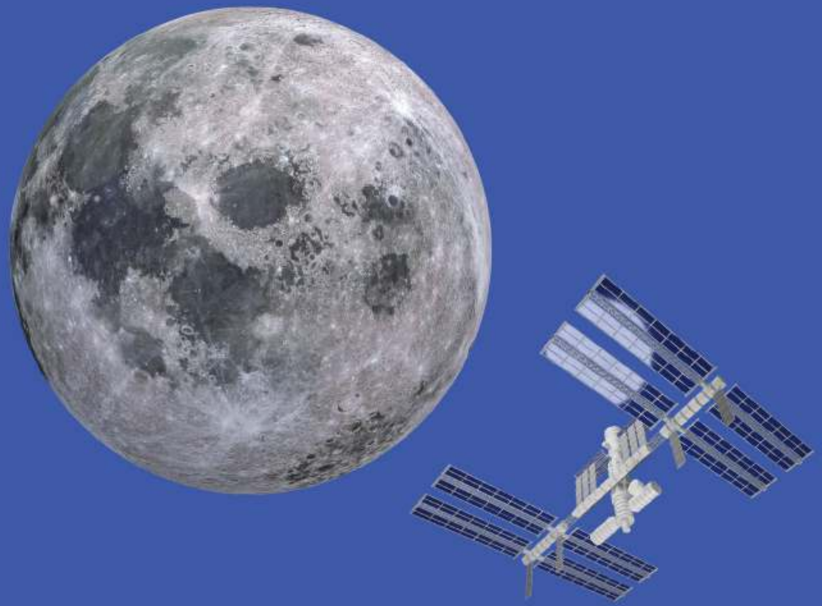


9

2025-26

State Council of Educational Research and Training
Telangana, Hyderabad

PHYSICAL SCIENCES

CLASS IX

భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

Part భాగం 1

PHYSICAL SCIENCES

భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

CLASS
9
తరగతి

2025-26

Published by
The Government of Telangana
Government's Gift for Students' Progress

G8S1J1

V2A9N1

SCERT, TELANGANA

Energized Text Books facilitate the students in understanding the concepts clearly, accurately and effectively. Content in the QR Codes can be read with the help of any smart phone or can as well be presented on the Screen with LCD projector/K-Yan projector. The content in the QR Codes is mostly in the form of videos, animations and slides, and is an additional information to what is already there in the text books.

This additional content will help the students understand the concepts clearly and will also help the teachers in making their interaction with the students more meaningful.

At the end of each chapter, questions are provided in a separate QR Code which can assess the level of learning outcomes achieved by the students.

We expect the students and the teachers to use the content available in the QR Codes optimally and make their class room interaction more enjoyable and educative.

Let us know how to use QR codes

In this textbook, you will see many printed QR (Quick Response) codes, such as

Use your mobile phone or tablet or computer to see interesting lessons, videos, documents, etc. linked to the QR code.

Step	Description
A.	**Use Android mobile phone or tablet to view content linked to QR Code:**
1.	Click on **Play Store** on your mobile/ tablet.
2.	In the search bar type **DIKSHA.**
3.	will appear on your screen.
4.	Click **Install**
5.	After successful download and installation, Click **Open**
6.	Choose your prefered Language - Click **English**
7.	Click **Continue**
8.	Select **Student/ Teacher** (as the case may be) and Click on **Continue**
9.	On the top right, click on the QR code scanner icon and scan a QR code printed in your book OR Click on the search icon and type the code printed below the QR code, in the search bar. ( )
10.	A list of linked topics is displayed
11.	Click on any link to view the desired content
B.	**Use Computer to view content linked to QR code:**
1.	Go to **https://diksha.gov.in/telangana**
2.	Click on **Explore DIKSHA-TELANGANA**
3.	Enter the code printed below the QR code in the browser search bar ( )
4.	A list of linked topics is displayed
5.	Click on any link to view the desired content

SCERT, TELANGANA

PHYSICAL SCIENCES
భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

CLASS IX - PART - 1
9వ తరగతి – భాగం – 1

SCERT, TELANGANA

Published by the Government of Telangana, Hyderabad.
తెలంగాణ ప్రభుత్వ ప్రచురణ, హైదరాబాదు.

Respect the Law
చట్టాలను గౌరవించండి
Get the Rights
హక్కులను పొందండి

Grow by Education
విద్యవల్ల ఎదగాలి
Behave Humbly
వినయంతో మెలగాలి

© Government of Telangana, Hyderabad.

First Published 2013
New Impressions 2014, 2015, 2016, 2017, 2018,2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024,
Republished-2025

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 copy right holder of this book is the Director of School Education, Hyderabad, Telangana.
We have used some photographs which are under creative common licence. They are acknowledge at the end of the book.

This Book has been printed on 70 G.S.M.Maplitho,
Title Page 200 G.S.M. White Art Card

Free Distribution by Government of Telangana 2025-26

SCERT, TELANGANA

Printed in India
at the Telangana Govt. Text Book Press,
Mint Compound, Hyderabad,
Telangana.

తెలంగాణ ప్రభుత్వం

పాఠశాల విద్యాశాఖ

తెలంగాణ తల్లి

Published by the Government of Telangana, Hyderabad.
తెలంగాణ ప్రభుత్వ ప్రచురణ, హైదరాబాదు.

SCERT, TELANGANA

రాష్ట్ర గీతం

1. జయ జయహే తెలంగాణ జననీ జయకేతనం
ముక్కోటి గొంతుకలు ఒక్కటైన చేతనం
తరతరాల చరితగల తల్లీ నీరాజనం
పదపదాన నీ పిల్లలు ప్రణమిల్లిన శుభ తరుణం
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

2. పంపనకు జన్మనిచ్చి బద్దెనకు పద్యమిచ్చి
భీమకవికి చనుబాల బీజాక్షరమైన తల్లి
హాలుని గాథాసప్తశతికి ఆయువులూదిన నేల
బృహత్కథల తెలంగాణ కోటిలింగాల కోన
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

3. ప్రజల భాషలో కావ్య ప్రమాణాలు ప్రకటించిన
తెలుగులో తొలి ప్రజాకవి పాలకుర్కి సోమన్న
రాజ్యాన్నే ధిక్కరించి రాములోరి గుడిని గట్టి
కవిరాజై వెలిగె దిశల కంచర్ల గోపన్న
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

4. కాళిదాస కావ్యాలకు భాష్యాలను రాసినట్టి
మల్లినాథసూరి మా మెతుకుసీమ కన్న బిడ్డ
ధూళికట్టనేలినట్టి బౌద్ధానికి బంధువతడు
దిగ్నాగుని గన్న నేల ధిక్కారమె జన్మహక్కు
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

5. పోతనదీ పురిటిగడ్డ రుద్రమదీ వీరగడ్డ
గండర గండడు కొమురం భీముడే నీ బిడ్డ
కాకతీయ కళాప్రభల కాంతిరేఖ రామప్ప
గోలుకొండ భాగ్యనగరి గొప్పవెలుగు చార్మినారు
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

6. రాచకొండ ఏలుబడిగ రంజిల్లిన రేచర్ల
సర్వజ్ఞ సింగ భూపాలుని బంగరు భూమి
వాణి నా రాణి అంటు నినదించిన కవికులరవి
పిల్లల మర్రి పిన వీరభద్రుడు మాలో రుద్రుడు
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

7. సమ్మక్కలు సారక్కలు సర్వాయి పాపన్నలు
సబ్బండ వర్ణాల సాహసాలు కొనియాడుతు
ఊరూర పాటలైన మీరసాబు వీరగాథ
దండు నడిపె పాలమూరు 'పండుగోల్ల సాయన్న'
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

8. కవి గాయక వైతాళిక కళలా మంజీరాలు
డప్పు ఢమరుకము డక్కి శారద స్వరనాదాలు
పల్లవుల చిరు జల్లుల ప్రతి ఉల్లము రంజిల్లగ
అను నిత్యం నీ గానం అమ్మ నీవె మా ప్రాణం
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

9. జానపద జనజీవన జావళీలు జాలువార
జాతిని జాగృతపరచే గీతాల జన జాతర
వేలకొలదిగా వీరులు నేల ఒరిగి పోతేనేమి
తరుగనిదీ నీ త్యాగం మరువనిదీ శ్రమయాగం
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

10. బడుల గుడులతో పల్లెల ఒడలు పులకరించాలి
విరిసే జనవిజ్ఞానం నీ కీర్తిని పెంచాలి
తడబడకుండా జగాన తల ఎత్తుకోని బ్రతుక
ఒక జాతిగ నీ సంతతి ఓయమ్మ వెలగాలి
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

11. సిరి వెలుగులు జిమ్మె సింగరేణి నల్ల బంగారం
అణువణువున ఖనిజాలే నీ తనువున సింగారం
సహజమైన వన సంపద సక్కనైన పువ్వుల పొద
సిరులు పండె సారమున్న మాగాణమె కద నీ యెద
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

12. గోదావరి కృష్ణమ్మలు తల్లీ నిను తడుపంగ
పచ్చని మా నేలల్లో పసిడి సిరులు పండంగ
సుఖశాంతుల తెలంగాణ సుభిక్షంగ ఉండాలె
ప్రతి దినమది తెలంగాణ ప్రజల కలలు పండాలి
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

– అందెశ్రీ

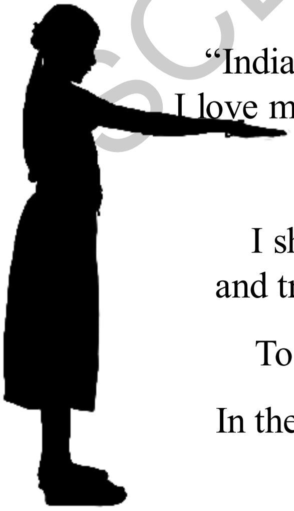
SCERT TELANGANA

NATIONAL ANTHEM

Jana-gana-mana-adhinayaka, jaya he
Bharata-bhagya-vidhata.
Punjab-Sindh-Gujarat-Maratha
Dravida-Utkala-Banga
Vindhya-Himachala-Yamuna-Ganga
Uchchhala-jaladhi-taranga.
Tava shubha name jage,
Tava shubha 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

PLEDGE



"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

SCERT, TELANGANA

THE CONSTITUTION OF INDIA

Preamble

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a **SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC** and to secure to all its citizens:

JUSTICE, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and of opportunity; and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the unity and integrity of the Nation;

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949 do **HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.**

SCERT, TELANGANA

Foreword

The nature is life source for all living organisms.Though it usually appears simple and normal, the intricacies of the very nature often challenges us to untie the tough knots of its hidden secrets, day in and day out. That is why, Galileo Galilei, the Italian astronomer,emphasized that scientific learning is nothing but improving the ability of questioning. The classroom teaching of science must be in such a way that it encourages children to think and work scientifically.

This textbook designed to help students achieve Science Education objectives such as scientific perspective, scientific attitude, the ability to develop scientific process skills, the using principles, theories, rules and functional relatinships. Based on the recommendations of National Curriculum Framework - 2005, Right to Education Act - 2009, and Curriculum Framework Document - 2011, the curriculum provides students with experiential learning to enhance their learning.

Textbooks are designed to achieve the desired learning outcomes. Teachers should devise suitable teaching strategies to enchance the expected learning outcomes in children by the end of the class. A move away from rote learning approaches is necessary for the effective implementation of continuous comprehensive assessment. Teachers need to be aware of the methods needed to evaluate children's progress through formative and summative methods. It is very useful for teachers and students that textbooks not provide content but also reflect teaching methods and assessment methods.

With an intention to help the student's to improve their understanding skills in both the languages i.e. English and Telugu, the Government of Telangana has redesigned this book as bilingual textbook in two parts. Part - I comprises 1 to 6 lessons and Part -II comprises 6 to 12 lessons.

This book has been energized with QR (Quick Response) codes to facilitate the students in understanding the concepts clearly.

We thank the Vidya Bhawan Society, Rajasthan, College of Engineering Osmania University and ELTC, DIET Hyderabad for their cooperation in developing these new text books. Our special thanks to Faculty of School of Education Tata Institute of Social Sciences (TISS), Hyderabad and Communication Officer, CETE, TISS-Mumbai and Designers identified by SCERT for their technical support in redesigning of the textbooks. The writers for preparing the lessons, the editors for checking the textual matters and the DTP group for cutely composing the text book.

Director,
SCERT, Hyderabad

SCERT, TELANGANA

INDEX

Name of the Chapter	Periods	Month	Page No.
1 Matter around us	06	June	1
2 Motion	11	June/July	21
3 Laws of motion	10	July	61
4 Refraction of light at plane surfaces	10	August	93
5 Gravitation	10	Aug/Sept	133
6 Is matter pure?	10	September	163

SCERT TELANGANA

విషయ సూచిక

అధ్యాయం		పిరీయడ్స్	నెల	పేజి.నెం.
1	మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం	06	జూన్	2
2	చలనం	11	జూన్/జూలై	22
3	గమన నియమాలు	10	జూలై	62
4	సమతల ఉపరితలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం	10	ఆగస్టు	94
5	గురుత్వాకర్షణ	10	ఆగస్టు/సెప్టెంబర్	134
6	మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?	10	సెప్టెంబర్	164

SCERT, TELANGANA

Chapter 1

MATTER AROUND US

B1L2J1

The word "matter" has very specific meaning in science. Let us try to understand the concept of matter.

You have learnt about metals, non-metals; synthetic and natural fibres, acids and bases etc., in previous classes. These are all examples of matter. All the things around us which exist in a variety of shapes, sizes and texture are also examples of 'matter'.

The water we drink, our food, clothes and various things that we use in our day to day life, the air we breathe, even our body etc., are examples of matter.

What is matter?

Anything in this world that occupies space and has mass is considered as matter.

1.1 States of matter

In previous classes, you had learnt that water can exist as a solid (ice), a liquid or as a gas (water vapour).We say that solid liquid and gas are three different states of matter. Water can be found in all these states.

- Is there any substance which can be found in three states like water?

Now look carefully at different objects around you. You can classify them, into one of the three states of matter.

For example, you can say that wood and coal are solids and petrol is a liquid.

Milk is also a liquid like petrol. But the properties of petrol and milk are quite different from each other.

- What are the properties that lead us to consider petrol or milk as liquids?

Let us do some activities to understand the properties of solids, liquids and gases.

1.2 Properties of solids, liquids and gases

Shape and volume

- Do solids have definite shape and fixed volume?

Take two solid objects, say a pen and a book, and put them in different containers. Do you find any change in their shape or volume?

You might have seen a wide range of solids in your surroundings.

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం
1

మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం

U5X5C5

విజ్ఞాన శాస్త్రంలో "పదార్థం" అనే పదానికి నిర్దిష్టమైన అర్థం ఉంది. ఈ భావనను ఇప్పుడు మనం అర్థం చేసుకోవడానికి ప్రయత్నం చేద్దాం.

మీరు లోహాలు-అలోహాలు; సహజ దారాలు-కృత్రిమ దారాలు, ఆమ్లాలు- క్షారాలు మొదలైన వాటి గురించి గత తరగతులలో తెలుసుకొన్నారు. ఇవన్నీ పదార్థాలకు ఉదాహరణలు. మన చుట్టూ వివిధ ఆకారాలు, పరిమాణాలు, అమరికలు కలిగియున్న వస్తువులన్నీ కూడా పదార్థాలకు ఉదాహరణలు.

మనం తాగే నీరు, తినే ఆహారం అలాగే ధరించే బట్టలు మరియు మన రోజువారి కార్యక్రమాలలో ఉపయోగించే వివిధ వస్తువులు, మనం పీల్చే గాలి, చివరకు మన శరీరం అన్నీ పదార్థాలకు ఉదాహరణలు.

పదార్థం అంటే ఏమిటి?

సాధారణంగా కొంత ద్రవ్యరాశి కలిగి ఉండి స్థలాన్ని ఆక్రమించే దేనినైనా పదార్థంగా చెప్పవచ్చు.

1.1 పదార్థ స్థితులు (States of matter)

నీరు ఘన (మంచు), ద్రవ, వాయు (నీటి ఆవిరి) స్థితులలో ఉంటుందని మీరు గత తరగతులలో నేర్చుకున్నారు. ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులను పదార్థం యొక్క మూడు విభిన్న స్థితులని చెబుతాం. ఈ మూడు స్థితులలో నీరు లభిస్తుంది.

- నీటి వలె ఈ మూడు స్థితులలో లభించే పదార్థాలేమైనా ఉన్నాయా?

మీ చుట్టూ ఉన్న వివిధ రకాల వస్తువులను జాగ్రత్తగా పరిశీలించండి. వీటన్నింటిని సులువుగా పదార్థపు మూడు స్థితులలో ఏదో ఒకదానిగా వర్గీకరించవచ్చు.

ఉదాహరణకు కర్ర, బొగ్గులు ఘన స్థితిలో ఉంటే, పెట్రోల్ ద్రవస్థితిలో ఉంటుంది.

పాలు కూడా పెట్రోల్ లాగానే ద్రవమైనప్పటికీ. పెట్రోల్, పాల ధర్మాలు పరస్పరం భిన్నంగా ఉంటాయి.

- పెట్రోల్, పాలను ఏ ధర్మాల ఆధారంగా ద్రవాలుగా పరిగణిస్తాం?

ఘన, ద్రవ, వాయువుల ధర్మాలను అర్థం చేసుకోవడానికి ఇప్పుడు మనం కొన్ని కృత్యాలు చేద్దాం.

1.2 ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాల ధర్మాలు

ఆకారం మరియు ఘనపరిమాణం

- ఘన పదార్థాలకు నిర్దిష్టమైన ఆకారం, ఘనపరిమాణం ఉంటుందా?

ఒక పెన్ను, పుస్తకం వంటి రెండు వస్తువులు తీసుకొని వాటిని వివిధ పాత్రలలో పెట్టినపుడు వాటి ఆకారాలలో గాని, ఘనపరిమాణాలలో గాని ఏమైనా మార్పులను మీరు గమనించారా?

మీరు మీ పరిసరాలలో ఎన్నో రకాల ఘన పదార్థాలను చూసి ఉంటారు.

SCERT, TELANGANA

Imagine dropping a book or a pen on the floor. It does not flow like liquids but remains rigid with a definite shape, distinct boundaries and a fixed volume. This shows that solids have a definite shape and a fixed volume.

Activity-1

Identifying the shape and volume of liquids

For doing this activity, we need a measuring jar (cylinder) and containers of different shapes as shown in fig.--1.

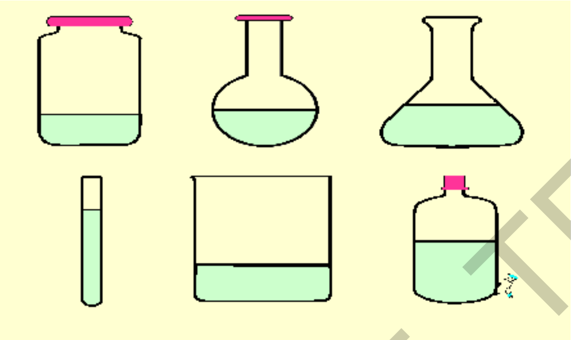


Fig -1: Different shaped containers having liquid of same volume

Note: It is not compulsory to collect same containers as shown in fig.- 1. You can collect the containers of different shapes available to you. We also need some liquids like water oil and milk.

Take some water in one of the containers using the measuring jar. Examine the shape of water in the container. Pour the same water in another container and have a look at the shape, again. Repeat the process till you complete pouring of water in all containers.

- What is the shape of the water in different containers?
- Is the shape of water same or different in all the above cases?
- What shape does water take if it spills on the floor?

Take 50ml of water with the measuring jar and pour it in a tumbler. Mark the level of water on the tumbler and remove water from it. Now measure 50 ml of the milk with the measuring jar and pour it in the same tumbler. Mark the level of the milk on it.

- Are the levels of water and milk same?

Remove the milk from the tumbler. Now pour oil into it up to the level marked for water.

- Can you guess the volume of oil?

This activity may seem very simple but we observe two important properties of liquids from this activity.

1) The shape of the liquid depends on the shape of the container.
2) Though liquid takes different shapes depending on the shape of the container its volume remains same.

Liquids can flow easily. Hence, they are also called **"fluids"**.

Look into in a dictionary of science to get the meaning of fluid.

You may find that gases have no fixed shape like liquids. Gases also flow like liquids. Hence both gases and liquids are called fluids. Then what are the differences between liquids and gases?

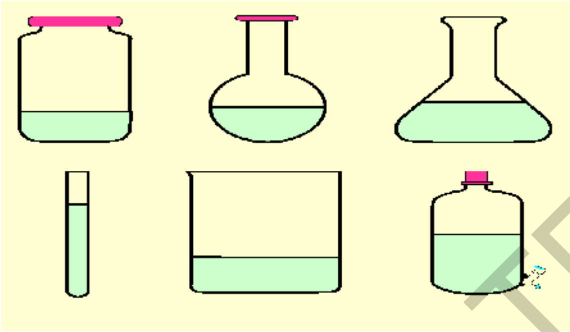
SCERT, TELANGANA

పెన్ను, పుస్తకం వంటి వస్తువులను నేలపై జార విడిచామనుకోండి. అవి ద్రవాల వలె ప్రవహించవు, కాని వాటి ఆకారం, ఘనపరిమాణం స్థిరంగా ఉంటాయి. దీనిని బట్టి ఘన పదార్థాలు నిర్దిష్టమైన ఆకారాన్ని, ఘనపరిమాణాన్ని కలిగి ఉంటాయని చెప్పవచ్చు.

కృత్యం - 1

ద్రవాల ఆకార, ఘనపరిమాణాలను గుర్తించడం

ఈ కృత్యం నిర్వహించడానికి ఒక స్థూపాకార కొలజాడి మరియు పటం-1 లో చూపిన విధంగా వివిధ ఆకారాలు కలిగిన పాత్రలు కావాలి.



పటం-1: వివిధ ఆకారం గల పాత్రలలో ఒకే ఘనపరిమాణం గల ద్రవం

గమనిక : పటం-1లో చూపిన ఆకారాలున్న పాత్రలనే తీసుకోవాల్సిన అవసరం లేదు. మీకు అందుబాటులో ఉన్న వివిధ ఆకారాలు గల ఏ పాత్రలనైనా తీసుకోవచ్చు. నీరు, పాలు మరియు నూనె వంటి ద్రవాలను కూడా తీసుకోవాలి.

మీరు సేకరించిన ఏదో ఒక పాత్రలోకి కొంత నీటిని కొలజాడి సహాయంతో తీసుకోండి. ఆ నీటి ఆకారాన్ని పరిశీలించండి. అదే నీటిని మరొక పాత్రలో పోయండి. అప్పుడు నీటి ఆకారంలో వచ్చిన మార్పును గమనించండి. ఇదేవిధంగా ఆ నీటిని మిగిలిన అన్ని పాత్రలలోనికి మారుస్తూ నీటి ఆకారాల్లో వచ్చే మార్పులను పరిశీలించండి.

- వివిధ పాత్రలలో నీటి ఆకారం ఎలా ఉంది?
- పై అన్ని సందర్భాలలో దాని ఆకారం ఒకేవిధంగా ఉందా?
- నీటిని నేలపై పోస్తే ఏ ఆకారంలోకి మారుతుంది?

కొలజాడీ సహాయంతో 50 మి.లీ.ల నీటిని ఒక గాజు గ్లాసులో పోయండి. గ్లాసుపై నీటి మట్టాన్ని గుర్తించి ఆ నీటిని తొలగించండి. ఇప్పుడు కొలజాడితో 50 మి.లీ.ల పాలను కొలిచి అదే గ్లాసులో పోయండి. పాలమట్టాన్ని గ్లాసుపై గుర్తించండి.

- గ్లాసులో నీరు, పాలు ఒకే ఎత్తులో ఉన్నాయా?

ఇప్పుడు గ్లాసులోని పాలను తొలగించి నీటిమట్టం గుర్తించిన ఎత్తు వరకు నూనెను నింపండి.

- నూనె ఘనపరిమాణం ఎంతుంటుందో ఊహించ గలరా?

ఈ ప్రయోగం సరళంగా కనిపించినప్పటికీ ద్రవాలకు సంబంధించిన రెండు ముఖ్యమైన ధర్మాలను ఈ కృత్యం ద్వారా మనం తెలుసుకొంటాం. అవి

1. ద్రవాల యొక్క ఆకారాలు వాటిని కల్గిఉన్న పాత్రల ఆకారాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి.
2. ద్రవాలను వివిధ ఆకారాలు గల పాత్రలలోనికి మార్చినపుడు అవి వేర్వేరు ఆకారాలను పొందినప్పటికి వాటి ఘనపరిమాణంలో ఎలాంటి మార్పు ఉండదు.

ద్రవాలు సులభంగా ప్రవహిస్తాయి. అందువల్ల వీటిని 'ప్రవాహులు' (fluids) అంటాం.

విజ్ఞాన శాస్త్ర పదకోశంలో 'ప్రవాహి' అర్థాన్ని పరిశీలించండి.

వాయువులకు, ద్రవాలకువలె స్థిరమైన ఆకారం ఉండదని మీరు గమనించవచ్చు. వాయువులు ద్రవాల వలె ప్రవహిస్తాయి. అందుకని వాయువులు, ద్రవాలు రెండింటినీ "ప్రవాహాలు" అంటారు. అయితే మరి ద్రవాలకు, వాయువులకు గల భేదమేమి?

SCERT, TELANGANA

Activity-2

Do the gases have a definite shape and a fixed volume ?

You might have heard about CNG (Compressed Natural Gas). Go to a CNG pump and ask them where they store CNG. Also see where CNG is stored in a CNG run vehicle. Lastly see how CNG from the pump is transferred to vehicles.

- Does CNG have a fixed volume?
- Does CNG have a definite shape?

Fig - 2: CNG cylinder in a Car

From the observations in the above activity and with our daily life experiences, we can find that CNG and all other gases neither have a fixed shape nor fixed volume.

Fig - 3: CNG filling station

Fig - 4: CNG tank at fuel filling station

1.3 Compressibility

Activity-3

Observing the compressibility of different materials

Take a 50ml syringe. Draw the piston to suck in air. Place your finger on the nozzle and press. Observe depth of piston moved into syringe. Is it easy or hard to press?

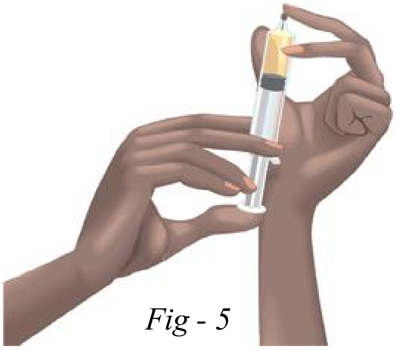


Fig - 5

- Do you find any change in the volume of air in the syringe?

Now fill water in the syringe and press the piston.

- When is it easier to press the syringe with water or air?

Now take a piece of wood and press it with your thumb.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం - 2

వాయువులకు నిర్దిష్ట ఆకారం, ఘనపరిమాణం ఉంటాయా ?

సంపీడిత సహజ వాయువు (CNG) గురించి మీరు వినే ఉంటారు. CNG అనగా Compressed Natural Gas. దీని గురించి తెలుసుకోవడానికి సమీపంలో ఉన్న CNG ఫిల్లింగ్ స్టేషన్ (బంక్)కు వెళ్ళండి. అక్కడ CNG ని ఎలా నిల్వ చేస్తారో అడిగి తెలుసుకోండి. అలాగే CNG ని వినియోగించే వాహనాలలో దానిని ఎక్కడ నిల్వ చేస్తారో పరిశీలించండి. చివరగా CNG పంపు నుండి వాహనంలోకి దానిని ఎలా బదిలీ చేస్తారో పరిశీలించండి.

- CNG కి నిర్దిష్టమైన ఘనపరిమాణం ఉంటుందా?
- CNG కి నిర్దిష్టమైన ఆకారం ఉంటుందా?

పటం-2: కార్‌లో CNG సిలిండర్

పై కృత్యంలోని పరిశీలనలు, వాయువులకు సంబంధించి నిత్యజీవితంలో మీకు గల అనుభవాల ఆధారంగా CNG మరియు ఇతర అన్ని వాయువులు నిర్దిష్టమైన ఘనపరిమాణాన్ని కాని, ఆకారాన్ని కాని కల్గిఉండవని భావించాలి.

పటం-3 : CNG ఫిల్లింగ్ స్టేషన్

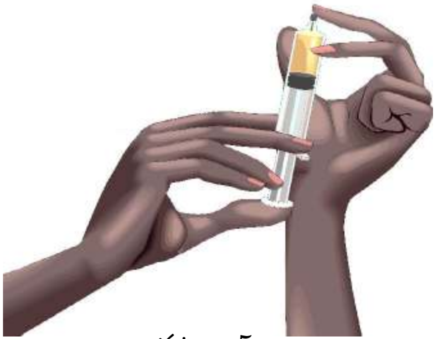
పటం-4: బంక్ వద్ద CNG ట్యాంకర్

1.3 సంపీడ్యత (Compressibility)

కృత్యం - 3

వివిధ పదార్థాల సంపీడ్యతా ధర్మాన్ని పరిశీలించడం

50 మి.లీ.ల ఒక సిరంజిని తీసుకోండి. సిరంజిలోకి గాలి వెళ్ళేలా పిస్టన్‌ను వెనుకకు లాగండి. నాజిల్ నుండి గాలి బయటకు రాకుండా మీ వేలును అడ్డుగా ఉంచి పిస్టన్‌ను ముందుకు వత్తండి. సిరంజిలోనికి ఎంత దూరం పిస్టన్ నెట్టబడిందో గమనించండి. పిస్టన్‌ను సిరంజిలోకి వత్తినపుడు అది సులువుగా వెళ్లిందా? కష్టంగా వెళ్లిందా?



