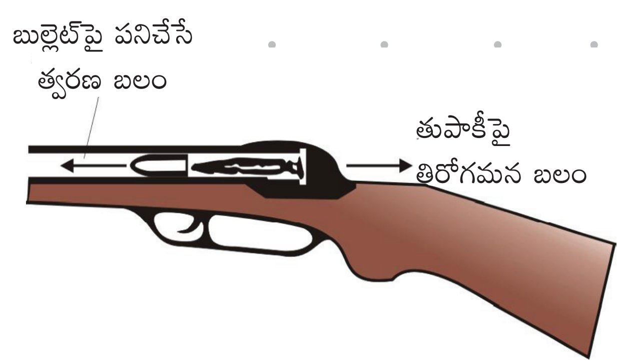


పటం 3.10: చర్య, ప్రతిచర్య బలాలు సమానం, వ్యతిరేకం

మీరు నిశ్చలంగా నిలబడి ఉన్నారనుకొందాం. రోడ్డు మీద నడక ప్రారంభించాలని అనుకుంటున్నారు అని అనుకుందాం. మీరు తప్పకుండా త్వరణం పొందాలి మరియు రెండవ గమన నియమం ఆధారంగా దీనికి బలం కావాలి. ఇది ఏ బలం? ఇది మీరు రోడ్డుపై ప్రయోగించే కండరబలమేనా? ఇది మనం కదలాలి అనుకుంటున్న దిశలోనే ఉందా? కాదు, మీరు రోడ్డు ను కిందకు, వెనుకకు నెట్టుతారు. రోడ్డు దీనికి సమానమైన మరియు వ్యతిరేకమైన బలాన్ని మీ పాదాలపై ప్రయోగించి మీరు ముందుకు కదిలేటట్లు చేస్తుంది.

చర్య ప్రతిచర్య బలాలు పరిమాణంలో సమానం అయినప్పటికీ ఈ బలాలు సమాన త్వరణాలు కలిగించకపోవచ్చు అనే ముఖ్యమైన విషయాన్ని మనం గమనించాలి. ఎందుకంటే ప్రతి బలం వేరు వేరు వస్తువుల మీద పనిచేస్తూ ఉంటుంది అంతేకాక వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు కూడా వేరువేరుగా ఉండవచ్చు.

ఒక తుపాకీ కాల్చినప్పుడు, అది బుల్లెట్ పైన ముందుకు కదిలేటట్లుగా బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. బుల్లెట్ తుపాకి మీద సమానమైన మరియు వ్యతిరేక బలాన్ని కలుగజేస్తుంది. ఇది తుపాకీ వెనుకకు వచ్చేటట్లు చేస్తుంది. (పటం 3.11). బుల్లెట్‌తో పోల్చినప్పుడు తుపాకి అధిక ద్రవ్యరాశి కలిగి ఉండడం వల్ల, తుపాకీలో కలిగే త్వరణం బులెట్‌లో కలిగే త్వరణం కంటే చాలా తక్కువ. మూడవ గమన నియమాన్ని ఒక పడవ నుంచి పడవ నడిపే వ్యక్తి కిందకు దూకే సందర్భం ద్వారా కూడా వివరించ వచ్చు. పడవ నడిపే వ్యక్తి ముందుకు దూకగానే, పడవ మీద పనిచేసే బలం దానిని వెనుకకు నెట్టుతుంది. (పటం 3.12).



పటం 3.11: బుల్లెట్ పై పురోగమన బలం మరియు తుపాకీలో తిరోగమనం

AP SCERT

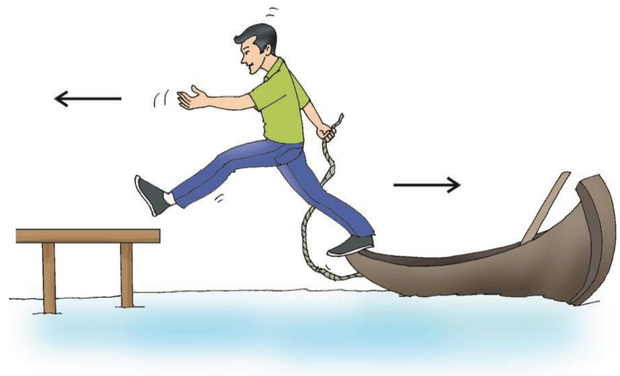


Fig. 3.12: As the sailor jumps in forward direction, the boat moves backwards.

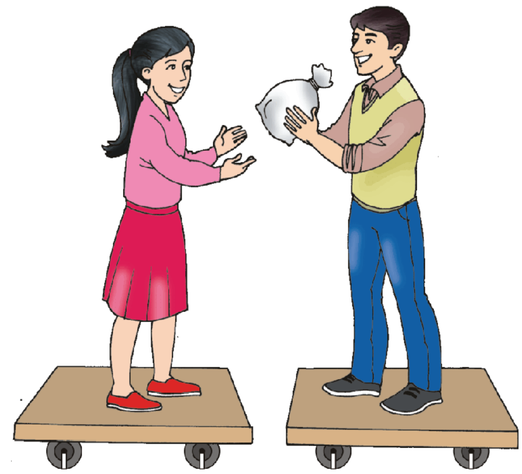


Fig. 3.13

Activity _____________ *3.4*

- Request two children to stand on two separate carts as shown in Fig. 3.13.
- Give them a bag full of sand or some other heavy object. Ask them to play a game of catch with the bag.
- Does each of them experience an instantaneous force as a result of throwing the sand bag?
- You can paint a white line on cartwheels to observe the motion of the two carts when the children throw the bag towards each other.

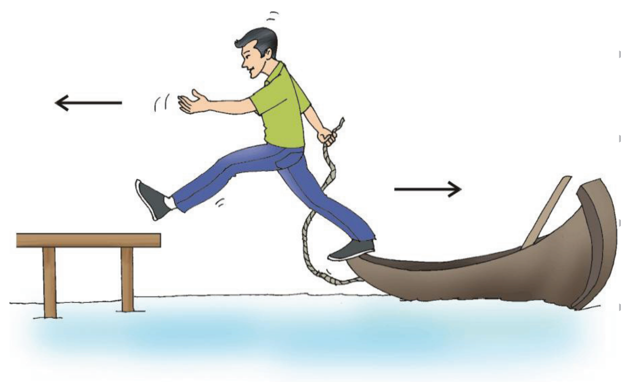
Now, place two children on one cart and one on another cart. The second law of motion can be seen, as this arrangement would show different accelerations for the same force.

The cart shown in this activity can be constructed by using a 12 mm or 18 mm thick plywood board of about 50 cm × 100 cm with two pairs of hard ball-bearing wheels (skate wheels are good to use). Skateboards are not as effective because it is difficult to maintain straight-line motion.

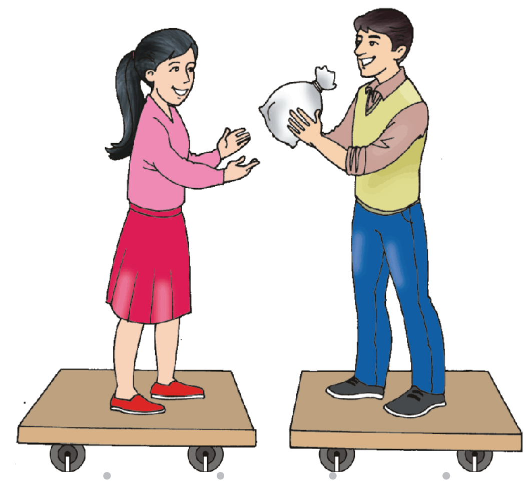
What you have learnt

- First law of motion: An object continues to be in a state of rest or of uniform motion along a straight line unless acted upon by an unbalanced force.
- The natural tendency of objects to resist a change in their state of rest or of uniform motion is called inertia.
- The mass of an object is a measure of its inertia. Its SI unit is kilogram (kg).
- Force of friction always opposes motion of objects.
- Second law of motion: The rate of change of momentum of an object is proportional to the applied unbalanced force in the direction of the force.

AP SCERT



పటం 3.12: నావికుడు ముందుకు దూకగానే పడవ వెనుకకు కదులును



పటం 3.13

కృత్యం ---------------------- 3.4

- పటం 3.13లో చూపిన విధంగా రెండు వేరువేరు బండ్ల మీద ఇద్దరు పిల్లలను నిలబడమని చెప్పండి.
- వారికి ఇసుకతో నింపిన సంచి లేదా ఏదైనా ఒక బరువైన వస్తువును ఇవ్వండి. సంచిని క్యాచ్ పట్టుకునే ఆటను ఆడమని చెప్పండి.
- ఇసుక సంచిని విసరడం (చర్య) వల్ల వారు ఇద్దరూ తక్షణ ప్రతిచర్యాబలాన్ని అనుభవించారా?
- పిల్లలు ఒకరికి ఒకరు ఇసుక సంచిని విసురుతున్నప్పుడు రెండు బండ్ల కదలికలను గమనించటానికి బండి చక్రాలకు తెల్లటి పెయింట్ వేయవచ్చు.

ఇప్పుడు ఒక బండిమీద ఇద్దరు పిల్లలను, మరొక బండిమీద ఒక పిల్లవాడిని నిలబెట్టండి. ఈ అమరిక ఒకే బలానికి వేరువేరు త్వరణాలను చూపుతుంది కాబట్టి రెండవ గమన నియమాన్ని గమనించవచ్చు.

ఈ కృత్యంలో చూపిన బండిని 12 మి.మీ. లేదా 18 మి.మీ. మందం, 50 సెం.మీ. × 100సెం.మీ. కొలతలు గల ప్లైవుడ్ చెక్కకు రెండు జతల దృఢమైన బాల్ బేరింగ్ చక్రాలు (స్కేటింగ్ వీల్ చక్రాలు వాడటానికి బాగుంటాయి) అమర్చడం ద్వారా నిర్మించవచ్చు. స్కేట్ బోర్డులు అంత సమర్థవంతమైనవి కాదు ఎందుకంటే వాటితో సరళరేఖ చలనాన్ని కొనసాగించడం కష్టం.

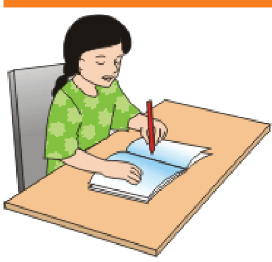
మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- మొదటి గమన నియమం: ఒక అసమతుల్యబలం పనిచేయనంతవరకు, నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న వస్తువు నిశ్చల స్థితిలోనూ, ఋజుమార్గంలో సమచలనంలో ఉన్నవస్తువు అదే స్థితిలోనూ ఉంటుంది.
- వస్తువులు తమ నిశ్చల స్థితిని గాని లేదా సమచలనంలోగాని మార్పును వ్యతిరేకించే సహజ లక్షణాన్ని జడత్వము అంటారు.
- జడత్వంనకు కొలత వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి. దాని S.I. ప్రమాణము కిలో గ్రాము (kg).
- ఘర్షణ బలం ఎల్లప్పుడు వస్తువుల చలనాన్ని వ్యతిరేకిస్తుంది.
- రెండవ గమన నియమం: ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగం లో మార్పు రేటు, దానిపై ప్రయోగించబడిన అసమతుల్యబలానికి అనులోమానుపాతంలో ఆ బల దిశలోనే ఉంటుంది.

AP SCERT

- The SI unit of force is kg m s^{-2}. This is also known as newton and represented by the symbol N. A force of one newton produces an acceleration of 1 m s^{-2} on an object of mass 1 kg.
- The momentum of an object is the product of its mass and velocity and has the same direction as that of the velocity. Its SI unit is kg m s^{-1}.
- Third law of motion: To every action, there is an equal and opposite reaction and they act on two different bodies.

Exercises



1. An object experiences a net zero external unbalanced force. Is it possible for the object to be travelling with a non-zero velocity? If yes, state the conditions that must be placed on
2. When a carpet is beaten with a stick, dust comes out of it, Explain.
3. Why is it advised to tie any luggage kept on the roof of a bus with a rope?
4. A batsman hits a cricket ball which then rolls on a level ground. After covering a short distance, the ball comes to rest. The ball slows to a stop because
   (a) the batsman did not hit the ball hard enough.
   (b) velocity is proportional to the force exerted on the ball.
   (c) there is a force on the ball opposing the motion.
   (d) there is no unbalanced force on the ball, so the ball would want to come to rest.
5. A truck starts from rest and rolls down a hill with a constant acceleration. It travels a distance of 400 m in 20 s. Find its acceleration. Find the force acting on it if its mass is 7 tonnes (*Hint*: 1 tonne = 1000 kg.)
6. A stone of 1 kg is thrown with a velocity of 20 m s^{-1} across the frozen surface of a lake and comes to rest after travelling a distance of 50 m. What is the force of friction between the stone and the ice?
7. A 8000 kg engine pulls a train of 5 wagons, each of 2000 kg, along a horizontal track. If the engine exerts a force of 40000 N and the track offers a friction force of 5000 N, then calculate:
   (a) the net accelerating force and
   (b) the acceleration of the train.
8. An automobile vehicle has a mass of 1500 kg. What must be the force between the vehicle and road if the vehicle is to be stopped with a negative acceleration of 1.7 m s^{-2}?

AP SCERT

- బలానికి S.I. ప్రమాణం కి.గ్రా. మీ$^{-2}$. దీనిని న్యూటన్ అని కూడా అంటారు. N అనే సంకేతంతో సూచిస్తారు. ఒక కిలోగ్రామ్ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుపై ఒక న్యూటన్ బలం పనిచేసి 1 మీ.సె$^{-2}$ త్వరణం కలిగిస్తుంది.
- ఒక వస్తువు ద్రవ్యరాశి, వేగము లబ్ధాన్ని ఆ వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగం అంటారు. ద్రవ్యవేగం దిశ దాని వేగ దిశలోనే ఉంటుంది. దీని S.I. ప్రమాణం కి.గ్రా.మీ.సె$^{-1}$.
- మూడవ గమన నియమం: ప్రతి చర్యకు దానికి సమానమైన, వ్యతిరేక దిశలో ప్రతి చర్య ఉంటుంది. చర్య, ప్రతిచర్య రెండు వేర్వేరు వస్తువులపై పనిచేస్తాయి.

అభ్యాసాలు

1. ఒక వస్తువు మీద పనిచేసిన ఫలిత బాహ్య అసమతుల్య బలం శూన్యం. శూన్యము కాని వేగంతో ఆ వస్తువు ప్రయాణించుటకు సాధ్యం అవుతుందా? ఒకవేళ సాధ్యమైతే, ఉండవలసిన పరిమితులను తెలపండి.
2. ఒక తివాచీని కర్రతో కొట్టినప్పుడు, దాని నుండి దుమ్ము బయటకు వస్తుంది. వివరించండి.
3. బస్సు పైన వేసిన సామాన్లను తాడుతో కట్టమని సలహా ఇస్తారు. ఎందుకు?
4. ఒక బ్యాట్స్‌మెన్ క్రికెట్ బంతిని కొట్టిన తర్వాత అది ఒక సమతలంపై దొర్లుకుంటూ వెళుతుంది. కొంత దూరం వెళ్లిన తర్వాత అది నిశ్చల స్థితికి వస్తుంది. బంతి నెమ్మదిగా వెళుతూ ఆగుతుంది ఎందుకంటే
   (ఎ) బ్యాట్స్‌మన్ బంతిని తగినంత గట్టిగా కొట్టలేదు
   (బి) బంతి వేగం బంతి పై ప్రయోగించబడిన బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది
   (సి) బంతి చలనాన్ని వ్యతిరేకించే ఒక బలం పనిచేసింది.
   (డి) బంతిపై అసమతుల్య బలం పనిచేయడం లేదు, అందువల్ల బంతి నిశ్చల స్థితిలోకి వచ్చింది.
5. ఒక ట్రక్కు నిశ్చల స్థితి నుండి బయలుదేరి స్థిర త్వరణంతో కొండపై నుండి క్రిందకు ప్రయాణించింది. ఇది 20 సెకండ్లలో 400 మీటర్ల దూరాన్ని ప్రయాణించింది. దాని త్వరణాన్ని కనుక్కోండి. ట్రక్కు యొక్క ద్రవ్యరాశి 7 టన్నులు అయిన దానిపై పనిచేసే బలాన్ని కనుక్కోండి. (1 టన్ను=1000 కి.గ్రా.)
6. ఒక కిలో గ్రాము ద్రవ్యరాశి గల ఒక రాయి గడ్డ కట్టబడిన ఒక సరస్సు ఉపరితలం మీద నుండి 20 మీ./సె. వేగంతో విసరబడింది. 50 మీటర్ల దూరం ప్రయాణించిన తర్వాత అది నిశ్చల స్థితికి వచ్చింది. రాయికి, మంచుకు మధ్య గల ఘర్షణ బలం ఎంత?
7. 8000 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల రైలు ఇంజన్ ఒక్కొక్కటి 2000 కి. గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల 5 వ్యాగన్లను ఒక సమతల మార్గంలో లాగుతుంది. ఒకవేళ ఇంజన్‌పై 40000N బలం మరియు రైలు మార్గం 5000N ఘర్షణ బలం ప్రయోగించినట్లయితే అప్పుడు కింది వాటిని లెక్కించండి.
   (ఎ) ఫలిత త్వరణ బలం మరియు
   (బి) రైలు యొక్క త్వరణం
8. ఒక మోటారు వాహనం యొక్క ద్రవ్యరాశి 1500 కి.గ్రా. ఒకవేళ వాహనాన్ని 1.7 మీ.సె$^{-2}$ ఋణత్వరణంతో ఆపాలి అనుకుంటే, రోడ్డుకు మరియు వాహనానికి మధ్య ఉండవలసిన ఘర్షణ బలం ఎంత?

AP SCERT

9. What is the momentum of an object of mass *m*, moving with a velocity *v*?

   (a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) ½ mv^2 (d) mv

10. Using a horizontal force of 200 N, we intend to move a wooden cabinet across a floor at a constant velocity. What is the friction force that will be exerted on the cabinet?

11. According to the third law of motion when we push on an object, the object pushes back on us with an equal and opposite force. If the object is a massive truck parked along the roadside, it will probably not move. A student justifies this by answering that the two opposite and equal forces cancel each other. Comment on this logic and explain why the truck does not move.

12. A hockey ball of mass 200 g travelling at 10 m s^{-1} is struck by a hockey stick so as to return it along its original path with a velocity at 5 m s^{-1}. Calculate the magnitude of change of momentum occurred in the motion of the hockey ball by the force applied by the hockey stick.

13. A bullet of mass 10 g travelling horizontally with a velocity of 150 m s^{-1} strikes a stationary wooden block and comes to rest in 0.03 s. Calculate the distance of penetration of the bullet into the block. Also calculate the magnitude of the force exerted by the wooden block on the bullet.

14. An object of mass 1 kg travelling in a straight line with a velocity of 10 m s^{-1} collides with, and sticks to, a stationary wooden block of mass 5 kg. Then they both move off together in the same straight line. Calculate the total momentum just before the impact and just after the impact. Also, calculate the velocity of the combined object.

15. An object of mass 100 kg is accelerated uniformly from a velocity of 5 m s^{-1} to 8 m s^{-1} in 6 s. Calculate the initial and final momentum of the object. Also, find the magnitude of the force exerted on the object.

16. Akhtar, Kiran and Rahul were riding in a motorcar that was moving with a high velocity on an expressway when an insect hit the windshield and got stuck on the windscreen. Akhtar and Kiran started pondering over the situation. Kiran suggested that the insect suffered a greater change in momentum as compared to the change in momentum of the motorcar (because the change in the velocity of the insect was much more than that of the motorcar). Akhtar said that since the motorcar was moving with a larger velocity, it exerted a larger force on the insect. And as a result the insect died. Rahul while putting an entirely new explanation said that both the motorcar and the insect experienced the

AP SCERT

9. m ద్రవ్యరాశి కలిగి v వేగంతో ప్రయాణిస్తున్న ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యవేగం ఎంత?
(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) ½ mv^2 (d) mv

10. 200N క్షితిజ సమాంతర బలాన్ని ఉపయోగించి,ఒక చెక్క వస్తువును స్థిర వేగంతో నేల మీద కదిలించాలి అనుకున్నాము. అయితే చెక్క వస్తువు మీద పనిచేసే ఘర్షణ బలం ఎంత?

11. మూడవ గమన నియమం ప్రకారం, ఒక వస్తువును మనం నెట్టినప్పుడు ఆ వస్తువు కూడా తిరిగి మనలను సమానమైన మరియు వ్యతిరేకమైన బలంతో నెట్టుతుంది. ఒకవేళ ఆ వస్తువు రోడ్డు పక్కన ఆగి ఉన్న పెద్ద ట్రక్కు వంటి వాహనం అయితే బహుశా అది కదలదు. దీనిని రెండు సమానమైన మరియు వ్యతిరేకమైన బలాలు ఒకదానికొకటి రద్దు చేసుకుంటాయని సమాధానం ఇవ్వడం ద్వారా ఒక విద్యార్థి సమర్థించుకోవచ్చు. ఈ సమాధానంపై మీ విమర్శను రాయండి. ట్రక్కు ఎందుకు కదలదో వివరించండి?.

12. 10 మీ.సె$^{-1}$ వేగంతో ప్రయాణిస్తున్న 200 గ్రాములు ద్రవ్యరాశి గల హాకీ బాల్ తిరిగి తన అసలు మార్గంలో 5 మీ.సె$^{-1}$ వేగంతో ప్రయాణించేటట్లు చేయడానికి హాకీస్టిక్‌తో కొట్టబడినది. హాకీస్టిక్ ద్వారా ప్రయోగించబడిన బలం వల్ల హాకీ బంతి చలనములో, హాకీ బంతి ద్రవ్యవేగంలో కలిగిన మార్పు పరిమాణాన్ని లెక్కించండి.?

13. 150 మీ.సె$^{-1}$ వేగంతో క్షితిజ సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తున్న 10 గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల బుల్లెట్ నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న ఒక చెక్క దిమ్మెను ఢీకొని, 0.03 సెకండ్ల తర్వాత నిశ్చల స్థితికి వచ్చింది. బుల్లెట్ చెక్క దిమ్మెలో ఎంత లోతుకు దిగుతుందో లెక్కించండి. అంతేకాక చెక్క దిమ్మె బుల్లెట్‌పై ప్రయోగించే బలపరిమాణాన్ని కూడా లెక్కించండి?.

14. సరళరేఖా మార్గంలో 10 మీ.సె$^{-1}$ వేగంతో ప్రయాణిస్తున్న 1 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల ఒక వస్తువు 5 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న చెక్క దిమ్మెను ఢీకొని దానికి అతుక్కుంటుంది. తర్వాత అవి రెండు అదే సరళరేఖా మార్గంలో కలిసి కదులుతాయి. అభిఘాతానికి ముందు మరియు అభి ఘాతం తర్వాత ద్రవ్యవేగాన్ని లెక్కించండి. అంతేకాకుండా, రెండు వస్తువుల సంయుక్త వేగాన్ని లెక్కించండి?

15. 100 కిలో గ్రాములు ద్రవ్యరాశి గల ఒక వస్తువు సమ త్వరణంతో ప్రయాణిస్తూ దాని వేగం 6 సెకండ్లలో 5 మీ.సె$^{-1}$ నుండి 8 మీ.సె$^{-1}$ కు మారింది. అయిన వస్తువు యొక్క తొలి,తుది ద్రవ్యవేగమును లెక్కించండి. అంతేకాక వస్తువుపై ప్రయోగించబడిన బలపరిమాణాన్ని కనుక్కోండి?

16. ఒక ఎక్స్‌ప్రెస్ మార్గంలో అక్తర్, కిరణ్ మరియు రాహుల్ అధిక వేగంతో ఒక మోటార్ వాహనంలో ప్రయాణిస్తున్నారు. ఒక కీటకం మోటార్ వాహనం విండ్‌షీల్డ్‌ను ఢీకొని, విండ్‌స్క్రీన్‌లో ఇరుక్కున్నది. అక్తర్ మరియు కిరణ్ ఈ సందర్భం గురించి ఆలోచించడం మొదలుపెట్టారు. మోటర్ కారు ద్రవ్యవేగంలో మార్పుతో పోల్చినప్పుడు కీటకం యొక్క ద్రవ్యవేగంలో మార్పు చాలా అధికంగా ఉ ంటుందని కిరణ్ సూచించాడు.(ఎందుకంటే మోటారు కారు యొక్క వేగంలో మార్పు కంటే కీటకం యొక్క వేగంలో మార్పు చాలా అధికంగా ఉంది). మోటారు కారు చాలా అధిక వేగంతో ప్రయాణిస్తూ ఉంది కాబట్టి ఇది కీటకం పైన చాలా అధిక బలం ప్రయోగించింది అని మరియు దాని ఫలితంగానే కీటకం చనిపోయిందని అఖ్తర్ అన్నాడు. రాహుల్ వీరిద్దరి కంటే పూర్తిగా కొత్తదైన వివరణ ఇస్తూ

AP SCERT

same force and a change in their momentum. Comment on these suggestions.

17. How much momentum will a dumb-bell of mass 10 kg transfer to the floor if it falls from a height of 80 cm? Take its downward acceleration to be 10 m s^{-2}.

Additional Exercises

A1. The following is the distance-time table of an object in motion:

Time in seconds	Distance in metres
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(a) What conclusion can you draw about the acceleration? Is it constant, increasing, decreasing, or zero?

(b) What do you infer about the forces acting on the object?

A2. Two persons manage to push a motorcar of mass 1200 kg at a uniform velocity along a level road. The same motorcar can be pushed by three persons to produce an acceleration of 0.2 m s^{-2}. With what force does each person push the motorcar? (Assume that all persons push the motorcar with the same muscular effort.)

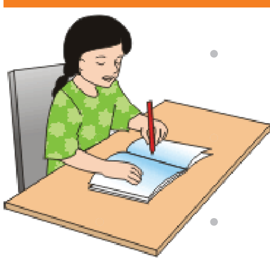
A3. A hammer of mass 500 g, moving at 50 m s^{-1}, strikes a nail. The nail stops the hammer in a very short time of 0.01 s. What is the force of the nail on the hammer?

A4. A motorcar of mass 1200 kg is moving along a straight line with a uniform velocity of 90 km/h. Its velocity is slowed down to 18 km/h in 4 s by an unbalanced external force. Calculate the acceleration and change in momentum. Also calculate the magnitude of the force required.

AP SCERT

మోటార్ కారు మరియు కీటకం రెండు కూడా ఒకే పరిమాణం గల బలాన్ని ఎదుర్కొన్నాయి, వాటి ద్రవ్యవేగంలో సమాన మార్పును పొందాయి అని అన్నాడు. ఈ సూచనలపై వ్యాఖ్యానించండి.

17. 10 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల డంబెల్ 80 సెం.మీ. ఎత్తు నుండి కిందకు పడినప్పుడు ఎంత ద్రవ్యవేగాన్ని నేలకు బదిలీ చేస్తుంది?. క్రింది వైపుకు పనిచేసే త్వరణాన్ని 10 మీ.సె$^{-2}$ గా తీసుకోండి?.



అదనపు అభ్యాసాలు

A1. చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు యొక్క దూరము - కాలము పట్టిక క్రింద ఇవ్వబడినది.

కాలం సెకండ్లలో	దూరం మీటర్లలో
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

(ఎ) త్వరణం గురించి నీవు ఏమి చెప్పగలవు?. అది స్థిరంగాఉందా, పెరుగుతూఉందా, తగ్గుతూ ఉందా లేదా సున్నానా?

(బి) వస్తువు పై పనిచేస్తున్న బలాల గురించి నీవు ఏమి చెప్పగలవు?.

A2. 1200 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల ఒక మోటారు కారును ఒక సమతలంగా ఉన్న రోడ్డుపై ఇద్దరు వ్యక్తులు సమవేగంతో నెట్టగలిగారు. ఒకవేళ ఆ మోటారు కారును ముగ్గురు వ్యక్తులు నెట్టినప్పుడు దానిలో 0.2 మీ.సె$^{-2}$. త్వరణం కలుగుతుంది. ఒక్కొక్క వ్యక్తి ఆ మోటారు కారును ఎంత బలంతో నెట్టారు? (మోటారు కారును నెట్టడంలో అందరు వ్యక్తులు ఒకే విధమైన కండర బలాన్ని ప్రయోగించారు అని అనుకొనుము)

A3. 500 గ్రాములు ద్రవ్యరాశి గల సుత్తి 50 మీ.సె$^{-1}$, వేగంతో కదులుతూ ఒక మేకును ఢీకొట్టింది. ఆ మేకు 0.01 సెకండ్ల అతి స్వల్ప సమయంలో సుత్తిని ఆపింది. సుత్తి పైనమేకు ప్రయోగించిన బలం ఎంత?

A4. 1200 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల ఒక మోటారు కారు ఒక సరళరేఖ మార్గంలో గంటకు 90 కిలోమీటర్ల సమవేగంతో కదులుతూ ఉంది. నాలుగు సెకండ్ల పాటు పనిచేసిన అసమతుల్య బాహ్య బలం వల్ల దాని వేగం గంటకు 18 కిలోమీటర్లకు తగ్గించబడినది. త్వరణాన్ని మరియు ద్రవ్యవేగంలో మార్పులను లెక్కించండి. కావలసిన బలపరిమాణాన్ని కూడా లెక్కించండి?

AP SCERT

Chapter 4

Is Matter Around Us Pure?

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

Fig. 4.1: 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.

4.1 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.

4.1.1 Types of mixtures

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

Activity 4.1

- 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

AP SCERT

అధ్యాయం 4

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 4.1: *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.

4.1 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.

4.1.1 మిశ్రమాలు రకాలు

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

కృత్యం ---------------------------- 4.1

- 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.

AP SCERT

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 4.2

- 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.

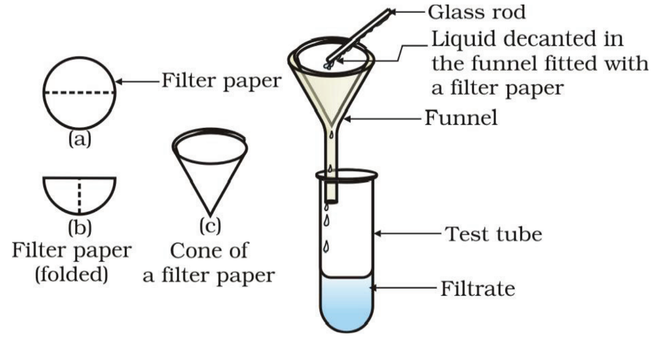


Fig. 4.2: Filtration

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.*

4.2 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.

AP SCERT

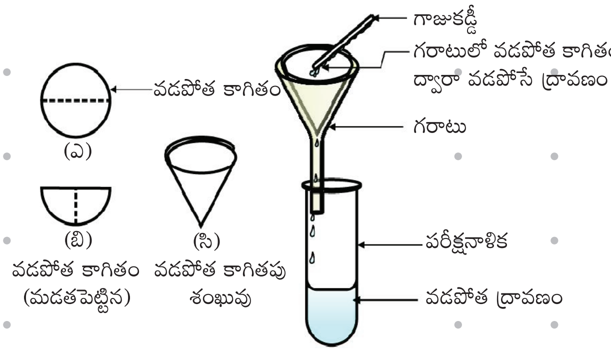
రెండు జట్లు కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం పొందినప్పటికీ ద్రావణాల రంగుల్లో గల తీవ్రత విభిన్నంగా ఉంది. కావున సజాతీయ మిశ్రమం అస్థిరమైన సంఘటనం (కూర్పు) కలిగి ఉండవచ్చు.

- 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 -------------------------- 4.2

- తరగతిని మరల A, B, C మరియు D. అనే నాలుగు జట్లులుగా 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 4.2.: *వడపోత*

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

ప్రశ్నలు

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

4.2 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.

AP SCERT

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.

4.2.1 Concentration of a solution

In activity 4.2, 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 4.2, the solution obtained by group A is dilute as compared to that obtained by group B.

Activity 4.3

- 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

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

AP SCERT

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.

4.2.1 ద్రావణ గాఢత

కృత్యము 4.2 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. కృత్యము 4.2 లో సమూహం A వారు పొందిన ద్రావణం, సమూహం B వారు పొందిన ద్రావణంతో పోల్చినప్పుడు విలీనమైనది.

కృత్యం ---------------------------- 4.3

- 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 $5^{o}C$ 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.

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

AP SCERT

(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 4.1 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

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

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

4.2.2 What is a suspension?

Non-homogeneous systems, like those obtained by group C in activity 4.2, 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.

4.2.3 What is a colloidal solution?

The mixture obtained by group D in activity 4.2 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.

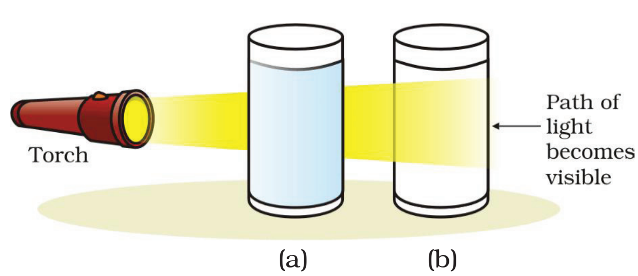


Fig. 4.3: (a) Solution of copper sulphate does not show Tyndall effect, (b) mixture of water and milk shows Tyndall effect.

AP SCERT

(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 4.1 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

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

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

4.2.2 అవలంబనము అనగానేమి?

కృత్యము 4.2 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

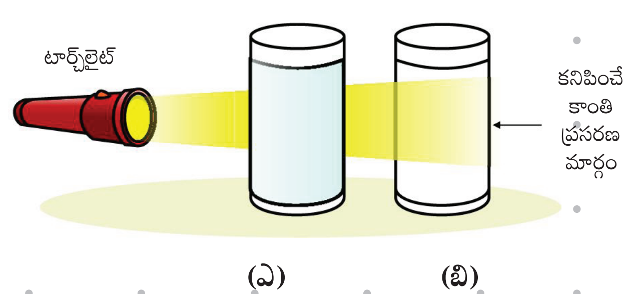
- అవలంబనం ఒక విజాతీయ మిశ్రమం.
- అవలంబనం యొక్క కణాలను మన కంటితో చూడగలం.
- అవలంబన కణాలు కాంతి పుంజంని పరిక్షేపణము చెందించడం ద్వారా, దాని మార్గము మనకి కనిపించేటట్లు చేయును.
- అవలంబనమును కదల్చకుండా ఉంచినప్పుడు, దానిలోని ద్రావిత కణాలు అడుగుకు చేరును. అనగా అవలంబనాలు అస్థిరమైనవి. వడపోత ప్రక్రియ ద్వారా మిశ్రమం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

4.2.3 కొలాయిడ్ (కాంజికాభ) ద్రావణం అనగానేమి?

కృత్యము 4.2 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 కృత్యం4.2 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 4.3.: (ఎ) కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం టిండాల్ ప్రభావమును చూపదు. (బి) నీరు మరియు పాలు మిశ్రమము టిండాల్ ప్రభావమును చూపును.

AP SCERT

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. 4.4: 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 4.5), 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 4.1. 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 4.1: 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

AP SCERT

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

పటము 4.4.: 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 4.5 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 4.1 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 4.1 : 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

AP SCERT

4.3 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.*

4.4 What are the Types of Pure Substances?

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

4.4.1 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,

AP SCERT

4.3 భౌతిక మరియు రసాయన మార్పులు

పదార్థం యొక్క కొన్ని భౌతిక ధర్మాలను ముందు అధ్యాయంలో నేర్చుకున్నాము. పదార్థాల యొక్క రంగు, గట్టితనం, బిరుసుతనం, 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 రసాయనకంగా 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

4.4 శుద్ధపదార్థాలు ఎన్ని రకాలు?

శుద్ధపదార్థాల రసాయన సంఘటనం ఆధారంగా వాటిని మూలకాలు లేదా సంయోగ పదార్థాలుగా వర్గీకరించవచ్చు.

4.4.1 మూలకాలు

రాబర్ట్ బాయిల్ అనే శాస్త్రవేత్త మూలకం అనే పదాన్ని మొదటగా 1661 లో ఉపయోగించాడు. ఫ్రెంచ్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఆంటోనీ లారెంట్ 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

AP SCERT

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).

4.4.2 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 4.4

- 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.

AP SCERT

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.

4.4.2 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 ---------------------------- 4.4

- తరగతిని రెండు జట్టులుగా విడదీయండి. రెండు జట్టులకు కూడా ఒక పింగాణీ పాత్రలో 5 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 యథాతదంగా మిశ్రమంలో కూడా ఉన్నాయి.