పటం-5

- సిరంజిలో గల గాలి ఘనపరిమాణంలో ఏమైనా మార్పును గుర్తించారా?
  సిరంజిని నీటితో నింపి ఇదే కృత్యాన్ని తిరిగి చేయండి.
- సిరంజి పిస్టన్‌ను నొక్కడం ఎప్పుడు సులువుగా ఉంది? అందులో నీరు ఉన్నప్పుడా? గాలి ఉన్నప్పుడా?

ఇపుడు ఒక కర్రముక్కను తీసుకొని దానిని బొటనవేలితో నొక్కండి.

SCERT, TELANGANA

- What do you observe when you press the wood?
- Is there any change in its volume?

From the above observations, you find that gases are highly compressible as compared to liquids and solids.

In our houses liquefied petroleum gas (LPG) is used for cooking. Now a days CNG is used in many auotmobiles. For all these purposes, large volume of gas is compressed into cylinders of small volume to make it portable.

Think and discuss

- Let us stretch a rubber band. Is there a change in its shape?
- Is rubber band solid or liquid? Why?

(What will happen if the stretching is stopped ? What will happen if the stretching is too much?)

Take some finely powdered salt (not crystals) and keep it in two different jars.

- Which shape does the powdered salt take?
- Can you say that salt is a liquid on the basis of change in its shape? Justify your answer.
- Take a sponge. Observe its shape.

  Can you compress it? Is it a soild? Why?

  Think. Is anything coming out from the sponge when it is compressed.
- Why can't you able to compress a wooden block?

1.4 Diffusion

Activity-4

Observing the diffusion of gases

Ask your friend to hold an unlit incense stick and stand in one corner of the room. Then you go and stand in the other corner.

- Can you smell anything?

Now ask your friend to light the incense stick.

- Can you smell anything now?

When your friend lights the incense stick, the scent in the vapour form and smoke mixes with air and moves across the room and reach our nose.

In this case, smoke, vapour of scent and air are gases and are highly mobile. This type of motion is called diffusion.

If you spray a perfume or deodorant in one corner of the room, it spreads soon to all directions.

- Does the smell from burning incense stick and deodorant spray reach someone on the other end at the same time?

Activity-5

Observing the diffusion of liquids

Take 250 ml round bottomed flask with $\frac{2}{3}$ water in it. Use a dropper and put a few drops of blue or red ink or Potassium permanganate ($KMnO_4$) solution slowly along the side of flask.

SCERT TELANGANA

- కర్రముక్కను నొక్కినప్పుడు ఏం గమనించారు?
- దానిఘనపరిమాణంలో ఏమైనా మార్పు వచ్చిందా?

పై పరిశీలనల ద్వారా ద్రవ, ఘన పదార్థాలతో పోల్చినపుడు వాయు పదార్థాలు అధిక సంపీడ్యతను కలిగి ఉంటాయని తెలుస్తుంది.

ఇళ్లలో వంట అవసరాలకు LPG (Liquefied petroleum gas ద్రవీకృత పెట్రోలియం వాయువు) ని వినియోగిస్తాం. ఇటీవల కాలంలో CNG ని మోటారు వాహనాలలో వాడుతున్నాం. ఇలాంటి అవసరాలకై ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న వాయువును సంపీడ్యం చెందించి తక్కువ పరిమాణం గల సిలిండర్లలో నింపడం ద్వారా వాటిని సులభంగా తీసుకెళ్ళగలుగుతున్నాం.

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- రబ్బర్‌బాండ్‌ను లాగండి, దాని ఆకారం మారిందా?
- రబ్బర్‌బాండ్ ఘనపదార్థమా లేక ద్రవపదార్థమా? ఎందుకు? (లాగడం ఆపినపుడు ఏం జరుగుతుంది? అలాగే ఎక్కువగా లాగినపుడు ఏం జరుగుతుంది?)

సన్నని పొడిగా ఉన్న ఉప్పును కొంత పరిమాణంలో తీసుకొని రెండు వేర్వేరు గాజుగ్లాసులలో వేయండి.

- ఉప్పు ఏ ఆకారాన్ని పొందింది?
- దాని ఆకారంలో వచ్చిన మార్పు కారణంగా ఉప్పు ద్రవస్థితిలో ఉందని చెప్పగలమా? మీ సమాధానాన్ని సరైన కారణంతో సమర్థించండి.

ఒక స్పాంజ్ ముక్కను తీసుకొని దాని ఆకారాన్ని పరిశీలించండి.

- స్పాంజ్‌ను మీరు అదమగలరా? ఇది ఘన పదార్థమేనా? ఎందుకు?

(స్పాంజ్‌ను అదిమినపుడు దాని నుండి ఏదైనా పదార్థం బయటకు వస్తుందా ? ఆలోచించండి)

- మనం కర్రముక్కను ఎందుకు అదమలేం?

1.4 వ్యాపనం (Diffusion)

కృత్యం - 4

వాయువుల వ్యాపనాన్ని పరిశీలించుట

మీ స్నేహితుడిని ఒక అగర్‌బత్తి పట్టుకొని గదిలోని ఒక మూల నిలుచోమని చెప్పండి. మీరు గదిలో ఇంకో మూలకు నిలబడండి.

- మీరు గదిలో అప్పటి వరకు ఉన్న వాసనలో ఏదైనా మార్పును గమనించారా ?

ఇప్పుడు అగర్‌బత్తిని వెలిగించమని మీ స్నేహితునికి చెప్పండి.

- ఇపుడు మీరు గదిలో ఉన్న వాసనలో ఏదైనా మార్పును గుర్తించారా ?

అగర్‌బత్తి వెలిగించగానే దానిలోని సుగంధద్రవ్యం ఆవిరిగా మారి అగరుబత్తి పొగతో పాటు గాలిలో కలిసి గది అన్నివైపులా వ్యాపించి మన ముక్కును చేరుతుంది.

ఈ రకమైన చలనాన్ని **వ్యాపనం** అంటాం. పొగ, గాలి వాయుస్థితిలో ఉన్నాయి. ఇవి త్వరత్వరగా వ్యాపించి సువాసనను కలిగించాయి.

మీరు గదిలో ఒక మూల అత్తరు వంటి సువాసనలు ఇచ్చే వాయువును వెదజల్లినపుడు దాని వాసన కొద్దిసేపటిలోనే గది అంతట వ్యాపిస్తుంది.

- అగర్‌బత్తి, అత్తరు వాసనలు ఒకే సమయంలో ఒక మూల నుండి మరొక మూలకు చేరతాయా?

కృత్యం - 5

ద్రవాల వ్యాపనాన్ని పరిశీలించుట

250 మి.లీ. గోళాకార గాజు కుప్పెను తీసుకొని దానిలో $\frac{2}{3}$ నీరు నింపండి. డ్రాపర్ సహాయంతో రెండు లేదా మూడు చుక్కల నీలం లేదా ఎరుపు సిరాను లేదా పొటాషియం పర్మాంగనేట్ ($KMnO_4$) ద్రావణాన్ని బీకరు గోడల వెంట నెమ్మదిగా నీటిలో వేయండి.

SCERT TELANGANA

Fig - 6: Diffusion of potassium permanganate in water

- What do you observe after adding the drop of ink or Potassium permanganate?
- You can observe that liquids also diffuse into each other like gases
- How much time does it take the colour to spread evenly throughout water?
- What do you conclude from this activity?

Activity-6

Observing the diffusion of solid particles into liquids

Take a beaker full of water and add a few crystals of potassium permanganate to it and observe the changes.

Repeat the experiment with crystals of copper sulphate.

- Do you observe diffusion?
- Is it faster or slower than that observed in the activities 4 and 5?

From activities 4, 5, and 6 it is clear that solids and liquids diffuse into liquids and gases diffuse in to gases. Diffusion is the movement of a liquid or gas from an area of higher concentration to an area of lower consentration. The particles will rise until they are evenly distributed.

Certain gases from atmosphere particularly oxygen and carbon dioxide, diffuse and dissolve in water and support the survival of aquatic animals and plants,

Diffusion therefore is a very important process for living things.

During respiration oxygen diffuses from lungs into blood. Carbon dioxide diffuses from blood into lungs.

Solids, liquids and gases diffuse into liquids and rate of diffusion of gases is higher than that of liquids or solids. Do all gases have same speed of diffusion.

Diffusion of gases

Lab Activity

Aim: To observe the speed of diffusion of two gases.

Material required: Long glass tube with scale, liquid Ammonia, Hydrochloric acid, pieces of cotton, two rubber corks and pair of tongs.

Fig - 7

Note: Teacher should take care of handling hydrochloric acid and prevent the children from touching the acid.

Procedure: Take a one meter long narrow glass tube.

Take two pieces of cotton. Soak one in hydrochloric acid solution and another in ammonia solution. Insert them separately at the two ends of the tube with the help of tongs at the same time as shown in fig-7 and close the ends of the glass tube with rubber cork and observe.

SCERT, TELANGANA

పటం-6 : నీటిలో పోటాషియం పర్మాంగనేట్ వ్యాపనం

- సిరా లేదా పొటాషియం పర్మాంగనేట్ బిందువులను నీటిలో వేస్తే ఏం జరిగింది?
- వాయువులలో వ్యాపనం జరిగినట్లుగానే ద్రవాలలోనూ వ్యాపనం జరుగుతుందని మీరు గుర్తించవచ్చు.
- బీకరులోని మొత్తం నీటిలో రంగు కలవడానికి ఎంత సమయం పడుతుంది?
- ఈ కృత్యం ద్వారా మీరేం చెప్పగల్గుతారు?

కృత్యం - 6

ద్రవాలలో ఘనపదార్థ కణాల వ్యాపనం పరిశీలించుట

ఒక బీకరును తీసుకొని దానిని పూర్తిగా నీటితో నింపండి. అందులో కొద్దిగా పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్ఫటికాలను కలిపి మార్పులను గమనించండి.

ఇదే ప్రయోగాన్ని కాపర్‌సల్ఫేట్ స్ఫటికాలతో చేయండి.

- వ్యాపనం జరిగింది అది గమనించారా?
- ఈ వ్యాపనం మిగతా రెండు 4, 5 కృత్యాలతో పోల్చితే వేగంగా జరిగిందా? లేక నెమ్మదిగా జరిగిందా?

4, 5 మరియు 6 కృత్యాల ద్వారా ఘన, ద్రవ పదార్థాలు ద్రవాలలో వ్యాపనం చెందుతాయని, అలాగే వాయువులు వాయువులలో వ్యాపనం చెందుతాయని తెలుసుకోవచ్చు. ద్రవపదార్థం లేదా వాయుపదార్థం అధిక గాఢతగల ప్రదేశం నుండి అల్పగాఢతగల ప్రదేశానికి చేరడాన్ని వ్యాపనం అంటారు. కణాలు సమంగా విస్తరించేంత వరకు ఈ ప్రక్రియ జరుగుతుంది.

వాతావరణంలోని ఆక్సిజన్, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ వంటి వాయువులు భూమిపై ప్రాణులు, మొక్కలకే కాకుండా నీటిలో జీవించే మొక్కలు, జంతువుల మనుగడకు కూడా అత్యవసరం. ఈ వాయువులు నీటిలో వ్యాపనం చెందడం, కరగడం వల్ల ఇది సాధ్యమవుతుంది.

వ్యాపనం అనేది జీవుల మనుగడకు ఒక ముఖ్యమైన మరియు అవసరమైన ప్రక్రియ.

శ్వాసక్రియలో ఆక్సిజన్ ఊపిరితిత్తుల నుండి రక్తంలోకి వ్యాపనం చెందుతుంది. అలాగే కార్బన్‌డైఆక్సైడ్ రక్తం నుండి ఊపిరితిత్తులకు వ్యాపనం చెందుతుంది.

ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాలన్నీ ద్రవాలలో వ్యాపనం చెందుతాయి. వాయువుల వ్యాపన రేటు ద్రవాల లేదా ఘనాల వ్యాపన రేటు కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది. అన్ని వాయువుల వ్యాపనవేగం ఒకే రకంగా ఉంటుందా?

వాయువుల వ్యాపన వేగం

ప్రయోగశాల కృత్యం

లక్ష్యం: రెండు వాయువుల వ్యాపన వేగం పరిశీలించుట.

కావలసిన పదార్థాలు: గుర్తించబడిన స్కేలు గల పొడవాటి గాజుగొట్టం, అమ్మోనియా ద్రావణం, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, దూది, రెండు రబ్బరు బిరడాలు, రెండు టాంగ్స్.

HCl | పటం-7 | NH_3

గమనిక: హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం ఉపయోగించే సందర్భంలో పిల్లలు జాగ్రత్తగా ఉండేలా ఉపాధ్యాయుడు చూడాలి.

విధానం: 1 మీటరు పొడవైన సన్నని గాజు గొట్టం తీసుకోండి.

రెండు దూది వుండలు తీసుకొని టాంగ్స్ సహాయంతో ఒక దానిని అమ్మోనియా ద్రావణంలో, రెండవ దానిని హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంలో ముంచండి. వాటిని ఒకేసారి గాజుగొట్టం రెండు చివర్లలో ఉంచి పటం 7లో చూపిన విధంగా బిరడాలతో రెండు చివరలను మూయండి. గాజుగొట్టం లోపల ఏం జరుగుతుందో పరిశీలించండి.

SCERT, TELANGANA

The hydrochloric acid gives off hydrogen chloride gas and ammonia solution gives off ammonia gas. Both gases react together to form a white fumes of ammonium chloride. Observe the white ring in the tube due to formation of ammonium chloride.

Explain

- How did the two gases travel along the tube?
- Which gas travelled faster?

Do this

So far you have studied some properties that can be used to distinguish between solids, liquids and gases. Fill the following table based on your knowledge.

Property	Solid	Liquid	Gas
Shape	fixed		
Volume		fixed	
Compressibilty			
Diffusion			

1.5 Can matter change its state?

We started our discussion by recalling that water exists in three states. You must have seen many other materials that can exist in different states.

For example, coconut oil is usually liquid. But on cooling (winter season) it becomes solid.

Camphor is a solid but if we leave it in the open air for some time it directly changes to gas. You may have seen moth balls (naphthalene) being placed in clothes. The smell remains for some time even after the balls disappear. This is because the moth balls have changed from solid state to gaseous state.

Subtances absorb heat and change from solid state to liquid state, liquid state to gaseous state. But there are some substances that change directly from solid state to gaseous state and vice versa without passing through the liquid state. We have read about **sublimation** which is one such change.

Solids, liquids and gases are states of matter but you need to think about, why are the properties of same matter different in different states?

- When does water change into ice and then into vapour?
- Why do gases diffuse faster than solids or liquids?

Scientists have tried to explain these facts by examining the physical nature of matter.

What is matter made up of ?

All matter is made of very tiny particles. This looks as a simple statement but it is very difficult to explain and understand about matter.

For this we need more details about the particles and their arrangement inside various forms of matter.

Activity - 7

How small are the particles of matter?

Take a beaker with water and add 1 or 2 crystals of potassium permanganate and dissolve them in water.

- What colour do you observe ?

Now take out approximately 10ml of this solution and add it to 90ml of clear water in another beaker.

- What does happen to the colour of water in second beaker ?

SCERT, TELANGANA

హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, అమ్మోనియా ద్రావణాల నుండి వెలువడిన ఆవిరులు పరస్పరం చర్య జరుపుకొని అమ్మోనియం క్లోరైడ్ ఏర్పరుస్తాయి. తెల్లని పొగవలె అమ్మోనియం క్లోరైడ్ వలయం గొట్టంలో ఎక్కడ ఏర్పడిందో పరిశీలించండి.

కింది వాటిని వివరించండి

- రెండు వాయువులు గొట్టం గుండా ఏ విధంగా వ్యాపనం చెందాయి?
- ఏ వాయువు వేగంగా వ్యాపనం చెందింది?

ఇది చేయండి

ఘన, ద్రవ, వాయు, పదార్థాలను గుర్తించే వివిధ ధర్మాలను గురించి తెలుసుకున్నారు కదా! వాటిని ఆధారం చేసుకొని కింది పట్టిక పూరించండి.

ధర్మం	ఘనం	ద్రవం	వాయువు
ఆకారం	నిర్దిష్టం		
ఘనపరిమాణం		నిర్దిష్టం	
సంపీడ్యత			
వ్యాపనం			

1.5 పదార్థాల స్థితి మారుతుందా?

నీరు మూడు స్థితులలో ఉంటుందని మనకు తెలుసు. ఇలాగే వివిధ స్థితులలో ఉండే పదార్థాలను మీరు ఎన్నో చూసి ఉంటారు.

ఉదాహరణకు కొబ్బరి నూనె సాధారణంగా ద్రవస్థితిలో ఉంటుంది. అయితే శీతలీకరణ వల్ల (చలికాలంలో) అది ఘన స్థితిలోకి మారుతుంది.

కర్పూరం ఘన స్థితిలో ఉంటుంది. అయితే దానికి గాలి తగిలేవిధంగా ఉంచినపుడు నేరుగా అది వాయువుగా మారుతుంది. బట్టల మధ్యలో ఉంచే నాఫ్తలీన్ బిళ్లలను చూసే ఉంటారు. అవి కనబడక పోయినా వాటి వాసన అట్లాగే ఉంటుంది. ఘన స్థితిలోని నాఫ్తలీన్ గోళీలు నేరుగా వాయుస్థితిలోకి మారడం వల్ల ఇలా జరుగుతుంది.

పదార్థాలు ఉష్ణాన్ని గ్రహించి ఘన స్థితి నుండి ద్రవ స్థితికి, ద్రవ స్థితి నుండి వాయుస్థితికి మారతాయి. అయితే కొన్ని పదార్థాలు ఘన స్థితి నుండి నేరుగా వాయుస్థితికి, అదేవిధంగా తిరిగి వాయుస్థితి నుండి ఘన స్థితికి మధ్యలో ద్రవస్థితికి చేరకుండానే మారతాయి. ఇలా మారడాన్ని **'ఉత్పతనం'** అంటామని మనకు ఇదివరకే తెలుసు కదా!

ఒక పదార్థం ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో ఏ స్థితిలోనైనా ఉండొచ్చు. అయితే ఒకే పదార్థం వేర్వేరు స్థితులలో మారినప్పుడు దాని ధర్మాలలో మార్పు ఎందుకు వస్తుంది?

- నీరు ఎప్పుడు మంచుగా మారుతుంది? ఎప్పుడు బాష్పంగా మారుతుంది?
- ఘన, ద్రవ పదార్థాల కన్నా వాయువులు ఎందుకు వేగంగా వ్యాపనం చెందుతాయి?

శాస్త్రవేత్తలు పదార్థాల భౌతిక ధర్మాలను పరిశీలించడం ద్వారా వీటిని వివరించే ప్రయత్నం చేశారు.

పదార్థం దేనితో ఏర్పడింది?

అన్ని రకాల పదార్థాలు చిన్న చిన్న కణాలతో ఏర్పడినవే. ఇలా చెప్పడం చాలా సులువుగా అనిపించవచ్చు. కానీ పదార్థం గురించి వివరించడం, అర్థం చేసుకోవడం కష్టమైన పని.

దీనికోసం మనం కణాలకు సంబంధించిన మరిన్ని వివరాలతో పాటు వివిధ స్థితులలో ఉండే పదార్థంలో వాటి అమరిక గురించి కూడా తెలుసుకోవాల్సిన అవసరం ఉంది.

కృత్యం - 7

పదార్థంలో ఉండే కణాలు ఎంత చిన్నవి?

బీకరులో నీరు తీసుకొని, దానిపై నీటి మట్టాన్ని గుర్తించండి. దానికి 1 లేక 2 పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్ఫటికాలను కలపండి.

- నీటి రంగు ఎలా ఉంది?

ఇప్పుడు ఆ ద్రావణం నుండి సుమారు 10 మి.లీ. తీసుకొని, వేరొక బీకరులో గల 90 మి.లీ. నీటికి కలపండి.

- రెండవ బీకరులోని ద్రావణపు రంగులో ఏమైనా మార్పు ఉందా?

SCERT, TELANGANA

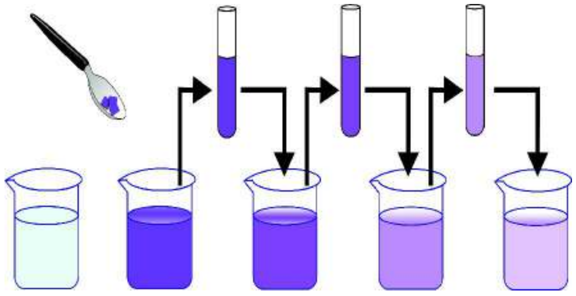


Fig - 8

Again take out 10ml of this solution and add to another 90ml of clear water. Carryout this process 4, 5 times as shown in fig.- 8 and observe changes in intensity of colour of the solution.

- Is the water in the last beaker still coloured?
- How is it possible for two small crystals of potassium permanganate to colour a large volume of water?
- What do you understand from this activity?

Repeat the activity by taking a few crystals of copper sulphate instead of potassium permanganate. Observe the change of color of water in beaker.

Several interesting conclusions can be drawn from the above activity.

We can conclude that there must be several tiny particles in just one crystal of potassium permanganate, which are uniformly distributed in water to change its colour.

Similarly a few crystals of copper sulphate too has several tiny particles which are distributed in large quantity of water to give colour. So both solid and liquids (including water) are made up of tiny particles.

- How do the particles of the solid distribute in the liquid?

Let us find

Activity - 8

There exists space between particles

Take a graduated beaker and fill it with some water and mark the water level. Add some salt and stir it thoroughly with a glass rod. Observe if there is any change in water level. Add some more salt and stir it again. Observe the change in the level of water.

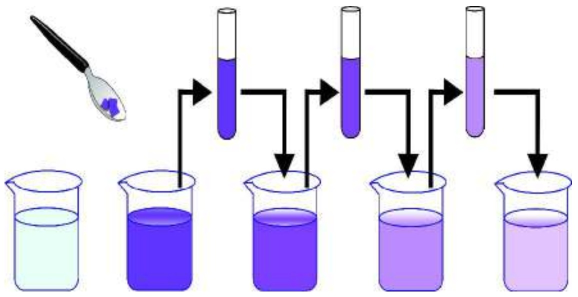
Fig - 9

- Does the level of water change?
- Where did the salt go?
- Can you see it in the water?

From the activities 7 & 8 we can conclude that liquid particles in a liquid have some space between them and the solid particles enter in to the space between the liquid particles on dissolving solid in liquid.

Recall the incense stick activity. Do you agree that gas is also made up of tiny particles and they have large space between them comparatively liquids and solids.

SCERT, TELANGANA



పటం–8

తిరిగి రెండవ బీకరు నుండి 10 మి.లీ. ద్రావణాన్ని తీసుకొని దానిని 90 మి.లీ. నీటికి కలపండి. ఇలా 4, 5 సార్లు పటం–8లో చూపిన విధంగా ద్రావణాన్ని వేర్వేరు బీకర్లలోనికి మారుస్తూ ద్రావణపు రంగులో వచ్చిన మార్పును గమనించండి.

- చివరి బీకరులో నీటికి ఇంకా రంగు ఉందా?
- రెండు చిన్న పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్ఫటికాలు ఇంత పరిమాణంలో గల నీటి రంగును ఎలా మార్చగలిగాయి?
- ఈ కృత్యం ద్వారా ఏం అర్థం చేసుకున్నారు?

ఇదే కృత్యాన్ని పొటాషియం పర్మాంగనేట్‌కు బదులుగా కాపర్ సల్ఫేటు స్ఫటికాలు తీసుకొని తిరిగి నిర్వహించండి. బీకరులోని నీటి రంగులో వచ్చే మార్పును పరిశీలించండి.

పై కృత్యాల నుండి కొన్ని ఆసక్తికర అంశాలు గమనించవచ్చు.

ఒక చిన్న పొటాషియం పర్మాంగనేట్ స్ఫటికంలో గల ఎన్నో చిన్న చిన్న కణాలు నీటిలో అంతటా విస్తరించడం వల్ల నీటికి రంగు వచ్చింది.

అదేవిధంగా కొన్ని కాపర్ సల్ఫేట్ స్ఫటికాలలోని ఎన్నో చిన్న చిన్న కణాలు నీటిలో అంతటా విస్తరించి దానికి రంగు వచ్చేలా చేస్తాయి. అనగా ఘన, ద్రవ పదార్థాలు చిన్న చిన్న కణాలతో ఏర్పడినట్లుగా తెలుస్తుంది.

- ఘన పదార్థపు కణాలు ద్రవాలలో ఏవిధంగా విస్తరిస్తాయి?

ఇపుడు తెలుసుకుందాం!

కృత్యం – 8

కణాల మధ్య స్థలం

ఒక బీకరులో కొంత నీటిని తీసుకొని దాని మట్టాన్ని గుర్తించండి. దానికి కొద్దిగా ఉప్పును కలిపి, అది కరిగే వరకు గాజు కడ్డీతో తిప్పండి. బీకరులోని నీటి మట్టంలో ఏదైనా మార్పు గమనించారా? తిరిగి మరికొంత ఉప్పును కలిపి చూడండి. ఇపుడు మళ్లీ నీటి మట్టాన్ని పరిశీలించండి.

పటం–9

- బీకరులోని నీటి మట్టంలో ఏమైనా మార్పు ఉందా?
- నీటికి కలిపిన ఉప్పు ఏమైంది?
- నీటిలో కరిగిన ఉప్పు మీకు కనిపిస్తుందా ?

కృత్యం 7, 8 లను పరిశీలించినపుడు ద్రవ పదార్థాలలోని కణాల మధ్య కొంత ఖాళీ స్థలం ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. ఘన పదార్థాలను ద్రవాలలో కరిగించినపుడు ఘన పదార్థాల కణాలు ద్రవాలలోని కణాల మధ్య గల ఈ ఖాళీ స్థలంలోకి చేరుతాయి.

అగరబత్తి కృత్యాన్ని గుర్తు చేసుకోండి. వాయుపదార్థం కూడా చిన్నచిన్న కణాలతో నిర్మితమై ఉంటుందని, ఘన, ద్రవ పదార్థాలతో పోలిస్తే ఆ కణాల మధ్య ఎక్కువ ఖాళీ స్థలం ఉంటుందని మీరు అంగీకరిస్తారా?

SCERT, TELANGANA

1.6 Particles of matter attract each other

Activity - 9

Observing the force of attraction between the particles of matter

Open a water tap and allow the water to reach the ground. Now try to stop the stream of water with your finger.

- Are you able to move your finger through the stream of water any where from the tap to ground?
- What is the reason behind the stream of water remaining together?

  Now try to move your finger through an iron nail, as in the stream of water.

  Are you able to do it? If yes, does it rejoin?

- Can you break a piece of chalk? Does it rejoin?

From the above observations we can say that particles of the matter have forces acting between them that keeps the particles together.

It is also clear that this force is not equally strong and different in different forms of matter.

1.7 How diffusion takes place?

We have already carried out several activities to explain diffusion of particles of solids, liquids and gases. Diffusion can be possible only when the particles of matter move continuously.

In the incense stick activity, the particles responsible for scent move and enter the space between the air particles. The scent particles quickly spread across the room.

Particles of solids, liquids and gases can diffuse into liquids and gases. Rate of diffusion of gases is higher than the liquids, while the rate of diffusion of liquids is higher than solids. There are two reasons for higher rate of diffusion of gases.

1. Speed of gas particles is very high.
2. The space between gas particles is very high.

Similarly the greater diffusion rate in liquids compared to solids is because particles in liquids move freely and have greater space between them when compared to particles of solids.

Observe the following diagram which shows the difference in arrangement of particles in solids, liquids and gases.

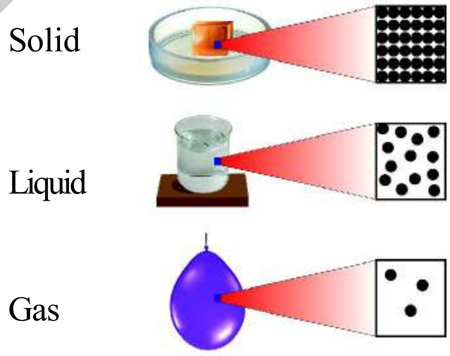


Fig - 10

In a gas the particles are not as close together as in a liquid. If a coloured gas is mixed with a colourless gas, the colour spreads evenly in it. This happens faster in gas than in a liquid, because of large gaps between the partcicles of gas. Fewer particles of gas obstruct in the way of spreading.

You can see the diffusion of bromine when it diffuses through air. Bromine is a

SCERT, TELANGANA

1.6 పదార్థంలోని కణాల మధ్య పరస్పర ఆకర్షణ

కృత్యం - 9

పదార్థంలోని కణాల మధ్య ఆకర్షణ బలాన్ని పరిశీలించుట.

కుళాయి (నల్లా) నుండి వచ్చే నీటి ధారను మధ్యలో మీ చేతి వేలితో విడగొట్టే ప్రయత్నం చేయండి.