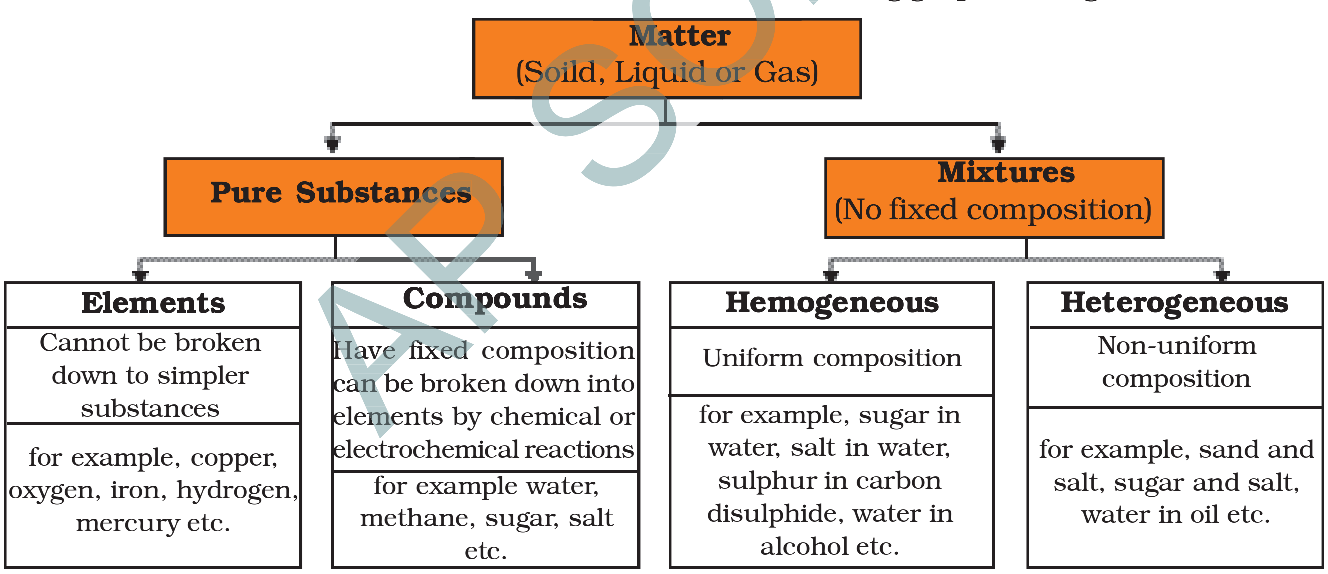
AP SCERT

Table 4.2: 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.

AP SCERT

పట్టిక 4.2 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.

AP SCERT

పదార్థం (ఘన, ద్రవ లేదా వాయు)

- **శుద్ధ పదార్థం**
  - **మూలకాలు**: చిన్న కణాలుగా విభజింప లేనివి. ఉదాహరణ రాగి, ఆక్సిజన్, ఇనుము, హైడ్రోజన్, పాదరసం మొదలైనవి.
  - **సంయోగ పదార్థాలు**: నిర్దిష్ట సంఘటనం కలిగి రసాయన లేదా విద్యుత్ రసాయన చర్యల ద్వారా మూలకాలుగా విభజింపబడేవి. ఉదాహరణ నీరు, మీథేన్, చక్కెర, ఉప్పు మొదలైనవి
- **మిశ్రమాలు (స్థిర సంఘటనం లేనివి)**
  - **సజాతీయ మిశ్రమాలు**: ఏకరీతి సంఘటనము కలిగినవి. ఉదాహరణ చక్కెర ద్రావణం, లవణద్రావణం, కార్బన్ డై సల్ఫైడ్‌లో ఉన్న సల్ఫర్, ఆల్కహాల్‌లో ఉన్న నీటి ద్రావణం
  - **విజాతీయ మిశ్రమాలు**: ఏకరీతి సంఘటనము లేనివి. ఉదాహరణ ఇసుక&ఉప్పు, చక్కెర&ఉప్పు, నీటిలో కలిసి ఉన్న నూనె మొదలైనవి

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.

AP SCERT

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.

AP SCERT

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?

AP SCERT

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?

AP SCERT

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

AP SCERT

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

AP SCERT

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

12. A startup company launches three new products:
    1. A room freshener spray
    2. A medicinal antacid suspension (like milk of magnesia)
    3.A coloured decorative glass panel

    Which of the following correctly identifies the type of colloid in each product?
    A) Spray - Foam; Antacid - Emulsion; Glass - Gel
    B) Spray - Aerosol; Antacid - Sol; Glass - Solid sol
    C) Spray - Emulsion; Antacid - Gel; Glass - Aerosol
    D) Spray - Sol; Antacid - Foam; Glass - Emulsion

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.

AP SCERT

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

12. ఒక స్టార్టప్ సంస్థ మూడు కొత్త ఉత్పత్తులను విడుదల చేసింది:
   1. గది సువాసన స్ప్రే
   2. యాంటాసిడ్ అవలంబనం
   3. రంగుగల అలంకార గాజు పలక

క్రింది ఇచ్చిన వాటిలో ఏది ఉత్పత్తులలోని సరైన కొల్లాయిడ్‌ను గుర్తిస్తుంది
   (ఎ) స్ప్రే – ఫోమ్; యాంటాసిడ్ – ఎమల్షన్; గాజు – జెల్
   (బి) స్ప్రే – ఏరోసోల్; యాంటాసిడ్ – సాల్; గాజు – ఘన సాల్
   (సి) స్ప్రే – ఎమల్షన్; యాంటాసిడ్ – జెల్; గాజు – ఏరోసోల్
   (డి) స్ప్రే – సాల్; యాంటాసిడ్ – ఫోమ్; గాజు – ఎమల్షన్

జట్టు కృత్యము

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

....

....

....

....

....

....

....

....

AP SCERT

Chapter 5

GRAVITATION

R5P7F3

We have learnt about the motion of objects and force as the cause of motion. We have learnt that a force is needed to change the speed or the direction of motion of an object. We always observe that an object dropped from a height falls towards the earth. We know that all the planets go around the Sun. The moon goes around the earth. In all these cases, there must be some force acting on the objects, the planets and on the moon. Isaac Newton could grasp that the same force is responsible for all these. This force is called the gravitational force.

In this chapter we shall learn about gravitation and the universal law of gravitation. We shall discuss the motion of objects under the influence of gravitational force on the earth. We shall study how the weight of a body varies from place to place. We shall also discuss the conditions for objects to float in liquids.

5.1 Gravitation

We know that the moon goes around the earth. An object when thrown upwards, reaches a certain height and then falls downwards. It is said that when Newton was sitting under a tree, an apple fell on him. The fall of the apple made Newton start thinking. He thought that: if the earth can attract an apple, can it not attract the moon? Is the force the same in both cases? He conjectured that the same type of force is responsible in both the cases. He argued that at each point of its orbit, the moon falls towards the earth, instead of going off in a straight line. So, it must be attracted by the earth. But we do not really see the moon falling towards the earth.

Let us try to understand the motion of the moon by recalling activity 5.11.

Activity 5.1

- Take a piece of thread.
- Tie a small stone at one end. Hold the other end of the thread and whirl it round, as shown in Fig. 5.1.
- Note the motion of the stone.
- Release the thread.
- Again, note the direction of motion of the stone.

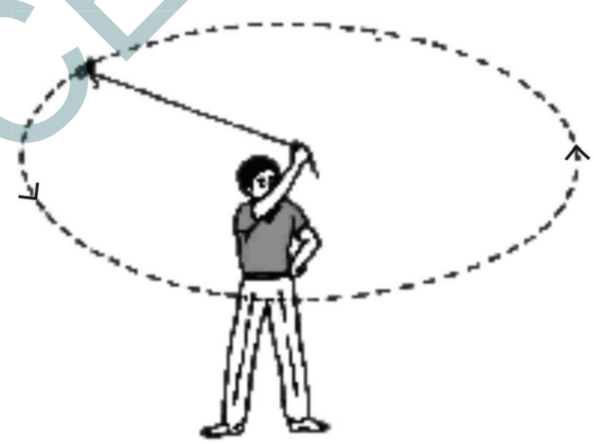


Fig. 5.1: A stone describing a circular path with a velocity of constant magnitude.

Before the thread is released, the stone moves in a circular path with a certain speed and changes direction at every point. The change in direction involves change in velocity or acceleration. The force that causes this acceleration and keeps the body moving along the circular path is acting towards the centre. This force is called the centripetal (meaning 'centre-seeking') force.

AP SCERT

అధ్యాయం 5

గురుత్వాకర్షణ

P4Z6Y6

వస్తువుల యొక్క చలనానికి బలం కారణమని మనము తెలుసుకున్నాము. వస్తువు యొక్క వేగం లేదా చలన దిశలో మార్పును తీసుకురావడానికి బలం అవసరమనీ మనకు తెలుసు. కొంత ఎత్తు నుండి జార విడిచిన వస్తువులు భూమివైపు చలించడాన్ని మనం గమనిస్తూనే ఉన్నాం. సూర్యుని చుట్టూ అన్ని గ్రహాలు తిరుగుతుంటాయని మనకు తెలుసు. భూమి చుట్టూ చంద్రుడు తిరుగుతాడు. అన్ని సందర్భాలలో గ్రహాలు, చంద్రుడు లాంటి వస్తువులపై ఏదో బలం వాటిపై పని చేస్తూ ఉండాలి. వీటన్నిటికీ ఒకే ఒక బలం కారణమవుతుందని ఐజాక్ న్యూటన్ గ్రహించాడు. ఈ బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలం అంటారు.

ఈ అధ్యాయంలో మనం గురుత్వాకర్షణ, విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం గురించి తెలుసుకుందాం. భూమిపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి ప్రభావంతో వస్తువుల చలనం గురించి చర్చిద్దాం. వస్తువు యొక్క భారం ప్రదేశం బట్టి ఎందుకు మారుతుందో నేర్చుకుందాం. వస్తువులు ద్రవాలలో తేలియాడడానికి కావలసిన పరిస్థితులను కూడా మనం చర్చిద్దాం.

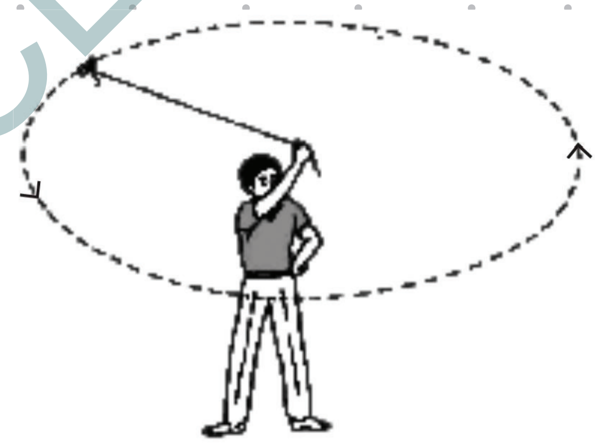
5.1 గురుత్వాకర్షణ

చంద్రుడు, భూమి చుట్టూ తిరుగుతాడని మనకు తెలుసు. ఒక వస్తువును పైకి విసిరినప్పుడు అది నిర్దిష్ట ఎత్తుకు చేరుకొని, మరల కిందికి పడిపోతుంది. న్యూటన్ ఆపిల్ చెట్టు క్రింద కూర్చొని ఉన్నప్పుడు అతనిపై ఆపిల్ పడింది. ఆపిల్ క్రిందికి పడటం, న్యూటన్ ని ఆలోచించేలా చేసింది. అతను ఇలా అనుకున్నాడు: భూమి ఆపిల్ ను ఆకర్షించగలిగితే, అది చంద్రుని ఆకర్షించలేదా? ఈ రెండు సందర్భాల్లోనూ బలం ఒకటేనా? రెండు సందర్భాల్లోనూ ఒకే రకమైన బలం కారణమై ఉంటుందని ఆయన ఊహించారు. చంద్రుడు తన కక్ష్యలోని ప్రతి బిందువు వద్ద ఒక సరళరేఖలో వెళ్లకుండా భూమి వైపు పడిపోతాడని ఆయన వాదించారు. కాబట్టి, అది భూమిచే ఆకర్షింపబడాలి. కానీ నిజానికి చంద్రుడు భూమివైపు పడటం మనము చూడలేము.

కృత్యము 5.1 గుర్తుకు తెచ్చుకోవటం ద్వారా చంద్రుని చలనమును అవగాహన చేసుకోవడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

కృత్యం 5.1

- దారపు ముక్కను తీసుకోండి.
- పటం 5.1 లో చూపిన విధంగా, దారం ఒక చివర రాయిని కట్టి, రెండవ చివరను చేతితో పట్టుకొని గుండ్రంగా తిప్పండి.
- రాయి యొక్క చలనమును గమనించండి.
- దారమును వదిలి వేయండి.
- మరలా రాయి చలన దిశను గమనించండి.



పటం 5.1: స్థిర పరిమాణం గల వేగంతో వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తున్న రాయి గురించి వర్ణించుట.

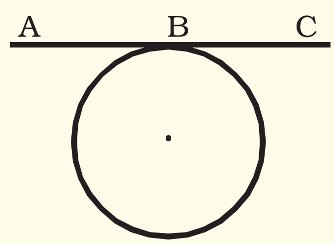
దారం వదలక ముందు, రాయి నిర్దిష్ట వడితో వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తూ, ప్రతి బిందువు వద్ద దిశను మార్చుకుంటుంది. దిశలో మార్పు వలన వేగంలో మార్పు లేదా త్వరణం ఏర్పడుతుంది. ఈ త్వరణం ఏర్పటానికి కావలసిన బలం, వస్తువును వృత్తాకార మార్గంలో ఉంచుతూ కేంద్రం వైపు పనిచేస్తుంది. ఈ బలాన్ని అభికేంద్ర (అంటే కేంద్రం వైపు పనిచేసే) బలం అంటారు.

AP SCERT

In the absence of this force, the stone flies off along a straight line. This straight line will be a tangent to the circular path.

More to know

Tangent to a circle



A straight line that meets the circle at one and only one point is called a tangent to the circle. Straight line ABC is a tangent to the circle at point B.

The motion of the moon around the earth is due to the centripetal force. The centripetal force is provided by the force of attraction of the earth. If there were no such force, the moon would pursue a uniform straight line motion.

It is seen that a falling apple is attracted towards the earth. Does the apple attract the earth? If so, we do not see the earth moving towards an apple. Why?

According to the third law of motion, the apple does attract the earth. But according to the second law of motion, for a given force, acceleration is inversely proportional to the mass of an object [Eq. (5.4)]. The mass of an apple is negligibly small compared to that of the earth. So, we do not see the earth moving towards the apple. Extend the same argument for why the earth does not move towards the moon.

In our solar system, all the planets go around the Sun. By arguing the same way, we can say that there exists a force between the Sun and the planets. From the above facts Newton concluded that not only does the earth attract an apple and the moon, but all objects in the universe attract each other. This force of attraction between objects is called the gravitational force.

5.1.1 Universal Law of Gravitation

Every object in the universe attracts every other object with a force which is proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them. The force is along the line joining the centres of two objects.

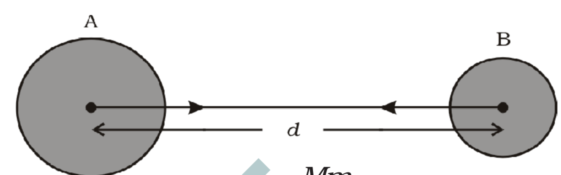


Fig. 5.2: *The gravitational force between two uniform objects is directed along the line joining their centres.*

Let two objects A and B of masses *M* and *m* lie at a distance *d* from each other as shown in Fig. 5.2. Let the force of attraction between two objects be *F*. According to the universal law of gravitation, the **force between two objects is directly proportional to the product of their masses.** That is,

$$F \propto M \times m \qquad (5.1)$$

And the force between two objects is **inversely proportional to the square of the distance between them,** that is,

$$F \propto \frac{1}{d^2} \qquad (5.2)$$

Combining Eqs. (10.1) and (10.2), we get

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.3)$$

or, $$F = G\,\frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.4)$$

where G is the constant of proportionality and is called the universal gravitation constant. By multiplying crosswise, Eq. (5.4) gives

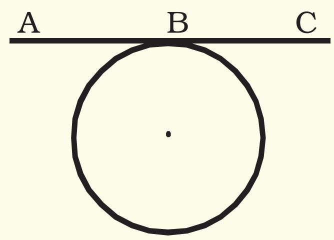
$$F \times d^2 = G\, M \times m$$

AP SCERT

ఈ బలం లేనప్పుడు, రాయి సరళరేఖ వెంబడి ప్రయాణిస్తుంది. ఈ సరళరేఖ వృత్తాకార మార్గానికి గీచిన స్పర్శ రేఖగా ఉంటుంది.

మరింత తెలుసుకుందాం

ఒక వృత్తానికి గీచిన స్పర్శరేఖ



ఒక సరళరేఖ, వృత్తాన్ని ఒకే ఒక బిందువు వద్ద ఖండిస్తే ఆ రేఖను వృతానికి స్పర్శ రేఖ అంటారు. సరళరేఖ ABC అనేది వృతానికి B వద్ద స్పర్శరేఖ.

భూమి చుట్టూ చంద్రుని చలనానికి కారణం కేంద్రబలం. ఈ అభికేంద్ర బలం భూమికి కావలసిన ఆకర్షణ బలమును సమకూరుస్తుంది. ఈ బలము లేకుంటే, చంద్రుని చలనం సరళరేఖ మార్గంలో ఉండేది.

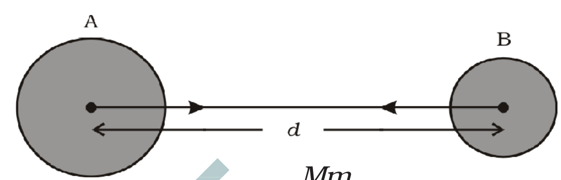
క్రిందికి పడిపోతున్న ఆపిల్, భూమి వైపు ఆకర్షించబడినట్లు కనిపిస్తుంది. ఆపిల్ భూమిని ఆకర్షిస్తుందా? ఒకవేళ అదే నిజమైతే, ఆపిల్ వైపు భూమి కదలటం మనకు ఎందుకు కనిపించదు?

మూడవ గమన నియమం ప్రకారం, ఆపిల్ భూమిని ఆకర్షిస్తుంది. కానీ రెండవ గమన నియమం ప్రకారం, కావలసిన బలానికి త్వరణం అనేది వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశికి విలోమాను పాతంలో ఉంటుంది (సమీ. 5.4). భూమి ద్రవ్యరాశితో పోల్చుకుంటే ఆపిల్ ద్రవ్యరాశి ఉపేక్షించదగినంత తక్కువ. అందువలన ఆపిల్ వైపు భూమి కదలడాన్ని గమనించలేము. చంద్రుని వైపు భూమి ఎందుకు కదలదు అనే వాదనకు కూడా ఇది వర్తిస్తుంది.

మన సౌర వ్యవస్థలో, అన్ని గ్రహాలు సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతాయి. అదే వాదనను బలపరచడం ద్వారా సూర్యునికి మరియు గ్రహాల మధ్య ఒక బలం ఉండాలి. పైన పేర్కొన్న వాస్తవాల ఆధారంగా చంద్రుడు, యాపిల్ లను మాత్రమే భూమి ఆకర్షించడం లేదు, కానీ విశ్వంలోని అన్ని వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ ఉంటుందని న్యూటన్ నిర్ధారించాడు. ఈ వస్తువుల మధ్య ఉండే ఆకర్షణ బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలం అంటారు.

5.1.1 విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం

విశ్వంలో ప్రతి వస్తువు మరొక వస్తువును ఆకర్షిస్తుంది. ఈ ఆకర్షణ బలపరిమాణం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమాను పాతంలోనూ, వాటి మధ్య దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలోనూ ఉంటుంది. ఈ బలం అనేది రెండు వస్తువుల కేంద్రకాలను కలిపే సరళరేఖ వెంబడి ఉంటుంది.



$$F = G\frac{Mm}{d^2}$$

పటం 5.2: రెండు ఏకరీతి వస్తువుల మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలం వాటి కేంద్రాలను కలిపే సరళరేఖ వెంబడి నిర్దేశించబడుతుంది.

పటం 5.2 లో చూపిన విధంగా M, m ద్రవ్యరాశులు గల A, B అనే రెండు వస్తువులు ఒకదానికొకటి d దూరంలో ఉన్నాయని అనుకుందాం. రెండు వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ బలం F అనుకుందాం. విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం ప్రకారం, **ఈ బలం రెండు వస్తువుల ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది.** అంటే

$$F \propto M \times m \qquad (5.1)$$

మరియు ఈ బలం అనేది **రెండు వస్తువుల మధ్య దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది**, అంటే

$$F \propto \frac{1}{d^2} \qquad (5.2)$$

సమీకరణాలను 5.1 మరియు 5.2 లను కలపగా

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.3)$$

లేక, $$F = G\frac{M \times m}{d^2} \qquad (5.4)$$

ఇక్కడ అనుపాత స్థిరాంకం G ను విశ్వ గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం అంటారు. సమీకరణం (5.4) ను అడ్డ గుణకారం చేయగా,

$$F \times d^2 = G\, M \times m$$

AP SCERT

or $G = \dfrac{F d^2}{M \times m}$ (5.5)

The SI unit of G can be obtained by substituting the units of force, distance and mass in Eq. (5.5) as N m² kg⁻².

The value of G was found out by Henry Cavendish (1731 – 1810) by using a sensitive balance. The accepted value of G is 6.673×10^{-11} N m² kg⁻².

We know that there exists a force of attraction between any two objects. Compute the value of this force between you and your friend sitting closeby. Conclude how you do not experience this force!

More to know

The law is universal in the sense that it is applicable to all bodies, whether the bodies are big or small, whether they are celestial or terrestrial.

Inverse-square

Saying that F is inversely proportional to the square of d means, for example, that if d gets bigger by a factor of 6, F becomes $\frac{1}{36}$ times smaller.

Example 5.1 The mass of the earth is 6×10^{24} kg and that of the moon is 7.4×10^{22} kg. If the distance between the earth and the moon is 3.84×10^5 km, calculate the force exerted by the earth on the moon. (Take $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²)

Solution:

The mass of the earth, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

The mass of the moon,

$m = 7.4 \times 10^{22}$ kg

The distance between the earth and the moon,

$$d = 3.84 \times 10^5 \text{ km} = 3.84 \times 10^5 \times 1000 \text{ m} = 3.84 \times 10^8 \text{ m}$$

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

From Eq. (5.4), the force exerted by the earth on the moon is

$$F = G\frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg} \times 7.4 \times 10^{22} \text{ kg}}{(3.84 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

$= 2.02 \times 10^{20}$ N.

Thus, the force exerted by the earth on the moon is 2.02×10^{20} N.

Questions

1. *State the universal law of gravitation.*
2. *Write the formula to find the magnitude of the gravitational force between the earth and an object on the surface of the earth.*

5.1.2 Importance of the Universal Law of Gravitation

The universal law of gravitation successfully explained several phenomena which were believed to be unconnected:

(i) the force that binds us to the earth;
(ii) the motion of the moon around the earth;
(iii) the motion of planets around the Sun; and
(iv) the tides due to the moon and the Sun.

5.2 Free Fall

Let us try to understand the meaning of free fall by performing this activity.

Activity 5.2

- Take a stone.
- Throw it upwards.
- It reaches a certain height and then it starts falling down.

We have learnt that the earth attracts objects towards it. This is due to the gravitational force. Whenever objects fall towards the earth under this force alone, we say that the objects are in free fall. Is there

AP SCERT

లేక $G = \frac{F d^2}{M \times m}$ (5.5)

సమీకరణం 5.5 లో బలం, దూరం, ద్రవ్యరాశి ప్రమాణాలను ప్రతిక్షేపించగా Gకు SI ప్రమాణం న్యూ.మీ.^{2} కి.గ్రా$^{-2}$.

సున్నితపు త్రాసును ఉపయోగించి హెన్రీ కావెండిష్ (1731 - 1810) శాస్త్రవేత్త G విలువను కనుగొన్నాడు. ఆమోదించబడిన G విలువ 6.673×10^{-11} న్యూ.మీ.^{2} కి.గ్రా$^{-2}$.

ఏవైనా రెండు వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ బలం పనిచేస్తుందని మనకు తెలుసు. నీవు, నీ స్నేహితుడు దగ్గరగా కూర్చుని ఉన్నప్పుడు మీ మధ్య పని చేసే బలాన్ని గణించండి. ఎందుకు ఈ బలాన్ని నీవు అనుభవించలేకపోతున్నావో నిర్ధారించు!

మరింత తెలుసుకుందాం

ఈ నియమం విశ్వంలో ఉండే అన్ని వస్తువులకు వర్తిస్తుంది. అవి చిన్నవైన లేక పెద్దవైన, ఖగోళ వస్తువులైన లేక భూమి మీద ఉండే వస్తువులైనా కావచ్చు.

విలోమ - వర్గం

F అనేది d యొక్క వర్గానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అంటే, ఉదాహరణకు, d ఆరు రెట్లు అయితే, F అనేది $\frac{1}{36}$ రెట్లు చిన్నదిగా అవుతుంది.

ఉదాహరణ 5.1 భూమి ద్రవ్యరాశి 6×10^{24} కి.గ్రా., చంద్రుని ద్రవ్యరాశి 7.4×10^{22} కి.గ్రా. భూమికి మరియు చంద్రునికి మధ్యగల దూరం 3.84×10^5 కి.మీ. అయితే చంద్రుడి మీద భూమి కలగజేసే బలాన్ని లెక్కించండి. ($G = 6.7 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ.^{2} కి.గ్రా$^{-2}$ గా తీసుకోండి)

సాధన:

భూమి ద్రవ్యరాశి, $M = 6 \times 10^{24}$ కి.గ్రా.

చంద్రుని ద్రవ్యరాశి,

$m = 7.4 \times 10^{22}$ కి.గ్రా.

భూమికి, చంద్రునికి మధ్య గల దూరం,

$d = 3.84 \times 10^5$ కి.మీ.

$= 3.84 \times 10^5 \times 1000$ మీ.

$= 3.84 \times 10^8$ మీ.

$G = 6.7 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ.^{2} కి.గ్రా$^{-2}$

సమీకరణం (5.4) నుండి చంద్రునిపై భూమి ప్రయోగించే బలం

$$F = G \frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}} \times 6 \times 10^{24}\,\mathrm{kg} \times 7.4 \times 10^{22}\,\mathrm{kg}}{(3.84 \times 10^8\,\mathrm{m})^2}$$

$= 2.02 \times 10^{20}$ N.

ఈ విధంగా, చంద్రుడి మీద భూమి కలగజేసే బలం 2.02×10^{20} N.

ప్రశ్నలు

1. విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమాన్ని నిర్వచించండి.

2. భూమి మరియు భూ ఉపరితలంపై ఉన్న వస్తువు మధ్య ఉండే గురుత్వాకర్షణ బల పరిమాణాన్ని కనుగొనే సూత్రాన్ని వ్రాయండి.

5.1.2. విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం యొక్క ప్రాముఖ్యత

విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం విజయవంతంగా సంబంధం లేని అనేక దృగ్విషయాలను వివరించింది.

(i) మనల్ని భూమికి పరిమితం చేసే బలం

(ii) భూమి చుట్టూ చంద్రుని చలనం

(iii) సూర్యుని చుట్టూ గ్రహాల చలనం మరియు

(iv) చంద్రుడు మరియు సూర్యుని వలన ఆటుపోట్లు

5.2. స్వేచ్ఛాపతనం

ఈ కృత్యం చేయుటం ద్వారా స్వేచ్ఛాపతనం ను అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

కృత్యం ------------------ 5.2

- ఒక రాయిని తీసుకోండి.
- దానిని పైకి విసిరేయండి.
- ఇది ఒక నిర్దిష్ట ఎత్తుకు చేరుకున్న తర్వాత, అప్పుడు అది క్రిందకు పడటం మొదలవుతుంది.

భూమి తన వైపు వస్తువులను ఆకర్షిస్తుందని తెలుసుకున్నాం. దీనికి కారణం గురుత్వాకర్షణ బలం. ఈ బలం వలన వస్తువులు ఎప్పుడైతే భూమి వైపు పతనం అవుతాయో, అలాంటి వస్తువులను స్వేచ్ఛాపతన వస్తువులని చెబుతాం. స్వేచ్ఛాపతన వస్తువుల వేగంలో

AP SCERT

any change in the velocity of falling objects? While falling, there is no change in the direction of motion of the objects. But due to the earth's attraction, there will be a change in the magnitude of the velocity. Any change in velocity involves acceleration. Whenever an object falls towards the earth, an acceleration is involved. This acceleration is due to the earth's gravitational force. Therefore, this acceleration is called the acceleration due to the gravitational force of the earth (or acceleration due to gravity). It is denoted by g. The unit of g is the same as that of acceleration, that is, m s^{-2}.

We know from the second law of motion that force is the product of mass and acceleration. Let the mass of the stone in activity 5.2 be m. We already know that there is acceleration involved in falling objects due to the gravitational force and is denoted by g. Therefore **the magnitude of the gravitational force F will be equal to the product of mass and acceleration due to the gravitational force**, that is,

$$F = m\,g \qquad (5.6)$$

From Eqs. (5.4) and (5.6) we have

$$m\,g = G\,\frac{M \times m}{d^2}$$

or $$g = G\,\frac{M}{d^2} \qquad (5.7)$$

where M is the mass of the earth, and d is the distance between the object and the earth.

Let an object be on or near the surface of the earth. The distance d in Eq. (5.7) will be equal to R, the radius of the earth. Thus, for objects on or near the surface of the earth,

$$mg = G\,\frac{M \times m}{R^2} \qquad (5.8)$$

$$g = G\,\frac{M}{R^2} \qquad (5.9)$$

The earth is not a perfect sphere. As the radius of the earth increases from the poles to the equator, the value of g becomes greater at the poles than at the equator. For most calculations, we can take g to be more or less constant on or near the earth. But for objects far from the earth, the acceleration due to gravitational force of earth is given by Eq. (5.7).

5.2.1 To calculate the value of g

To calculate the value of g, we should put the values of G, M and R in Eq. (5.9), namely, universal gravitational constant, $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}, mass of the earth, $M = 6 \times 10^{24}$ kg, and radius of the earth, $R = 6.4 \times 10^6$ m.

$$g = G\,\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ \text{kg}}{(6.4 \times 10^6\ \text{m})^2}$$

$$= 9.8\ \text{m s}^{-2}.$$

Thus, the value of acceleration due to gravity of the earth, $g = 9.8$ m s^{-2}.

5.2.2 Motion of objects under the influence of gravitational force of the earth

Let us do an activity to understand whether all objects hollow or solid, big or small, will fall from a height at the same rate.

Activity 5.3

- Take a sheet of paper and a stone. Drop them simultaneously from the first floor of a building. Observe whether both of them reach the ground simultaneously.
- We see that paper reaches the ground little later than the stone. This happens because of air resistance. The air offers resistance due to friction to the motion of the falling objects. The resistance offered by air to the paper is more than the resistance offered to the stone. If we do the experiment in a glass jar from which air has been sucked out, the paper and the stone would fall at the same rate.

AP SCERT

ఏదైనా మార్పు ఉందా? కిందికి పడుతున్న వస్తువు చలన దిశలో ఎలాంటి మార్పు లేదు. కానీ భూమి యొక్క ఆకర్షణ కారణంగా దాని వేగ పరిమాణంలో మార్పు ఉంటుంది. ఏదైనా వేగంలోని మార్పు వలన త్వరణం వస్తుంది. ఎప్పుడైనా వస్తువు భూమి వైపు కిందికి పడుతుంటే అది త్వరణాన్ని పొందుతుంది. ఈ త్వరణం భూమి గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల కలుగుతుంది. అందువలన ఈ త్వరణమును భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బల త్వరణం (లేక గురుత్వ త్వరణం). దీనిని g తో సూచిస్తారు. g యొక్క ప్రమాణం, త్వరణం ప్రమాణం ఒక్కటే. అది $m\,s^{-2}$.

న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం నుండి బలం అనేది ద్రవ్యరాశి మరియు త్వరణాల లబ్ధమని మనకు తెలుసు. కృత్యం 5.2 లో రాయి ద్రవ్యరాశిని m అనుకోండి. స్వేచ్ఛాపతన వస్తువులలో గురుత్వాకర్షణ బలం వలన త్వరణం ఏర్పడుతుందని, దీనిని g తో సూచిస్తారని మనకి ముందే తెలుసు. అందువల్ల **గురుత్వాకర్షణ బల పరిమాణం F అనేది ద్రవ్యరాశి మరియు గురుత్వ త్వరణముల లబ్ధానికి సమానం.** అంటే

$$F = mg \qquad (5.6)$$

సమీ. (5.4), (5.6) ల నుండి

$$mg = G\frac{M \times m}{d^2}$$

లేక $$g = G\frac{M}{d^2} \qquad (5.7)$$

ఇక్కడ M అనేది భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి, d అనేది వస్తువుకి భూమికి మధ్య గల దూరం.

భూమి ఉపరితలంపై లేదా సమీపంలో ఒక వస్తువు ఉందని అనుకుందాం. సమీకరణం (5.7) లో దూరము d, R కు సమానం, అది భూమి వ్యాసార్ధం. అందువలన, భూమి యొక్క ఉపరితలంపై లేదా సమీపంలో వస్తువులకు,

$$mg = G\frac{M \times m}{R^2} \qquad (5.8)$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \qquad (5.9)$$

భూమి సంపూర్ణ గోళం కాదు. భూమి యొక్క వ్యాసార్ధం ధ్రువాల నుండి భూమధ్యరేఖ వరకు పెరుగుతుంది. g విలువ భూమధ్యరేఖ వద్ద కంటే ధ్రువాలు వద్ద ఎక్కువ. చాలా సమస్యల కోసం, మనం g విలువను భూమిపై లేదా అతి సమీపంలో ఉండే విలువనే తీసుకోవాలి. ఒకవేళ వస్తువులు భూమి నుండి సుదూరంగా ఉన్నప్పుడు సమీ.(5.7) నుండి గురుత్వ త్వరణాన్ని పొందవచ్చు.

5.2.1 g విలువను లెక్కించుట

g విలువను లెక్కించుటకు మనం G, M మరియు R విలువలను సమీకరణం (5.9) లో ప్రతిక్షేపించాలి. అవి, విశ్వ గురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం, $G = 6.7 \times 10^{-11}$ న్యూ.మీ^{2} కి.గ్రా$^{-2}$, భూమి ద్రవ్యరాశి, $M = 6 \times 10^{24}$ కి.గ్రా. మరియు భూమి యొక్క వ్యాసార్ధం, $R = 6.4 \times 10^6$ మీ.

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7\times10^{-11}\,\text{N m}^2\,\text{kg}^{-2}\times6\times10^{24}\,\text{kg}}{(6.4\times10^{6}\,\text{m})^2}$$

$$= 9.8 \text{ మీ. సె}^{-2}$$

ఈ విధంగా, భూమి మీద గురుత్వ త్వరణం విలువ, $g = 9.8$ మీ. సె$^{-2}$.

5.2.2 గురుత్వాకర్షణ బల ప్రభావంతో ప్రయాణించే వస్తువుల చలనం

బోలుగా లేదా ఘనంగా, పెద్దవి లేదా చిన్నవి ఉన్న అన్ని వస్తువులు కొంత ఎత్తు నుండి పడినప్పుడు అవి ప్రయాణించిన కాలం సమానమని అర్థం చేసుకోవడానికి మనం ఒక కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం ------------------ 5.3

- ఒక కాగితం, ఒక రాయిని తీసుకోండి.ఒక భవనం యొక్క మొదటి అంతస్తు నుండి ఒకేసారి రెండింటిని వదలండి. రెండు ఒకేసారి భూమికి చేరుకుంటాయో లేదో గమనించండి.
- కాగితం, రాయి కంటే కొంచెం ఆలస్యంగా భూమికి చేరుకోవటం మనం చూస్తాము. గాలి నిరోధకత కారణంగా ఇది జరుగుతుంది. స్వేచ్ఛగా కిందికి పడే వస్తువుల గమనమునకు గాలిలో ఘర్షణ కారణంగా నిరోధకత అందుతుంది. రాయి పై గాలి నిరోధకత కంటే కాగితంపై గాలి నిరోధకత ఎక్కువ. మనము ఇదే ప్రయోగాన్ని గాలి తీసి వేయబడిన గాజు జాడీలో చేస్తే కాగితము, రాయి రెండూ ఒకే కాలంలో చేరతాయి.

AP SCERT

We know that an object experiences acceleration during free fall. From Eq. (5.9), this acceleration experienced by an object is independent of its mass. This means that all objects hollow or solid, big or small, should fall at the same rate. According to a story, Galileo dropped different objects from the top of the Leaning Tower of Pisa in Italy to prove the same.

As g is constant near the earth, all the equations for the uniformly accelerated motion of objects become valid with acceleration a replaced by g. The equations are:

$$v = u + at \tag{5.10}$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \tag{5.11}$$

$$v^2 = u^2 + 2as \tag{5.12}$$

where u and v are the initial and final velocities and s is the distance covered in time, t.

In applying these equations, we will take acceleration, a to be positive when it is in the direction of the velocity, that is, in the direction of motion. The acceleration, a will be taken as negative when it opposes the motion.

Example 5.2 A car falls off a ledge and drops to the ground in 0.5 s. Let g = 10 m s^{-2} (for simplifying the calculations).

(i) What is its speed on striking the ground?

(ii) What is its average speed during the 0.5 s?

(iii) How high is the ledge from the ground?

Solution:

Time, t = ½ second

Initial velocity, u = 0 m s^{-1}

Acceleration due to gravity, g = 10 m s^{-2}

Acceleration of the car, a = + 10 m s^{-2} (downward)

(i) speed $v = a\,t$

v = 10 m s^{-2} × 0.5 s

= 5 m s^{-1}

(ii) average speed $= \frac{u+v}{2}$

= (0 m s^{-1} + 5 m s^{-1})/2

= 2.5 m s^{-1}

(iii) distance travelled, $s = \frac{1}{2}at^2$

= ½ × 10 m s^{-2} × (0.5 s)^2

= ½ × 10 m s^{-2} × 0.25 s^2

= 1.25 m

Thus,

(i) its speed on striking the ground = 5 m s^{-1}

(ii) its average speed during the 0.5 s = 2.5 m s^{-1}

(iii) height of the ledge from the ground = 1.25 m.