- నీటి కుళాయి నుండి నేలమీద పడుతున్న నీటిధార పొడువునా ధారలోకి నీవు చేతిని అడ్డంగా పంపగలవా?
- నీటి ధార విడిపోకుండా నిరంతరంగా కలసి ఉండడానికి కారణమేమిటి?

ఇప్పుడు ఒక ఇనుప మేకు తీసుకొని దానిని విరిచే ప్రయత్నం చేయండి. విరవగలిగారా? ఒకవేళ మేకును విరువ గల్గితే తిరిగి కలుపగలమా?

- సుద్ద ముక్కను విరవగలరా? తిరిగి దానిని అతికించగలరా?

పై పరిశీలనల ద్వారా పదార్థపు కణాల మధ్య ఆకర్షణ బలం ఉంటుందని, ఆ బలం పదార్థ కణాలను కలిసి ఉండేలా చేస్తుందని చెప్పవచ్చు.

అయితే కణాల మధ్య ఉండే ఈ ఆకర్షణబలం పదార్థం యొక్క అన్ని స్థితులలో ఒకేలా ఉండదు.

1.7 వ్యాపనం ఎలా జరుగుతుంది?

ఘన, ద్రవ, వాయుపదార్థ కణాల మధ్య వ్యాపనం జరిగే తీరుపై కొన్ని కృత్యాలు మనం ఇది వరకే నిర్వహించాం. పదార్థపు కణాలు నిరంతరం కదులుతున్నప్పుడు మాత్రమే వ్యాపనం సాధ్యమవుతుంది.

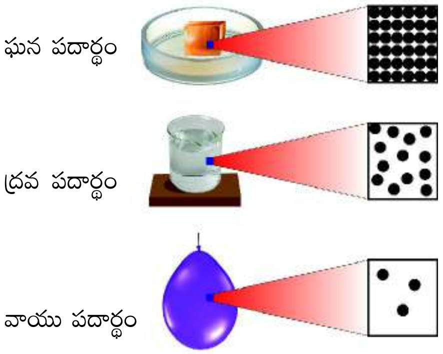
అగర్‌బత్తి కృత్యంలో, వాసనకు కారణమైన చిన్న చిన్న కణాలు గాలిలోని కణాల మధ్య గల స్థలాన్ని ఆక్రమించడం వలన గది అంతటా త్వరగా వ్యాపించాయి.

ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాలలోని కణాలు ద్రవాలలో, వాయువులలో వ్యాపనం చెందుతాయి. అయితే వాయువులలో కణాల వ్యాపన వేగం ద్రవాల కన్నా ఎక్కువ. అలాగే ద్రవ పదార్థాలలో వ్యాపన వేగం ఘనపదార్థాల కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది. వాయువులలో వ్యాపన వేగం అధికంగా ఉండడానికి రెండు కారణాలున్నాయి. అవి

1. వాయువులలో కణాల చలన వేగం అధికంగా ఉంటుంది.
2. కణాల మధ్య ఖాళీ స్థలం అధికంగా ఉంటుంది.

ఘన పదార్థాలతో పోల్చినపుడు ద్రవాల వ్యాపన వేగం ఎక్కువగా ఉండటానికి కారణం ఘన పదార్థాల కంటే ద్రవపదార్థాలలో కణాలు స్వేచ్ఛగా చలిస్తాయి. వాటి మధ్య స్థలం కూడా ఘన పదార్థాల కణాల మధ్య ఉండే స్థలం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది.

పటం10లో ఇవ్వబడిన ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాలలోని కణాల అమరికలో గల భేదాల్ని గమనించండి.



పటం-10

ద్రవాలలో మాదిరిగా వాయువులలో కణాలు దగ్గరగా ఉండవు. ఏదైనా రంగు గల ఒక వాయువును రంగులేని వాయువుతో కలిపినపుడు ఒకదానితో మరొకటి కలిసిపోయి రంగు ఆ వాయువంతటా వ్యాపిస్తుంది. వాయు కణాల మధ్య ఉండే అధిక స్థలం వల్ల వాయువులలో వ్యాపనం ద్రవాలలో కన్నా అధిక వేగంతో జరుగుతుంది. వ్యాపించే మార్గంలో వాయువు యొక్క కొన్ని కణాలు అడ్డుపడతాయి.

గాలిలో బ్రోమిన్ వాయువు వ్యాపనాన్ని మీరు పరిశీలించవచ్చు. బ్రోమిన్ గోధుమ వర్ణం కలిగిన

SCERT, TELANGANA

brownish coloured gas. Hence its diffusion in colourless air can be seen clearly. If we allow Bromine to diffuse in vaccum, it diffuses faster into vaccum, because there are no particles to obstruct in its way.

Key words

Matter, states of matter, solid, liquid, gas, particles, diffusion, compressibility, forces of attraction, compressed natural gas.

What we have learnt

- Matter is made up of particles.
- The particles of matter are very small-they are small beyond our imagination.
- Particles of matter have space between them.
- Particles of matter move continuously in liquids and gases.
- Matter exists in three states i.e., solid, liquid and gas.
- The force of attraction between the particles are maximum in solids, intermediate in liquids and minimum in gases.
- The particles are arranged orderly in the case of solids while particles move randomly in gases.
- Diffusion is possible only when particles of matter move continously.
- Rate of diffusion of gases is higher than that of liquids (or) solids.

Improve your learning

I. Reflections on Concepts

1. Explian diffusion phenomena based on the states of matter. (AS_1)
2. Mention the properties of solids (AS_1)
3. Mention the properties of liquids (AS_1)
4. Explain "fluid" with one example. (AS_1)
5. Mention the properties of gases. (AS_1)
6. Give two daily life situation where you observe the diffusion. (AS_1)

B3P4X7

SCERT, TELANGANA

వాయువు. గాలిలో దీని వ్యాపనాన్ని మనం ప్రత్యక్షంగా చూడవచ్చు. ఒకవేళ ఈ వాయువును శూన్యంలో వదిలితే ఏమౌవుతుంది? అది శూన్యంలో చాలా వేగంగా విస్తరిస్తుంది. ఎందుకంటే శూన్యంలో బ్రోమిన్ వాయువును అడ్డుకునే కణాలు ఏమీ ఉండవు.

కీలక పదాలు

పదార్థం, పదార్థ స్థితి, ఘనస్థితి, ద్రవస్థితి, వాయుస్థితి, కణాలు, వ్యాపనం, సంపీడ్యత, ఆకర్షణ బలాలు, సంపీడిత సహజ వాయువు.

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- పదార్థాలు కణనిర్మితాలు
- పదార్థంలోని కణాలు చాలా చిన్నవి. మనం ఊహించలేనంత చిన్నవిగా ఉంటాయి.
- పదార్థంలోని కణాల మధ్య కొంత ఖాళీ స్థలం ఉంటుంది.
- ద్రవం, వాయు పదార్థాలలోని కణాలు నిరంతర చలనంలో వుంటాయి.
- పదార్థాలు ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో వుంటాయి.
- కణాల మధ్య ఆకర్షణ ఘన పదార్థాలలో ఎక్కువగాను, వాయువులలో తక్కువగాను, ద్రవ పదార్థాలలో మధ్యస్థంగాను వుంటుంది.
- ఘన పదార్థాలలో కణాలు దగ్గర దగ్గరగా ఉండి ఒక క్రమ పద్ధతిలో అమరి ఉంటాయి. వాయువులలో కణాలు స్వేచ్ఛగా చలిస్తుంటాయి.
- పదార్థపు కణాలు నిరంతరం కదులుతున్నప్పుడు మాత్రమే వ్యాపనం సాధ్యమవుతుంది.
- వాయువుల వ్యాపన వేగం ద్రవాలు లేదా ఘనపదార్థాల వ్యాపన వేగం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుంది.

అభ్యసనాన్ని మెరుగు పరుచుకుందాం

D3Q4X3

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. పదార్థాల స్థితుల ఆధారంగా వ్యాపన ధర్మాన్ని వివరించండి. (AS_1)
2. ఘన పదార్థాల ధర్మాలను తెల్పండి. (AS_1)
3. ద్రవ పదార్థాల ధర్మాలను తెల్పండి. (AS_1)
4. "ప్రవాహి" ని ఒక ఉదాహరణతో వివరించండి. (AS_1)
5. వాయువు పదార్థాల ధర్మాలను తెల్పండి. (AS_1)
6. నిత్య జీవితంలో వ్యాపనాన్ని గమనించే సందర్భాలకు ఉదాహరణలివ్వండి. (AS_7)

SCERT TELANGANA

II. Application of Concepts

1. Mention the applications of compressibility in our daily life? (AS_7)
2. Mention the situtions where we use diffusion in our day-to-day life (AS_7)
3. How can we smell perfume sitting several meters away from the source? Predict? (AS_2)
4. How do you prove that the speed of diffusion of ammonia is more than that of the speed of diffusion of hydrochloric acid? (AS_3)
5. Give examples that the matter which will be available in different states. (AS_1)

III. Higher Order Thinking questions

1. We can't rejoin the broken chalk easily. Give reason. (AS_1)
2. Is the space between the particles in the matter influence the speed of diffusion? Explain. (AS_1)

Multiple choice questions

1. Which of the following is available in three states in our daily life (at normal conditions)

   (a) Petrol (b) Water (c) Milk (d) Kerosine [ ]

2. Which of the following can be easily compressed to less volume. [ ]

   (a) Iron (b) Water (c) Air (d) Wooden piece

Suggested Experiments

1. Conduct an experiment to observe the speed of diffusion of two substances.
2. Conduct an experiment to show the space between the particles of matter and write the report.

Suggested Projects

1. Make a model to explain the structure of particles in solids, liquids and gases.
2. What are the factors influencing diffusion, whether the arrangement of atoms in the substance that diffuse or the arrangement of atoms of the medium in which the substance is kept.
3. Some solids diffuse in liquids but not in gasses, some solids diffuse in gasses but not in liquids. Why?

SCERT, TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. నిత్య జీవితంలో సంపీడ్యత యొక్క అనువర్తనాలను తెల్పండి. (AS_7)
2. నిత్య జీవితంలో మనకు వ్యాపనం ఉపయోగపడే సందర్భాలను తెలియజేయండి. (AS_7)
3. అత్తరు ఉంచిన స్థానం నుండి కొన్ని మీటర్ల దూరం వరకు వాసనను గుర్తించగలం. ఎందుకు? ఊహించండి. (AS_2)
4. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం కంటే అమ్మోనియా వ్యాపన వేగం ఎక్కువని ఎలా నిరూపిస్తావు? (AS_3)
5. ఒకే పదార్థం వేరువేరు స్థితులలో ఉండగలిగే అవకాశం ఉన్న పదార్థాలకు ఉదాహరణలివ్వండి. (AS_1)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. విరిగిన సుద్ద ముక్కను సులభంగా అతికించలేకపోవడానికి గల కారణాలు తెల్పండి. (AS_1)
2. పదార్థంలోని కణాల మధ్య దూరం వ్యాపన వేగాన్ని ప్రభావితం చేస్తుందా? వివరించండి. (AS_1)

బహుళైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. కింది వాటిలో నిత్య జీవితంలో సాధారణ పరిస్థితులలో మూడు స్థితులలో లభించే పదార్థం [ ]

   a) పెట్రోల్ b) నీరు c) పాలు d) కిరోసిన్

2. కింది వానిలో సులభంగా, తక్కువగా ఘనపరిమాణానికి సంపీడనం చెందేది? [ ]

   a) ఇనుము b) నీరు c) గాలి d) కర్రముక్క

ప్రయోగాలు

1. రెండు వాయువుల వ్యాపన వేగం పరిశీలించుటకు ఒక ప్రయోగాన్ని చేసి నివేదిక రాయండి.
2. పదార్థములోని కణాల మధ్య స్థలం ఉంటుందని చూపుటకు ఒక ప్రయోగాన్ని నిర్వహించి నివేదిక రాయండి.

ప్రాజెక్టులు

1. ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో కణాల అమరికను అర్థం చేసుకొనేందుకు నమూనాను తయారు చేయండి.
2. వ్యాపనాన్ని ప్రభావితం చేసే అంశాలు ఏవి? వ్యాపనం చెందే పదార్థంలోని అణువుల అమరికా లేక వ్యాపనం చెందే యానకంలోని అణువుల అమరికా?
3. కొన్ని ఘనపదార్థాలు ద్రవాలలో వ్యాపనం చెందుతాయి కానీ, వాయువులలో చెందవు. మరికొన్ని ఘన పదార్థాలు వాయువలలో వ్యాపనం చెందుతాయి కానీ, ద్రవాలలో చెందవు ఎందుకు?

SCERT, TELANGANA

Chapter 2

MOTION

Z9C3Z6

We are familiar with the idea of motion. We see several examples of motion around us like motion of people, vehicles, trains, aeroplanes, birds, rain drops, objects thrown into air, etc. We know that it is due to the motion of the Earth that phenomena like sunrise, sunset, changes in the seasons etc occur.

- If Earth is in motion, why don't we directly perceive the motion of the Earth?
- Are the walls of your class room at rest or in motion? Why?
- Have you ever experienced that the train in which you sit appears to move when it is at rest? Why?

To give answers to these questions we need to understand the terms 'relative' and 'relative motion'.

Great progress in understanding motion occurred when Galileo undertook his study of rolling balls on inclined planes. To understand motion, we need to understand the meaning of the word 'relative', which plays an important role in explaining motion.

2.1 What is relative ?

We use many statements in our daily life to express our views. The meaning of a statement depends on the context in which it is made.

Does every statement have a meaning?

Evidently the answer is 'no'. Even if you choose perfectly sensible words and put them together according to all the rules of grammar, you may still get complete non-sense. For instance the statement "This water is triangular" can hardly be given any meaning.

A statement has a meaning only when there is a relation between words.

Similarly there exists other situations in our daily life where we use statements having meaning depending upon the situation. Let us observe the following example.

Right and Left

As shown in the fig.-1, two persons A and B are moving opposite to each other on a road.

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం 2

చలనం

D5T7B9

'చలనం' లేదా 'గమనం' మనకు బాగా పరిచయమున్న భావన. మనుషులు, వాహనాలు, రైళ్లు, విమానాలు, పక్షులు, వర్షపు చినుకులు, గాలిలోకి విసిరిన వస్తువులు మొదలైనవన్నీ చలనంలో ఉండటాన్ని మనం గమనిస్తూనే ఉంటాం. భూమి చలనంలో ఉండటంవల్లే సూర్యోదయం, సూర్యాస్తమయం, ఋతువులలో మార్పులు సంభవిస్తున్నాయని మనకు తెలుసు.

- భూమి చలనంలో ఉన్నప్పటికీ, ఆ చలనాన్ని మనం ఎందుకు గుర్తించలేకపోతున్నాం?
- మీ తరగతి గది గోడలు చలనంలో ఉన్నాయా? లేవా? ఎందుకు?
- నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న రైలులో మీరు కూర్చొని ఉన్నప్పుడు అది కదులుతున్న అనుభూతిని ఎప్పుడైనా పొందారా? ఎందుకు?

పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలు తెలియాలంటే "సాపేక్షం" (Relative), "సాపేక్ష చలనం" (Relative Motion) అనే పదాలను, వాటి మధ్యగల సంబంధాన్ని అవగాహన చేసుకోవాలి.

గెలీలియో నిర్వహించిన "ఏటవాలు తలాలపై బంతి చలనాలు" ప్రయోగాల వల్ల చలనాన్ని గురించి అవగాహన పెరిగింది. వివిధ రకాల చలనాలను వివరించడంలో "సాపేక్షం" అనే పదం ముఖ్య పాత్ర వహిస్తుంది. అందువల్ల "సాపేక్షం" అనే పదాన్ని క్షుణ్ణంగా అర్థం చేసుకోవాల్సి ఉంది.

2.1 సాపేక్షం అంటే ఏమిటి?

నిత్యజీవితంలో మన అభిప్రాయాలను వెల్లడించడానికి మనం రకరకాల వాక్యాలను వినియోగిస్తుంటాం. ఒక వాక్యం అర్థం అందులో వినియోగించిన పదాల మధ్య సంబంధం మీద ఆధారపడి వుంటుంది కదా!

ప్రతి వాక్యానికి అర్థం ఉంటుందా?

'ఉండదు అని స్పష్టంగా చెప్పవచ్చు'. అర్థవంతమైన పదాలను ఎంపిక చేసి వ్యాకరణ సూత్రాలననుసరించి వాక్యాన్ని నిర్మించినా, ఒక్కొక్కసారి వాక్యం అర్థరహితంగా ఉండవచ్చు. ఉదాహరణకు "నీరు త్రిభుజాకారంగా ఉంది" అనే వాక్యం అర్థరహితంగా ఉంది.

వాక్యంలో వాడిన పదాల మధ్య సంబంధం ఉన్నప్పుడు మాత్రమే ఆ వాక్యం అర్థవంతంగా ఉంటుంది.

అదే విధంగా నిత్యజీవితంలో మనం వాడే కొన్ని వాక్యాల అర్థం సందర్భాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. కింది ఉదాహరణలను పరిశీలిద్దాం.

కుడి - ఎడమ

పటం 1 లో చూపిన విధంగా A, B అనే ఇద్దరు వ్యక్తులు రోడ్డుపై ఎదురెదురుగా నడుస్తున్నారు.

SCERT, TELANGANA

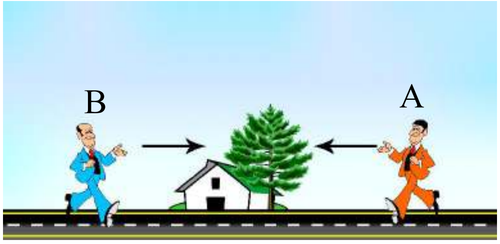


Fig-1

Examine the meaning of the following sentence.

Question: On which side of the road is the house? Is it on the right side or on the left side of the road?

There are two answers for the above question. For person A, the house is on the right and for the person B, the house is on the left. Thus the position of the house is relative to the observer i.e., clearly when speaking of left and right by a person, he has to assume a direction based on which he can decide his left and right sides.

Is day or night just now ?

The answer depends on where the question is being asked. When it is daytime in Hyderabad, it is night in New- York. The simple fact is that day and night are relative notions and our question cannot be answered without indicating the place on the globe where the question is being asked.

Up and down

Can orientations like 'up' and 'down' be the same for all persons at all places? Observe the following fig.- 2.

For the person standing at A on the globe, his position appears up and the orientation of person standing at B appears down but for the person standing at B it appears exactly opposite. Similarly for the persons standing at the points C and D, the directions of up and down are not same. They change with the point of observation on the globe.Observe the fig-2 by inverting the book

- Why do we observe these changes?

Fig-2

We know that earth is a sphere, the upward direction of the vertical position on its surface depends upon the place on the earth's surface, where the vertical is drawn.

Hence the notions 'up and down' have no meaning unless the point on the Earth's surface, to which they refer, is defined.

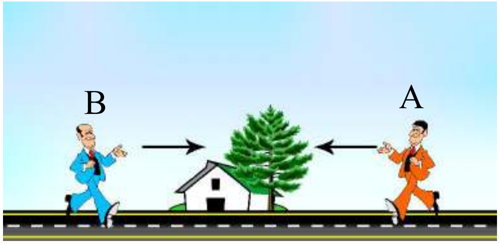
Discuss the meaning of the terms 'longer and shorter' with few examples.

- Are these terms relative or not?

Motion is relative

Like the terms right and left, up and down, larger and shorter etc., 'motion' is also relative to the observer.

SCERT, TELANGANA



పటం-1

కింది వాక్యానికి అర్థాన్ని పరిశీలించండి.

ప్రశ్న : ఇల్లు రోడ్డుకి ఎటువైపు ఉంది? కుడివైపా, ఎడమవైపా?

పై ప్రశ్నకు రెండు సమాధానాలుంటాయి. A వ్యక్తికి ఇల్లు కుడివైపు ఉంటే, B వ్యక్తికి ఇల్లు ఎడమవైపు ఉంది కదా! దీనిని బట్టి ఇల్లు ఏవైపున ఉన్నదనేది పరిశీలకుని పరంగా సాపేక్షమైనది. అనగా ఒక వ్యక్తిపరంగా కుడి, ఎడమలను నిర్ణయించాలంటే మొదట అతను నడుస్తున్న నిర్దిష్ట దిశను ఎంపిక చేసుకోవాలి. ఆ దిశ ఆధారంగా మాత్రమే కుడి, ఎడమలను వేరు చేయగలుగుతాం.

ఇప్పుడు రాత్రా లేక పగలా?

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం మనం ఎక్కడ ఉండి ఈ ప్రశ్న అడిగామన్న దానిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. హైదరాబాద్‌లో ప్రస్తుతం పగలైతే, న్యూయార్క్‌లో రాత్రి అవుతుంది. నిజానికి రాత్రి, పగలు అనేవి సాపేక్ష భావనలు కాబట్టి భూమిపై మనం ఎక్కడ ఉండి ఈ ప్రశ్న అడిగామో తెలియకపోతే ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం ఇవ్వలేం.

పైకి - క్రిందకు

పైకి, కిందకు అనే దిశలు ఏ ప్రదేశంలో ఉన్నవారికైనా ఒకే విధంగా ఉంటాయా? పటం 2ను పరిశీలించండి.

గ్లోబుపై A వద్ద నిలబడిన వ్యక్తికి గ్లోబుకు తాను పై వైపుకు ఉన్నట్లు, B వద్ద నిలబడిన వ్యక్తి కిందకు ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. దీనికి వ్యతిరేకంగా B వద్ద నిలబడిన వ్యక్తికి తాను పై వైపు ఉన్నట్లు, A వద్ద నిలబడిన వ్యక్తి కింది వైపు ఉన్నట్లు అనిపిస్తుంది. పుస్తకాన్ని తలక్రిందులు చేసి పటం - 2ను పరిశీలించండి. అదేవిధంగా C, Dల వద్ద నిలబడిన వ్యక్తులకు కూడా పైకి, కిందికి అన్ని దిశలు ఒకటిగా ఉండవు. పైకి, కిందికి అనే దిశలు గ్లోబుపై మనం ఎక్కడున్నామనే దానిని బట్టి మారతాయి.

- ఈ మార్పులు ఎందుకు వస్తాయి?

పటం-2

భూమి గోళాకారంగా ఉందని మనకు తెలుసు. అందువల్ల భూ ఉపరితలంపై గీసిన లంబ దిశ భూమి మీద అది గీసిన స్థలంపై ఆధారపడి వుంటుంది.

కాబట్టి భూఉపరితలంపై ఏ స్థానాన్ని ఆధారం చేసుకొని దిశను చెపుతున్నామో తెలియనంత వరకు పైకి, కిందికి అనే దిశలకు అర్థం లేదు.

పొడవు, పొట్టి అనే భావనల అర్థాన్ని కొన్ని ఉదాహరణలతో మీ తరగతిలో చర్చించండి.

- ఈ పదాలు సాపేక్షమైనవా? కావా?

చలనం సాపేక్షమైనది

కుడి, ఎడమ; పైకి, కిందకు; పొడవు, పొట్టి అనే పదాల లాగా "చలనం" కూడా పరిశీలకుని పరంగా సాపేక్షమైనదిగా ఉంటుంది. దీని గురించి వివరంగా తెలుసుకొందాం.

SCERT, TELANGANA

To understand the idea of motion, let us take the following hypothetical activity.

Observe and follow the conversation between Srinu and Somesh who stand beside a road as shown in the fig.-3.

Fig-3: Motion in view of Srinu and Somesh

Srinu : What is the state of motion of the tree?

Somesh : Tree is at rest.

Srinu : What is the state of motion of the car?

Somesh : It is moving due east.

Srinu : What is the state of motion of the driver and the passenger in the car?

Somesh : They are also moving like the car.

Srinu : How do you decide that the car, the passenger and the driver are moving?

Somesh : With respect to us, the position of the car,the passenger and the driver are changing with time. So, they are in motion.

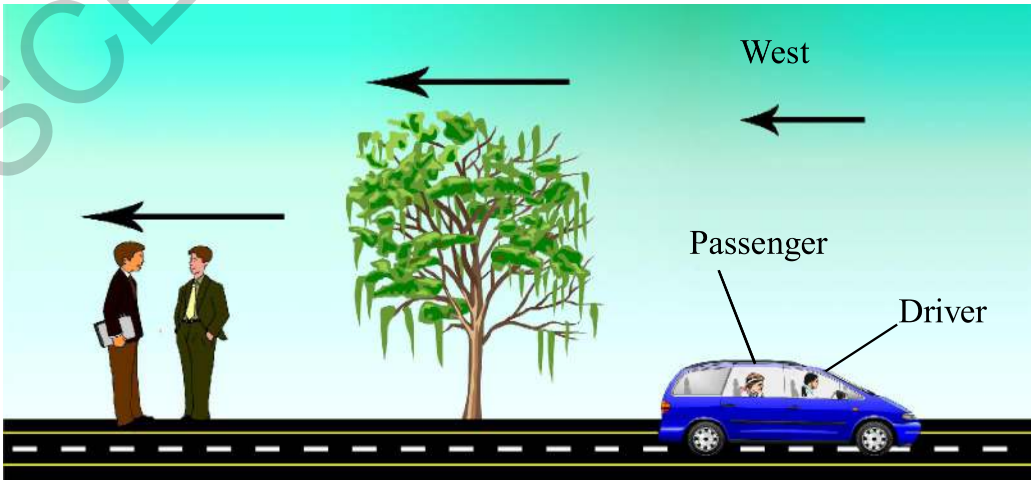


Fig-4: Motion in view of Passenger

SCERT, TELANGANA

'చలనం' అనే భావనను అర్థం చేసుకోవడానికి, కింది ఊహాత్మక కృత్యాన్ని పరిశీలించండి.

పటం–3లో చూపినట్లు రోడ్డు పక్కన నిలబడిన శ్రీను, సోమేష్‌ల మధ్య సంభాషణను గమనించండి.

పటం–3 : శ్రీను, సోమేష్ దృష్ట్యా చలనాలు

శ్రీను : చలనం పరంగా చెట్టు ఏ స్థితిలో ఉంది?

సోమేష్: చెట్టు నిశ్చలస్థితిలో ఉంది.

శ్రీను : చలనం పరంగా కారు ఏ స్థితిలో ఉంది?

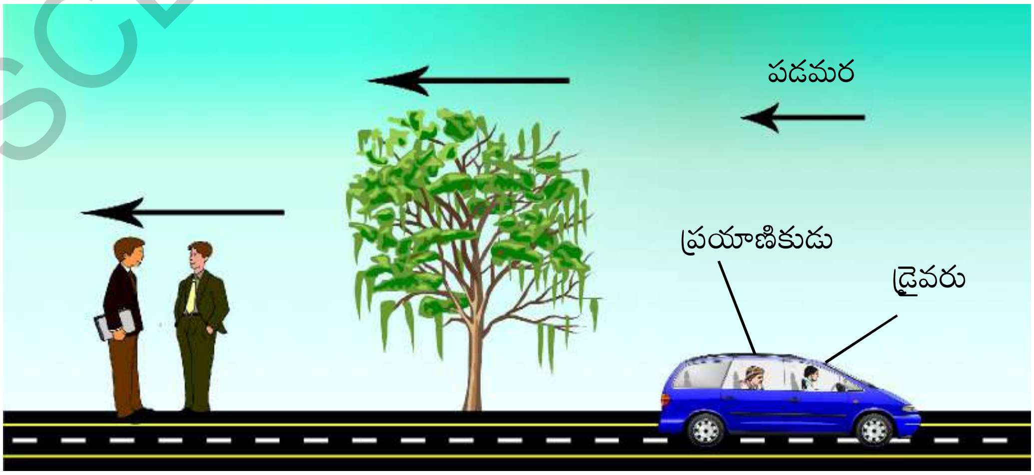
సోమేష్: కారు తూర్పు దిశలో చలిస్తోంది.

శ్రీను : కారులో ఉన్న డ్రైవరు, ప్రయాణికుడు చలనం పరంగా ఏ స్థితిలో ఉన్నారు?

సోమేష్: వారు కూడా, కారు లాగానే చలిస్తున్నారు.

శ్రీను : కారు, డ్రైవరు, ప్రయాణికుడు చలిస్తున్నారని నీవు ఎలా చెప్పగలవు?

సోమేష్: మన పరంగా చూసినపుడు కారు, డ్రైవరు, ప్రయాణికుల స్థానంలో కాలంతో పాటు మార్పు వస్తుంది. కనుక వారు చలనంలో ఉన్నారని చెప్పవచ్చు.



పటం–4 : ప్రయాణికుని దృష్ట్యా చలనాలు

SCERT TELANGANA

Observe the fig.4. Now follow the conversation of the driver and the passenger in moving car.

Driver : What is the state of motion of the tree?

Passenger : It is moving due west

Driver : What is the state of motions of both the persons beside the road?

Passenger : They are also moving due west.

Driver : What is my state of motion?

Passenger : You are at rest.

Driver : What is the state of motion of the car?

- What answer may the passenger give to the driver? Discuss with your friends.

From the above discussion, it is clear that the tree is at rest with respect to Somesh and it is moving due west with respect to passenger.

The 'motion' or 'rest' of an object depends on the observer. So motion is a combined property of the observer and the body which is being observed.

Now we are able to define motion of an object.

A body is said to be in motion when its position is changing continuously with time relative to an observer.

Note: Any object can be taken as a point of observation.

- How do we understand motion?

2.2 Distance and displacement

Activity-1

Drawing path and distinguishing between distance and displacement

Take a ball and throw it into the air with some angle to the horizontal. Observe its path and draw it on paper.