Example 5.3 An object is thrown vertically upwards and rises to a height of 10 m. Calculate (i) the velocity with which the object was thrown upwards and (ii) the time taken by the object to reach the highest point.

Solution:

Distance travelled, s = 10 m

Final velocity, v = 0 m s^{-1}

Acceleration due to gravity, g = 9.8 m s^{-2}

Acceleration of the object, a = –9.8 m s^{-2} (upward motion)

(i) $v^2 = u^2 + 2as$

$0 = u^2 + 2 \times (-9.8 \text{ m s}^{-2}) \times 10 \text{ m}$

$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$

$u = \sqrt{196} \text{ m s}^{-1}$

$u = 14 \text{ m s}^{-1}$

(ii) $v = u + a\,t$

$0 = 14 \text{ m s}^{-1} - 9.8 \text{ m s}^{-2} \times t$

$t = 1.43$ s.

Thus,

(i) Initial velocity, u = 14 m s^{-1}, and

(ii) Time taken, t = 1.43 s.

Questions

1. *What do you mean by free fall?*
2. *What do you mean by acceleration due to gravity?*

AP SCERT

స్వేచ్ఛగా కిందికి పడే వస్తువు త్వరణాన్ని పొందుతుందని మనకు తెలుసు. సమీకరణం (5.9) నుండి వస్తువు అనుభవించే ఈ త్వరణము దాని ద్రవ్యరాశికి స్వతంత్రంగా ఉంటుంది. దీని అర్థం, అన్ని వస్తువులు బోలుగా లేదా ఘనమైనవి పెద్దవి లేదా చిన్నవి అయినా ఒకే సమయంలో పతనం చెందుతాయి. ఒక కథనం ప్రకారం గెలీలియో ఇటలీలోని పీసా లీనింగ్ టవర్ పై నుండి వేర్వేరు వస్తువులను జార విడిచినప్పుడు అవి ఒకే సమయంలో పతనమైనవిగా నిరూపించారు.

భూ ఉపరితలం మీద g విలువ స్థిరంగా ఉంటుంది కనుక, అన్నీ సమత్వరణ చలన సమీకరణాలలో a కి బదులు g ను ప్రతిక్షేపించి వినియోగించవచ్చు.

ఆ సమీకరణాలు

$$v = u + at \qquad (5.10)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \qquad (5.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \qquad (5.12)$$

ఇక్కడ u, v అనేవి తొలి, తుది వేగాలు మరియు s అనేది t కాలములో ప్రయాణించిన దూరం.

ఈ సమీకరణాలను మనం వర్తింప చేసేటప్పుడు, త్వరణం a ను ధనాత్మకంగా తీసుకోవాలంటే, ఇది వేగ దిశలో ఉన్నప్పుడు అంటే చలన దిశ. త్వరణం a ను ఋణాత్మకంగా తీసుకోవాలంటే, ఇది వస్తువు చలన దిశకు వ్యతిరేకంగా ఉండాలి.

ఉదాహరణ 5.2 ఒక కారు గట్టునుండి పడిపోయి, అది నేలను 0.5 సె. చేరింది. g = 10 మీ/ సె అనుకొనుము (గణనలను సరళతరం చేయటం కోసం).

(1) ఎంత వడితో నేలను తాకింది?

(2) 0.5 సెకన్ల కాలంలో సరాసరి వడి ఎంత?

(3) నేల నుండి గట్టు ఎంత ఎత్తులో ఉన్నది?

సాధన:

కాలం, t = ½ సెకండ్

తొలి వేగం, $u = 0\ m\ s^{-1}$

గురుత్వ త్వరణం, g = 10 మీ. సె$^{-2}$

కారు త్వరణం, a = + 10 మీ సె$^{-2}$ (క్రింద వైపు)

(1) వడి $v = a\,t$

v = 10 మీ సె$^{-2}$ × 0.5 సె.

= 5 మీ సె$^{-1}$

(2) సరాసరి వడి $= \frac{u+v}{2}$

= (0 మీ సె$^{-1}$ o 5 మీ సె$^{-1}$) / 2

= 2.5 మీ సె$^{-1}$

(3) ప్రయాణించిన దూరం, $s = ½\ a\ t^2$

= ½ × 10 మీ సె$^{-1}$ × (0.5 సె)^2

= ½ × 10 మీ సె$^{-1}$ × 0.25 సె^{2}

= 1.25 మీ

ఈ విధంగా,

(1) నేలను తాకే వడి

= 5 మీ.సె$^{-1}$

(2) 0.5 సె కాలంలో దాని సరాసరి వడి

= 2.5 మీ.సె$^{-1}$

(3) నేల నుండి గట్టు ఎత్తు

= 1.25 మీ.

ఉదాహరణ 5.3 నిట్ట నిలువుగా పైకి విసిరిన వస్తువు 10 మీ ఎత్తుకు చేరుకుంది. (1) వస్తువును పైకి విసిరిన వేగాన్ని (2) వస్తువు గరిష్ట ఎత్తుకు చేరుటకు పట్టిన కాలాన్ని గణించండి.

సాధన:

ప్రయాణించిన దూరం, s = 10 మీ

తుదివేగం, v = 0 మీ.సె$^{-1}$

గురుత్వత్వరణం, g = 9.8 మీ సె$^{-2}$

వస్తువు త్వరణం, a = 9.8 మీ సె$^{-2}$

(ఊర్ధ్వచలనం)

(1) $v^2 = u^2 + 2a\,s$

0 = u^2 + 2 × (– 9.8 మీ సె$^{-2}$) × 10 మీ.

$-u^2$ = –2 × 9.8 × 10 మీ^{2} సె$^{-2}$

u = $\sqrt{196}$ మీ సె$^{-1}$

u = 14 మీ సె$^{-1}$

(2) $v = u + a\,t$

0 = 14 మీ సె$^{-1}$ – 9.8 మీ సె$^{-2}$ × t

t = 1.43 సె

ఈ విధంగా

(1) తొలి వేగం, u = 14 మీ సె$^{-1}$, మరియు

(2) పట్టే కాలం, t = 1.43 సె.

ప్రశ్నలు

1. స్వేచ్ఛాపతనం అంటే ఏమిటి?

2. గురుత్వత్వరణం అంటే నీకేమర్థమయింది?

AP SCERT

5.3 Mass

We have learnt in the previous chapter that the mass of an object is the measure of its inertia . We have also learnt that greater the mass, the greater is the inertia. It remains the same whether the object is on the earth, the moon or even in outer space. Thus, the mass of an object is constant and does not change from place to place.

5.4 Weight

We know that the earth attracts every object with a certain force and this force depends on the mass (m) of the object and the acceleration due to the gravity (g). The weight of an object is the force with which it is attracted towards the earth.

We know that

$$F = m \times a, \quad (5.13)$$

that is,

$$F = m \times g. \quad (5.14)$$

The force of attraction of the earth on an object is known as the weight of the object. It is denoted by W. Substituting the same in Eq. (5.14), we have

$$W = m \times g \quad (5.15)$$

As the weight of an object is the force with which it is attracted towards the earth, the SI unit of weight is the same as that of force, that is, newton (N). The weight is a force acting vertically downwards; it has both magnitude and direction.

We have learnt that the value of g is constant at a given place. Therefore at a given place, the weight of an object is directly proportional to the mass, say m, of the object, that is, $W \propto m$. It is due to this reason that at a given place, we can use the weight of an object as a measure of its mass. The mass of an object remains the same everywhere, that is, on the earth and on any planet whereas its weight depends on its location because g depends on location.

5.4.1 Weight of an object on the moon

We have learnt that the weight of an object on the earth is the force with which the earth attracts the object. In the same way, the weight of an object on the moon is the force with which the moon attracts that object. The mass of the moon is less than that of the earth. Due to this the moon exerts lesser force of attraction on objects.

Let the mass of an object be m. Let its weight on the moon be W_m. Let the mass of the moon be M_m and its radius be R_m.

By applying the universal law of gravitation, the weight of the object on the moon will be

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \quad (5.16)$$

Let the weight of the same object on the earth be W_e. The mass of the earth is M and its radius is R.

Table 5.1

Celestial body	Mass (kg)	Radius (m)
Earth	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}
Moon	$7.36 \times\times 10^{22}$	1.74×10^{6}

From Eqs. (5.9) and (5.15) we have,

$$W_e = G\frac{M \times m}{R^2} \quad (5.17)$$

Substituting the values from Table 5.1 in Eqs. (5.16) and (5.17), we get

$$W_m = G\frac{7.36 \times 10^{22}\,\text{kg} \times m}{\left(1.74 \times 10^{6}\,\text{m}\right)^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10}\,G \times m \quad (5.18a)$$

and $W_e = 1.474 \times 10^{11}\,G \times m \quad (5.18b)$

Dividing Eq. (5.18a) by Eq. (5.18b), we get

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

or $$\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6} \quad (5.19)$$

$$\frac{\text{Weight of the object on the moon}}{\text{Weight of the object on the earth}} = \frac{1}{6}$$

Weight of the object on the moon

= (1/6) × its weight on the earth.

AP SCERT

5.3 ద్రవ్యరాశి

మనము గత అధ్యాయంలో జడత్వం యొక్క కొలతనే వస్తువు ద్రవ్యరాశి అని నేర్చుకున్నాము . ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి ఉన్న వస్తువుకి జడత్వం ఎక్కువ ఉంటుందని కూడా మనం నేర్చుకున్నాం. వస్తువు భూమిపై ఉన్నా చంద్రుడుపై ఉన్నా లేదా అంతరిక్షంలో ఉన్నా అది అలాగే ఉంటుంది. అందువలన, ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి స్థిరంగా ఉంటుంది. ప్రదేశాన్ని బట్టి మారదు.

5.4 భారం

భూమి ప్రతి వస్తువును కొంత బలంతో ఆకర్షిస్తుందని, ఈ ఆకర్షణ బలం అనేది వస్తువు ద్రవ్యరాశి (m), గురుత్వ త్వరణం (g) మీద ఆధారపడుతుంది. వస్తువు యొక్క భారం అనేది వస్తువుపై భూమి చూపే ఆకర్షణ అని మనకు తెలుసు

$$F = m \times a, \qquad (5.13)$$

అంటే

$$F = m \times g. \qquad (5.14)$$

వస్తువుపై పని చేసే భూమ్యాకర్షణ బలాన్ని వస్తువు భారం అంటారు. దీనిని W తో సూచిస్తారు. సమీకరణం (5.14) లో దీనిని ప్రతిక్షేపించగా

$$W = m \times g \qquad (5.15)$$

ఒక వస్తువు యొక్క భారము అనేది దానిపై పని చేసే భూమ్యాకర్షణ బలం కాబట్టి SI పద్ధతిలో భారానికి ,బలానికి ప్రమాణం ఒక్కటే, అదే న్యూటన్ (N) . భారం అనేది నిలువుగా కిందికి పనిచేసే బలం; దీనికి పరిమాణము, దిశ రెండూ ఉంటాయి.

ఇచ్చిన ప్రదేశంలో g విలువ స్థిరంగా ఉంటుందని మనం తెలుసుకున్నాము. అందువల్ల ఇచ్చిన ప్రదేశం వద్ద వస్తువు ఒక భారం దాని ద్రవ్యరాశికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. వస్తువు ద్రవ్యరాశి m అయితే $W \propto m$. ఈ కారణంగా ఒక ప్రదేశం వద్ద మనం వస్తువు భారమును ఉపయోగించి దాని ద్రవ్యరాశి కొలవచ్చును. ఎక్కడైనా ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి ఒకేలాగా ఉంటుంది, అంటే భూమి పైన మరియు ఏదైనా గ్రహంపైన అయితే దాని భారం ఆ ప్రదేశం మీద ఆధార పడుతుంది ఎందుకంటే g ప్రదేశం మీద ఆధారపడుతుంది.

5.4.1 చంద్రునిపై వస్తువు యొక్క భారం

భూమి మీద వస్తువు యొక్క భారము అనేది దాని మీద పనిచేసే భూమ్యాకర్షణ బలమని మనం నేర్చుకున్నాము. అదేవిధంగా, చంద్రుని మీద వస్తువు యొక్క భారం అనేది దాని మీద పనిచేసే చంద్రుని ఆకర్షణ బలం. చంద్రుని ద్రవ్యరాశి భూమి కంటే తక్కువ. దీని కారణంగా చంద్రుడు వస్తువులపై తక్కువ ఆకర్షణ శక్తిని కలుగజేస్తాడు.

ఒక వస్తువు ద్రవ్యరాశి m అనుకొనుము. చంద్రుడి మీద దాని భారం W_m అనుకొనుము. చంద్రుని యొక్క ద్రవ్యరాశి M_m, దాని వ్యాసార్ధం R_m అనుకొనుము.

విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమాన్ని వినియోగించడం ద్వారా చంద్రుని మీద వస్తువు యొక్క భారం అనేది

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \qquad (5.16)$$

అదే వస్తువు యొక్క భారం భూమి మీద W_e అనుకొనుము. భూమి ద్రవ్యరాశి M, దాని వ్యాసార్ధం R.

పట్టిక 5.1

ఖగోళ వస్తువు	ద్రవ్యరాశి(కి.గ్రా)	వ్యాసార్ధం (మీ)
భూమి	5.98 ×× 10^{24}	6.37 ×× 10^{6}
చంద్రుడు	7.36 ×× 10^{22}	1.74 ×× 10^{6}

(5.9) మరియు (5.15) సమీకరణాల నుండి

$$W_e = G\frac{M \times m}{R^2} \qquad (5.17)$$

పట్టిక 5.1 నుండి విలువలను (5.16) మరియు (5.17) సమీకరణాలలో ప్రతిక్షేపించగా

$$W_m = G\frac{7.36 \times 10^{22}\,\text{kg} \times m}{(1.74 \times 10^{6}\,\text{m})^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10}\,G \times m \qquad (5.18ఎ)$$

మరియు $W_e = 1.474 \times 10^{11}\,G \times m$ (5.18బి)

(5.18ఎ) సమీకరణమును (5.18బి), తో భాగించగా

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

లేక $\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6}$ (5.19)

$$\frac{\text{చంద్రుడి మీద వస్తువు భారము}}{\text{భూమి మీద వస్తువు భారం}} = \frac{1}{6}$$

చంద్రుడి మీద వస్తువు భారము

= (1/6) × భూమిపై దాని భారం

AP SCERT

Example 5.4 Mass of an object is 10 kg. What is its weight on the earth?

Solution:

Mass, $m = 10$ kg

Acceleration due to gravity, $g = 9.8\ \text{m s}^{-2}$

$$W = m \times g$$

$$W = 10\ \text{kg} \times 9.8\ \text{m s}^{-2} = 98\ \text{N}$$

Thus, the weight of the object is 98 N.

Example 5.5 An object weighs 10 N when measured on the surface of the earth. What would be its weight when measured on the surface of the moon?

Solution:

We know,

Weight of object on the moon

= (1/6) × its weight on the earth.

That is,

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6}\ \text{N}.$$

$$= 1.67\ \text{N}.$$

Thus, the weight of object on the surface of the moon would be 1.67 N.

Questions

1. *What are the differences between the mass of an object and its weight?*
2. *Why is the weight of an object on the moon $\frac{1}{6}^{th}$ its weight on the earth?*

5.5 Thrust and Pressure

Have you ever wondered why a camel can run in a desert easily? Why an army tank weighing more than a thousand tonne rests upon a continuous chain? Why a truck or a motorbus has much wider tyres? Why cutting tools have sharp edges? In order to address these questions and understand the phenomena involved, it helps to introduce the concepts of the net force in a particular direction (thrust) and the force per unit area (pressure) acting on the object concerned.

Let us try to understand the meanings of thrust and pressure by considering the following situations:

Situation 1: You wish to fix a poster on a bulletin board, as shown in Fig 5.3. To do this task you will have to press drawing pins with your thumb. You apply a force on the surface area of the head of the pin. This force is directed perpendicular to the surface area of the board. This force acts on a smaller area at the tip of the pin.

Fig. 5.3: To fix a poster, drawing pins are pressed with the thumb perpendicular to the board.

Situation 2: You stand on loose sand. Your feet go deep into the sand. Now, lie down on the sand. You will find that your body will not go that deep in the sand. In both cases the force exerted on the sand is the weight of your body.

AP SCERT

ఉదాహరణ 5.4 ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి 10 కి.గ్రా. భూమిపై దాని భారం ఎంత?

సాధన:

ద్రవ్యరాశి, $m = 10$ కి.గ్రా.

గురుత్వ త్వరణం, $g = 9.8$ మీ సె$^{-2}$

$W = m \times g$

$W = 10$ కి.గ్రా $\times$ 9.8 మీ.సె$^{-2}$ = 98 న్యూ

కావున, వస్తువు భారం 98 న్యూ

ఉదాహరణ 5.5 ఒక వస్తువు భారం భూమి ఉపరితలంపై కొలిచినప్పుడు 10 న్యూ. ఉంది. అదే వస్తువు భారం చంద్రుని ఉపరితలం మీదకు కొలిచినప్పుడు ఎంత ఉంటుంది?

సాధన:

మనకు తెలుసు,

చంద్రుని పై వస్తువు భారము

= (1/6) × భూమిపై దాని భారం

అంటే,

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6} \text{ న్యూ.}$$

$$= 1.67 \text{ N.}$$

కావున, చంద్రుని ఉపరితలంపై వస్తువు భారం 1.67 న్యూ.

ప్రశ్నలు

1. ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశికి మరియు దాని భారమునకు మధ్య గల తేడాలు ఏమిటి?

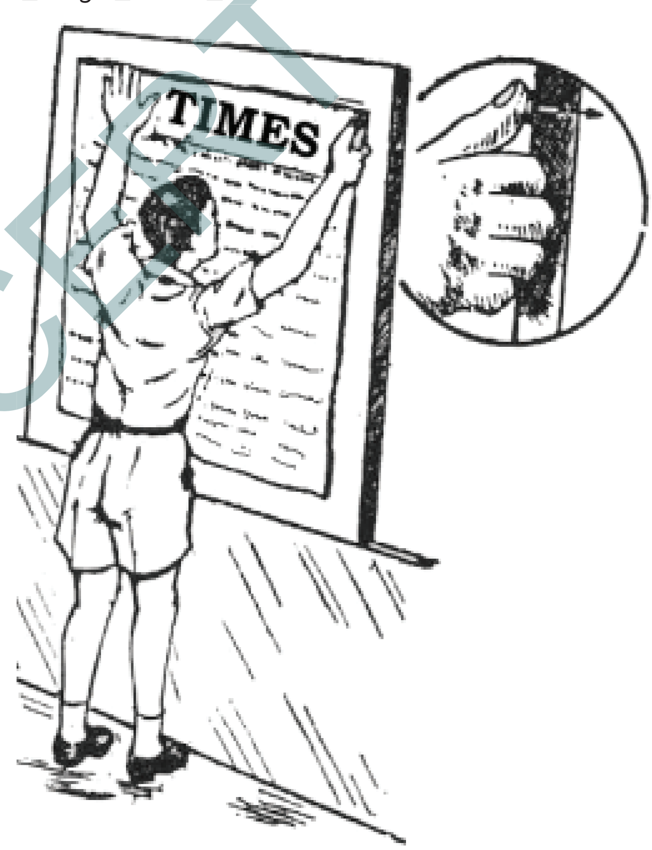
2. చంద్రుడిపై వస్తువు భారం, భూమిపై దాని భారంలో $\frac{1}{6}$ వ వంతు ఉంటుంది. ఎందుకు?