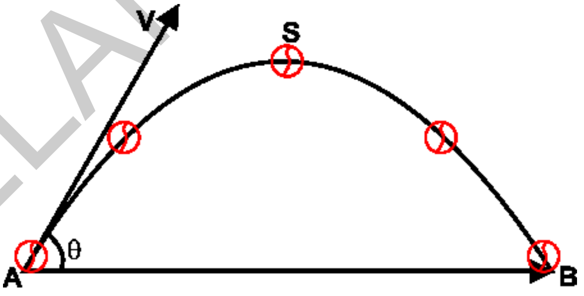


Fig-5:Distance - displacement

Fig.- 5 shows the path taken by the ball when it was thrown into air. In the above example (Fig-5), A to S to B shows the path travelled by the ball and is the actual distance travelled by it. AB is the straight line drawn from the initial position to the final position. It shows the shortest distance as well as the direction of the displacement from A to B and is called displacement vector.

SCERT, TELANGANA

పటం 4ను చూడండి. ఇప్పుడు కదులుతున్న కారులోని డ్రైవరు, ప్రయాణికుల మధ్య సంభాషణను గమనించండి.

డ్రైవరు : చలనం పరంగా చెట్టు ఏ స్థితిలో ఉంది?

ప్రయాణికుడు : చెట్టు పడమర దిశలో చలిస్తుంది.

డ్రైవరు : చలనం పరంగా రోడ్డు ప్రక్క నిలబడ్డ వ్యక్తులు ఏ స్థితిలో ఉన్నారు?

ప్రయాణికుడు : వ్యక్తులు పడమర దిశలో చలిస్తున్నారు.

డ్రైవరు : చలనం పరంగా నా స్థితి ఏమిటి?

ప్రయాణికుడు : నీవు నిశ్చల స్థితిలో ఉన్నావు.

డ్రైవరు : చలనం పరంగా కారు చలన స్థితి ఏమిటి?

- ప్రయాణికుడు ఏ సమాధానం ఇస్తాడో మీకు తెలుసా? దీనిని నీ స్నేహితులతో చర్చించండి.

పై సంభాషణల నుండి, సోమేష్ పరంగా చెట్టు నిశ్చలస్థితిలో ఉంటే, ప్రయాణికుడి పరంగా చెట్టు పడమర దిశలో చలనంలో ఉంది అని తెలుస్తుంది.

వస్తు చలనం లేదా నిశ్చలస్థితి పరిశీలకుడిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కాబట్టి 'చలనం' అనేది పరిశీలకుడు, చలించే వస్తువుల ఉమ్మడి ధర్మం.

ఇప్పుడు వస్తువు చలనాన్ని మనం నిర్వచించగలం.

పరిశీలకుడి పరంగా ఒక వస్తు స్థానం కాలంతో పాటు నిరంతరం మారుతూ ఉంటే ఆ వస్తువు చలనంలో ఉంది అంటాం.

గమనిక: ఏ వస్తువునైనా పరిశీలనా బిందువుగా తీసుకోవచ్చు.

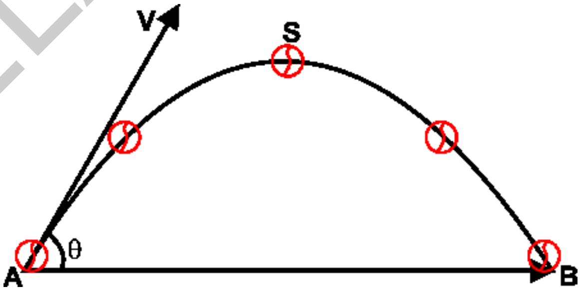
- చలనాన్ని మనం ఏ విధంగా అవగాహన చేసుకుంటాం?

2.2 దూరం-స్థానభ్రంశం

కృత్యం - 1

ప్రయాణించే మార్గాన్ని గీయడం-దూరం, స్థానభ్రంశాల మధ్య తేడాను గమనించడం.

ఒక బంతిని తీసుకొని క్షితిజ తలానికి కొంత కోణం చేసే విధంగా విసరండి. బంతి ప్రయాణించిన మార్గాన్ని గమనించి తెల్ల కాగితంపై ఆ మార్గాన్ని గీయండి.



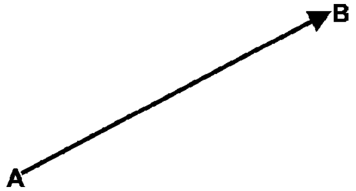
పటం-5 : దూరం - స్థానభ్రంశం

పటం-5 గాలిలోకి విసిరిన బంతి మార్గాన్ని తెలుపుతుంది. పై ఉదాహరణలో (పటం-5) A నుండి S, S నుండి B కి బంతి ప్రయాణించిన మార్గాన్ని మరియు బంతి ప్రయాణించిన వాస్తవ దూరాన్ని తెలుపుతుంది. అలాగే AB అనేది వస్తువు తొలి స్థానం (A) నుండి తుది స్థానం (B) కి గీసిన సరళరేఖ. ఇది A నుండి B కి గల కనిష్ట దూరాన్ని మరియు వస్తువు పొందిన స్థానభ్రంశ దిశను సూచిస్తుంది. దీనిని స్థానభ్రంశ సదిశ అంటారు.

SCERT TELANGANA

To describe a physical situation, some quantities are specified with magnitude as well as direction. Such a physical quantity is called vector. So, displacement is a vector. The physical quantity which does not require any direction for its specification is called scalar. So distance is a scalar.

A vector can be represented as a directed line segment. It's length indicates magnitude and arrow indicates it's direction. Point 'A' is called tail or initial point 'B' is called head or end point.



We represent the displacement vector by $\overrightarrow{AB}$. Where A to B straight arrow is the direction and the shortest (straight line) distance AB is the magnitude of the displacement vector $\overrightarrow{AB}$.

- The SI unit of distance and displacement is metre denoted by 'm'.
- Other units like kilometre, centimetre etc. are also used to express this quantity.

1 km = 1000 m

1 m = 100 cm

Activity-2

Drawing the displacement vectors

A car moves along different paths as shown in figures 6(a) and 6(b). The points A and B are the initial and final positions of the car.

Draw the displacement vectors for two situations given below.

Fig-6(a)

Fig-6(b)

Generally, the distance covered and displacement are time dependent quantities.

Think and discuss

- What is the displacement of the body if it returns to the same point from where it started? Give one example from daily life.
- When do the distance and magnitude of displacement become equal?

2.3 Average speed and average velocity

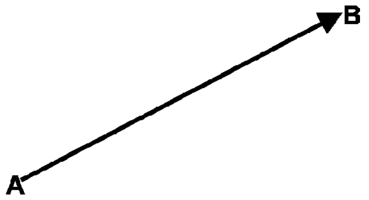
A train named Telangana express starts at 2.00 pm from Sirpur Kaghaz Nagar and reaches Hyderabad at 8.00 pm the same day as shown in fig.- 7.

Fig-7

SCERT TELANGANA

ఒక భౌతిక సందర్భాన్ని వివరించడానికి కొన్ని భౌతిక రాశులను పరిమాణంతో పాటు వాటి దిశలను కూడా పరిగణనలోకి తీసుకోవలసి ఉంటుంది. అటువంటి భౌతిక రాశిని సదిశ అంటారు. కావున స్థానభ్రంశం ఒక సదిశ. దిశను పరిగణించవలసిన అవసరం లేని భౌతికరాశిని అదిశ అంటారు. కావున దూరం ఒక అదిశరాశి.

సదిశను దిశగల రేఖాఖండంతో సూచిస్తాం. రేఖాఖండం పొడవు సదిశరాశి పరిమాణాన్ని, బాణం గుర్తు సదిశరాశి దిశను తెలియజేస్తాయి. బిందువు 'A'ను 'తోక' లేక తొలి బిందువని, 'B' ను 'తల' లేక తుది బిందువని అంటాం.



కావున స్థానభ్రంశ సదిశను $\overrightarrow{AB}$ ద్వారా సూచిస్తాము. ఇక్కడ A నుండి B కి గీచిన బాణం గుర్తు స్థానభ్రంశ దిశను సూచిస్తుంది. A మరియు B మధ్య గల కనిష్ఠ దూరము $\overrightarrow{AB}$ సదిశ యొక్క పరిమాణాన్ని సూచిస్తుంది.

- మీటరు అనేది దూరం మరియు స్థానభ్రంశానికి SI ప్రమాణం దీనిని 'm' చే సూచిస్తారు.
- దూరాన్ని మరియు స్థానభ్రంశాన్ని తెల్పడానికి కిలోమీటరు, సెంటీమీటరు వంటి ప్రమాణాలను కూడా మనం ఉపయోగిస్తాం.

  1 కి.మీ= 1000మీ

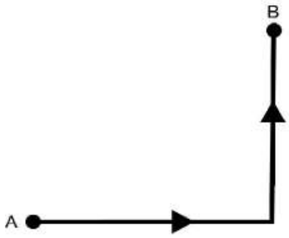
  1 మీ. = 100 సెం.మీ.

కృత్యం - 2

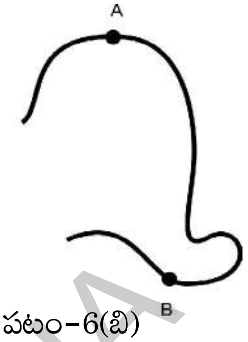
స్థానభ్రంశ సదిశలను గీయడం

6 (ఎ), 6 (బి) పటాలలో చూపిన విధంగా ఒక కారు వివిధ మార్గాల్లో చలిస్తుంది. A, B అనే బిందువులు కారు యొక్క తొలి, తుది స్థానాలు.

ఈ రెండు సందర్భాలకు స్థానభ్రంశ సదిశలను గీయండి.



పటం-6(ఎ)



పటం-6(బి)

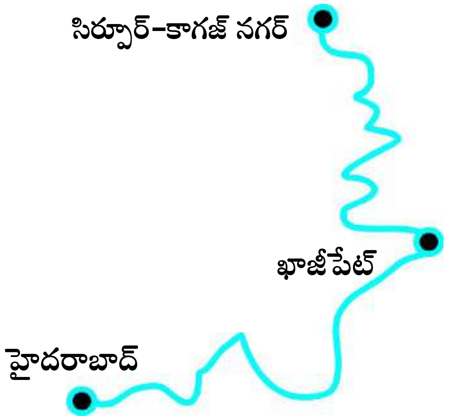
సాధారణంగా దూరం, స్థానభ్రంశం రెండూ కాలంపై ఆధారపడే భౌతిక రాశులు.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- ఒక వస్తువు కొంత దూరం ప్రయాణించి తిరిగి బయలుదేరిన చోటుకే చేరుకుంటే దాని స్థానభ్రంశమెంత? ఈ సందర్భానికి నిజ జీవితంలోని ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వండి.
- దూరం, స్థానభ్రంశాల పరిమాణాలు ఎప్పుడు సమానమవుతాయి?

2.3 సరాసరి వడి - సరాసరి వేగం

"తెలంగాణ ఎక్స్‌ప్రెస్" రైలు సిర్పూర్-కాగజ్ నగర్‌లో మధ్యాహ్నం 2 గంటలకు బయలుదేరి అదేరోజు రాత్రి 8 గంటలకు హైదరాబాద్‌కు (పటం 7లో చూపిన విధంగా) చేరుకుంటుంది.



పటం-7

SCERT, TELANGANA

Draw displacement vectors from Sirpur Kaghaz Nagar to Kazipet, Kazipet to Hyderabad and from Sirpur Kaghaz Nagar to Hyderabad.

Let the distance of the entire trip from Sirpur Kaghaz Nagar to Hyderabad be 300 km. The journey time is 6 h. What is the distance covered by the train in each hour?

It is equal to 300km/6h = 50km/h

Can you say that the train has covered exactly 50 km in each hour?

Obviously the answer is "No", because there may be some variations in distance covered by the train each hour. So we take the average of distances covered by the train for each hour to decide its average speed. The distance covered by an object in unit time is called average speed.

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance}}{\text{Time taken}}$$

Let the displacement of the trip in the above example be 120 km due South–West. What is the displacement in each hour?

The displacement per hour

= 120 km/ 6h South - West

= 20km / h South - West

The displacement of an object per unit time is called average velocity. Average Velocity is a vector and is along the direction of displacement.

$$\text{Average velocity} = \frac{\text{Total Displacement}}{\text{Time taken}}$$

The quantities average speed and average velocity explain the motion of a body in a given time interval. They do not give any information about the motion of the body at a particular instant of time.

Think and discuss

- What is the average speed of the car if it covers 200 km in 5 h?
- When does the average velocity become zero?
- A man used his car. The initial and final odometer readings are 4849 and 5549 respectively. The journey time is 25h. What is his average speed during the journey?

Speed and Velocity

♦ Can you measure the speed and velocity?

♦ How can you differentiate average speed and average velocity?

Let us do some activities to undersand about speed and velocity.

Activity-3

Measuring the speed

Choose two points (say A & B) 50 meters apart in the school play ground. Ask some students to stand at point A. Ask another group of students with stop watches to stand at B. When you clap your hand, the students at A start running towards the point B in any path. At the same time the students at B start their stop watches.

See that for each runner there is a student at B to measure the time taken for completing the race. Note the time taken by each student to cover the distance between the points A and B in table-1.

SCERT, TELANGANA

సిర్పూర్ కాగజ్ నగర్ నుండి ఖాజీపేట్‌కు, ఖాజీపేట్ నుండి హైదరాబాద్‌కు మరియు సిర్పూర్ కాగజ్‌నగర్ నుండి హైదరాబాద్‌కు స్థానభ్రంశ సదిశలను గీయండి.

సిర్పూర్ కాగజ్‌నగర్ నుండి హైదరాబాద్‌కు గల మొత్తం దూరం 300 కి.మీ. అని భావిద్దాం. రైలు ప్రయాణించిన కాలం 6 గంటలు అనుకొంటే, రైలు ప్రతి గంటలో ప్రయాణించిన దూరమెంత?

ప్రతి గంటలో రైలు ప్రయాణించే దూరం

= 300 కి. మీ. /6 గంటలు=50 కి. మీ./గంట

రైలు ప్రతి గంటలోనూ ఖచ్చితంగా 50 కి. మీ. ప్రయాణించిందని మీరు చెప్పగలరా?

మీరు నిస్సందేహంగా 'కాదు' అనే సమాధానం ఇస్తారు. కారణం, రైలు ప్రతి గంటలో ప్రయాణించే దూరంలో మార్పు ఉండవచ్చు. కనుక ప్రతి గంటలో రైలు ప్రయాణించే సరాసరి దూరాల ఆధారంగా దాని సరాసరి వడి ని నిర్ణయిస్తాం. కనుక ప్రమాణ కాలంలో ఒక వస్తువు ప్రయాణించే దూరాన్ని **"సరాసరి వడి"** (Average Speed) అంటాం.

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

పై ఉదాహరణలో కాగజ్‌నగర్ నుండి హైదరాబాద్ వరకు చేసిన ప్రయాణంలో రైలు పొందిన స్థానభ్రంశం సుమారుగా (దక్షిణ – పడమర దిశలో) 120 కి.మీ. ఉందనుకొంటే. ప్రతి గంటలో రైలు పొందిన స్థానభ్రంశమెంత?

రైలు ప్రతి గంటలో పొందిన స్థాన భ్రంశం = 120 కి.మీ./ 6 గంటలు (దక్షిణ–పడమర)

= 20 కి.మీ./గం.(దక్షిణ–పడమర) కు సమానం.

ప్రమాణకాలంలో ఒక వస్తువు పొందిన స్థాన భ్రంశాన్ని **సరాసరి వేగం**(Average Velocity) అంటాం. ఇది కూడా ఒక సదిశ. సరాసరి వేగం స్థానభ్రంశ దిశలోనే ఉంటుంది.

$$\text{సరాసరివేగం} = \frac{\text{మొత్తం స్థానభ్రంశం}}{\text{ప్రయాణించిన కాలం}}$$

సరాసరి వడి, సరాసరి వేగం అనే రెండు భౌతికరాశులు నిర్ణీత కాలంలో వస్తువు చలనాన్ని వివరిస్తాయి. ఒక నిర్దిష్ట సమయం వద్ద వస్తువు చలనాన్ని ఇవి వివరించలేవు.

ఆలోచించండి – చర్చించండి

- ఒక కారు 5 గంటల్లో 200 కి.మీ. దూరం ప్రయాణిస్తే, దాని సరాసరి వడి ఎంత?
- ఏ సందర్భంలో సరాసరి వేగం శూన్యమవుతుంది?
- ఒక వ్యక్తి కారులో 25 గంటలు ప్రయాణించాడు. కారు ఓడోమీటర్‌లో తొలి, తుది రీడింగులు వరుసగా 4849 మరియు 5549గా అయితే పూర్తి ప్రయాణంలో అతని సరాసరి వడి ఎంత?

2.4 వడి మరియు వేగం

- మీరు వడి, వేగంలను కొలవగలరా?
- సరాసరి వడి, సరాసరి వేగంల మధ్య భేదం ఏది?

వడి, వేగాలను అవగాహన చేసుకోవడానికి కింది కృత్యాలను చేద్దాం!

కృత్యం – 3

వడిని కొలవడం

పాఠశాల ఆటస్థలంలోని 50మీటర్ల మధ్య దూరం గల రెండు ప్రాంతాలను A, B లను గుర్తించండి. పరిగెత్తవలసిన విద్యార్థులను A ప్రాంతం వద్ద, స్టాప్‌వాచ్ పట్టుకొని ఉన్న విద్యార్థులను B ప్రాంతం వద్ద ఉండమనాలి. చేతితో మీరు శబ్దం చేయగానే A వద్ద గల విద్యార్థులు B వైపు పరిగెత్తడం ప్రారంభిస్తారు. అదే సమయంలో B వద్ద గల విద్యార్థులు స్టాప్‌వాచ్‌ను ఆన్ చేస్తారు.

A వద్దనుండి పరుగెత్తుతూ వస్తున్న ఒక్కొక్క విద్యార్థికి A నుండి Bకి గల దూరాన్ని పూర్తిచేయుటకు పట్టిన కాలాన్ని గణించడానికి B వద్ద ఒక్కొక్క విద్యార్థి ఉండేటట్లు చూడండి. A నుండి బయలుదేరిన ప్రతివిద్యార్థి B వద్దకు చేరడానికి పట్టిన కాలాన్ని పట్టిక–1లో నమోదు చేయండి.

SCERT, TELANGANA

Table -1

Student	Time taken to reach B (sec)	Speed m/s
A_1	$t_1=$	$s_1=$
A_2	$t_2=$	$s_2=$
A_3	$t_3=$	$s_3=$

The student who took the least time to reach B (from A) is said to be the fastest runner, i.e., he/she has the greatest speed.

2.4.1 Measuring the average velocity

Repeat the whole activity after drawing a set of parallel straight lines from A to B and ask each student to run along a line (This ensures that each student is covering the same distance along a straight line specified for him/her from A to B)

Measure the time taken by each student and note it in a table-1 as shown above and calculate the average velocity of each student. The student who took the least time to reach B from A along the line is said to have run with the greatest velocity.

- What difference did you notice between the two activities?
- Why are we calling the ratio of distance and time as speed in first activity and as velocity in second activity?

Discuss with your teacher.

2.4.2 Speed and Velocity

Objects in motion often have variations in their speeds. For example a car which travels along a street at 50 km/h, get slowed down to 0km/h at a red light and then attain a speed of 30 km/h due to traffic on the road.

- Can you find the speed of the car at a particular instant of time?

You can tell the speed of the car at any instant by looking at its speedometer. The speed at any instant is called **instantaneous speed.**

We can describe the motion of a car moving along a straight road with varying speed using a distance – *vs* – time graph.

Along the horizontal axis we plot the time elapsed in seconds, and along the vertical axis the distance covered in metres.

A general case of motion with varying speed is shown in fig.- 8.

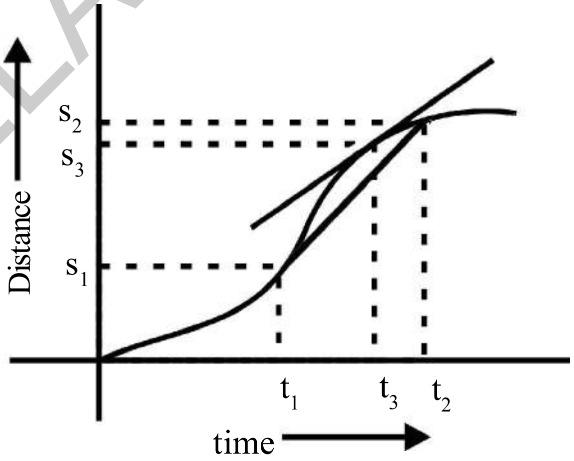


Fig-8:Distance vs time graph

- What is the speed of the car at the instant of time ‘ t_3’ for given motion?

We know how to find average speed during the time interval from t_1 to t_2, which includes the instant t_3. It is

$$\text{Average speed} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

SCERT, TELANGANA

పట్టిక-5

విద్యార్థి	Bని చేరుటకు పట్టిన కాలం(Sec)	వడి(m/s)
A_1	$t_1=$	$s_1=$
A_2	$t_2=$	$s_2=$
A_3	$t_3=$	$s_3=$

A నుండి Bకి ఏ విద్యార్థి అయితే తక్కువ సమయంలో చేరుకున్నాడో ఆ విద్యార్థి అత్యధిక వడిని కలిగియున్నాడని తెలుసుకుంటాం.

2.4.1 సరాసరి వేగాన్ని కొలవడం

A నుండి Bకి మధ్య సమాంతరంగా వరుసలను గీసి విద్యార్థులను వరుసలలో పరిగెత్తే విధంగా పైన చేసిన కృత్యాన్ని తిరిగి నిర్వహించండి. (అనగా ప్రతి విద్యార్థి A నుండి Bని చేరుటకు సమాన దూరాన్ని, తనకే కేటాయించిన వరుసలలో పరిగెత్తేలా చూడాలి.)

ప్రతి విద్యార్థి A నుండి Bకు చేరుటకు పట్టిన సమయాన్ని పైన సూచించిన పట్టిక-1లో నమోదు చేసి, ప్రతి విద్యార్థి వేగాన్ని గణించండి. ఏ విద్యార్థి A నుండి Bని తక్కువ సమయంలో, నిర్ణయించిన వరుసలలో పరిగెత్తాడో ఆ విద్యార్థి అధిక వేగాన్ని కలిగియున్నాడని అంటాం.

- పై రెండు కృత్యాలలో మీరు ఏమి భేదాన్ని గుర్తించారు?
- మొదటి కృత్యంలో దూరం మరియు కాలాల నిష్పత్తిని 'వడి' అని, రెండవ కృత్యంలో 'వేగం' అని ఎందుకు అన్నాం?

  మీ ఉపాధ్యాయునితో చర్చించండి.

2.4.2 వడి- వేగం

సాధారణంగా చలనంలో ఉన్న వస్తువుల వడిలో మార్పులు గమనిస్తుంటాం. ఉదాహరణకు రోడ్డుపై 50 కి.మీ./ గంట వడితో ప్రయాణిస్తున్న ఒక కారు వడి రెడ్ సిగ్నల్ పడినపుడు 0 కి.మీ./గం.కు చేరింది. గ్రీన్ సిగ్నల్ పడిన తర్వాత కారు వడి 30కి.మీ./గం.కు చేరుకుందని భావిద్దాం.

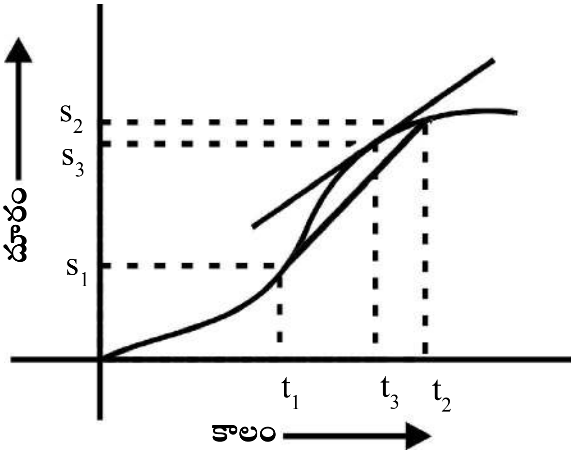
- ఒక నిర్దిష్ట సమయం దగ్గర కారు వడి ఎంతుంటుందో మనం తెలుసుకోగలమా?

కారు ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు ఏ సమయంలోనైనా దాని వడిని మనం స్పీడోమీటర్‌ను చూసి నిర్ణయించవచ్చు. ఒక నిర్దిష్ట సమయం వద్ద వస్తు వడిని, **తక్షణ వడి** (instantaneous speed) లేదా **వడి** అంటాం.

ఒక కారు వడిలో మార్పుకు లోనవుతూ సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణిస్తుందని అనుకుందాం. దూరం-కాలం గ్రాఫ్ ద్వారా సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణించే వస్తు చలనాన్ని సులభంగా అర్థం చేసుకోవచ్చు.

గ్రాఫ్ పేపర్‌పై x-అక్షం వెంబడి కాలాన్ని, y-అక్షం వెంబడి దూరాన్ని తీసుకొని గ్రాఫ్ గీయండి. (స్కేలు నిర్ణయించండి)

పటం 8లో సాధారణ వస్తు చలనాన్ని (వడి మారే చలనాన్ని) చూపే దూరం-కాలం గ్రాఫ్‌ను పరిశీలించండి.



పటం-8 : దూరం-కాలం గ్రాఫ్

- t_3 సమయం వద్ద కారు వడి (తక్షణవడి) ఎంత?

t_1 మరియు t_2 కాలాల మధ్య సరాసరి వడి నిర్ణయించడం మనకు తెలుసు. (ఈ కాలవ్యవధిలో t_3 కూడా ఉంది.)

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{s_2-s_1}{t_2-t_1}$$

SCERT, TELANGANA

Then we calculate average speed for a very short time interval encompassing the time at an instant t_3. This interval is so short interval, that the value of average speed would not change materially if it was made even shorter. The instantaneous speed is represented by the slope of the curve at a given instant of time. The slope of the curve gives speed of the car at that instant. If the slope is large, speed is high and if the slope is small, speed is low.

Speed gives the idea of how fast the body moves. In general, bodies move in a particular direction at an instant of interest and this direction may not be constant throughout the journey. So we need to define another quantity called "Velocity".

Velocity is the speed of an object in a specified direction.

For Example :

A car moves with 15 m/s due east. Here 15 m/s is speed and 15 m/s due east is velocity.

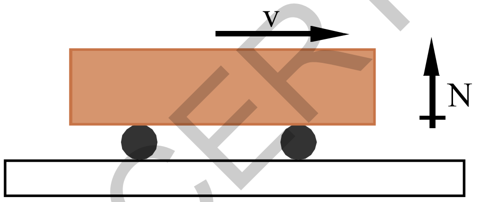


Fig-9

Velocity gives the idea of how fast the body moves in specified direction. Velocity is a vector. It can be represented by a directed line segment. Its length indicates speed and arrow gives the direction of motion.

If a body moves in a curved path, the tangent drawn at a point on the curve gives direction of velocity at that instant.

Observe the following diagram and try to draw tangents (velocity vector) to the curve at different points. Does the direction of velocity of body remain constant or not?

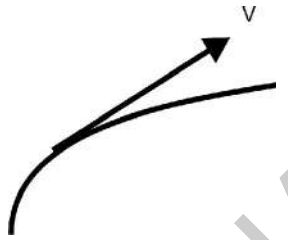


Fig-10:Direction of velocity at a point of path

Think and discuss

- Very often you must have seen traffic police stopping motorists or scooter drivers who drive fast and fine them. Does fine for speeding depend on average speed or instantaneous speed? Explain.
- One airplane travels due north at 300 km/h and another airplane travels due south at 300 km/h Are their speeds the same? Are their velocities the same? Explain.
- The speedometer of the car indicates a constant reading. Is the car in uniform motion? Explain.

Activity-4

Observing the direction of motion of a body

Carefully whirl a small object or stone tied at the end of the string in the horizontal plane. Release the object while it is whirling on the string.

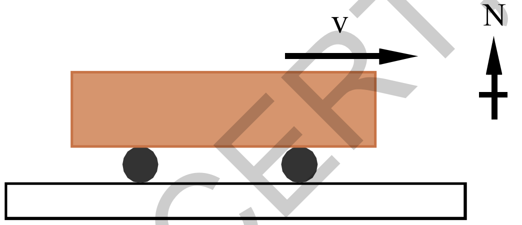
SCERT, TELANGANA

t_3 సమయాన్ని కూడా కలుపుకొని ఉండే అతి చిన్న కాల వ్యవధికి మనం సరాసరి వడిని కనుగొందాం. మనం పరిగణించే సమయం ఎంత తక్కువ సమయమంటే, అంతకంటే తక్కువ సమయాన్ని పరిగణించినా సరాసరి వడి విలువ మారదు. కాల వ్యవధి స్వల్పమయ్యే కొద్దీ కారు సరాసరి వడి విలువ ఒక నిర్దిష్ట విలువకు చేరుకొంటుంది. అది ఆ సమయంవద్ద తక్షణ వడిని చూపుతుంది. గ్రాఫ్ వాలు ఆ సమయంలో కారు వడిని తెలుపుతుంది. వాలు పెరిగితే వడి పెరుగుతుంది. వాలు తగ్గితే వడి తగ్గుతుంది.

వస్తువు స్థానంలో మార్పు ఎంత త్వరగా జరుగుతుందో అనే విషయం మనకు వడి ద్వారా తెలుస్తుంది. సాధారణంగా వస్తువు ఒక సమయం వద్ద నిర్దిష్ట దిశలో ప్రయాణిస్తుంది. మొత్తం ప్రయాణంలో ఈ దిశ స్థిరంగా ఉండక పోవచ్చు. కనుక వస్తువు చలనాన్ని దాని దిశతో వివరించాలంటే మనం మరొక భౌతికరాశిని నిర్వచించవలసిన అవసరం ఉంది.

ఒక నిర్దిష్ట దిశలో వస్తువుకు గల వడినే **వేగం** అంటాం.

ఉదాహరణకు ఒక కారు తూర్పు దిశలో 15 మీ/సె వేగంతో కదులుతోంది అనుకుందాం! దీనిలో 15 మీ/సె అనేది వడి అనీ తూర్పు దిశలో 15 మీ/సె అనే దానిని వేగం అనీ అంటాం.

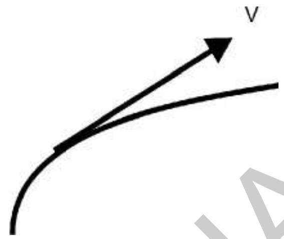


పటం-9

వేగం అనేది ఒక నిర్దిష్ట దిశలో వస్తువు స్థానంలో మార్పు ఎంత త్వరగా జరుగుతుందో తెలుపుతుంది. కావున వేగం అనేది ఒక సదిశ రాశి. దీనిని దిశ గల రేఖాఖండంతో సూచించవచ్చు. ఈ రేఖాఖండం పొడవు వడిని తెలుపుతుంది, దాని బాణం గుర్తు చలన దిశను తెలుపుతుంది.

ఒక వస్తువు వక్రమార్గంలో ప్రయాణిస్తుందని అనుకుందాం. ఆ వక్రంపై ఏదైనా బిందువు వద్ద గీసిన స్పర్శరేఖ ఆ సమయంలో వస్తువు వేగాన్ని తెలుపుతుంది.

కింది పటాన్ని పరిశీలించండి. ఆ వక్ర రేఖపై వేర్వేరు బిందువుల వద్ద స్పర్శరేఖ (వేగసదిశ)లను గీయండి. వస్తువు వేగదిశ మారుతూ ఉందా లేక స్థిరంగా ఉందా?



పటం-10 : వస్తు గమన మార్గంలో ఒక బిందువు వద్ద వేగదిశ

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- రోడ్డుపై అతి వేగంతో ప్రయాణించే వాహన దారులకు పోలీసులు జరిమానా విధించడం మీరు గమనించి ఉంటారు. ఈ జరిమానా వారి వడి ఆధారంగా విధిస్తారా? లేదా సరాసరి వడి ఆధారంగా విధిస్తారా? వివరించండి.
- ఒక విమానం ఉత్తర దిశలో 300 కి.మీ./గం. వేగంతోనూ, మరొక విమానం దక్షిణ దిశలో 300 కి.మీ./గం వేగంతోనూ ప్రయాణిస్తున్నవి. వాటి వడులు సమానమా? లేదా వేగాలు సమానమా? వివరించండి.
- చలనంలో గల ఒక కారులోని స్పీడోమీటరు స్థిర విలువను చూపుతుంది. దీని ఆధారంగా కారు స్థిర వేగంతో చలిస్తుందని చెప్పగలమా? వివరించండి.

కృత్యం - 4

వస్తువు చలన దిశను పరిశీలించుట

ఒక తాడు చివర ఒక రాయి లేదా ఏదైనా వస్తువును కట్టి తాడు రెండవ చివరను పట్టుకొని క్షితిజ సమాంతర తలంలో గుండ్రంగా తిప్పండి. అలా తిప్పుతూ తాడును విడిచిపెట్టండి.

SCERT TELANGANA

- In what direction does it move?

Try to release the object at different points on the circle and observe the direction of motion of object after it has been released from the string.

You will notice that the object moves on a straight-line along the tangent to the circle at the point where you released it. The direction of velocity is tangent to the path at a point of interest.

The SI unit of velocity is metre/sec.

In our daily life we must have observed many motions where, in some cases the velocity of an object which is in motion is constant but in other cases it continuously changes.

- Which motion is called uniform? Why?

Let us find out.

2.5 Uniform motion

Activity-5

Understanding uniform motion

Consider a cyclist moving on a straight road. The distance covered by him with respect to time is given in the following table. Draw distance vs time graph for the given values in the table2.

Table -2

Time (t in seconds)	Distance (s in metres)
0	0
1	4
2	8
3	12
4	16

- What is the shape of the graph?

You will get a graph which resembles the graph shown in fig-11.

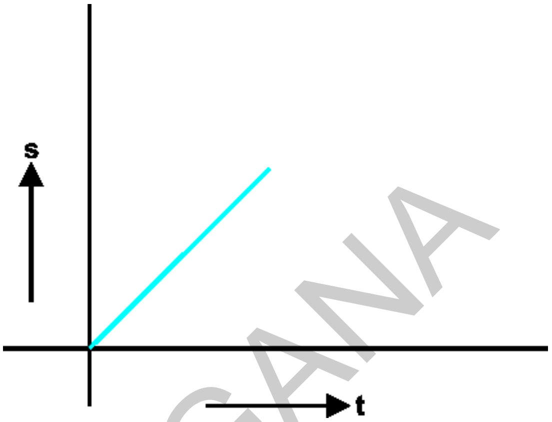


Fig-11

The straight line graph shows that the cyclist covers equal distances in equal intervals of time. From the graph you can understand that the instantaneous speed is equal to average speed. If the direction of motion of the cyclist is assumed as constant then we conclude that velocity is constant.

"The motion of the body is said to be uniform when its velocity is constant."

2.6 Non uniform motion

In our daily life in many situations when a body is in motion, its velocity changes with time. Let us observe the following example.

Consider a cyclist moving on a straight road. The distance covered by him with respect to time is given in the following table. Draw distance vs time graph for the values given in table 3.

SCERT, TELANGANA

- దానికి కట్టిన వస్తువు ఏ దిశలో చలిస్తుంది?

ఆ వస్తువును మరలా అదే మాదిరిగా తిప్పుతూ వృత్తంలో వేరు వేరు బిందువుల వద్ద నుండి తాడును వదలండి. తాడును విడిచిపెట్టే ప్రతి సందర్భంలో వస్తువు యొక్క చలనదిశను గమనించండి.

వృత్తాకార మార్గంలో మీరు వదిలిన బిందువు వద్ద గీసిన స్పర్శరేఖ దిశలో ఆ వస్తువు చలించటం మీరు గమనిస్తారు. కావున వృత్తాకార మార్గంలో చలించే ఒక వస్తువు వేగదిశ ఆ వృత్తానికి ఏదైనా బిందువు వద్ద గీసిన స్పర్శరేఖ దిశలో ఉంటుంది. అంటే వస్తువు వేగదిశ దాని చలనదిశ అవుతుంది.

వేగానికి SI ప్రమాణం మీ/సె.

మనం నిత్య జీవితంలో ఎన్నో రకాల చలనాలను చూస్తూ ఉంటాం. అందులో కొన్ని చలనాలు వేగంలో మార్పులేనివి, మరి కొన్ని చలనాలు నిరంతరం వేగంలో మార్పు సంభవించేవిగా ఉంటాయి.

- ఏ రకమైన చలనాన్ని సమచలనం అంటాం? ఎందుకు? కనుగొందాం.

2.5 సమచలనం (Uniform motion)

కృత్యం - 5

సమచలనాన్ని అవగాహన చేసుకోవడం

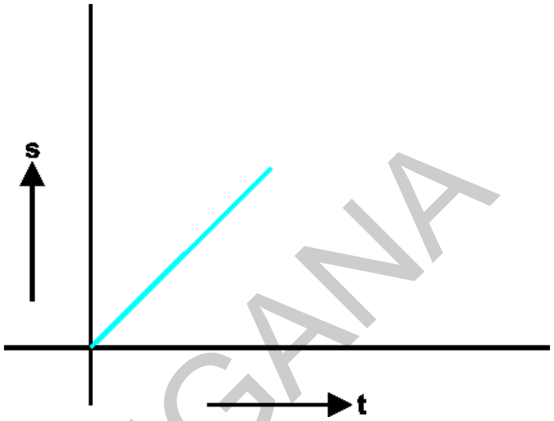
ఒక వ్యక్తి సైకిల్‌పై రోడ్డు మీద సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణిస్తున్నాడనుకుందాం. అతడు వివిధ సమయాల్లో ప్రయాణించిన దూరాలను పట్టిక 2లో ఇవ్వడం జరిగింది. ఈ సమాచారాన్ని ఉపయోగించి దూరం - కాలం గ్రాఫ్‌ను గీయండి.

పట్టిక-2

కాలం (t, సెకనుల్లో)	దూరం (s, మీటర్లల్లో)
0	0
1	4
2	8
3	12
4	16

- మీరు గీసిన గ్రాఫ్ ఏ ఆకారంలో ఉంది?

మీరు పటం-11లో చూపిన గ్రాఫ్‌ను పోలి ఉండే గ్రాఫ్‌ను పొంది ఉంటారు.



పటం-11

పటం - 11లో సరళ రేఖా రూపంలో గల గ్రాఫ్ పరిశీలిస్తే సైకిల్‌పై ప్రయాణించే వ్యక్తి సమాన కాల వ్యవధుల్లో సమాన దూరాలు ప్రయాణించాడని తెలుస్తుంది. అదేవిధంగా గ్రాఫ్ నుండి అతని సరాసరి వడి తక్షణ వడికి సమానమని మీరు అర్థం చేసుకోవచ్చు. సైకిల్‌పై వెళ్ళే వ్యక్తి చలన దిశ స్థిరమని మనం భావిస్తే అతని వేగం స్థిరమని చెప్పవచ్చు.

ఒక వస్తువు స్థిర వేగంతో చలిస్తూ ఉంటే ఆచలనాన్ని **"సమచలనం"** అంటాం.

2.6 అసమ చలనం

మన నిత్యజీవితంలో వివిధ సందర్భాలలో వస్తువు వేగం నిరంతరం మారుతుండటం మనం గమనిస్తుంటాం. ఇప్పుడు ఒక ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం.

ఒక వ్యక్తి సైకిల్‌పై సరళరేఖామార్గంలో ప్రయాణిస్తున్నాడనుకుందాం. పట్టిక -3లో అతడు వివిధ సమయాల్లో ప్రయాణించిన దూరాలను ఇవ్వటం జరిగింది. ఈ సమాచారాన్ని ఉపయోగించి దూరం - కాలం గ్రాఫ్ గీయండి.

SCERT, TELANGANA

Table-3

Time (t in seconds)	Distance (s in metres)
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16
--	--

- What is the shape of the graph?
- Is it a straight line or not? Why?

Activity-6

Observing the motion of a ball on an inclined plane

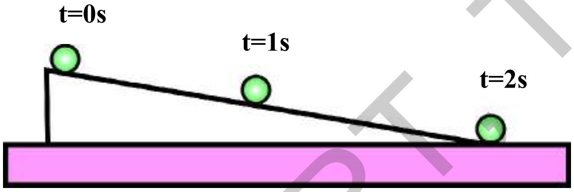


Fig-12:Ball moving down the inclined plane

Set up an inclined plane as shown in fig.- 12. Take a ball and release it from the top of the inclined plane. The positions of the ball at various times are shown in fig.-12.

- What is the path of the ball on the inclined plane?
- How does the velocity of the ball change?

Draw velocity vectors in fig.- 12 at times t=0s, 1s and 2s.

On close observation we find that when the ball moves down the inclined plane its speed increases gradually, and the direction of motion remains constant.

Set up an inclined plane as shown in fig.-13. Take a ball and push it with a speed from the bottom of the inclined plane so that it moves up.

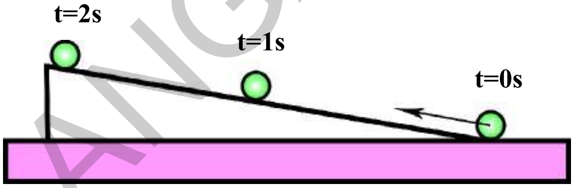


Fig-13:Ball moving up the inclined plane

- What is the path of the ball?
- What happens to its speed?

Draw velocity vectors at times t=0s, 1s, 2s in fig.--13.

In above two situations of activity-6, we observe that the speed changes but the direction of motion remains constant.

Activity-7

Observing uniform circular motion

Whirl a stone which is tied to the end of a string continuously. Draw its path of motion and velocity vectors at different positions as shown in the fig.- 14. Assume that the speed of the stone is constant.

SCERT TELANGANA

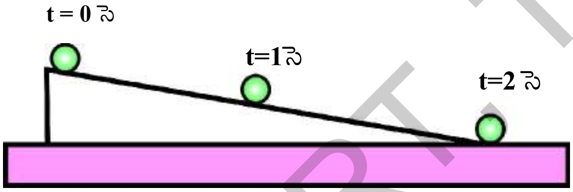
పట్టిక - 3

కాలం (t, సెకనుల్లో)	దూరం (s, మీటర్లల్లో)
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16
-	-

- మీరు గీసిన గ్రాఫ్ ఏ ఆకృతి లో ఉంది?
- ఆ గ్రాఫ్ సరళరేఖా రూపంలో ఉందా? లేక మరేదైనా రేఖ లాగా ఉందా? ఎందుకు?

కృత్యం - 6

వాలు తలంపై బంతి చలనాన్ని గమనించుట



పటం-12 : వాలు తలంపై నుండి కిందకు కదులుతున్న బంతి

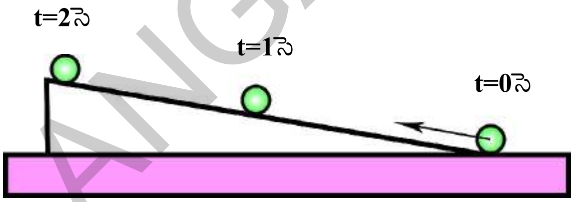
పటం 12లో చూపిన విధంగా వాలు తలాన్ని ఏర్పాటు చేయండి. ఒక బంతిని తీసుకొని, వాలు తలంపై చివర నుండి వదిలివేయండి. పటం 12లో వివిధ సమయాల వద్ద బంతి స్థానాలను చూపటం జరిగింది.

- వాలుతలంపై బంతి ప్రయాణించిన మార్గం ఆకృతి ఏమిటి?
- బంతి వేగ ఎలా మారుతుంది?

పటం 12లో t = 0 సె, 1 సె, 2 సె వద్ద వేగ సదిశలను గీయండి.

వాలుతలంపై కిందకు జారే బంతి వడి క్రమంగా పెరుగుతుందని, బంతి చలన దిశ స్థిరంగా ఉందని మనం గమనించగలం.

పటం 13లో చూపిన విధంగా వాలు తలాన్ని ఏర్పరచండి. బంతిని తీసుకుని అది కొంత వడి పొందేటట్లుగా వాలు తలం కింది భాగం నుండి పైకి నెట్టండి.



పటం-13 : వాలు తలం కింది నుండి పైకి కదులుతున్న బంతి

- దాని మార్గం ఎలా ఉంటుంది?
- దాని వడిలో ఎలాంటి మార్పును మీరు గమనిస్తారు?

పటం 13లో t = 0 సె., 1 సె., 2 సె.ల వద్ద వేగ సదిశలను గీయండి.

కృత్యం 6లోని రెండు సందర్భాల్లోనూ బంతి వడి మారుతూ ఉండడాన్ని, దాని చలన దిశ స్థిరంగా ఉండటాన్ని మీరు గమనించవచ్చు.

కృత్యం - 7

సమవృత్తాకార చలనాన్ని పరిశీలించుట

ఒక చిన్న రాయిని తాడుకి కట్టి క్షితిజ సమాంతర తలంలో తిప్పండి. పటం 14లో చూపినట్లు రాయి చలన మార్గాన్ని, వివిధ స్థానాలలో వేగ సదిశలను గీయండి. రాయి వడి స్థిరమని భావించండి.

SCERT TELANGANA

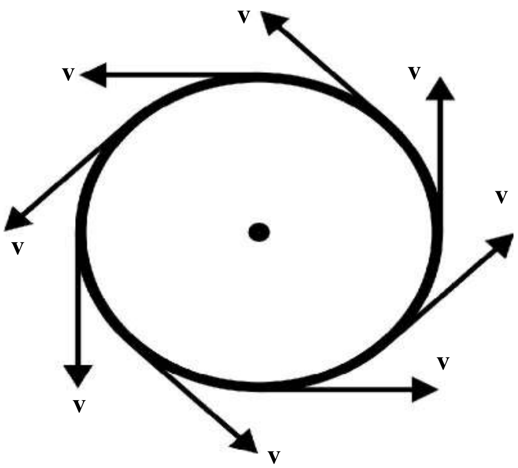


Fig-14

- What is the path of the stone?

It is clear that the path is a circle and the direction of velocity changes at every instant of time but the speed is constant.

Hence in this activity we observe that though speed remains constant, its velocity changes.

- Can you give few examples for motion of an object where its speed remains constant but velocity changes?

Activity-8

Observing the motion of an object thrown into air

Throw a stone into the air while making some angle with the horizontal. Observe the path taken by it. Draw a diagram to show its path and velocity vectors.

- Is the speed of the stone uniform? Why?
- Is the direction of motion constant? How?

In the above activity you might have noticed that the speed and direction of motion both change continuously.

- Can you give some more examples where speed and direction simultaneously change?

From the above three activities you can conclude that the change in velocity takes place in three ways.

1. Speed changes with direction remaining constant.
2. Direction of motion changes with speed remaining constant.
3. Both direction and speed change simultaneously.

"Motion of an object is said to be non-uniform when its velocity is changing."

Think and discuss

- An ant is moving on the surface of a ball. Does it's velocity change or not? Explain.
- Give an example of motion where there is a change only in speed but no change in direction of motion.

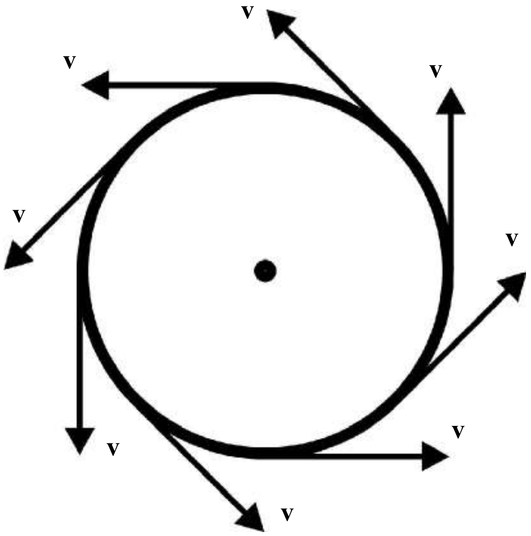
2.7 Acceleration

We can change the velocity of an object by changing its speed or its direction of motion or both. In either case the body is said to be accelerated. Acceleration gives an idea how quickly the velocity of a body is changing.

- What is acceleration? How can we know that a body is accelerating?

We experience acceleration many times in our day to day activities. For example, if we are travelling in a bus or a car, when the driver presses the accelerator, the passengers sitting in the bus experience acceleration. Our bodies press against the seat due to the acceleration.

SCERT, TELANGANA



పటం–14

- రాయి చలన మార్గం ఏ ఆకారంలో ఉంది?

రాయి వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తుందని , దాని వేగదిశ నిరంతరంగా మారుతుందని మీరు గమనించి ఉంటారు. కాని రాయి వడి మాత్రం స్థిరంగా ఉంటుంది.

వస్తువు వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తున్నప్పుడు దాని వడి స్థిరంగా ఉన్నా , వేగ దిశ మాత్రం నిరంతరం మారుతుంది. కావున వేగం స్థిరంగా లేదని తెలుస్తుంది.

- వడి స్థిరంగా ఉండి, వేగం నిరంతరంగా మారే సందర్భాలకు కొన్ని ఉదాహరణలివ్వగలరా?

కృత్యం – 8

గాలిలోకి విసరిన రాయి చలనాన్ని గమనించుట

క్షితిజ తలంతో కొంత కోణం చేసే విధంగా ఒక రాయిని విసరండి. అది ఎలా చలిస్తుందో పరిశీలించండి. దాని మార్గాన్ని మరియు వేగ సదిశలను చూపే పటాన్ని గీయండి.

- ఈ చలనంలో రాయి వడి స్థిరమా? ఎందుకు?
- రాయి చలనదిశ స్థిరంగా ఉంటుందా? ఎలా చెప్పగలవు?

పై కృత్యంలో రాయి వడి, చలనదిశలు రెండూ కూడా నిరంతరం మారుతున్నాయని మీరు గుర్తించారు కదా!

- వడి, చలన దిశలు రెండూ నిరంతరం మారే చలనాలకు కొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వగలరా?

పై మూడు కృత్యాల నుండి, వేగంలో మార్పు మూడురకాలుగా సంభవించవచ్చని మనం చెప్పవచ్చు.

1. చలన దిశ స్థిరంగా వుంటూ, వడి మారటం.
2. వడి స్థిరంగా వుంటూ, చలన దిశ మారటం.
3. వడి, చలన దిశలు రెండూ మారటం.

ఒక వస్తు వేగంలో మార్పు సంభవించినట్లయితే, ఆ వస్తువు అసమచలనంలో ఉందని అంటాం.

ఆలోచించండి – చర్చించండి

- ఒక చీమ బంతి ఉపరితలంపై కదులుతుంది. దాని వేగం స్థిరమా? అస్థిరమా? వివరించండి.
- వడి మారుతూ చలనదిశలో మార్పులేని చలనాన్ని సూచించే సందర్భాలకు ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వండి.

2.7 త్వరణం

ఒక వస్తువు వడిని మార్చడం ద్వారా లేదా చలనదిశను మార్చడం ద్వారా లేదా వడి, చలనదిశ రెండింటిని మార్చడం ద్వారా మనం దాని వేగంలో మార్పు తీసుకురావచ్చు. పై మూడు ఈ సందర్భాలలో సూచించిన మార్పులలో ఏ మార్పు జరిగినా వస్తువు త్వరణాన్ని పొందిందంటాం. త్వరణం అనేది ఒక వస్తువు యొక్క వేగంలో మార్పు ఎంత త్వరగా జరుగుతుందో తెలియజేస్తుంది.

- "త్వరణం" అంటే ఏమిటి? ఒక వస్తువు త్వరణంలో వుందని మనం ఎలా తెలుసుకోగలం?

నిత్యజీవితంలో మనం త్వరణాన్ని అనేక సందర్భాలలో గమనిస్తాం. ఉదాహరణకు మనం వాహనాల్లో ప్రయాణించేటప్పుడు బస్సు డ్రైవరు యాక్సిలరేటర్‌ను తొక్కితే మనం వెనుకకు పడతాం, మనం పొందిన త్వరణం వలన మనం కూర్చొన్న సీట్లను శరీరం గట్టిగా వెనుకకు నొక్కుతుంది. ఈ విధంగా త్వరణం మన అనుభవంలోకి వస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

Suppose we are driving a car in a given direction. Let us steadily increase the velocity from 30 km/h to 35 km/h in 1sec and then 35 km/h to 40 km/h in the next second and so on.

In the above case the velocity of the car is increasing 5 km/hr. This rate of change of velocity of an object is called **acceleration.**

Acceleration is uniform when equal changes of velocity occur in equal intervals of time. Uniform acceleration is the ratio of change in velocity to time taken.

The term acceleration not only applies to increasing velocity but also to decreasing velocity. For example when we apply brakes to a car in motion, its velocity decreases continuously. We call this as deceleration. We can observe the deceleration of a stone thrown up vertically into the air and similarly we can experience deceleration when a moving train comes to rest.

Let us suppose that we are moving in a curved path in a bus. As the bus travels along the curved path its velocity direction changes continuosly. So we also get acularation with the but. We experience acceleration that pushes us towards the outer part of the curve.

Observe fig-15. The motion of an object in a curved path at different instants is shown as a motion diagram. The length of the vector at a particular point corresponds to the magnitude of velocity (speed) at that point and arrow indicates direction of motion at every instant.

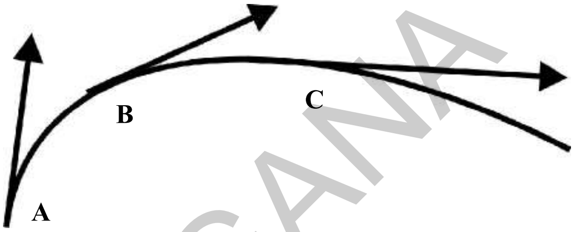


Fig-15: Motion diagram

- At which point is the speed maximum?
- Does the object in motion possess acceleration or not?

We distinguish speed and velocity for this reason and define 'acceleration' as the rate at which velocity changes, there by encompassing changes both in speed and direction.

Acceleration is also a vector and is directed along the direction of change in velocity.

The SI unit of acceleration is m/s^2

Think and discuss

- What is the acceleration of a race car that moves at constant velocity of 300 km/h ?
- Which has the greater acceleration, an airplane, that goes from 1000 km/h to 1005 km/h in 10s or a skateboard that goes from zero to 5km/h in 1 second?

SCERT, TELANGANA

మనం ఒక కారును నిర్దిష్ట దిశలో నడుపుతున్నామనుకుందాం. ఆ కారు వేగాన్ని ఒక సెకనులో 30 కి.మీ./గం. నుండి 35 కి.మీ./గం.కు, తర్వాత సెకనులో 35 కి.మీ./గం. నుండి 40 కి.మీ./గం.కు, అదే క్రమంలో ప్రతి సెకను దాని వేగాన్ని పెంచుతున్నామనుకుందాం.

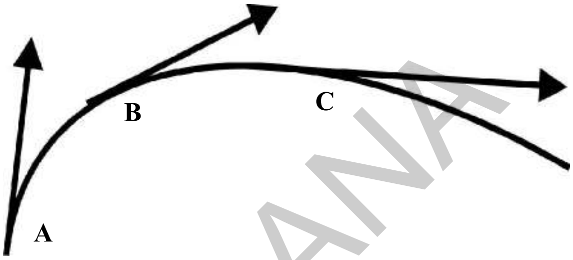
పై సందర్భంలో కారు వేగం ప్రతి సెకనుకు 5కి.మీ./గం. చొప్పున పెరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఒక వస్తువు వేగంలో మార్పు రేటునే **త్వరణం** (acceleration) అంటాం.

నిర్దిష్ట కాల వ్యవధుల్లో ఒక వస్తువు వేగంలో మార్పులు సమానంగా ఉంటే, ఆ వస్తువు త్వరణాన్ని **సమత్వరణం** (Uniform acceleration) అంటాం. సమత్వరణాన్ని వేగంలో మార్పు, మార్పు రావడానికి పట్టిన కాలాల నిష్పత్తిగా తెలుపుతాం.

త్వరణం అనే పదాన్ని వేగంలో పెరుగుదలకే కాక తగ్గుదలకు కూడా వినియోగిస్తాం. ఉదాహరణకు కారుకు బ్రేకులు వేసినప్పుడు దాని వేగం తగ్గుతుంది. అప్పుడు కూడా కారు త్వరణంలో ఉందని అంటాం. ఇటువంటి సందర్భంలో త్వరణాన్ని సాధారణంగా ఋణత్వరణం అంటాం. మనం ఒక బంతిని గాలిలోకి నిట్టనిలువుగా పైకి విసిరినపుడు బంతి ఋణత్వరణాన్ని పొందడం గమనించవచ్చు. అలాగే రైలుబండి ఆగే సందర్భాల్లోనూ ఋణత్వరణాన్ని గమనించవచ్చు.

వక్ర మార్గంలో వెళ్తున్న ఒక బస్సులో మనం ఉన్నామనుకుందాం. బస్సు వక్ర మార్గంగుండా ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు దాని వేగదిశ నిరంతరంగా మారుతూ ఉంటుంది. అందువల్ల బస్సుతో పాటు మనం కూడా త్వరణాన్ని పొందుతాం. దీని ప్రభావం వల్ల మనం వక్రమార్గానికి బయట వైపు విసరివేయబడిన అనుభూతిని పొందుతాం.

పటం -15ను గమనించండి. పటంలో వక్రమార్గంలో ప్రయాణించే వస్తు చలనాన్ని చూపడం జరిగింది. అందులో వివిధ సమయాల వద్ద వేగ దిశలను చూపడం జరిగింది. ప్రతి బిందువు వద్ద గీసిన సదిశ యొక్క పొడవు వడిని, బాణపు దిశ చలనదిశను తెలుపుతుంది.



పటం-15 : వేగంలో మార్పులను తెలుపు చలన పటం

- వస్తువు వడి ఏ బిందువు వద్ద గరిష్ఠంగా ఉంది?
- వస్తువుకు త్వరణం ఉన్నదా? లేదా? ఎలా చెప్పగలవు?

త్వరణాన్ని మనం వేగంలో మార్పు రేటుగా నిర్వచించాం. వేగమనే రాశి వడి మరియు చలన దిశ అనే రెండు అంశాలను వివరిస్తుంది. కావున త్వరణం అనేది వడి మరియు చలన దిశలో కలిగే మార్పును వివరిస్తుంది.

త్వరణం ఒక సదిశ. దీని దిశ వేగంలో మార్పు దిశలో వుంటుంది.