5.5 ఒత్తిడి మరియు పీడనం

ఒంటె ఎడారిలో ఎందుకు సులభంగా పరిగెత్తగలదని మీరు ఎప్పుడైనా ఆలోచించారా? వెయ్యి టన్నుల కంటే ఎక్కువ బరువున్న ఆర్మీ ట్యాంక్ నిరంతర గొలుసుపై ఎందుకు ఉంటుంది? ట్రక్కు లేదా మోటర్ వాహనాలకు ఎందుకు చాలా వెడల్పైన టైర్లు ఉంటాయి? కత్తెర లాంటి సాధనాలు ఎందుకు పదునైన అంచులను కలిగి ఉంటాయి? ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానాలు చెప్పడానికి, వాటిలో ఇమిడి ఉన్న దృగ్విషయం అవగాహన చేసుకోవడానికి, ఒక నిర్దిష్ట దిశలో పనిచేసే ఫలిత బలం (ఒత్తిడి) మరియు సంబంధిత వస్తువులో ప్రమాణ వైశాల్యం పై పనిచేసే బలం (పీడనం) భావనలను పరిచయం చేయడం సహాయపడుతుంది.

క్రింది సందర్భాలను పరిగణనలోకి తీసుకోవడం ద్వారా ఒత్తిడి మరియు పీడనం లను అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

సందర్భం1: పటం 5.3 లో చూపిన విధంగా బులెటిన్ బోర్డులో మీరు పోస్టర్ ను అతికించాలనుకుంటున్నారు. ఈ పని చేయడానికి మీరు మీ బ్రొటన వేలుతో డ్రాయింగ్ పిన్నులను నొక్కాలి. మీరు పిన్ యొక్క ఉపరితలంపై కొంత బలమును ఉపయోగించండి. ఈ బలం బోర్డు యొక్క ఉపరితల వైశాల్యానికి లంబదిశలో ఉంటుంది. ఈ బలం పిన్ యొక్క కొన వద్ద ఉన్న తక్కువ వైశాల్యంపై పనిచేస్తుంది.



పటం 5.3: పోస్టర్‌ను అతికించేటప్పుడు డ్రాయింగ్ పిన్నులను బోర్డుకి లంబంగా బ్రొటన వేలుతో నొక్కడం.

సందర్భం 2: వదులుగా ఉన్న ఇసుకపై మీరు నిలబడండి. మీ పాదాలు ఇసుకలోకి లోతుగా వెళ్తాయి. ఇప్పుడు, ఇసుక మీద పడుకోండి. మీ శరీరం ఇసుకలో అంత లోతుగా వెళ్ళదని మీరు కనుగొంటారు. రెండు సందర్భాల్లోనూ ఇసుకపై ప్రయోగించే బలం మీ శరీరం యొక్క భారమే.

AP SCERT

You have learnt that **weight is the force acting vertically downwards.** Here the force is acting perpendicular to the surface of the sand. **The force acting on an object perpendicular to the surface is called thrust.**

When you stand on loose sand, the force, that is, the weight of your body is acting on an area equal to area of your feet. When you lie down, the same force acts on an area equal to the contact area of your whole body, which is larger than the area of your feet. Thus, the effects of forces of the same magnitude on different areas are different. In the above cases, thrust is the same. But effects are different. Therefore the effect of **thrust depends on the area on which it acts.**

The effect of thrust on sand is larger while standing than while lying. The thrust on unit area is called pressure. Thus,

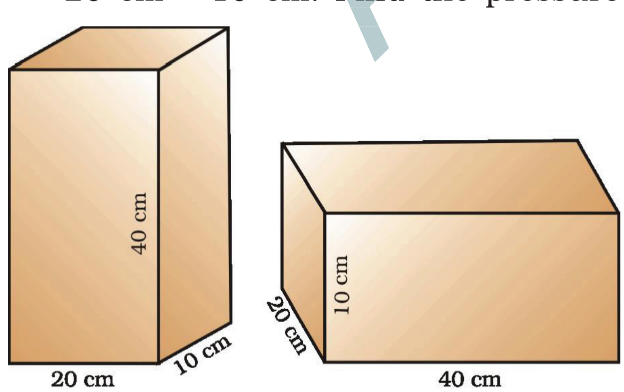
$$\text{Pressure} = \frac{\text{thrust}}{\text{area}} \qquad \textbf{(5.20)}$$

Substituting the SI unit of thrust and area in Eq. (5.20), we get the SI unit of pressure as N/m^2 or $N\ m^{-2}$.

In honour of scientist Blaise Pascal, the SI unit of pressure is called pascal, denoted as Pa.

Let us consider a numerical example to understand the effects of thrust acting on different areas.

Example 5.6 A block of wood is kept on a tabletop. The mass of wooden block is 5 kg and its dimensions are 40 cm × 20 cm × 10 cm. Find the pressure exerted by the wooden block on the table top if it is made to lie on the table top with its sides of dimensions (a) 20 cm × 10 cm and (b) 40 cm × 20 cm.



(a) (b)

Fig. 5.4

Solution:

The mass of the wooden block = 5 kg

The dimensions

= 40 cm × 20 cm × 10 cm

Here, the weight of the wooden block applies a thrust on the table top.

That is,

$$\text{Thrust} = F = m \times g$$
$$= 5\ \text{kg} \times 9.8\ \text{m s}^{-2}$$
$$= 49\ \text{N}$$

$$\text{Area of a side} = \text{length} \times \text{breadth}$$
$$= 20\ \text{cm} \times 10\ \text{cm}$$
$$= 200\ \text{cm}^2 = 0.02\ \text{m}^2$$

From Eq. (9.20),

$$\text{Pressure} = \frac{49\ \text{N}}{0.02\ \text{m}^2}$$

$$= 2450\ \text{N m}^2.$$

When the block lies on its side of dimensions 40 cm × 20 cm, it exerts the same thrust.

$$\text{Area} = \text{length} \times \text{breadth}$$
$$= 40\ \text{cm} \times 20\ \text{cm}$$
$$= 800\ \text{cm}^2 = 0.08\ \text{m}^2$$

From Eq. (9.20),

$$\text{Pressure} = \frac{49\ \text{N}}{0.08\ \text{m}^2}$$

$$= 612.5\ \text{N m}^{-2}$$

The pressure exerted by the side 20 cm × 10 cm is 2450 N m^{-2} and by the side 40 cm × 20 cm is 612.5 N m^{-2}.

Thus, the same force acting on a smaller area exerts a larger pressure, and a smaller pressure on a larger area. This is the reason why a nail has a pointed tip, knives have sharp edges and buildings have wide foundations.

5.5.1 Pressure in fluids

All liquids and gases are fluids. A solid exerts pressure on a surface due to its weight. Similarly, fluids have weight, and they also

AP SCERT

బరువు అనేది నిలువుగా క్రిందికి పనిచేసే బలం అని మీరు నేర్చుకున్నారు. ఇక్కడ ఇసుక ఉపరితలంపై బలం లంబంగా పనిచేస్తుంది. **వస్తువు యొక్క ఉపరితలంపై లంబంగా పనిచేసే బలాన్ని ఒత్తిడి అంటారు.**

మీరు వదులుగా ఉన్న ఇసుక మీద నిలబడి ఉన్నప్పుడు, బలం అంటే, మీ పాదాల వైశాల్యానికి సమానమైన ప్రాంతంలో నీ శరీర బరువు పనిచేస్తుంది. మీరు పడుకొని ఉన్నప్పుడు, అదే బలం మీ మొత్తం శరీరం యొక్క స్పర్శ ప్రాంతానికి సమానమైన ప్రదేశంలో పనిచేస్తుంది, ఇది మీ పాదాల వైశాల్యం కంటే ఎక్కువ. అందువల్ల, వివిధ వైశాల్యాలపై ఒకే పరిమాణంలోని బలాల ప్రభావాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. పై సందర్భాలలో ఒత్తిడి ఒకే విధంగా ఉంటుంది. కానీ ప్రభావాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. అందువలన **ఒత్తిడి ప్రభావం అది పనిచేసే వైశాల్యంపై ఆధారపడి ఉంటుంది.**

పడుకొని ఉన్నప్పటి కంటే నిలబడి ఉన్నప్పుడు ఇసుకపై ఒత్తిడి ప్రభావం ఎక్కువ. ప్రమాణ వైశాల్యముపై పనిచేసే ఒత్తిడిని పీడనం అంటారు. అంటే

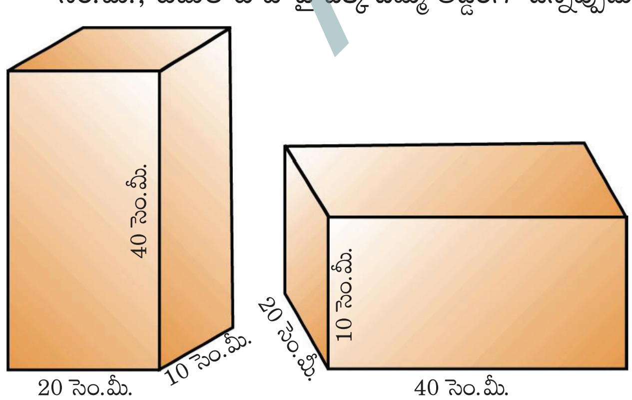
$$\text{పీడనము} = \frac{\text{ఒత్తిడి}}{\text{వైశాల్యం}} \qquad (5.20)$$

ఒత్తిడి, వైశాల్యం యొక్క SI ప్రమాణాలను సమీ.(9.20) లో ప్రతిక్షేపిస్తే, పీడనానికి SI ప్రమాణం న్యూ/మీ^{2} లేక న్యూ.మీ$^{-2}$

శాస్త్రవేత్త బ్లైస్ పాస్కల్ గౌరవార్థం, పీడనం యొక్క SI ప్రమాణాన్ని పాస్కల్ అంటారు, Pa తో సూచిస్తారు.

వివిధ వైశాల్యాలపై పనిచేసే ఒత్తిడి ప్రభావాలను అర్థం చేసుకోవడానికి సంఖ్యాత్మక ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం.

ఉదాహరణ 5.6 ఒక చెక్క దిమ్మె టేబుల్ పై భాగంలో ఉంచబడింది. చెక్క దిమ్మె యొక్క ద్రవ్యరాశి 5 కి.గ్రా. మరియు దాని కొలతలు 40 సె.మీ × 20 సె.మీ × 10 సెం.మీ., టేబుల్ టాప్ పై చెక్క దిమ్మె అడ్డంగా ఉన్నప్పుడు దాని భుజాల కొలతలు (ఎ) 20 సెం.మీ × 10 సెం.మీ మరియు (బి) 40 సెం.మీ × 20 సెం.మీ అయితే టేబుల్ టాప్ పై చెక్క దిమ్మె ప్రయోగించే పీడనాన్ని కనుగొనండి.



పటం 5.4

సాధన:

చెక్క దిమ్మె ద్రవ్యరాశి = 5 కి.గ్రా

కొలతలు

= 40 సె.మీ × 20 సె.మీ × 10 సె.మీ.,

ఇక్కడ, టేబుల్ టాప్ పై చెక్క దిమ్మ యొక్క బరువు ఒత్తిడిని కలగజేస్తుంది. అంటే

ఒత్తిడి = F = $m \times g$

= 5 కి.గ్రా × 9.8 మీ.సె$^{-2}$

= 49 న్యూ

ప్రక్కతల వైశాల్యం = పొడవు × వెడల్పు

= 20 సెం.మీ × 10 సెం.మీ

= 200 సెం.మీ^{2} = 0.02 మీ^{2}

సమీ. (5.20) నుండి

$$\text{పీడనము} = \frac{49 \text{ న్యూ}}{0.02 \text{ మీ}^2}$$

= 2450 న్యూ.మీ$^{-2}$

చెక్క దిమ్మె ప్రక్క కొలతలు 40 సెం.మీ × 20 సెం.మీ. ఉన్నప్పుడు కూడా ఒకే ఒత్తిడిని కలగజేస్తుంది.

వైశాల్యం = పొడవు × వెడల్పు

= 40 సెం.మీ × 20 సెం.మీ

= 800 సెం.మీ^{2} = 0.08.మీ^{2}

సమీ. (9.20) నుండి

$$\text{పీడనము} = \frac{49 \text{ న్యూ}}{0.02 \text{ మీ}^2}$$

= 612.5 న్యూ.మీ$^{-2}$

ప్రక్క కొలతలు 20సెం.మీ. × 10సెం.మీ. ఉన్నప్పుడు 2450 న్యూ.మీ$^{-2}$, అదే ప్రక్క కొలతలు 40సెం.మీ.× 20సెం.మీ. ఉన్నప్పుడు 612.5 న్యూ.మీ$^{-2}$ పీడనం కలగజేస్తోంది.

అందువలన, తక్కువ వైశాల్యంపై పనిచేసే అదే బలం ఎక్కువ పీడనాన్ని, ఎక్కువ వైశాల్యంపై తక్కువ పీడనాన్ని కలిగిస్తుంది. మేకులకు పదునైన మొనలు, కత్తులకు పదునైన అంచులు మరియు భవనాలు విశాలమైన పునాదులు కలిగి ఉండటానికి ఇదే కారణం.

5.5.1 ప్రవాహులలో పీడనం

అన్ని ద్రవాలు, వాయువులు ప్రవాహులు. ఒక ఘనపదార్థం దానికి ఉండే బరువు కారణంగా ఉపరితలంపై పీడనాన్ని కలగజేస్తుంది. అదేవిధంగా ప్రవాహులు బరువు కలిగి ఉంటాయి, అవి కూడా

AP SCERT

exert pressure on the base and walls of the container in which they are enclosed. Pressure exerted in any confined mass of fluid is transmitted undiminished in all directions.

5.5.2 Buoyancy

Have you ever had a swim in a pool and felt lighter? Have you ever drawn water from a well and felt that the bucket of water is heavier when it is out of the water? Have you ever wondered why a ship made of iron and steel does not sink in sea water, but while the same amount of iron and steel in the form of a sheet would sink? These questions can be answered by taking buoyancy in consideration. Let us understand the meaning of buoyancy by doing an activity.

Activity 5.4

- Take an empty plastic bottle. Close the mouth of the bottle with an airtight stopper. Put it in a bucket filled with water. You see that the bottle floats.
- Push the bottle into the water. You feel an upward push. Try to push it further down. You will find it difficult to push deeper and deeper. This indicates that water exerts a force on the bottle in the upward direction. The upward force exerted by the water goes on increasing as the bottle is pushed deeper till it is completely immersed.
- Now, release the bottle. It bounces back to the surface.
- Does the force due to the gravitational attraction of the earth act on this bottle? If so, why doesn't the bottle stay immersed in water after it is released? How can you immerse the bottle in water?

The force due to the gravitational attraction of the earth acts on the bottle in the downward direction. So the bottle is pulled downwards. But the water exerts an upward force on the bottle. Thus, the bottle is pushed upwards. We have learnt that **weight of an object is the force due to gravitational attraction of the earth.** When the bottle is immersed, the upward force exerted by the water on the bottle is greater than its weight. Therefore it rises up when released.

To keep the bottle completely immersed, the upward force on the bottle due to water must be balanced. This can be achieved by an externally applied force acting downwards. This force must at least be equal to the difference between the upward force and the weight of the bottle.

The upward force exerted by the water on the bottle is known as upthrust or buoyant force. In fact, all objects experience a force of buoyancy when they are immersed in a fluid. The **magnitude of this buoyant force depends on the density of the fluid.**

5.5.3 Why objects float or sink when placed on the surface of water?

Let us do the following activities to arrive at an answer for the above question.

Activity 5.5

- Take a beaker filled with water.
- Take an iron nail and place it on the surface of the water.
- Observe what happens.

The nail sinks. The force due to the gravitational attraction of the earth on the iron nail pulls it downwards. There is an upthrust of water on the nail, which pushes it upwards. But the downward force acting on the nail is greater than the upthrust of water on the nail. So it sinks (Fig. 5.5).

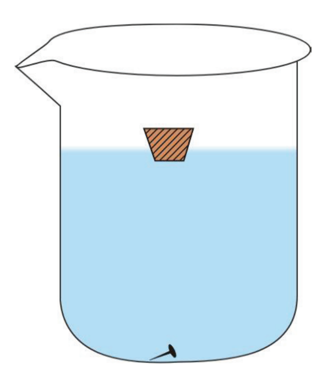


Fig. 5.5: An iron nail sinks and a cork floats when placed on the surface of water.

AP SCERT

వాటిని ఉంచబడిన పాత్ర ఆధారం మీద, గోడల మీద పీడనాన్ని కలుగజేస్తాయి. పరిమిత ద్రవ్యరాశి గల ప్రవాహిలో పీడనం అన్ని దిశలలో తగ్గకుండా ప్రసారం చేయబడుతుంది.

5.5.2 ఉత్ప్లవనం

మీరు ఎప్పుడైనా కొలనులో ఈత కొట్టినప్పుడు తేలిగ్గా ఉన్నట్లు భావించారా? మీరు ఎప్పుడైనా బావి నుండి నీటిని బకెట్ తో బయటికి లాగుతున్నప్పుడు, నీటి నుండి బయటికి వచ్చినప్పుడు బరువుగా ఉందని భావించారా? ఇనుము, ఉక్కుతో తయారుచేసిన ఓడ సముద్రపు నీటిలో ఎందుకు మునిగిపోదని, అదే మొత్తంలో ఇనుము, ఉక్కు షీట్ రూపంలో ఉన్నపుడు మునిగిపోతుందని మీరెప్పుడైనా ఆలోచించారా? ఉత్ప్లవనమును పరిగణన లోకి తీసుకోవడం ద్వారా ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానం ఇవ్వవచ్చు. ఒక కృత్యం చేయడం ద్వారా ఉత్ప్లవనం అంటే ఏమిటో అర్థం చేసుకుందాం.