త్వరణానికి SI ప్రమాణం మీ/సె^{2}.

ఆలోచించండి – చర్చించండి

- 300 కి.మీ./గం. స్థిర వేగంతో చలించే కారు త్వరణమెంత?
- ఒక విమానం వేగం 1000 కి.మీ./గం. నుండి 1005 కి.మీ./గం. కు చేరటానికి 10 సెకనులు పట్టింది. స్కేటింగ్ చేసే వ్యక్తి వేగం శూన్యం నుండి 5 కి.మీ./గం. చేరటానికి 1 సెకను పట్టింది. వీరిలో ఎవరి త్వరణం ఎక్కువ?

SCERT, TELANGANA

- What is the deceleration of a vehicle moving in a straight line that changes its velocity from 100 km/h to a dead stop in 10s?
- Correct your friend who says "Acceleration gives an idea of how fast the position changes."

2.8 Equations of uniform accelerated motion

Consider the motion of object along straight line with constant acceleration. (Uniform acceleration).

Then,

$$\text{Acceleration} = \frac{\text{Change in velocity}}{\text{Time taken}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{constant}$$

'Δ' - denotes changes

If the acceleration of an object in motion is caustant, then the motion is called uniform accelaration motion.

Let u be the velocity at the time t = 0 and v be the velocity at the time t and let s be the displacement covered by the body during time " t" as shown in fig.- 16.

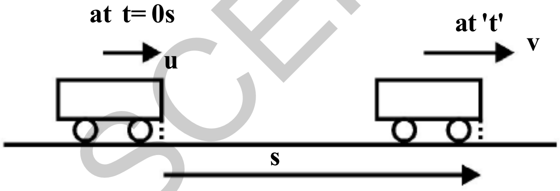


Fig-16

From the definition of uniform acceleration,

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

Acceleration, $at = v - u$

$$u + at = v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

Since the acceleration of the body is constant.

$$\text{Average velocity} = \frac{v+u}{2}$$

But we know

$$\text{Average velocity} = \frac{\text{Displacement}}{\text{Time taken}}$$

$$\frac{v+u}{2} = \frac{s}{t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (2)$$

From here onwards we manipulate the equations (1) and (2).

Put $v = u + at$ in equation (2), we have

$$\frac{u + at + u}{2} = \frac{s}{t}$$

$$\frac{2u + at}{2} = \frac{s}{t}$$

$$ut + \tfrac{1}{2} a t^2 = s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (3)$$

From equation $v = u + at$, we get

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

Substitute the value of 't' in equation (2) , we have

$$\left(\frac{v+u}{2}\right)\left(\frac{v-u}{a}\right) = s$$

$$v^2 - u^2 = 2as \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (4)$$

The equations of uniform accelerated motion are,

$v = u + at$

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

$v^2 - u^2 = 2as$

NOTE:

1. If the speed of an object increases, the direction of velocity and acceleration are one and the same.

SCERT, TELANGANA

- ఒక వాహన వేగం 100 కి.మీ./గం. నుండి నిశ్చలస్థితికి రావటానికి 10 సెకనులు పట్టిన ఆ వాహన త్వరణం ఎంత?
- "స్థానంలో మార్పు ఎంత త్వరితగతిన వస్తుందో తెలిపే భావనే త్వరణం" అని మీ స్నేహితుడు అన్నాడు. మీ స్నేహితుడిని మీరు ఏ విధంగా సరి చేస్తారు?

2.8 సమత్వరణ చలన సమీకరణాలు

ఒక వస్తువు సరళరేఖా మార్గంలో స్థిరత్వరణం (సమత్వరణం - Constant acceleration) తో ప్రయాణిస్తుందను కుందాం.

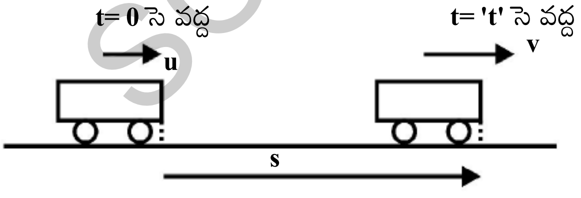
$$\text{త్వరణం} = \frac{\text{వేగంలో మార్పు}}{\text{మార్పుకు పట్టిన కాలం}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{స్థిరం}$$

'Δ' అనేది మార్పును తెలియజేస్తుంది.

చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు యొక్క త్వరణం స్థిరంగా ఉంటే ఆ చలనాన్ని **సమత్వరణ చలనం** అంటాం.

పటం - 16లో చూపినట్లు t = 0సె వద్ద వస్తు వేగం 'u' అని, t = t సె వద్ద వస్తు వేగం 'v' అని , వస్తువు 't' కాలంలో పొందిన స్థానభ్రంశం 's' అని అనుకుందాం.



పటం-16

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

$$at = v - u$$

$$u + at = v \quad .... (1)$$

సమత్వరణం నిర్వచనం నుండి, త్వరణం వస్తువు స్థిర త్వరణంతో ప్రయాణిస్తుంది. కనుక

$$\text{వస్తువు సరాసరి వేగం} = \frac{v + u}{2}$$

కాని

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

అని మనకు తెలుసు.

$$\frac{v + u}{2} = \frac{s}{t} \quad .... (2)$$

ఇక్కడి నుండి (1), (2) సమీకరణాలను ఉపయోగించి ఇతర చలన సమీకరణాలను పొందుతాం.

$v = u + at$ ని సమీకరణం (2)లో ప్రతిక్షేపించగా,

$$\frac{u + at + u}{2} = \frac{s}{t}$$

$$\frac{2u + at}{2} = \frac{s}{t}$$

దీని నుండి

$$ut + ½\, a\, t^2 = s \quad .... (3) \text{ అవుతుంది.}$$

$v = u + at$ నుండి $t = \frac{v - u}{a}$ అవుతుంది.

ఈ విలువను సమీకరణం (2)లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\left(\frac{v + u}{2}\right)\left(\frac{v - u}{a}\right) = s$$

$$v^2 - u^2 = 2as \quad .... (4)$$

సమత్వరణ చలన సమీకరణాలు,

$$\mathbf{v = u + at}$$

$$\mathbf{s = ut + ½\, a\, t^2}$$

$$\mathbf{v^2 - u^2 = 2as}$$

గమనిక

1. ఒక వస్తువు యొక్క వేగం, త్వరణం ఒకే దిశలో ఉంటే వస్తువు వడి పెరుగుతుంది.

SCERT, TELANGANA

2. If the speed of an object decreases, the direction of velocity and acceleration are in opposite directions. In such a case, at a certain instant the speed becomes zero.

3. If there exists an acceleration of a body at a point where its speed becomes zero for an instant; then the body 'returns' in the direction of acceleration and moves continuously. (like in the case of stone thrown vertically up into the air.)

2.9 Sign Convention Rules

These rules helps to signify the direction of displacement (s), velocity (v) and acceleration (a)

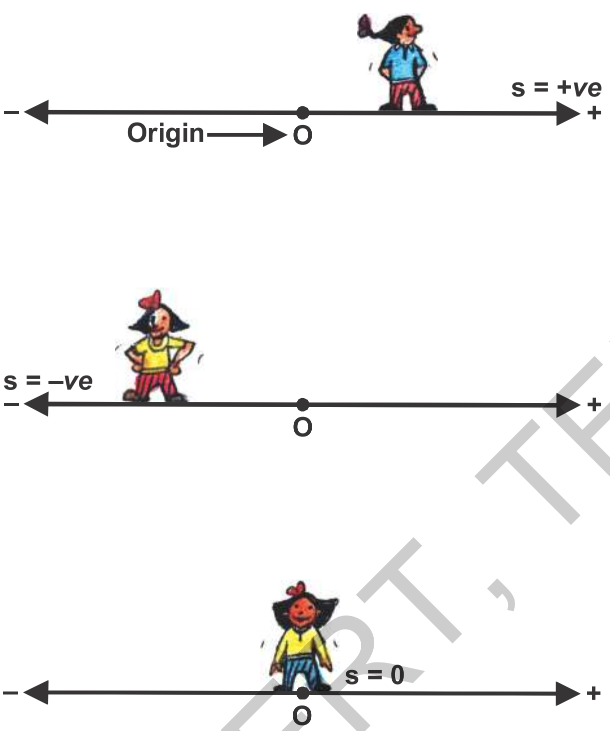


Fig-17(a)

Sign of displacement depends on position of particle

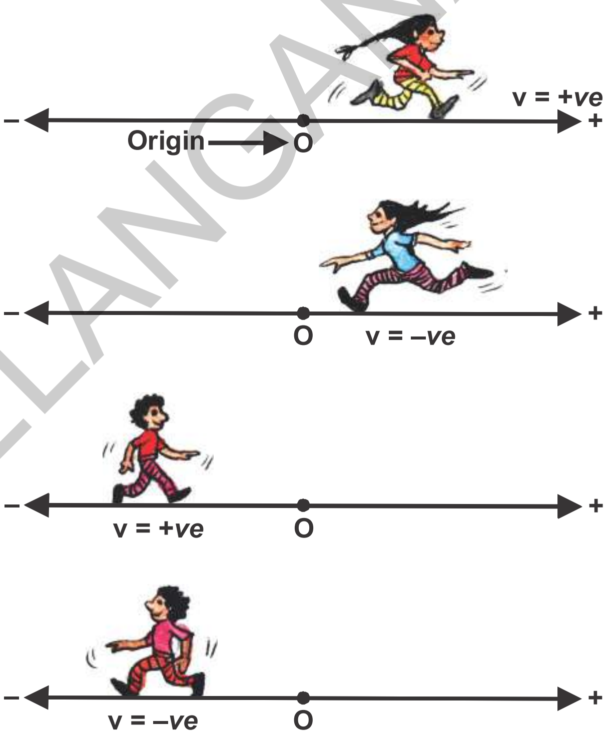


Fig-17(b)

Sign of velocity is independent of position, depends on the directioin of motion

SCERT, TELANGANA

- Choose the origin on a straight line. The quantities measured to the right are taken as positive and they measured to the left are taken as negative.
- Expressing the displacement with proper sign, is important. Displacement is positive while measured along the positive direction and is negative while measured along the negative direction.

Lab Activity

Aim

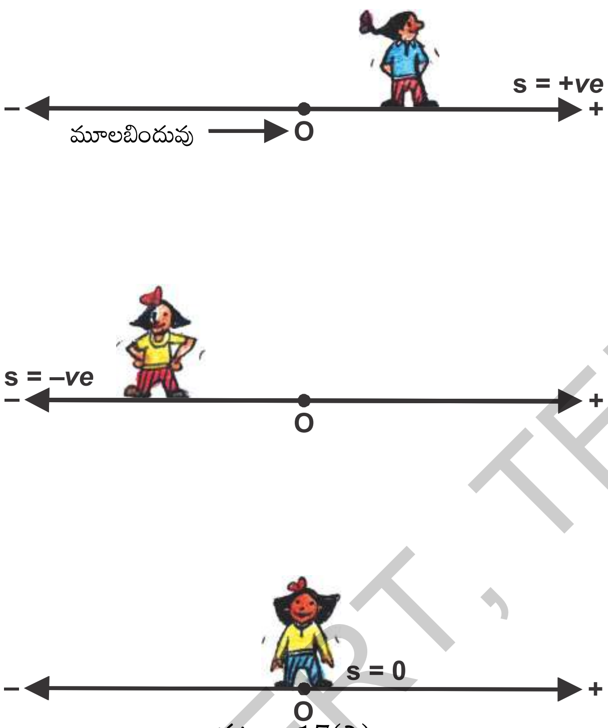
- To find the acceleration and velocity of an object moving on an inclined track.

2. వస్తువు వేగం, త్వరణాలు ఒకదానికొకటి వ్యతిరేక దిశల్లో ఉంటే వడి క్రమంగా తగ్గుతూ శూన్యమవుతుంది.

3. ఒక వస్తువు వడి శూన్యమయిన బిందువు వద్ద ఆ వస్తువు త్వరణాన్ని కల్గి ఉంటే ఆ వస్తువు తిరిగి త్వరణ దిశలో వడి పెంచుకుంటూ ప్రయాణిస్తుంది. (భూ ఉపరితలం నుండి లంబంగా పైకి విసిరిన రాయి సందర్భంలో మాదిరిగా)

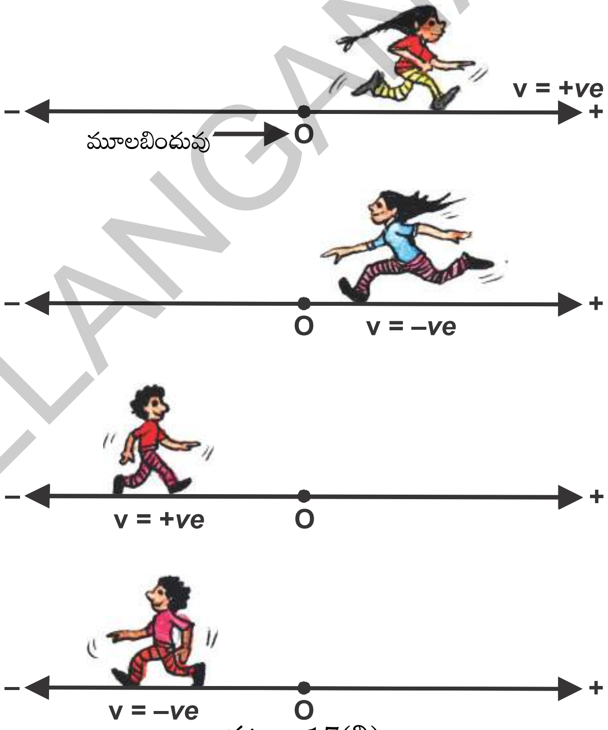
2.9 సంజ్ఞా సాంప్రదాయ నియమాలు

ఈ నియమాలు స్థానభ్రంశం (s), వేగం (v) మరియు త్వరణము (a) ల దిశలను తెలుసుకోవడానికి ఉపయోగపడతాయి.



పటం–17(ఎ)

స్థానభ్రంశం యొక్క సంజ్ఞ వస్తువు స్థానంపై ఆధారపడుతుంది.



పటం–17(బి)

వేగం యొక్క సంజ్ఞ స్థానంపై ఆధారపడదు, కాని చలనదిశపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

- సరళరేఖా మార్గంపై ఒక బిందువును మూల బిందువుగా గుర్తించాలి. అక్కడి నుండి కుడి చేతివైపు చూపే సదిశ రాశులను ధనాత్మకంగాను, ఎడమ చేతివైపు చూపే సదిశరాశులను ఋణాత్మకంగాను తీసుకోవాలి.
- స్థానభ్రంశాన్ని సరైన గుర్తుతో సూచించాలి. ధనాత్మక దిశలో స్థానభ్రంశం ఉంటే దానిని ధనాత్మకంగాను, ఋణాత్మక దిశలో ఉంటే ఋణాత్మకంగానూ తీసుకోవాలి.

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం

- వాలుతలంపై కదిలే వస్తువు త్వరణం, వేగాలను కొలవడం.

SCERT, TELANGANA

Materials required

Glass marbles, book, digital clock, long plastic tubes and steel plate.

Procedure

Take a long plastic tube of length nearly 200cm and cut it in half along the length of the tube. Use these tube parts as tracks. Mark the readings in cm along the track. Place the one end of the tube on a book and the other end on the floor, as shown in fig.-18. Keep a steel plate on the floor at the bottom of the track. Consider the reading at the bottom of the track to be zero.

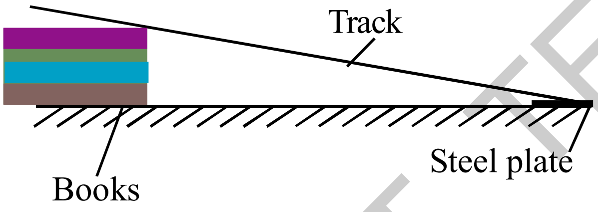


Fig-18

Take a marble having adequate size to travel in the track freely. Now release the marble freely from a certain distance say 40cm. Start the digital clock when the marble is released. It moves down on the track and strikes the steel plate. Stop the digital clock when a sound is produced. Repeat the same experiment for the same distance 2 to 3 times and note the values of times in table-4.

Table-4

Distance, S (cm)	Time t (s)			Average time t	$2S/t^2$
	t_1	t_2	t_3		

Repeat the same experiment for various distances.

Find average time and $2S/t^2$ for every trail. Will it be constant and equal to acceleration? Why?

Draw distance vs time (S-t) graph for the values in the table.

Do the same experiment for various slopes of the track and find accelerations in each case.

- Is there any relation between the slope and acceleration?
- What do you notice from the distance time graphs for various slopes?

Do the same experiment with a small iron block. Find the acceleration and draw the S-t graph.

Give your explanation for various accelerations related to slopes.

The values found in this experiment are approximate.

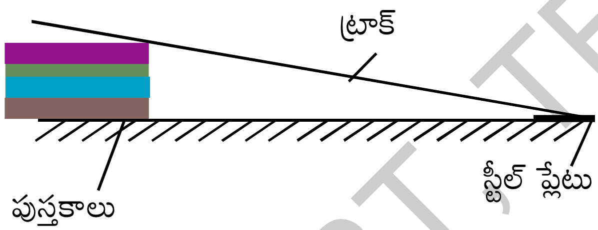
SCERT, TELANGANA

పరికరాలు

గాజు గోళీలు, పుస్తకాలు, డిజిటల్ వాచ్, పొడుగాటి ప్లాస్టిక్ గొట్టం, స్టీలు పళ్ళెం.

ప్రయోగపద్ధతి

సుమారు 200 సెం.మీ. ప్లాస్టిక్ ట్యూబ్‌ను తీసుకోండి. దానిని పొడవు వెంట చీల్చి వస్తువులు కదిలే కాలువ వంటి మార్గంగా మార్చుకోండి. దీనినే ట్రాక్ అంటాం. ట్రాక్‌పై 0–200 సెంటీ మీటర్ల వరకు కొలతలను గుర్తించండి. ట్రాక్ ఒక చివరను పటం 18లో చూపిన విధంగా పుస్తకాలపై ఉంచండి. రెండవ చివరను నేలపై ఉంచండి. రెండవ చివర వద్ద స్టీల్ ప్లేటును ఉంచండి. ట్రాక్ అమర్చేటప్పుడు దాని '0' రీడింగు నేలను తాకే వైపు ఉండాలి.



పటం-18

ట్రాక్‌లో పట్టే పరిమాణం గల గోళీని తీసుకోండి. 40 సెం.మీ.ల మార్కు నుండి గోళీని విడిచిపెట్టండి. గోళీని విడిచిపెట్టిన వెంటనే డిజిటల్ వాచ్‌ను ఆన్ చేయండి. ఆ గోళీ కిందకు వస్తూ నేలపై ఉంచిన స్టీలు ప్లేటును ఢీకొని శబ్దం చేస్తుంది. శబ్దం విన్న వెంటనే డిజిటల్ వాచ్‌ను ఆపివేయండి. ఇదే ప్రయోగాన్ని (40సెం.మీ. కొలతతో) 2 లేక 3 సార్లు చేసి గణించిన విలువలను పట్టిక -4 లో పొందుపరచండి.

పట్టిక 4

దూరం, s (సెం.మీ.)	కాలం t (సెకనుల్లో)			సరాసరి కాలం t	$2s/t^2$
	t_1	t_2	t_3		

పై ప్రయోగాన్ని వేర్వేరు దూరాలతో చేసి వాటికి సంబంధించిన విలువలను పట్టికలో పొందుపరచండి.

పట్టిక-4 నుండి సరాసరి కాలం కనుగొనండి. అదేవిధంగా $2S/t^2$ విలువను ప్రతిదూరానికి లెక్కించండి. అన్ని సందర్భాలలో $2S/t^2$ విలువ స్థిరంగా ఉందా? ఇది గోళీ త్వరణానికి సమానమా? ఎందుకు?

పట్టికలో మీరు నమోదు చేసిన విలువలతో దూరం-కాలం గ్రాఫ్‌ను గీయండి.

ఇదే ప్రయోగాన్ని వేరు, వేరు వాలు కోణాల వద్ద చేసి త్వరణాలను కనుక్కొండి.

- వాలుకోణాలకు, త్వరణానికి మధ్య ఏమైనా సంబంధం ఉందా?
- దూరం-కాలం గ్రాఫ్‌లను బట్టి మీరేం చెప్పగలరు?

ఇదే ప్రయోగాన్ని గాజు గోళికి బదులుగా ఇనుప దిమ్మతో చేసి, S - t గ్రాఫ్ గీయండి.

వివిధ వాలులకు సంబంధించిన వివిధ త్వరణాలకు సంబంధించి మీ వివరాలు ఇవ్వండి.

ఈ ప్రయోగంలో మీరు కొలిచి నమోదు చేసిన విలువలు రమారమి విలువలని గుర్తుంచుకోండి.

SCERT TELANGANA

Example 1

A car is moving with the initial velocity 15 m/s. Car stoped after 5s by application of breaks. Find the retardation (Decelaration).

Solution

$t = 5$ s

$v = 0$ m/s

$u = 15$ m/s

$a = ?$

Substituting the values in the following equation.

$$v = u + at$$
$$0 = 15 + (a \times 5)$$
$$a = \frac{-15}{5}$$
$$a = -3 \text{ m/s}^2$$

Example 2

A bus is moving with the initial velocity of 'u' m/s. After applying the breaks, its retardation is 0.5 m/s^2 and it stoped after 12s. Find the initial velocity (u) and distance travel by the bus after applying the breaks.

Solution

$a = -0.5 \text{ m/s}^2$

$v = 0$ m/s

$t = 12$ s

$u = ?$

$$v = u + at$$
$$0 = u + (-0.5 \times 12)$$
$$0 = u - 6$$
$$u = 6 \text{ m/s}$$

Initial velocity of the bus 6 m/s.

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$= (12 \times 6) + \frac{1}{2}(-0.5 \times 12^2)$$
$$= 72 - \frac{1}{2}(72)$$
$$= 36 \text{ m}$$

Bus has stoped 36 m distance after applying the break.

Example 3

At a distance L= 400m away from the signal light,brakes are applied to a locomotive moving with a velocity, u = 54 km/h.Determine the position of rest of the locomotive relative to the signal light after 1 min of the application of the brakes if its acceleration a = - 0.3 m/s^2

Solution

Since the locomotive moves with a constant deceleration after the application of brakes, it will come to rest in 't' sec .

We know ,

$$v = u + at$$

Here u = 54 km/h = 54 x 5/18 =15 m/s

Let v = 0 at time 't' and given

a = -0.3 m/s^2

From v = u+at we get $t = \frac{v - u}{a}$

We get, $t = \frac{-15}{-0.3}$ = 50 s

SCERT, TELANGANA

ఉదాహరణ 1

ఒక కారు 15మీ/సె వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది. ఆ కారుకు బ్రేకులు వేయగా 5 సె. తర్వాత ఆగినది. అయిన ఆ కారు యొక్క త్వరణం కనుగొనండి.

సాధన

t = 5 సె

v = 0 మీ/సె

u = 15 మీ/సె

a = ?

విలువలను కింది సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$v = u + at$$
$$0 = 15 + (a \times 5)$$
$$a = \frac{-15}{5}$$

a = −3 మీ/సె^{2}

ఉదాహరణ 2

u మీ/సె తొలి వేగంతో ప్రయాణిస్తున్న బస్‌కు బ్రేకులు వేయగా 0.5 మీ/సె^{2} త్వరణం పొంది 12 సెకన్ల తర్వాత ఆగినది. అయిన ఆ బస్ యొక్క తొలి వేగం కనుగొని బ్రేకులు వేసిన తర్వాత ఎంత దూరంలో ఆగినదో కనుగొనుము.

సాధన

a = − 0.5 మీ/సె^{2}

v = 0 మీ/సె

t = 12 సె

u = ?

$$v = u + at$$
$$0 = u + (-0.5 \times 12)$$
$$0 = u - 6$$

u = 6 మీ/సె

ఆ బస్ యొక్క తొలివేగం u = 6 మీ/సె.

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$= (12 \times 6) + \frac{1}{2}(-0.5 \times 12^2)$$
$$= 72 - \frac{1}{2}(72)$$

= 36 మీ

బ్రేకులు వేసిన తర్వాత 36 మీటర్ల దూరంలో బస్ ఆగినది.

ఉదాహరణ 3

400 మీ.దూరంలో గల రెడ్ సిగ్నల్ లైటును చూసి 54 కి.మీ./గం. వేగంతో ప్రయాణించే రైలు ఇంజన్‌కు బ్రేకులు వేశారు. బ్రేకులు కలుగజేసిన త్వరణం a = − 0.3 మీ./ సె.^{2} అయితే 1 నిముషం తర్వాత రైలు ఇంజన్ సిగ్నల్ స్తంభానికి ఎంత దూరంలో ఉంటుంది?

సాధన

బ్రేకులు వేసినపుడు రైలు ఇంజన్ ఋణత్వరణంతో చలిస్తుంది. అది 't' కాలం తర్వాత ఆగిపోయిందనుకుందాం

తొలివేగం u = 54 కి. మీ. / గం.= 54 x 5/18

=15మీ./సె.

తుదివేగం v = 0 (ఇచ్చిన సందర్భానికి)

a= -0.3 మీ./ సె.^{2}

v=u+at అనే సమీకరణం నుండి

$t = \frac{v-u}{a}$ అవుతుంది

కావున $t = \frac{-15}{-0.3}$ = 50 సె. గా పొందవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

During which it will cover a distance

$$s = -\frac{u^2}{2a}$$

$$= -\frac{15^2}{2 \times (-0.3)}$$

$$= \frac{225}{0.6}$$

$$= 375 \text{ m}$$

Thus in 1 minute after the application of brakes the locomotive will be at a distance $l = L - s = 400 - 375 = 25$ m from the signal light.

Example 4

What is the speed of the body moving with uniform acceleration at the midpoint of two points on a straight line, where the speeds are u and v respectively?

Solution

Let 'a' be the constant acceleration and s be the distance between the two points,

From equation of motion

$v^2 - u^2 = 2as$................. (1)

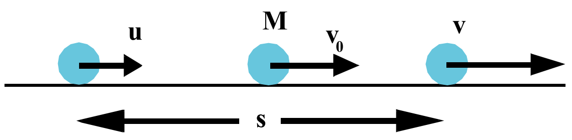


Fig-19

Let v_0 be the speed of the body at midpoint 'M' of the given points.

Applying the same equation used above, we get

$$v_0^2 - u^2 = 2a\frac{s}{2}$$

From (1), we get

$$v_0^2 - u^2 = \frac{v^2 - u^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{v^2 - u^2}{2} + u^2$$

$$v_0^2 = \frac{v^2 - u^2 + 2u^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{v^2 + u^2}{2}}$$

Example 5

A car travels from rest with a constant acceleration 'a' for 't' seconds. What is the average speed of the car for its journey if the car moves along a straight road?

Solution

The car starts from rest, so u = 0

The distance covered in time t

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

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Total distance}}{\text{Time taken}}$$

$$v = \frac{\left(\frac{at^2}{2}\right)}{t}$$

$$= \frac{at}{2}$$

SCERT, TELANGANA

't' కాలంలో ఇంజిన్ ప్రయాణించిన దూరం

$$s = -\frac{u^2}{2a}$$

$$= -\frac{15^2}{2 \times (-0.3)}$$

$$= \frac{225}{0.6}$$

= 375 మీ.

1 నిముషం తర్వాత రైలు ఇంజిన్ సిగ్నల్ స్తంభానికి మధ్య దూరం l = L - S = 400-375= 25మీ.

ఉదాహరణ 4

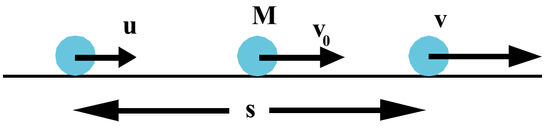
ఒక వస్తువు సమత్వరణంతో సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణిస్తుంది. ఈ సరళ రేఖామార్గంపై గల రెండు బిందువుల వద్ద వస్తువు వేగాలు వరుసగా u, v అయితే ఈ రెండు బిందువులకు మధ్యబిందువు వద్ద ఆ వస్తువు వేగమెంత?

సాధన

వస్తువుకు గల సమత్వరణాన్ని *'a'* అనుకుందాం.

ఇచ్చిన బిందువుల మధ్య దూరం 's' అనుకుందాం.

$$v^2 - u^2 = 2as \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (1)$$



పటం-19

ఈ రెండు బిందువులకు మధ్యబిందువు వద్ద వస్తువు వేగం v_0 అనుకుందాం. (ఆ బిందువును 'M' గా పటంలో చూపడం జరిగింది.) అప్పుడు

$$v_0^2 - u^2 = 2a\frac{s}{2}$$

సమీకరణం (1)లోని 2as విలువలను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$v_0^2 - u^2 = \frac{v^2 - u^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{v^2 - u^2}{2} + u^2$$

$$v_0^2 = \frac{v^2 - u^2 + 2u^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{v^2 + u^2}{2}}$$

ఉదాహరణ 5

నిశ్చలస్థితి నుండి బయలుదేరిన ఒక కారు సమత్వరణం *'a'* తో 't' కాలం పాటు ప్రయాణించింది. కారు సరళరేఖా మార్గంలో ప్రయాణించినట్లయితే 't' కాలంలో అది పొందే సరాసరి వడి ఎంత?

సాధన

కారు నిశ్చల స్థితి నుండి ప్రారంభమైంది కాబట్టి దాని తొలి వేగం u = 0

't' కాలంలో కారు ప్రయాణించిన దూరం

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

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{మొత్తం దూరం}}{\text{పట్టిన సమయం}}$$

$$v = \frac{\left(\frac{at^2}{2}\right)}{t}$$

$$= \frac{at}{2}$$

SCERT, TELANGANA

Key words

Relative, distance, displacement, average speed, average velocity, instantaneous speed (speed), velocity, uniform motion, acceleration,uniform acceleration, rectilinear motion, vectors, scalars.

What we have learnt

- Motion is relative. Motion of an object depends on the observer.
- Distance is the path length traversed and displacement is the shortest distance in a specified direction.
- Average speed is distance covered per unit time and average velocity is displacement in a specified direction per unit time.
- Speed at an instant is instantaneous speed which gives the idea of how fast the position of the body changes.
- Velocity is speed in specified direction.
- The motion is uniform when the velocity is constant.
- A body has acceleration when the velocity of the body changes.
- Acceleration is the rate of change of velocity.
- The motion is said to be uniform accelerated motion if acceleration is constant.
- The equations of uniform acclerated motion are given by

$$v = u + at$$

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

$$v^2 - u^2 = 2as$$

Improve your learning

D4E5E4

I. Reflections on concepts

1. Distinguish between speed and velocity. (AS_1)
2. Briefly explain about constant acceleration.
3. How can you say that a body is in motion? Is it a common property? (AS_1)
4. Are average speed and average velocity same? If not explain why? (AS_1)
5. How do you measure instantaneous speed? (AS_1)
6. Explain acceleration with an example . (AS_1)

SCERT, TELANGANA

కీలక పదాలు

సాపేక్షం, దూరం, స్థానభ్రంశం, సరాసరి వడి, సరాసరి వేగం, తక్షణ వడి (వడి), వేగం, సమచలనం త్వరణం, సమత్వరణం, రేఖీయ చలనం, సదిశలు, అదిశలు.

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- చలనం అనేది సాపేక్ష మైనది. ఒక వస్తువు చలనం పరిశీలకునిపై ఆధారపడుతుంది.
- వస్తువు ప్రయాణించిన మార్గం మొత్తం పొడవును దూరమని, రెండు బిందువుల మధ్య నిర్దిష్ట దిశలో గల కనిష్ట దూరాన్ని స్థానభ్రంశం అని అంటాం.
- ఏకాంక కాలంలో ఒక వస్తువు ప్రయాణించిన దూరాన్ని సరాసరి వడి అని, ఏకాంక కాలంలో వస్తువు పొందే స్థానభ్రంశాన్ని సరాసరి వేగం అని అంటాం.
- ఏదైనా ఒక నిర్దిష్ట సమయం వద్ద వడిని తక్షణ వడి అంటాం. వడి వస్తువు స్థానంలో మార్పు ఎంత త్వరగా వస్తుందో తెలియజేస్తుంది.
- నిర్దిష్ట దిశలో ఒక వస్తువుకు గల వడిని వేగం అంటాం.
- ఒక వస్తువు స్థిర వేగంతో చలిస్తూ ఉంటే ఆ చలనాన్ని సమచలనం అంటాం.
- గమనంలో వున్న వస్తు వేగంలో మార్పు వస్తే, ఆ వస్తువు త్వరణంలో వుందని అంటాం.
- వేగంలో మార్పు రేటును త్వరణం అంటాం.
- త్వరణం స్థిరంగా గల చలనాన్ని సమత్వరణ చలనం అంటాం.
- సమ త్వరణ చలన సమీకరణాలు :

$$v = u + at$$

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

$$v^2 - u^2 = 2as$$

SCERT, TELANGANA

అభ్యసనాన్ని మెరుగు పరుచుకుందాం

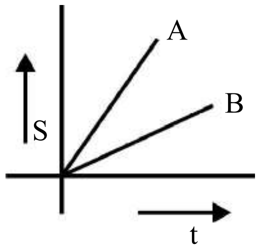
F6I7S6

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. వడి, వేగాల మధ్య బేధమేమి? (AS_1)
2. స్థిర త్వరణం గురించి క్లుప్తంగా వివరించండి. (AS_1)
3. వస్తువు చలనంలో ఉందని ఎలా చెప్పగలవు? అది ఉమ్మడి ధర్మమేనా? (AS_1)
4. సరాసరి వడి, సరాసరి వేగం రెండూ ఒకటేనా? ఎందుకో వివరించండి. (AS_1)
5. తక్షణ వడిని ఎలా కొలుస్తాము? (AS_1)
6. త్వరణంను ఉదాహరణతో వివరించండి. (AS_1)

II. Application of concepts

1. In the given figure distance vs time graphs showing motion of two cars A and B are given. Which car moves fast ? (AS_1)



2. A train of length 50m is moving with a constant speed of 10m/s. Calculate the time taken by the train to cross an electric pole and a bridge of length 250 m. (5s , 30s) (AS_1)
3. Draw the distance vs time graph when the speed of a body increases uniformly. (AS_5)
4. Draw the distance – time graph when its speed decreases uniformly.(AS_5)
5. What is the average speed of a Cheetah that sprints 100m in 4sec. ? What if it sprints 50m in 2sec? (25 m/s)(AS_7)
6. A car travels at a speed of 80 km/h during the first half of its running time and at 40 km/h during the other half. Find the average speed of the car. (60 km/h) (AS_7)
7. A particle covers 10m in first 5s and 10m in next 3s. Assuming constant acceleration. Find initial speed, acceleration and distance covered in next 2s. (AS_7)

   (7/6 m/s, 1/3 m /s^2, 8.33m)

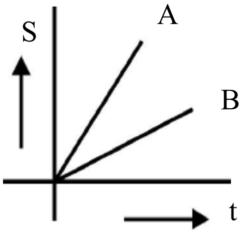
III. Higher Order Thinking questions

1. When the velocity is constant, can the average velocity over any time interval differ from instantaneous velocity at any instant? If so, give an example; if not explain why. (AS_2)
2. You may have heard the story of the race between the rabbit and tortoise. They started from same point simultaneously with constant speeds. During the journey, rabbit took rest somewhere along the way for a while. But the tortoise moved steadily with lesser speed and reached the finishing point before rabbit. Rabbit wokeup and ran, but rabbit realized that the tortoise had won the race. Draw distance vs time graph for this story. (AS_5)

SCERT, TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. పటంలో A, B అనే రెండు కార్ల చలనాన్ని చూసే s - t గ్రాఫ్‌లు ఇవ్వడం జరిగింది. ఏ కారు వడి ఎక్కువ? ఎందుకు? (AS_1)



2. 50 మీ. పొడవు గల రైలు 10 మీ./సె. స్థిర వడితో చలిస్తుంది. ఆ రైలు ఒక విద్యుత్ స్తంభాన్ని మరియు 250 మీ. పొడవు గల బ్రిడ్జిని దాటడానికి పట్టే కాలాన్ని లెక్కించండి. (5సె., 30సె.) (AS_1)

3. నిశ్చలస్థితి నుండి బయలుదేరిన ఒక వస్తువు యొక్క వడి ఏకరీతిగా పెరుగుతున్నట్లయితే వస్తువు యొక్క చలనాన్ని చూపే దూరం – కాలం గ్రాఫ్‌ను గీయండి. (AS_5)

4. ఒక వస్తువు వడి ఏకరీతిగా తగ్గుతూ ఉంటే దాని చలనాన్ని తెలిపే దూరం – కాలం గ్రాఫ్ గీయండి. (AS_5)

5. 4 సె.లో ఒక చిరుత 100 మీ. దూరం పరిగెడుతుంటే, దాని సరాసరి వడి ఎంత? అదే చిరుత 2 సె. లో 50 మీ. దూరం పరిగెడినచో దాని సరాసరి వడి ఎంత? (25మీ./సె.) (AS_7)

6. ఒక కారు తన ప్రయాణ కాలంలో మొదటి సగం కాలం 80కి.మీ./ గం. వడితోను, మిగిలిన సగం కాలం 40కి.మీ./గం. వడితోనూ ప్రయాణిస్తే, దాని సరాసరి వడి ఎంత?(60 కి.మీ./గం.) (AS_1)

7. ఒక కణం మొదట 5 సెకనుల్లో 10 మీ. దూరం తర్వాత 3 సెకనులలో 10మీ. దూరం ప్రయాణించింది. ఆ కణం సమత్వరణంతో చలిస్తుందనుకొంటే ఆ కణం తొలి వేగాన్ని, త్వరణాన్ని మరియు తదుపరి 2సె. లో ప్రయాణించిన దూరాన్ని కనుగొనండి. (7/6 మీ./సె., 1/3 మీ./సె.^{2}, 8.33 మీ.) (AS_1, AS_7)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. ఒక కణం స్థిర వేగంతో చలిస్తుంది. ఏదేని నిర్ణీత కాల వ్యవధిలో దాని సరాసరి వేగం, తక్షణ వేగంతో సమానంగా ఉంటుందా? లేదా? వివరించండి. (AS_2)

2. తాబేలు మరియు కుందేలుల పరుగు పందెం కథ మీరు వినే ఉంటారు. తాబేలు ప్రయాణించే వడి కంటే కుందేలు ప్రయాణించే వడి ఎక్కువ. రెండూ ఒకే చోటు నుండి పరుగు పందెం ప్రారంభించాయి. కుందేలు కొంత దూరం ప్రయాణించి చెట్టు కింద కాసేపు విశ్రాంతి తీసుకుంది. కుందేలు నిద్ర లేచి చేరవలసిన గమ్యం వైపు పరిగెత్తింది. కుందేలు గమ్యానికి చేరేసరికి తాబేలు అప్పటికే గమ్యాన్ని చేరింది. ఈ కథను దూరం–కాలం గ్రాఫ్‌లో చూపండి. (AS_5)

SCERT TELANGANA

Multiple choice questions

1. The distance travelled by an object in a specified direction is [ ]

   (a) Speed (b) Displacement

   (c) Velocity (d) Acceleration

2. If an object is moving with constant velocity then the motion is [ ]

   (a) Motion with Non uniform acceleration

   (b) Motion with Uniform Acceleration

   (c) Uniform Motion (d) Non uniform Motion

3. If there is change in the velocity of the object then the state of object with respect to motion is [ ]

   (a) State of Constant Speed (b) State of Constant velocity

   (c) State of Uniform Motion (d) State of Non uniform Motion

4. If the acceleration of a moving object is constant then the motion is said to be [ ]

   (a) Motion with Constant Speed (b) Motion with Uniform Acceleration

   (c) Motion with Uniform Velocity (d) Motion with Non Uniform acceleration

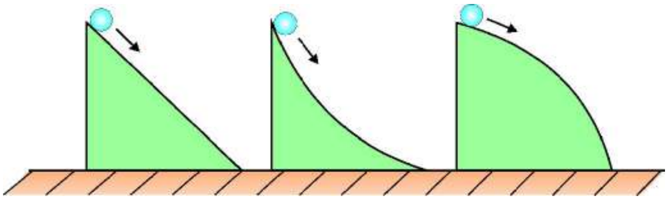
Suggested Experiments

1. Conduct an expermiment to find acceleration and velocity of an object moving on an inclined plane and write a report.

Suggested Projects

1. Calculate the avarage speeds of students of your class we who have participated in 100 meters and 200 meters running race. Write a report.

2. Suppose that the three balls shown in figure below start simultaneously from the tops of the hills. Which one reaches the bottom first ? Explain. (AS_2)



SCERT, TELANGANA

బహుళైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. నిర్దిష్ట దిశలో వస్తువు కదిలిన దూరం [ ]

   a) వడి b) స్థానభ్రంశం c) వేగం d) త్వరణం

2. ఒక వస్తువు స్థిరవేగంతో చలిస్తూ ఉంటే ఆ చలనం [ ]

   a) అసమత్వరణ చలనం b) సమత్వరణ చలనం c) సమచలనం d) అసమచలనం

3. వస్తువు వేగంలో మార్పు ఉన్నట్లయితే చలన పరంగా ఆ వస్తువు స్థితి. [ ]

   a) స్థిరవడి కలిగిన స్థితి b) స్థిరవేగం కలిగిన స్థితి

   c) సమచలన స్థితి d) అసమచలన స్థితి

4. చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు యొక్క త్వరణం స్థిరంగా ఉంటే ఆ వస్తువు చలనం [ ]

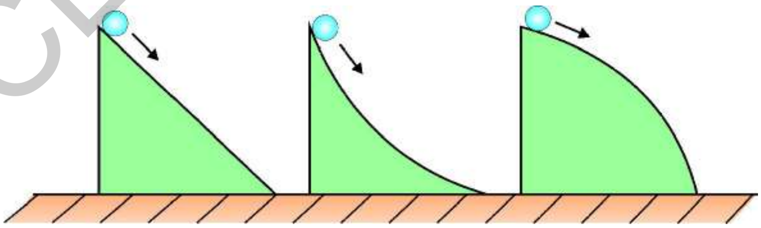
   a) స్థిర వడి చలనం b) సమత్వరణ చలనం c) సమవేగ చలనం d) అసమ త్వరణ చలనం

ప్రయోగాలు

1. వాలు తలంపై కదిలే వస్తువు త్వరణం, వేగాలను కొలిచేందుకు ఒక ప్రయోగాన్ని నిర్వహించి నివేదిక రాయండి.

ప్రాజెక్టులు

1. మీ తరగతిలోని విద్యార్థులు 100 మీటర్లు, 200 మీటర్లు పరుగు పందెంలో పాల్గొనినప్పుడు వారి సరాసరి వడులను లెక్కించి నివేదిక తయారు చేయండి.
2. పటంలో చూపిన విధంగా ఒకే ఎత్తు గల మూడు రకాలైన తలాల నుండి, ఒకే రకమైన మూడు బంతులను జారవిడిచినచో, ఏ బంతి త్వరగా నేలను చేరుతుంది? వివరించండి.



SCERT, TELANGANA

Chapter 3

LAWS OF MOTION

Y4Z7U5

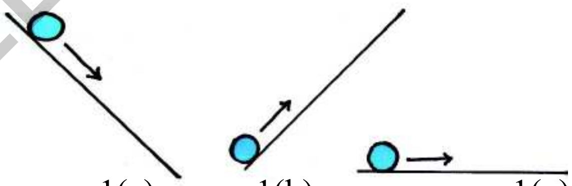
We observe the changes in motion of many objects around us. We discussed the concepts of velocity and acceleration in the chapter ‘Motion’.

Philosophers of the ancient world were very much interested in the study of motion. One question always popping up in their mind was, what is the natural state of an object if left to itself? Our commonsense tells that every moving object on earth if it is left free for some time, gradually comes to rest by itself. What happens if you stop peddling your bicycle? It slows down gradually and finally stops.

We wonder to know that Aristotle, the great philosopher of that time also concluded that the natural state of an earthly object is to be at rest. He thought that the object at rest requires no explanation as any moving body naturally comes to rest.

Galileo Galilee stated that an object in motion will remain in same motion as long as no external force is applied on it.

Galileo came up with two thoughtful experiments. He did his experiments on inclined planes with smooth surfaces and observed that the smoother the surface, the farther the ball travelled. He extended this argument and concluded that if the surface was perfectly smooth, the ball will travel indefinitely, until encountered by another object. (In real world such a surface of course does not exist).



1(a) 1(b) 1(c)

Fig-1: (a) downward motion (b) upward motion (c) motion on a plane surface

As shown in fig.- 1 (a) he observed that when a marble rolls down a slope, it picks up speed due to the force of gravity of the earth.

In fig.- 1 (b) when the object rolls up an inclined plane, its speed decreases. Now let us assume that a marble is moving on a level surface as shown in fig.- 1(c) it has no reason to speed up or slow down. So it will continue to move with constant velocity.

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం 3

గమన నియమాలు

Z8N3I5

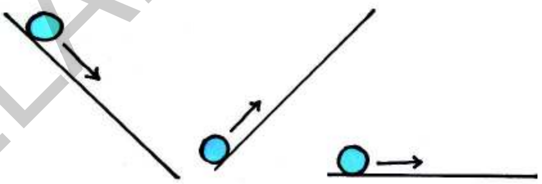
మన చుట్టూ ఉండే ఎన్నో వస్తువుల చలనాలను మనం గమనిస్తూ ఉంటాం. చలనం అనే పాఠంలో మీరు వేగం, త్వరణం భావనలను గురించి నేర్చుకొన్నారు.

మన ప్రాచీన తత్త్వవేత్తలు చలనాన్ని గురించి అధ్యయనం చేయడంలో ఎంతో ఆసక్తి కనబరిచారు. ఒక వస్తువును తనకు తానుగా వదిలేస్తే దానికి ఉండే సహజ స్థితి ఏమిటి? అనే ప్రశ్న వారి మదిని తొలుస్తూ ఉండేది. భూమి మీద కదులుతున్న ఏ వస్తువైనా క్రమంగా నిశ్చల స్థితికి వస్తుందనే విషయం మనకందరికి తెలిసిందే. మీరు సైకిల్‌ని తొక్కడం ఆపేస్తే ఏం జరుగుతుంది? దాని వేగం క్రమంగా తగ్గి చివరికి ఆగిపోతుంది కదా!

ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే, ఆ కాలంలో గొప్ప తత్త్వవేత్త అయిన **అరిస్టాటిల్** కూడా ఇలాగే ఆలోచించి, భూమి మీద ఉండే ఏ వస్తువుకయినా ఉండే సహజ స్థితి నిశ్చల స్థితే అని నిర్ధారించాడు. కదిలే ఏ వస్తువైనా సాధారణంగా చివరికి నిశ్చల స్థితికి రావాలి కాబట్టి, నిశ్చలంగా ఉండే వస్తువుల విషయంలో ఎటువంటి వివరణ అవసరం లేదని భావించాడు.

కాని దీనికి భిన్నంగా ఏ బాహ్య బలం పని చేయనంత వరకు కదులుతున్న వస్తువు అదే గమనస్థితిలో ఉంటుందని చెప్పడం ద్వారా **గెలీలియో గెలీలి** ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రానికి తెర తీశాడు.

తన వాదనను నిరూపించడానికి గెలీలియో రెండు ఆలోచనాత్మక ప్రయోగాలతో ముందుకు వచ్చాడు. అతను తన ప్రయోగాలను నునుపు తలం గల వాలు బల్లలపై చేశాడు. తలం ఎంత నునుపుగా ఉంటే వదిలిన గోళీ అంత దూరం ప్రయాణిస్తుందని గమనించాడు. ఈ విధంగా ఒక సంపూర్ణమైన నున్నటి తలం మీద ఏదీ అడ్డు రానంతవరకు గోళీ అనంత దూరం ప్రయాణిస్తుందని వివరించాడు.



1 (ఎ) 1 (బి) 1(సి)

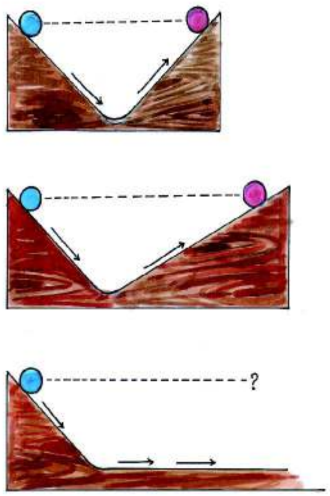
పటం-1: (ఎ) అథో చలనం (బి) ఊర్ధ్వ చలనం (సి) సమతలంలో చలనం

పటం 1(ఎ)లో చూపిన విధంగా వాలు తలంపై కిందికి దొర్లుతున్న గోళీ భూమికి గల గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల వేగాన్ని పుంజుకుంటుంది.

అదేవిధంగా పటం 1(బి)లో చూపినట్లు వాలుతలం మీద పైకి పోతున్న వస్తువు తన వేగాన్ని కోల్పోతుంది. అయితే పటం 1(సి)లో చూపిన విధంగా సమతలంలో కదులుతున్న గోళీ యొక్క వేగం పెరగడానికి లేదా తగ్గడానికి కారణం ఏదీ కనిపించదు. అందువల్ల అది సమచలనం (uniform motion) లో ప్రయాణిస్తుందని వివరించాడు.

SCERT, TELANGANA

By this experiment, Galileo came to a conclusion which was in contrast to Aristotle's belief that the natural state of an object is 'rest'.



2 (a)

2 (b)

2 (c)

Fig-2: (a) (b) motion along inclined planes with different slopes. (c) Motion from inclined surface to plane surface

Galileo observed that, as shown in fig.- 2 (a), the marble released from its initial height rolled down due to the force of gravity and then moves up the slope until it reached its initial height. Then he reduced the angle of the upward slope and did the same experiment as in fig.- 2 (b). The marble rolled up the same height, but it had to go farther in this instance. That means the distance travelled by it is greater. He made his observation by further reduction in the angle of the upward slope, he got the same results. To reach the same height the ball had to go farther each time.

Then a question arose in his mind, "How far must it has to move to reach the same height if it has no slope to go up"? Since it has no slope to go up as shown in fig.- 2(c), obviously it should keep on moving forever along the level surface at constant velocity. He concluded that the natural state of a moving object, if it is free of external influences, is uniform motion . What do you think of these experiments? Is any external force required to stop a moving object? From this experiment we can say that an object will remain in uniform motion unless a force acts on it.

Galileo imagined a world where there is no friction. But as we learnt in class VIII this is not possible in reality because friction, which affects the motion of an object plays an important role in our lives. For example, if there were no friction we would not have been able to walk on ground, we would not have been able to stop a fast moving car etc. It is very difficult to perform many physical activities without friction. Built upon ideas primarily developed by Aristotle and Galileo, Sir Isaac Newton proposed his three fundamental laws which explain the connection between force and a change in motion. These three laws are popularly known as Newton's laws of motion.

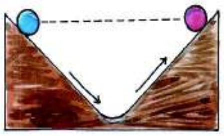
3.1 First law of motion

The first law of motion can be stated as follows: "Every object will remain at rest or in a state of uniform motion unless compelled to change its state by the action of a net force".

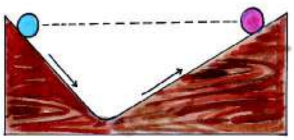
Newton's first law explains what happens to an object when no net force acts on it.

SCERT, TELANGANA

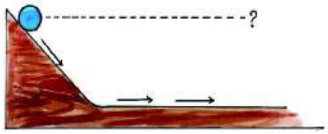
ఈ విధంగా గెలీలియో తన ప్రయోగాల ద్వారా ఏదైనా వస్తువు యొక్క సహజ స్థితి నిశ్చల స్థితి అనే అరిస్టాటిల్ నమ్మకాన్ని విభేదించాడు.



2 (ఎ)



2 (బి)



2 (సి)

పటం–2: (ఎ)(బి) వివిధ వాలు కోణాలు గల వాలు తలాల మీద చలనం (సి) వాలు తలం నుండి సమతలం మీదకు చలనం

పటం– 2(ఎ)లో ఉన్న విధంగా వాలు తలంపై కొంత ఎత్తు నుండి వదిలిన గోళీ గురుత్వాకర్షణ బలం వల్ల కిందికి దొర్లి, తర్వాత రెండవ వైపు గల వాలు తలం పైకి తిరిగి తన ప్రాథమిక ఎత్తుకి చేరుకునేవరకు ప్రయాణిస్తుందని గెలీలియో గమనించాడు. పటం 2(బి)లో ఉన్న విధంగా వాలుతలం కోణాన్ని తగ్గించి తిరిగి అదే ప్రయోగాన్ని చేశాడు. అపుడు కూడా గోళీ రెండవ వైపు అదే ఎత్తుకి చేరుకుంది. కానీ మరింత ఎక్కువ దూరం గోళీ రెండవ వాలుతలంపై ప్రయాణం చేసింది. వాలుతలం కోణాన్ని తగ్గిస్తూ తన ప్రయోగాన్ని మరలా మరలా చేసినా, ఫలితం మాత్రం అదే వచ్చింది. అంటే గోళీ చేరుకునే ఎత్తు మారలేదు కానీ, అది ప్రయాణించిన దూరం మాత్రం పెరిగింది. గోళీ తన ప్రాథమిక ఎత్తుకు చేరుకోవడానికి మరింత ఎక్కువ దూరం ప్రయాణించింది.

ఒకవేళ గోళీ పైకి వెళ్ళడానికి వాలు లేకపోయినట్లయితే అదే ఎత్తుకి చేరుకోవడానికి గోళీ ఎంత దూరం ప్రయాణించవలసి ఉంటుంది? అనే ప్రశ్న అతని మదిలో ఉదయించింది. పైకి చేరుకోవడానికి వాలుతలం లేదు కాబట్టి 2(సి)లో చూపిన విధంగా సమతలం మీద సమవేగంతో అది ప్రయాణిస్తూనే ఉంటుంది. బాహ్య బలం లేనంతవరకు కదులుతూ ఉన్న వస్తువు యొక్క సహజస్థితి ఏమిటంటే, అది సమ చలనంలోనే ఉంటుందని గెలీలియో నిర్ధారించాడు. ఈ ప్రయోగాలన్నింటిని పరిశీలించిన తర్వాత మీరేం ఆలోచిస్తున్నారు? కదులుతూ ఉన్న వస్తువుని ఆపడానికి బాహ్యబలం అవసరం అనుకుంటున్నారా? ఈ ప్రయోగాల్ని బట్టి వస్తువుపై ఫలిత బలం పని చేయనంత వరకు అది సమచలనంలో ఉంటుందని చెప్పవచ్చు.

ఘర్షణ లేని ప్రపంచాన్ని గెలీలియో ఊహించాడు. కానీ 8వ తరగతిలో నేర్చుకున్నట్లు నిజజీవితంలో ఇది సాధ్యం కాదు. ఎందుకంటే ఘర్షణ వస్తువు యొక్క చలనాన్ని ప్రభావితం చేయడం ద్వారా మన జీవనంలో ప్రముఖపాత్ర పోషిస్తుంది. ఉదాహరణకి ఘర్షణ లేకుండా మనం నేలమీద నడవలేం, వేగంగా నడుపుతున్న కారుని ఆపలేం. ఘర్షణ లేనిదే ఎన్నో భౌతిక కార్యక్రమాలను నిర్వహించలేం. అరిస్టాటిల్, గెలీలియోలు అభివృద్ధి పరిచిన పరికల్పనల ఆధారంగా సర్ ఐజాక్ న్యూటన్ బలానికి, చలనంలో మార్పుకు గల సంబంధాన్ని వివరిస్తూ మూడు ప్రాథమిక సూత్రాలు ప్రతిపాదించాడు. ఆ మూడు సూత్రాలు న్యూటన్ గమన నియమాలుగా ప్రసిద్ధి చెందాయి.

3.1 మొదటి గమన నియమం

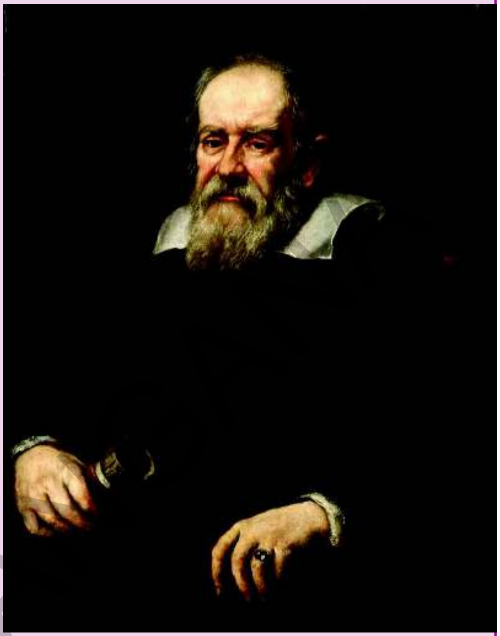
మొదటి గమన నియమాన్ని ఈ విధంగా చెప్పవచ్చు. “ఫలిత బలం పని చేయనంతవరకు నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న వస్తువు అదే స్థితిలోనూ, సమచలనంలో ఉన్న వస్తువు అదే సమచలనంలోనూ ఉంటుంది”.

ఒక వస్తువుపై ఫలిత బలం పనిచేయకపోతే ఏం జరుగుతుందో న్యూటన్ మొదటి గమన నియమం వివరిస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

It either remains at rest or moves in a straight line with constant speed (that is uniform motion). Let's discuss.

Do you know?



Galileo Galilei was born on 15 February 1564 in Pisa, Italy. Galileo has been called the "father of modern science".

In 1589, in his series of essays, he presented his theories about falling objects using an inclined plane to slow down the rate of descent.

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.

Activity-1

Observing the motion of a coin kept on thick paper

Take a thick paper. keep it on a glass tumbler. Now take a coin and keep it on the centre of the paper. As shown in fig.- 3. Push the paper with your finger as fast as you can.

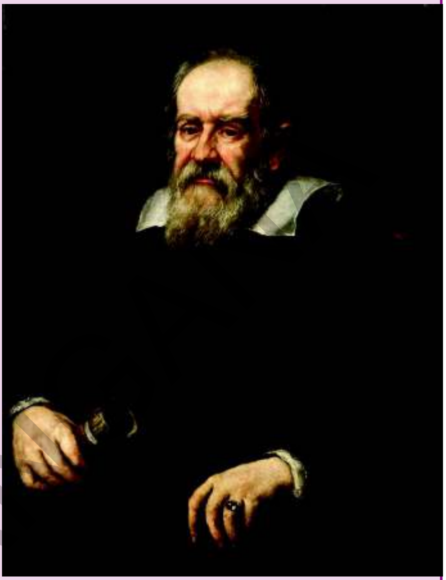
- What do you observe?
- What happens to the coin?