కృత్యం ------------------ 5.4

- ఒక ఖాళీ ప్లాస్టిక్ సీసా తీసుకోండి. గాలి చొరబడని మూత తో బాటిల్ మూతిని మూసివేయండి. దీనిని నీటితో నిండిన బకెట్ లో ఉంచండి.మీరు సీసా తేలడాన్ని గమనిస్తారు..
- సీసాను నీటిలోకి నెట్టండి. ఊర్ధ్వదిశలో నెట్టినట్టు మీకు అనిపిస్తుంది. దీనిని మరింత కిందకి నెట్టడానికి ప్రయత్నించండి.మరింత లోతుగా నెట్టటం మీకు కష్టంగా అనిపిస్తుంది. నీరు ఊర్ధ్వదిశలో సీసాపై బలం ప్రయోగిస్తుందని ఇది సూచిస్తుంది. సీసా లోతుగా, పూర్తిగా మునిగిపోయే వరకు నెట్టే కొలదీ,నీరు ఊర్ధ్వదిశలో సీసాపై ప్రయోగించే బలం పెరుగుతూనే ఉంటుంది.
- ఇప్పుడు సీసాను వదిలివేస్తే అది నీటి ఉపరితలం పైకి తిరిగి వస్తుంది.
- ఈ సీసాపై భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలం పనిచేస్తుందా? అలా అయితే, సీసాను వదిలిన తర్వాత అది నీటిలో ఎందుకు మునగలేదు? మీరు సీసాను నీటిలో ఎలా ముంచగలరు?

సీసాపై భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలం క్రింద దిశలో పనిచేస్తుంది. కాబట్టి సీసా క్రిందికి లాగబడుతుంది. కానీ నీరు ఊర్ధ్వదిశలో సీసాపై బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. అందువలన, సీసా ఊర్ధ్వదిశలో నెట్టబడుతుంది. **ఒక వస్తువు పై పనిచేసే భూమ్యాకర్షణ బలాన్ని బరువు అంటారని** మనం నేర్చుకున్నాము. సీసా మునిగినప్పుడు, నీరు ఊర్ధ్వదిశలో సీసాపై ప్రయోగించే బలం దాని బరువు కంటే ఎక్కువ. కాబట్టి దానిని వదిలినప్పుడు అది పైకి వస్తుంది.

సీసా పూర్తిగా మునికి ఉండాలంటే, నీటి కారణంగా సీసాపై ఊర్ధ్వదిశలో పనిచేసే బలం కచ్చితంగా సమానం కావాలి. క్రిందికి పనిచేసే బాహ్య బలం ద్వారా దీనిని సమకూర్చవచ్చు. ఈ బలం అనేది కనీసం ఊర్ధ్వ దిశ బలం, సీసా బరువుల మధ్య గల వ్యత్యాసానికి సమానంగా ఉండాలి.

సీసాపై ఊర్ధ్వ దిశలో నీరు ప్రయోగించే బలాన్ని ఊర్ధ్వ పీడనం లేక ఉత్ప్లవన బలం అంటారు. వాస్తవానికి, ప్రవాహిలో అన్ని వస్తువులు మునిగినప్పుడూ అవి ఉత్ప్లవన బలానికి గురవుతాయి. **ఈ ఉత్ప్లవన బల పరిమాణం ప్రవాహి యొక్క సాంద్రత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.**

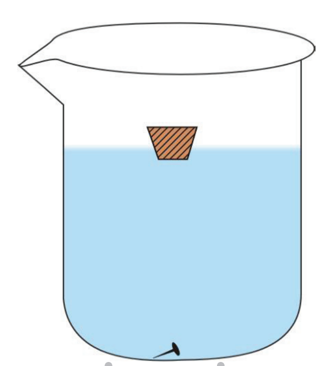
5.5.3 నీటి ఉపరితలంపై ఉంచిన వస్తువులు ఎందుకు తేలుతాయి లేదా మునిగిపోతాయి?

పై ప్రశ్నకు సమాధానాన్ని పొందటానికి క్రింది కృత్యాలను మనం చేద్దాం.

కృత్యం ------------------ 5.5

- నీటితో నిండిన బీకరును తీసుకోండి.
- ఒక ఇనుప మేకును తీసుకొని, దానిని నీటి ఉపరితలంపై ఉంచండి.
- ఏమి జరుగుతుందో గమనించండి.

మేకు మునుగుతుంది. ఇనుప మేకు పై భూమి యొక్క గురుత్వాకర్షణ బలం పనిచేసిన కారణంగా అది కిందికి లాగబడుతుంది. మేకుపై నీటి ఊర్ధ్వ పీడనం వలన అది పైకి నెట్టబడుతుంది.కానీ మేకు పై నీరు చూపే ఊర్ధ్వ పీడనం కంటే మేకు పై క్రింద దిశలో పనిచేసే బలం ఎక్కువ.కనుక అది మునిగిపోతుంది (పటం 5.5).



పటం 5.5: నీటి ఉపరితలంపై ఉంచిన ఇనుపమేకు మునిగిపోవుట, బెండు తేలుట.

AP SCERT

Activity 5.6

- Take a beaker filled with water.
- Take a piece of cork and an iron nail of equal mass.
- Place them on the surface of water.
- Observe what happens.

The cork floats while the nail sinks. This happens because of the difference in their densities. The density of a substance is defined as the mass per unit volume. The density of cork is less than the density of water. This means that the upthrust of water on the cork is greater than the weight of the cork. So it floats (Fig.5.5).

The density of an iron nail is more than the density of water. This means that the upthrust of water on the iron nail is less than the weight of the nail. So it sinks.

Therefore objects of density less than that of a liquid float on the liquid. The objects of density greater than that of a liquid sink in the liquid.

Questions

1. *Why is it difficult to hold a school bag having a strap made of a thin and strong string?*
2. *What do you mean by buoyancy?*
3. *Why does an object float or sink when placed on the surface of water?*

5.6 Archimedes' Principle

Activity 5.7

- Take a piece of stone and tie it to one end of a rubber string or a spring balance.
- Suspend the stone by holding the balance or the string as shown in Fig. 5.6 (a).
- Note the elongation of the string or the reading on the spring balance due to the weight of the stone.
- Now, slowly dip the stone in the water in a container as shown in Fig. 5.6 (b).

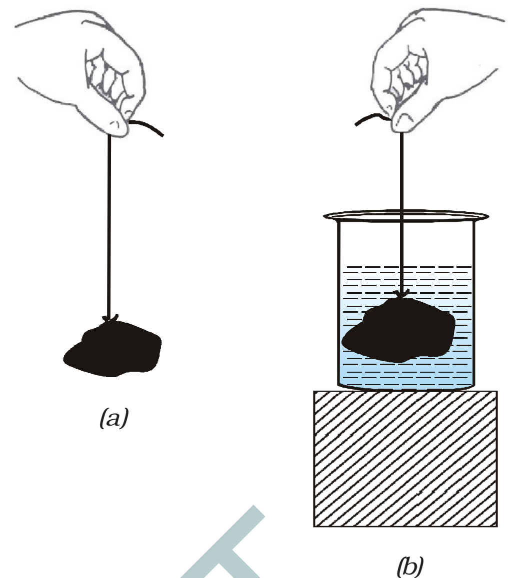


Fig. 5.6: (a) Observe the elongation of the rubber string due to the weight of a piece of stone suspended from it in air. (b) The elongation decreases as the stone is immersed in water.

- Observe what happens to elongation of the string or the reading on the balance.

You will find that the elongation of the string or the reading of the balance decreases as the stone is gradually lowered in the water. However, no further change is observed once the stone gets fully immersed in the water. What do you infer from the decrease in the extension of the string or the reading of the spring balance?

We know that the elongation produced in the string or the spring balance is due to the weight of the stone. Since the extension decreases once the stone is lowered in water, it means that some force acts on the stone in upward direction. As a result, the net force on the string decreases and hence the elongation also decreases. As discussed earlier, this upward force exerted by water is known as the force of buoyancy.

What is the magnitude of the buoyant force experienced by a body? Is it the same in all fluids for a given body? Do all bodies in a given fluid experience the same buoyant force? The answer to these questions is contained in Archimedes' principle, stated as follows:

AP SCERT

కృత్యం ------------------ 5.6

- నీటితో నిండిన బీకరు తీసుకోండి.
- ఒకే ద్రవ్యరాశి కలిగిన బెండు ముక్క, ఇనుప మేకులను తీసుకోండి.
- వాటిని నీటి ఉపరితలంపై ఉంచండి.
- ఏమి జరుగుతుందో గమనించండి.

మేకు మునుగుతుంది. కానీ బెండు తేలుతుంది. ఇలా జరగటానికి కారణం రెండింటి మధ్య సాంద్రతల వ్యత్యాసమే. ప్రమాణ ఘన పరిమాణంలోని ద్రవ్యరాశినే పదార్థ సాంద్రతగా నిర్వచిస్తారు. నీటి సాంద్రత కంటే బెండు సాంద్రత తక్కువ. బెండు బరువు కంటే బెండు పై ఊర్ధ్వదిశలో పనిచేసే నీటి ఊర్ధ్వబలం ఎక్కువ అని అర్థం. కనుకనే ఇది తేలుతుంది (పటం 5.5).

నీటి యొక్క సాంద్రత కంటే ఇనుప మేకు సాంద్రత ఎక్కువ. ఇనుప మేకు బరువు కంటే ఇనుప మేకు పై ఊర్ధ్వదిశలో పని చేసే నీటి బలం తక్కువ అని అర్థం. కనుక ఇది మునుగుతుంది.

అందువలన ద్రవం కంటే తక్కువ సాంద్రత కలిగిన వస్తువులు ఆ ద్రవం మీద తేలుతాయి. ద్రవం కంటే ఎక్కువ సాంద్రత కలిగిన వస్తువులు ద్రవంలో మునుగుతాయి.

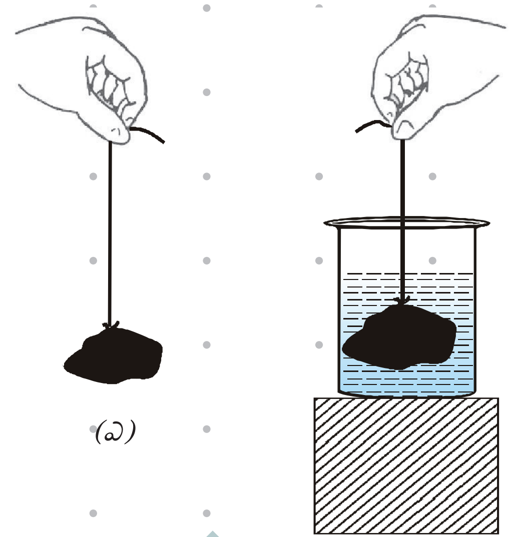
ప్రశ్నలు

1. *సన్నని, బలమైన తీగతో తయారుచేయబడిన పట్టీగల స్కూలు బ్యాగును పట్టుకోవడం కష్టం ఎందుకు?*
2. *ఉత్ప్లవనం అంటే ఏమిటి?*
3. *నీటి ఉపరితలం పై ఉంచిన వస్తువు తేలుతుందా లేక మునుగుతుందా. ఎందుకు?*

5.6 ఆర్కిమెడీస్ సూత్రం

కృత్యం ------------------ 5.7

- ఒక రాయిని తీసుకొని, దానిని రబ్బర్ తీగ ఒక చివర లేదా స్ప్రింగ్ త్రాసుకు కట్టండి.
- పటం 5.6(ఎ) లో చూపిన విధంగా రాయిని త్రాసు లేక తీగకు వేలాడదీయండి.
- రాయి బరువు వలన తీగ యొక్క పొడవులో సాగుదలను లేదా స్ప్రింగ్ త్రాసు రీడింగును గుర్తించండి.
- ఇప్పుడు నెమ్మదిగా రాయిని పటం 5.6 (బి) లో చూపినట్లు నీరు ఉన్న పాత్రలోకి ముంచండి.



(ఎ) (బి)

పటం 5.6: (ఎ) గాలిలో వేలాడదీసిన రాయి బరువు వలన రబ్బరు తీగ పొడవులో సాగుదలను పరిశీలించుట. (బి) రాయిని నీటిలో ముంచడం వలన పొడవులోని సాగుదల తగ్గుట.

- తీగ పొడవు సాగుదలలో లేదా త్రాసు రీడింగులో ఏమి జరిగిందో గమనించండి.

రాయి నీటిలో మునిగే కొద్దీ, తీగ యొక్క పొడవులోని సాగుదలలో లేదా త్రాసు యొక్క రీడింగ్‌లో తగుదలను మీరు కనుగొంటారు. అయినప్పటికీ ఒకసారి రాయి పూర్తిగా నీటిలో మునిగిన తర్వాత ఎటువంటి మార్పు కనిపించదు. తీగ యొక్క పొడవులో కలిగిన సాగుదల లోని తగ్గుదల లేదా స్ప్రింగ్ త్రాసు రీడింగ్ లో తగ్గుదల నుండి మీరు ఏమి ఊహించారు?

తీగ పొడవులోని సాగుదల లేదా స్ప్రింగ్ త్రాసు రీడింగ్‌లో పెరుగుదలకు కారణం రాయి బరువు అని మనకు తెలుసు. రాయిని నీటిలో ముంచగానే తీగ పొడవు తగ్గిందంటే, రాయిపై కొంత బలం ఊర్ధ్వదిశలో పనిచేస్తుందని అర్థం. ఫలితంగా, నికర బలం తీగపై తగ్గడం వలన తీగలోని సాగుదల కూడా తగ్గుతుంది. ఇంతకుముందు చర్చించినట్లుగా, ఊర్ధ్వదిశలో నీరు కలగజేయబడే బలాన్ని ఉత్ప్లవన బలం అంటారు.

ఉత్ప్లవన ప్రభావిత వస్తువుపై పనిచేసే బల పరిమాణం ఎంత? అన్నీ ప్రవాహులలో వస్తువుపై ఇది ఒకేలా ఉంటుందా? ఇచ్చిన ప్రవాహిలో అన్ని వస్తువులు ఒకే ఉత్ప్లవన బలాన్ని కలిగివుంటాయా? ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానం ఆర్కిమెడిస్ సూత్రం నుండి లభిస్తుంది. ఇది ఈ క్రింది విధంగా పేర్కొనబడింది.

AP SCERT

When a body is immersed fully or partially in a fluid, it experiences an upward force that is equal to the weight of the fluid displaced by it.

Now, can you explain why a further decrease in the elongation of the string was not observed in activity 5.7, as the stone was fully immersed in water?

Archimedes was a Greek scientist. He discovered the principle, subsequently named after him, after noticing that the water in a bathtub overflowed when he stepped into it. He ran through the streets shouting "Eureka!", which means "I have got it". This knowledge helped him to determine the purity of the gold in the crown made for the king.

Archimedes

His work in the field of Geometry and Mechanics made him famous. His understanding of levers, pulleys, wheels-and-axle helped the Greek army in its war with Roman army.

Archimedes' principle has many applications. It is used in designing ships and submarines. Lactometers, which are used to determine the purity of a sample of milk and hydrometers used for determining density of liquids, are based on this principle.

Questions

1. *You find your mass to be 42* kg *on a weighing machine. Is your mass more or less than 42* kg*?*
2. *You have a bag of cotton and an iron bar, each indicating a mass of 100* kg *when measured on a weighing machine. In reality, one is heavier than other. Can you say which one is heavier and why?*

What you have learnt

- The law of gravitation states that the force of attraction between any two objects is proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them. The law applies to objects anywhere in the universe. Such a law is said to be universal.
- Gravitation is a weak force unless large masses are involved.
- The force of gravity decreases with altitude. It also varies on the surface of the earth, decreasing from poles to the equator.
- The weight of a body is the force with which the earth attracts it.
- The weight is equal to the product of mass and acceleration due to gravity.
- The weight may vary from place to place but the mass stays constant.

AP SCERT

ఒక వస్తువును ఒక ప్రవాహిలో పూర్తిగా గాని పాక్షికంగా గాని ముంచినప్పుడు ఆ వస్తువు తొలగించిన ప్రవాహి బరువుకు సమానమైన బలం ఆ వస్తువుపై ఊర్ధ్వ దిశలో పనిచేస్తుంది.

ఇప్పుడు, కృత్యం 5.7 లో రాయి పూర్తిగా నీటిలో మునిగి ఉన్నప్పుడు, తీగ యొక్క పొడవులో మరింత తగ్గుదల ఎందుకు గమనించబడలేదో మీరు వివరించగలరా?

ఆర్కిమెడీస్ గ్రీక్ దేశ శాస్త్రవేత్త. అతను స్నానపు తొట్టిలోకి దిగినప్పుడు అందులో నీరు పొర్లిపోవడం గమనించిన తర్వాత ఈ సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. తదనంతరం సూత్రానికి అతని పేరు పెట్టడమైంది. అతను 'యురేకా' అంటే 'నేను కనుగొన్నాను' అని అరుస్తూ వీధిలోకి పరిగెత్తాడు, రాజు కోసం తయారు చేయబడిన బంగారు కిరీటంలోని బంగారం యొక్క స్వచ్ఛతను నిర్ధారించడానికి ఈ జ్ఞానం అతనికి సహాయపడింది.

ఆర్కిమెడీస్

గణితం మరియు యాంత్రిక శాస్త్రరంగంలో చేసిన కృషి అతనిని ప్రముఖుడిగా మార్చినది. మీటలు, కప్పీలు, చక్రాలు, ఇరుసులపై ఇతనికి గల అవగాహన గ్రీకులు, రోమనుల మధ్య జరిగిన యుద్ధంలో గ్రీకు సైనికులకు ఎంతగానో పయోగపడింది.

ఆర్కిమెడీస్ సూత్రమునకు అనువర్తనాలు అనేకం. ఇది నౌకలు మరియు జలాంతర్గాముల రూపకల్పనలో ఉపయోగ పడుతుంది. పాల నమూనా యొక్క స్వచ్ఛతను నిర్ణయించడానికి ఉపయోగించే లాక్టోమీటర్లు, ద్రవాల సాంద్రతను నిర్ణయించడానికి ఉపయోగించే హైడ్రోమీటర్లు ఈ సూత్రంపై ఆధారపడి ఉన్నాయి.

ప్రశ్నలు

1. *ఒక బరువు తూచే యంత్రం మీద మీ ద్రవ్యరాశి 42 కి.గ్రా. ఉన్నట్లుగా మీరు గుర్తించారు. మీ ద్రవ్యరాశి 42 కి.గ్రా. కంటే ఎక్కువా లేక తక్కువా?*
2. *మీ దగ్గర ఒక ప్రత్తి సంచి, ఇనుప కడ్డీ ఉన్నాయి, బరువు యంత్రంతో కొలచినప్పుడు ప్రతి ఒక్కటి 100 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశిని సూచించింది. వాస్తవానికి, ఒకటి మరొకటి కంటే బరువుగా ఉంటుంది. ఏది బరువైనదో, ఎందుకో నీవు చెప్పగలవా?*

మీరు ఏమి నేర్చుకున్నారు

- విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమము ప్రకారం ఏ రెండు వస్తువుల మధ్యనైనా పనిచేసే ఆకర్షణ బలం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోనూ, వాటి మధ్య దూరం వర్గానికి విలోమానుపాతంలోనూ ఉంటుందని చెబుతుంది. ఈ నియమము విశ్వములో ఎక్కడఉన్నా వస్తువులకైనా వర్తిస్తుంది. కనుక ఇది సార్వత్రిక నియమము.
- పెద్ద ద్రవ్యరాశుల ప్రమేయం లేకపోతే గురుత్వాకర్షణ బలము బలహీనమైనది.
- ఎత్తుతో గురుత్వాకర్షణ బలం తగ్గుతుంది. ఇది భూమిపై ప్రదేశాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. ధ్రువాల నుండి భూమధ్యరేఖ వైపుకు వెళ్ళే కొలదీ తగ్గుతుంది.
- వస్తువు భారం అనేది దానిపై పని చేసే భూమ్యాకర్షణ బలం.
- భారం అనేది ద్రవ్యరాశి మరియు గురుత్వ త్వరణాల లబ్ధానికి సమానం.
- ప్రదేశాన్ని బట్టి వస్తు భారం మారవచ్చు, కానీ ద్రవ్యరాశి స్థిరంగా ఉంటుంది.

AP SCERT

- All objects experience a force of buoyancy when they are immersed in a fluid.
- Objects having density less than that of the liquid in which they are immersed, float on the surface of the liquid. If the density of the object is more than the density of the liquid in which it is immersed then it sinks in the liquid.

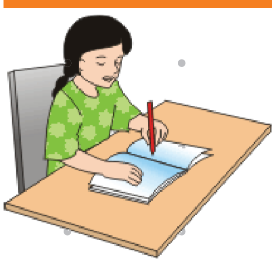
Exercises

1. How does the force of gravitation between two objects change when the distance between them is reduced to half ?
2. Gravitational force acts on all objects in proportion to their masses. Why then, a heavy object does not fall faster than a light object?
3. What is the magnitude of the gravitational force between the earth and a 1 kg object on its surface? (Mass of the earth is 6×10^{24} kg and radius of the earth is 6.4×10^{6} m.)
4. The earth and the moon are attracted to each other by gravitational force. Does the earth attract the moon with a force that is greater or smaller or the same as the force with which the moon attracts the earth? Why?
5. If the moon attracts the earth, why does the earth not move towards the moon?
6. What happens to the force between two objects, if
   (i) the mass of one object is doubled?
   (ii) the distance between the objects is doubled and tripled?
   (iii) the masses of both objects are doubled?
7. What is the importance of universal law of gravitation?
8. What is the acceleration of free fall?
9. What do we call the gravitational force between the earth and an object?
10. Amit buys few grams of gold at the poles as per the instruction of one of his friends. He hands over the same when he meets him at the equator. Will the friend agree with the weight of gold bought? If not, why? [*Hint*: The value of *g* is greater at the poles than at the equator.]
11. Why will a sheet of paper fall slower than one that is crumpled into a ball?
12. Gravitational force on the surface of the moon is only $\frac{1}{6}$ as strong as gravitational force on the earth. What is the weight in newtons of a 10 kg object on the moon and on the earth?

AP SCERT

- అన్ని వస్తువులు ద్రవంలో మునిగి ఉన్నప్పుడు ఉత్ప్లవన బలాన్ని పొందుతాయి.
- ఒక ద్రవములో ఉంచబడిన ఏదైనా వస్తువు యొక్క సాంద్రత, ద్రవం సాంద్రత కన్నా తక్కువ ఉన్నప్పుడు అది ఆ ద్రవం ఉపరితలంపై తేలుతుంది. ద్రవములో ఉంచబడిన ఏదైనా వస్తువు యొక్క సాంద్రత ద్రవసాంద్రత కన్నా ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు అది ఆ ద్రవంలో మునుగుతుంది.

అభ్యాసాలు



1. రెండు వస్తువుల మధ్య దూరం సగానికి తగ్గించినప్పుడు, వాటి మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలం ఎలా మారుతుంది?
2. గురుత్వాకర్షణ బలం అన్ని వస్తువులపై వాటి ద్రవ్యరాశులకు అనులోమానుపాతంలో పనిచేస్తుంది. అయితే తేలికపాటి వస్తువుకంటే బరువైన వస్తువు త్వరగా ఎందుకు కిందకు పడదు?
3. భూమికి, దాని ఉపరితలంపై ఉన్న 1 కి.గ్రా వస్తువుకు మధ్య ఉండే గురుత్వాకర్షణ బల పరిమాణం ఎంత? (భూమి ద్రవ్యరాశి 6.4×10^{24} కి.గ్రా., భూ వ్యాసార్ధం 6.4×10^{6} మీ.)
4. భూమ్యాకర్షణ బలం వల్ల భూమి, చంద్రుడు ఒకదానికొకటి ఆకర్షించుకుంటూ ఉంటాయి. చంద్రుడు భూమిని ఆకర్షించే బల పరిమాణంతో పోలిస్తే భూమి, చంద్రుని భూమి ఆకర్షించే బలం ఎక్కువా? తక్కువా? లేక సమానమా? ఎందుకు?
5. చంద్రుడు భూమిని ఆకర్షిస్తే, చంద్రుని వైపు భూమి ఎందుకు కదలదు?
6. రెండు వస్తువుల మధ్య బలం క్రింది సందర్భాలలో ఏమవుతుంది?
   (i) ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి రెట్టింపు అయినపుడు?
   (ii) రెండు వస్తువుల మధ్య దూరం రెండు రెట్లు మరియు మూడు రెట్లు అయినపుడు?
   (iii) రెండు వస్తువుల ద్రవ్యరాశులు రెట్టింపు అయినపుడు?
7. విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం యొక్క ప్రాముఖ్యత ఏమిటి?
8. స్వేచ్ఛా పతన వస్తువులో కలిగే త్వరణం ఏది?
9. భూమికి, వస్తువుకి మధ్య ఉన్న గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని మనం ఏమని పిలుస్తాము?
10. అమిత్ అతని స్నేహితులలో ఒకరి సూచన మేరకు ధ్రువాల వద్ద కొన్ని గ్రాముల బంగారాన్ని కొనుగోలు చేశాడు. అతనిని భూమధ్యరేఖ వద్ద కలిసినప్పుడు అతడు దానిని అందజేశాడు. కొన్న బంగారం బరువుని అతని స్నేహితుడు అంగీకరిస్తాడా? లేకపోతే ఎందుకు? (సూచన: భూమధ్యరేఖ వద్ద కంటే ధ్రువాల వద్ద g విలువ ఎక్కువ)
11. పేపరును నలిపి బంతిగా మారినప్పుడు కంటే పేపర్‌గా ఉన్నప్పుడు ఎందుకు నెమ్మదిగా పడుతుంది?
12. చంద్రుని ఉపరితలంపై ఉండే గురుత్వాకర్షణ బలము, భూమిపై ఉన్న గురుత్వాకర్షణ బలములో $\frac{1}{6}$ మాత్రమే ఉంటుంది. 10 కి.గ్రా వస్తువు భూమిపై మరియు చంద్రుని పైన ఉంటే దాని భారం న్యూటన్లలో ఎంత?

AP SCERT

13. A ball is thrown vertically upwards with a velocity of 49 m/s. Calculate
    (i) the maximum height to which it rises,
    (ii) the total time it takes to return to the surface of the earth.
14. A stone is released from the top of a tower of height 19.6 m. Calculate its final velocity just before touching the ground.
15. A stone is thrown vertically upward with an initial velocity of 40 m/s. Taking g = 10 m/s^2, find the maximum height reached by the stone. What is the net displacement and the total distance covered by the stone?
16. Calculate the force of gravitation between the earth and the Sun, given that the mass of the earth = 6×10^{24} kg and of the Sun = 2×10^{30} kg. The average distance between the two is 1.5×10^{11} m.
17. A stone is allowed to fall from the top of a tower 100 m high and at the same time another stone is projected vertically upwards from the ground with a velocity of 25 m/s. Calculate when and where the two stones will meet.
18. A ball thrown up vertically returns to the thrower after 6 s. Find
    (a) the velocity with which it was thrown up,
    (b) the maximum height it reaches, and
    (c) its position after 4 s.
19. In what direction does the buoyant force on an object immersed in a liquid act?
20. Why does a block of plastic released under water come up to the surface of water?
21. The volume of 50 g of a substance is 20 cm^3. If the density of water is 1 g cm^{-3}, will the substance float or sink?
22. The volume of a 500 g sealed packet is 350 cm^3. Will the packet float or sink in water if the density of water is 1 g cm^{-3}? What will be the mass of the water displaced by this packet?
23. An astronaut carries a toolbox of mass 10 kg from Earth to the Moon.
    On Earth, its weight is approximately 100 N. The gravitational force on the Moon is about one-sixth of that on Earth.
    After reaching the Moon, which of the following statements could be correct?
    A) The mass becomes 1.67 kg and the weight becomes 100 N.
    B) The mass remains 10 kg and the weight becomes 16.7 N.
    C) The mass becomes 60 kg and the weight remains 100 N.
    D) Both mass and weight become one-sixth of their values.

AP SCERT

13. 49 మీ.సె.$^{-1}$ వేగంతో ఒక రాయి నిట్ట నిలువుగా పైకి విసిరి వేయబడినది. అయితే

(i) అది చేరుకునే గరిష్ట ఎత్తును,

(ii) భూ ఉపరితలం పైకి తిరిగి రావడానికి పట్టే మొత్తం కాలములను లెక్కించండి.

14. 19.6 మీ ఎత్తు ఉన్న టవర్ పై నుండి ఒక రాయి వదలబడినది. భూమిని చేరే ముందు రాయికి ఉండే తుదివేగాన్ని లెక్కించండి.

15. 40 మీ.సె.$^{-1}$ తొలి వేగంతో ఒక రాయి నిట్ట నిలువుగా పైకి విసిరి వేయబడింది. g = 10 మీ.సె.$^{-2}$ గా తీసుకొని, రాయి చేరుకునే గరిష్ట ఎత్తును కనుగొనండి. రాయి పొందిన నికర స్థానభ్రంశము మరియు మొత్తం దూరము ఎంత?

16. భూమి మరియు సూర్యుని మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని లెక్కించండి, భూమి ద్రవ్యరాశి = 6×10^{24} కి.గ్రా మరియు సూర్యుని ద్రవ్యరాశి = 2×10^{30} కి.గ్రా. ఈ రెండింటి మధ్య సరాసరి దూరము 1.5×10^{11} మీ.

17. 100 మీటర్ల ఎత్తులో గల టవర్ పై నుండి ఒక రాయి పడుతుంది. అదే సమయంలో మరొక రాయి 25 మీ.సె.$^{-1}$ వేగంతో భూమి నుండి నిలువుగా పైకి విసరబడినది. రెండు రాళ్లు ఎప్పుడు, ఎక్కడ కలుసుకుంటాయో లెక్కించండి.

18. నిలువుగా పైకి విసిరిన బంతి 6 సె. తర్వాత విసిరిన వ్యక్తికి తిరిగి చేరింది.

(i) ఎంత వేగంతో దానిని పైకి విసిరారు

(ii) అది చేరుకునే గరిష్ట ఎత్తు మరియు

(iii) 4 సె. తర్వాత దాని స్థానం కనుగొనండి

19. ద్రవంలో మునిగిన వస్తువుపై ఉత్ప్లవన బలం ఏ దిశలో పనిచేస్తుంది?

20. నీటి అడుగు బాగాన వదిలిన ప్లాస్టిక్ దిమ్మె ఎందుకు నీటి ఉపరితలానికి వస్తుంది?

21. 50 గ్రా. పదార్థం యొక్క ఘనపరిమాణం 20 సెం.మీ^{3}. నీటి సాంద్రత 1 గ్రా.సెం.మీ$^{-3}$ అయితే ఆ పదార్థం నీటిలో తేలుతుందా లేదా మునుగుతుందా?

22. 500 గ్రా. సీల్డ్ ప్యాకెట్ ఘనపరిమాణం 350 సెం.మీ^{3}. నీటి సాంద్రత 1 గ్రా. సెం.మీ$^{-3}$ అయితే ప్యాకెట్ నీటిలో తేలుతుందా లేదా మునుగుతుందా? ప్యాకెట్ చేత తొలగించబడిన నీటి ద్రవ్యరాశి ఎంత?

23. ఒక వ్యోమగామి 10 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల పరికరాల పెట్టె ను భూమి నుండి చంద్రునికి తీసుకెళ్తాడు. భూమిపై దాని బరువు సుమారు 100 N. చంద్రునిపై గురుత్వాకర్షణ శక్తి భూమి పై ఉన్నదానికంటే సుమారు ఆరవ వంతు మాత్రమే.

ఎ) ద్రవ్యరాశి 1.67 కి.గ్రా. అవుతుంది, బరువు 100 N అవుతుంది.

బి) ద్రవ్యరాశి 10 కి.గ్రా. గానే ఉంటుంది, బరువు 16.7 N అవుతుంది.

సి) ద్రవ్యరాశి 60 కి.గ్రా. అవుతుంది, బరువు 100 N గానే ఉంటుంది.

డి) ద్రవ్యరాశి మరియు బరువు రెండూ ఆరవ వంతు అవుతాయి.

AP SCERT

Answers

Chapter 1

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}

Chapter 3

4. c
5. 2 m s^{-2}, 14000 N
6. – 4 N
7. (a) 35000 N

   (b) 1.944 m s^{-2}
8. 2550 N in a direction opposite to the motion of the vehicle
9. d
10. 200 N
13. 3 kg m s^{-1}
14. 2.25 m; 50 N
15. 10 kg m s^{-1}; 10 kg m s^{-1}; 5/3 m s^{-1}
16. 500 kg m s^{-1}; 800 kg m s^{-1}; 50 N
18. 40 kg m s^{-1}

A2. 240 N

A3. 2500 N

A4. 5 m s^{-2}; 24000 kg m s^{-1}; 6000 N

AP SCERT

జవాబులు

అధ్యాయం 1

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.$^{-1}$

అధ్యాయం 3

4. c
5. 2 మీ.సె.$^{-2}$, 14000 N
6. – 4 N
7. (a) 35000 N

   (b) 1.944 మీ.సె.$^{-2}$
8. 2550 N బలం చలిస్తున్న వాహనంకు వ్యతిరేకదిశలో ఉంది.
9. d
10. 200 N
13. 3 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-2}$
14. 2.25 m; 50 N
15. 10 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-1}$; 10 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-2}$; 5/3 మీ.సె.$^{-1}$
16. 500 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-1}$; 800 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-1}$; 50 N
18. 40 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-1}$

A2. 240 N

A3. 2500 N

A4. 5 మీ.సె.$^{-2}$; 24000 కి. గ్రా. మీ.సె.$^{-1}$; 6000 N

AP SCERT

Chapter 5

3. 9.8 N
12. Weight on earth is 98 N and on moon is 16.3 N.
13. Maximum height is 122.5 m and total time is 5 s + 5 s = 10 s.
14. 19.6 m/s
15. Maximum height = 80 m, Net displacement = 0, Total distance covered = 160 m.
16. Gravitational force = 3.56×10^{22} N.
17. 4 s, 80 m from the top.
18. Initial velocity = 29.4 m s^{-1}, height = 44.1 m. After 4 s the ball will be at a distance of 4.9 m from the top or 39.2 m from the bottom.
21. The substance will sink.
22. The packet will sink. The mass of water displaced is 350 g.

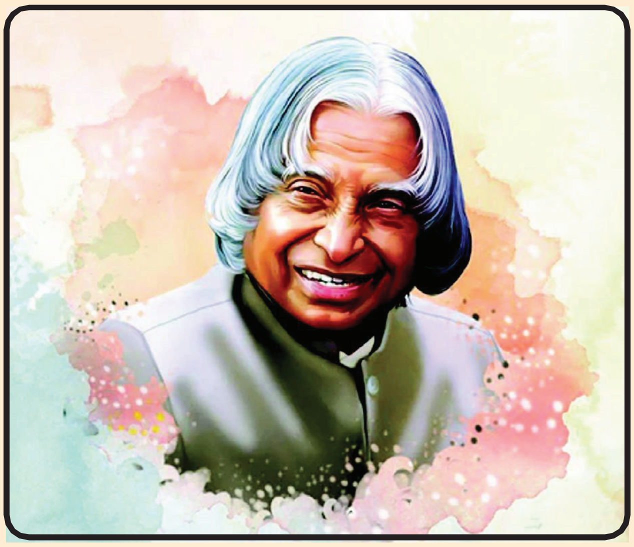
AP SCERT

అధ్యాయం 5

3. 9.8 N
12. భూమిపై ద్రవ్యరాశి 98 న్యూటన్లు, చంద్రునిపై ద్రవ్యరాశి 16.3 న్యూటన్లు
13. గరిష్ఠ ఎత్తు 122.5 మీ. మరియు మొత్తం కాలం is 5 సె + 5 సె = 10 సె.
14. 19.6 మీ/సె
15. గరిష్ఠ ఎత్తు = 80 మీ. స్థానభ్రంశం = 0, మొత్తం ప్రయాణించిన దూరం = 160 మీ.
16. గురుత్వాకర్షణ బలం = 3.56×10^{22} N.
17. 4 s, 80 మీ. పై నుండి.
18. తొలి వేగం = 29.4 మీ.సె.$^{-1}$, ఎత్తు = 44.1 మీ. పైనుండి 4 సె. తరువాత బంతిపై నుండి 4.9 మీ. ఎత్తున, కింద నుండి 39.2 మీ. లో ఉండును.
21. పదార్థం మునుగును.
22. పాకెట్ మునుగును. 350 గ్రా. నీరు స్థానభ్రంశం చెందును,.

AP SCERT

A.P.J. Abdul Kalam



A.P.J. Abdul Kalam (Avul Pakir Jainulabdeen Abdul Kalam) was an Indian aerospace scientist, educator, and the 11th **President of India** (2002–2007). Born on October 15, 1931, in Rameswaram, Tamil Nadu, he is renowned for his contributions to India's **defense and space programs**, though his work primarily focused on applied science rather than pure physics or chemistry.

APSCERT

Contributions to Physics and Chemistry:

1. Rocketry and Space Science: Kalam played a crucial role in advancing India's space technology. He was the project director of India's first satellite launch vehicle (SLV-3), which successfully deployed the Rohini satellite into orbit in 1980. His work in propulsion systems involved significant applications of physics principles, such as thermodynamics and fluid dynamics.

2. Missile Development: As the chief architect of India's missile programs, including the Agni and Prithvi missiles, he contributed to the application of physics (aerodynamics and materials science) in defense technology.

3. Energy and Materials: His contributions extended to using advanced materials and chemical formulations in rocket fuels and composite materials, reflecting his indirect impact on chemistry.

Though A.P.J. Kalam's primary expertise lay in engineering and technology, his application of principles from physics and chemistry in practical innovations significantly advanced India's capabilities in defense and space exploration. He remains a symbol of scientific innovation and national pride.