Fig-3: Fast pushing of thick paper kept on a glass tumbler

SCERT, TELA

ఒక వస్తువుపై ఫలిత బలం పనిచేయకపోతే ఆ వస్తువు నిశ్చలస్థితిలో గానీ, సమ వడితో ఋజు మార్గంలో కదులుతుంటే (దీనినే సమచలనం అంటాం) అదే గమనస్థితిలోనే ఉంటుంది. ఈ విషయం గురించి వివరంగా తెలుసుకొందాం!

మీకు తెలుసా?



గెలీలియో గెలీలి 1564వ సంవత్సరం ఫిబ్రవరి 15వ తేదీన ఇటలీలోని 'పీసా'లో జన్మించారు. గెలీలియో ఆధునిక భౌతికశాస్త్ర పితామహునిగా పేరుగాంచాడు.

1589 సంవత్సరంలో ఆయన రచించిన అనేక వ్యాసాలలో వాలు తలాలపై పతన వస్తువుల చలనాన్ని గురించి ప్రస్తావించాడు.

గెలీలియో గొప్ప హస్త కళానిపుణుడు. ఈయన రూపొందించిన టెలిస్కోప్‌లు ఆ కాలంలో ఉన్న మిగతా టెలిస్కోపుల కంటే చాలా సమర్థవంతమైనవి.

1640 ప్రాంతంలో ఈయన తొలి లోలక గడియారాన్ని రూపొందించాడు. ఆయన రచించిన 'Starry Messenger' అనే గ్రంథంలో చంద్రునిలో పర్వతాలను, పాలపుంతలో గల చిన్న నక్షత్రాలను, గురు గ్రహం చుట్టూ తిరుగుతున్న నాలుగు చిన్న ఖగోళ వస్తువులను తాను చూసినట్లు తెలియజేశాడు. 'Discourse on floating bodies', 'Letters on the sunspots' అనే తన రచనలలో సూర్యునిలో గల మచ్చల గురించి వివరించాడు.

ఆయన తన సొంతంగా తయారు చేసుకున్న టెలిస్కోపులతో శుక్ర, శని గ్రహాలను పరిశీలించి ఆ నాటి విశ్వాసాలకు వ్యతిరేకంగా గ్రహాలన్నీ భూమి చుట్టూ కాక సూర్యుని చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయని వాదించాడు.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం - 1

గ్లాసుపై ఉంచిన నాణెము యొక్క చలనాన్ని పరిశీలిద్దాం.

పేక ముక్క వంటి ఒక దళసరి కాగితం ముక్కను పటం 3లో చూపినట్లు ఒక గాజుగ్లాసు మూతి మీద ఉంచండి. గాజుగ్లాసు మూతికి సరిగ్గాపైన ఆకాగితం ముక్కపై ఒక నాణెము ఉంచండి. కాగితపు ముక్కను ఒక్కసారిగా వేగంగా మీ చేతి వేలితో నెట్టండి

- ఏం గమనించారు?
- నాణెం ఏమయింది?

పటం-3 : గాజుగ్లాసుపై ఉన్న కాగితపు ముక్కను వేగంగా నెట్టడం

Activity-2

Observing the motion of the coins hit by a striker

Fig-4: Hitting the stack of coins with a striker

Make a stack of carrom coins on the carrom board.Give a sharp hit at the bottom of the stack with striker. You can find that the bottom coin will be removed from the stack, and the others in the stack will slide down as shown in fig.- 4.

- What are your observations from the above activities?
- Why does the coin fall inside the glass tumbler?
- Why does the stack of carrom coins fall down vertically?

To understand this, we have to discuss some more examples which we face in our daily life.

For example when the bus which is at rest begins to move suddenly, the person standing in the bus falls backward because of static inertia of the body. The object at rest will try to remain at rest. untill we apply an external force there will be no change in the position of the object. This is known as **static inertia.**

Similarly when you are travelling in a bus, the sudden stop of the bus makes you fall forward, due to dynamic inertia of the body.

The body which is in motion always tries to move in same direction until some net force act on it. This property is known as **dynamic inertia.**

With our day to day experiences, we all know that we must exert some force on an object to keep it moving. As far as the object is concerned, the force applied by us is just one of the several forces acting on it. The other forces might be friction, air resistance or gravity. Thus it is clear that it is the "net force" which determines the change in motion of an object.

Let us consider a football placed at rest on the ground. The law of inertia tells us that the football will remain in the same state unless something moves it.

If you kick the ball, it will fly in the direction you kicked, with certain speed, until a force slows it down or stops it. If the ball goes high, the force of gravity slows it down. If the ball rolls on the ground, the force of friction makes the ball slow down and stop.

If the net force acting on an object is zero, the object which is at rest remains at rest or if the object is already moving with a certain velocity it continues to move with the same velocity. Thus we can represent the first law of motion as:

SCERT, TELANGANA

కృత్యం - 2

స్ట్రైకర్‌తో కొట్టిన కేరమ్‌బోర్డు కాయిన్‌ల చలనాన్ని పరిశీలించడం.

పటం-4 : స్ట్రైకర్‌తో కాయిన్లను కొట్టడం

క్యారమ్ బోర్డుపై కాయిన్లను ఒకే నిలువు వరుసలో నిలబెట్టండి. కింది కాయిన్‌ను స్ట్రైకర్‌తో గట్టిగా కొట్టండి. పటం 4లో చూపినట్లు కింది కాయిన్ మాత్రమే వరుస నుండి బయటకి వస్తుంది. పై కాయిన్ల వరుస అలాగే కిందికి దిగుతుంది.

- పై రెండు కృత్యాలలో ఏ సారూప్యతను మీరు గమనించారు?
- నాణెము గాజు గ్లాసు లోపలికి ఎందుకు పడింది?
- ఎందుకు క్యారమ్ కాయిన్ల దొంతర నిలువుగా కిందకి దిగింది?

దీనిని అర్థం చేసుకోవాలంటే, నిత్య జీవితంలో మనకెదురయ్యే కొన్ని సంఘటనల గురించి చర్చించుకోవాలి.

ఉదాహరణకు మనం బస్సులో నిలుచుని ఉన్నప్పుడు బస్సు ఒక్కసారిగా ముందుకు కదలడం ప్రారంభిస్తే మనం వెనుకకు తూలుతాం. దీనికి కారణం మన శరీరం కలిగి ఉండే నిశ్చల జడత్వం అనే ధర్మం. నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న వస్తువు ఎల్లప్పుడు నిశ్చల స్థితిలోనే ఉండేందుకు ప్రయత్నిస్తుంది. దీనిపై వేరొక బలం ప్రయోగించనంతవరకు దాని స్థానంలో మార్పు ఉండదు దీనినే **నిశ్చల జడత్వం** అంటాం.

అదే విధంగా మనం బస్సులో ప్రయాణం చేస్తున్నప్పుడు డ్రైవర్ ఒక్కసారిగా బ్రేక్ వేస్తే మనం ముందుకు తూలుతాం. మన శరీరానికి ఉండే గమన జడత్వం అనే ధర్మంవల్ల ఈ విధంగా జరుగుతుంది.

గమన స్థితిలో ఉన్న ఒక వస్తువుపై ఫలిత బలం ప్రయోగించనంతవరకు ఆ వస్తువు అదే దిశలో చలిస్తూ ఉంటుంది. ఈ ధర్మాన్నే **గమన జడత్వం** అంటాం.

నిత్యజీవితంలో అనేక సందర్భాలలో వస్తువులను కదల్చడానికి వాటిపై బలాన్ని ప్రయోగిస్తూ ఉండాలని మనకు తెలుసు. కాని వస్తువుపై మనం ప్రయోగించే బలంతో పాటు అనేక ఇతర బలాలు కూడా పనిచేస్తుంటాయి. ఆ వస్తువుపై ఘర్షణ, గాలి నిరోధం, గురుత్వ బలం వంటి ఇతర బలాలు కూడా పని చేస్తుండవచ్చు. అంటే వస్తువు చలనంలో మార్పుని తీసుకువచ్చేది దానిపై పనిచేసే ఈ బలాల 'ఫలిత బలం' మాత్రమే అనేది తేటతెల్లమవుతుంది.

మైదానంలో ఒక ఫుట్‌బాల్ నిశ్చలంగా ఉంటే ఏదైనా బలం దానిని కదిలించనంత వరకు అది అదే స్థితిలో ఉంటుందని జడత్వ నియమం తెల్పుతుంది.

ఒకవేళ నువ్వు దాన్ని తన్నినట్లయితే, అది కొంత వేగంతో నువ్వు తన్నిన దిశలో ఇంకేదైనా బలం దానిని ఆపేంత వరకు వెళ్తూనే ఉంటుంది. గాలిలోకి ఎగిరిన బంతిపై గురుత్వ బలం పనిచేయటం వల్ల దానివడి తగ్గుతుంది. ఒకవేళ అదే బంతి భూమిపై దొర్లితే ఘర్షణ వల్ల అది తన వడిని తగ్గించుకుంటూ చివరకు ఆగిపోతుంది.

ఒక వస్తువుపై పని చేసే ఫలిత బలం శూన్యం అయితే నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న వస్తువు అదే స్థితిలో ఉండిపోతుంది లేదా కొంత వేగంతో ప్రయాణించే వస్తువు అదే వేగంతో చలిస్తూ ఉంటుంది. అందుకే మొదటి గమన నియమాన్ని కింది విధంగా చెబుతాం.

SCERT, TELANGANA

If $F_{net} = 0$, then the velocity of an object is either zero or constant.

Thus when the net force acting on a body is zero, we say that the body is in equilibrium. Newton's first Law of motion is also known as the Law of Inertia.

3.2 Inertia and mass

We have learnt that inertia is the property of an object that resists changes in its state of motion. All objects have this tendency.

- Do all the bodies have the same inertia?
- What factors can decide the inertia of a body?

Which is easy for you, to push a bicycle or a car? You can observe that it is difficult to push the car. We say car has greater inertia than the bicycle. Why does the car possess more inertia than a bicycle?

Inertia is a property of matter that resists changes in its state of motion or rest. It depends on the mass of the object. The car has more inertia than a bicycle because of its mass.

Mass of an object is considered as the measure of inertia. We know that SI unit of mass is 'kg'.

Activity-3

Pushing two wooden blocks with same force

Take two rectangular wooden blocks with different masses and place them on a straight line drawn on a floor as shown in fig.--5. Give the same push at the same time to both the blocks with the help of a wooden scale.

- What do you find?
- Which one goes farther? Why?
- Which block accelerates more?

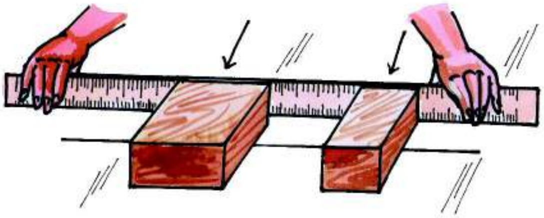


Fig-5: pushing wooden boxes with same force

Through your observations you can tell that the greater the mass of an object, the more it resists the changes in its state of motion.

From the above examples, we can conclude that some objects have more inertia than others. Mass is a property of an object that specifies how much inertia the object has.

Think and discuss

- You may have seen the trick where a table cloth is jerked from a table, leaving the dishes that were on the cloth nearly in their original positions.
  - ✓ What do you need to perform this successfully?
  - ✓ Which cloth should we use? Is it cloth made of thick cotton or thin silk?
  - ✓ Should the dishes possess large mass or small mass?
  - ✓ Is it better to pull the cloth with a large force or pull it with a gentle and steady force?
- What is the velocity of a small object that has separated from a rocket moving in free space with velocity 10km/s?

SCERT, TELANGANA

$F_{net} = 0$ అయితే వస్తువు యొక్క వేగం శూన్యం అవడం లేక స్థిరంగా ఉండడం గాని జరుగుతుంది.

ఒక వస్తువు పై పని చేసే ఫలిత బలం శూన్యమైతే, ఆ వస్తువు సమతాస్థితిలో ఉంది అని అంటాం. న్యూటన్ మొదటి గమన నియమాన్ని జడత్వ నియమం అని కూడా అంటారు.

3.2 జడత్వం - ద్రవ్యరాశి

తన గమన స్థితిలో మార్పుని వ్యతిరేకించే ధర్మాన్నే జడత్వం అంటారని నేర్చుకున్నాం. అన్ని వస్తువులకూ ఈ గుణం ఉంటుంది.

- అన్ని వస్తువులూ ఒకే జడత్వాన్ని కలిగి ఉంటాయా?
- వస్తువుల జడత్వాన్ని నిర్ణయించే అంశాలు ఏమిటి?

సైకిల్‌ను తొయ్యడం, కారుని తొయ్యడంలో మీకు ఏది సులభం? కారుని నెట్టడం కష్టమని మీకు తెలుసు. అంటే కారుకి సైకిల్ కంటే అధిక జడత్వం ఉందని చెప్పవచ్చు. సైకిల్ కంటే కారుకు ఎందుకు ఎక్కువ జడత్వం ఉంటుందో చెప్పగలవా?

వస్తువులు తమ చలన స్థితిలో మార్పుని లేదా నిశ్చల స్థితిని వ్యతిరేకించే ధర్మాన్నే జడత్వం అంటాం. ఇది వస్తువు ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కారు సైకిల్ కంటే ఎక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉంటుంది. కాబట్టి దానికి అధిక జడత్వం ఉంటుంది.

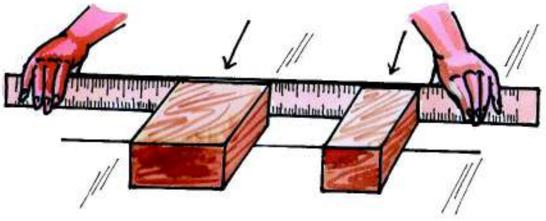
జడత్వం యొక్క కొలతనే వస్తువు ద్రవ్యరాశి అంటాం. ద్రవ్యరాశి యొక్క SI ప్రమాణం కి.గ్రా.

కృత్యం - 3

రెండు చెక్కదిమ్మలను ఒకే బలంతో నెట్టడం

పటం 5లో చూపినట్లు రెండు వేర్వేరు ద్రవ్య రాశులు గల చెక్క దిమ్మలను గచ్చు మీద ఒక సరళ రేఖపై ఉంచండి. రెండు దిమ్మలను చెక్క స్కేలు సహాయంతో ఒకే బలంతో ముందుకు నెట్టండి.

- ఏం గమనించారు?
- ఏది ఎక్కువ దూరం వెళ్ళింది? ఎందుకు?
- ఏ దిమ్మ ఎక్కువ త్వరణాన్ని పొందింది?



పటం-5 : చెక్క దిమ్మలను ఒకే బలంతో నెట్టుట

మీ పరిశీలనలో ద్రవ్యరాశి అధికమౌతున్న కొలదీ, అది తన గమనస్థితిలో మార్పును వ్యతిరేకించడం పెరుగుతుందనే విషయం అవగతమవుతుంది.

పై ఉదాహరణ ద్వారా, కొన్ని వస్తువులు ఎక్కువ జడత్వాన్ని, కొన్ని తక్కువ జడత్వాన్ని కలిగి ఉంటాయని తెలుస్తుంది. వస్తువుకి ఉండే ద్రవ్యరాశి అనే ధర్మమే ఆ వస్తువు ఎంత జడత్వాన్ని కలిగి ఉందో నిర్ణయిస్తుంది.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- టేబుల్ మీది గుడ్డను ఒక్కసారిగా లాగినా దాని మీద పెట్టిన పాత్రలు దాదాపు కదలకుండా అలాగే ఉండేలా చేసే ట్రిక్ (గారడి)ని మీరు చూసే ఉంటారు!
  - ✔ ఈ గారడీని సమర్థవంతంగా నిర్వహించడానికి ఏం కావాలి?
  - ✔ ఎటువంటి గుడ్డ ఉపయోగిస్తావు? దళసరి కాన్వాస్ గుడ్డనా లేదా పల్చని సిల్కు గుడ్డనా?
  - ✔ టేబుల్ గుడ్డపై పెట్టిన పాత్రలు అధిక ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉండాలా? తక్కువ ద్రవ్యరాశిని కలిగి ఉండాలా?
  - ✔ గుడ్డను ఒక్కసారిగా ఎక్కువ బలాన్ని ప్రయోగించి లాగాలా? లేదా సున్నితంగా, నిలకడగా బలాన్ని ప్రయోగించాల్సి ఉంటుందా?
- 10 కి.మీ./సె. వేగంతో శూన్యంలో ప్రయాణిస్తున్న రాకెట్ నుండి విడిపోయిన చిన్న వస్తువు యొక్క వేగం ఎంత ఉంటుంది?

SCERT, TELANGANA

Example 1

A body of mass 'm' is kept on the horizontal floor and it is pushed in the horizontal direction with a force of 10N continuously, so that it moves steadily.

a) Draw FBD (a diagram showing all the forces acting on the body at a point of time)

b) What is the value of friction?

Solution

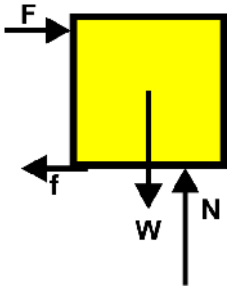


Fig-6: Free body diagram

Given that the body is moving steadily, Hence the net force on the body is zero both in horizontal and vertical directions.

Forces acting on it along horizontal direction are force of friction (f), force of push (F)

We know that $F_{net\,x} = 0$

$$F + (-f) = 0$$

$$F = f$$

Hence the value of force of friction is 10N.

3.3 Second law of motion

Newton's second law explains what happens to an object when non-zero net force acts on it.

Place a ball on the verandah and push it gently. The ball accelerates from rest.

Thus, we can say that force is an action which produces acceleration.

A non zero net force acting on a body disturbs the state of equilibrium.

Now we are going to discuss how the acceleration of an object depends on the force applied on it and how we measure a force.

3.3.1 Linear momentum

Let us recall our observations from our everyday life. If a badminton ball and a cricket ball hit you with same speed, which one hurts you more? A small bullet fired from gun damages the wall, only due to its high speed. We all know that a heavy truck causes more damage than a bicycle if both hit a wall. These can be explained by a concept called 'momentum' which is usually denoted by the symbol 'p'.

From the above examples, we can say that the momentum depends on two factors: one is mass of an object and the other is its velocity. Newton used the phrase "mass in motion" to represent the meaning of momentum. The momentum (p) of a body is simply defined as the product of its mass (m) and its velocity (v) : i.e.

Momentum = (mass) x (velocity)

$$p = mv$$

It can be stated as mass in motion. As all objects have mass, if an object is in motion, then it acquires momentum.

Momentum is a vector because velocity is a vector. Hence, the direction of momentum is in the direction of velocity.

The SI unit of momentum is kg – m/s or N-s

SCERT TELANGANA

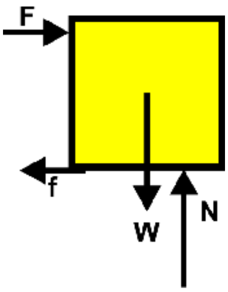
ఉదాహరణ 1

సమతలంపై ఉంచిన 'm' ద్రవ్యరాశి గల వస్తువుపై క్షితిజ సమాంతరంగా 10N బలం నిరంతరంగా ప్రయోగించడం వల్ల ఆ వస్తువు నిలకడగా కదులుతుంది.

ఎ) స్వేచ్ఛా వస్తు పటాన్ని (FBD) (ఒక నిర్దిష్ట సమయంవద్ద ఆ వస్తువుపై పనిచేస్తున్న అన్ని బలాలను చూపే పటం) గీయండి.

బి) ఘర్షణ విలువ ఎంత?

సాధన



పటం-6: స్వేచ్ఛా వస్తు పటం (FBD)

వస్తువు నిలకడగా కదులుతుందని ఇవ్వబడింది. అంటే క్షితిజ సమాంతర, క్షితిజ లంబ దిశలో ఆ వస్తువుపై పనిచేసే ఫలిత బలం శూన్యం అని అర్థం.

ఆ వస్తువుపై క్షితిజ సమాంతర దిశలో ఘర్షణ బలం (f), నెట్టిన బలం (F) లు పనిచేస్తున్నాయి.

క్షితిజ సమాంతర దిశలో ఫలిత బలం

$F_{net\ x} = 0$ అని మనకు తెలుసు

$F + (-f) = 0$

$F = f$

కాబట్టి ఆ వస్తువుపై పనిచేసే ఘర్షణ బలం =10 న్యూటన్లు

3.3 రెండవ గమన నియమం

ఒక వస్తువుపై ప్రయోగించబడిన ఫలిత బలం శూన్యం కాకపోతే ఏం జరుగుతుందో న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం వివరిస్తుంది.

వరండాలో ఒక బంతిని ఉంచి, నెమ్మదిగా నెట్టండి. బంతి త్వరణాన్ని పొందుతుంది. అంటే వస్తువుపై ప్రయోగింపబడిన బలం దానిలో త్వరణాన్ని కలిగించింది.

వస్తువుపై పనిచేసే "శూన్యం కాని ఫలిత బలం" ఆ వస్తువు యొక్క సమతాస్థితిని భంగపరుస్తుంది.

ఇప్పుడు మనం వస్తువుయొక్క త్వరణం దాని మీద ప్రయోగించే బలంపై ఎలా ఆధారపడి ఉంటుందో, ఆ బలాన్ని ఎలా కొలవగలమో చర్చిద్దాం.

3.3.1 రేఖీయ ద్రవ్యవేగం

నిత్యజీవితంలో మనం గమనించే కొన్ని విషయాలని జ్ఞప్తికి తెచ్చుకుందాం. ఒక బ్యాడ్మింటన్ బంతి, ఒక క్రికెట్ బంతి ఒకే వేగంతో నిన్ను ఢీకొంటే ఏది ఎక్కువగా నిన్ను బాధిస్తుంది? ఒక చిన్న బుల్లెట్ కేవలం దానికి వుండే వేగం వల్లే గోడకు హాని కలిగించగలదు. ఒక సైకిలు లేదా లారీ గోడను ఢీ కొట్టాయనుకుందాం. సైకిలు కన్నా లారీ గోడని ఎక్కువగా నాశనం చేస్తుందని మనకు తెలుసు. ఇటువంటి విషయాల్ని "ద్రవ్యవేగం" అనే భావనతో వివరించవచ్చు. దీనిని 'p' అనే సంకేతంతో సూచిస్తాం.

పై ఉదాహరణల నుండి ద్రవ్యవేగం రెండు అంశాలపై ఆధారపడుతుందని చెప్పవచ్చు. అవి చలనంలోగల వస్తువు ద్రవ్యరాశి, దాని వేగం. న్యూటన్ ద్రవ్యవేగాన్ని "చలనంలో వస్తువు ద్రవ్యరాశి' (Mass in motion) గా వర్ణించాడు. ఒక వస్తువు యొక్క ద్రవ్య వేగాన్ని (p) ఆ వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి (m), వేగం (v) ల లబ్ధంగా చెప్పవచ్చు.

ద్రవ్యవేగం = ద్రవ్యరాశి × వేగం

$p = mv$

దీనినే చలనంలో గల ద్రవ్యరాశిగా పిలుస్తాం. అన్ని వస్తువులకూ ద్రవ్యరాశి ఉంటుంది కాబట్టి, వస్తువు చలనంలో ఉంటే దానికి ద్రవ్యవేగం ఉంటుంది.

వేగం సదిశరాశి కాబట్టి ద్రవ్యవేగం కూడా సదిశ రాశి అవుతుంది. వేగం దిశలోనే ద్రవ్యవేగం దిశ కూడా ఉంటుంది. ద్రవ్యవేగం యొక్క SI ప్రమాణం కి.గ్రా-మీ/సె లేదా న్యూటన్-సెకను.

SCERT, TELANGANA

Activity-4

Net force acceleration

Gently push a block of ice on a smooth surface and observe how the object speeds up, in other words how it accelerates. Now increase the net force and observe change in its speed.

- Is the acceleration increased?

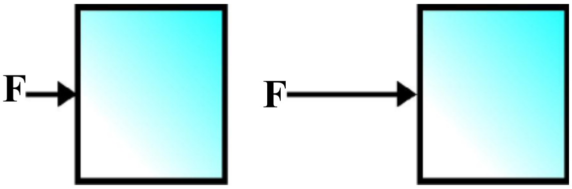


Fig-7: Different forces applied on same object

Activity-5

Mass acceleration

Apply a force on an ice block. It undergoes some acceleration.

Now take a block of ice with greater mass, but apply almost the same force on this ice block and observe the acceleration.

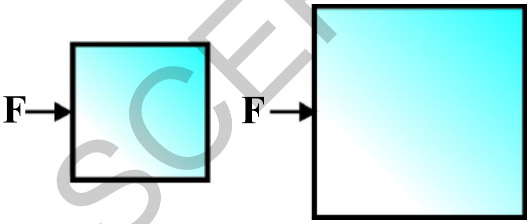


Fig-8: Same forces applied on abjects of different masses

In both the cases, the object accelerates. But we can observe in the second case, it does not speed up as quickly as before.

- From the above examples what have you noticed?

The larger the net force the greater the acceleration, if the mass of the body is constant, and also larger the mass lesser the acceleration, if a constant net force is applied.

According to Newton's 'Princpia' second law states that the rate of change of momentum of an object is proportional to the net force applied on the object, in the direction of net force.

Thus net force F_{net} α change in momentum / time

$$\text{Net force} \propto \frac{\text{Change in momentum}}{\text{Time}}$$

$$F_{net} \propto \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Δp is the change in momentum of a particle or a system of particles brought about by the net force in a time interval Δt.

When the symbol of proportionality is removed, a constant is inserted in the equation.

$$F_{net} = k\frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{(k is constrant)}$$

The SI units of momentum and time are 'kg- m/s' and's' respectively. The unit of force is so chosen that the value of constant 'k' becomes 1. So that,

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

We know p=mv

so that,

$\Delta p = \Delta(mv)$

If the mass of the body is constant during its motion then,

$\Delta p = m\Delta v$

Now we have,

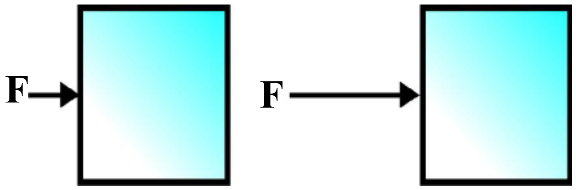
SCERT, TELANGANA

కృత్యం - 4

ఫలిత బలం - త్వరణం

నున్నగా ఉన్న తలం మీద ఒక మంచు ముక్కను ఉంచి నెమ్మదిగా నెట్టండి. అది వేగాన్ని ఎలా పుంజుకుంటుందో (ఎలా త్వరణాన్ని పొందుతుందో) గమనించండి. ఇప్పుడు ఫలిత బలాన్ని పెంచి, వేగంలో మార్పుని గమనించండి.

- మంచు ముక్క త్వరణం పెరిగిందా?



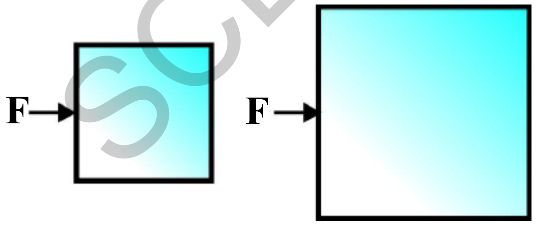
పటం-7: ఒకే వస్తువుపై ప్రయోగింపబడిన వేరు వేరు బలాలు

కృత్యం - 5

ద్రవ్యరాశి - త్వరణం

ఒక మంచు ముక్కపై కొంత బలాన్ని ప్రయోగించినపుడు, అది త్వరణాన్ని పొందుతుంది.

ఇప్పుడు ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి గల మంచు ముక్కపై దాదాపు అంతే బలాన్ని ప్రయోగించి, త్వరణాన్ని పరిశీలించండి.



పటం-8: వివిధ ద్రవ్యరాశులు గల వస్తువులపై ప్రయోగించబడిన సమాన బలం

పై రెండు సందర్భాలలోనూ వస్తువు త్వరణాన్ని పొందింది. కానీ రెండవ సందర్భంలో ముందున్నంత త్వరగా వస్తువు వడిని పుంజుకోలేకపోయింది.

- పై ఉదాహరణల ద్వారా మీరు ఏమి గమనించారు?

ద్రవ్యరాశి స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు ఫలిత బలం ఎక్కువగా ఉంటే త్వరణం కూడా అధికంగా ఉంటుంది. అలాగే ఫలిత బలం స్థిరమైనప్పుడు ద్రవ్యరాశి ఎక్కువగా ఉంటే ఆ వస్తువు పొందిన త్వరణం తక్కువగా ఉంటుంది.

న్యూటన్ రాసిన 'ప్రిన్సిపియా' గ్రంథం ప్రకారం ;

ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు ఆ వస్తువుపై పనిచేసే ఫలిత బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని ఫలిత బలం పనిచేసే దిశలోనే ద్రవ్యవేగంలో మార్పు ఉంటుందని రెండవ గమన నియమం చెబుతుంది.

$$\text{ఫలిత బలం} \propto \frac{\text{ద్రవ్యవేగంలో మార్పు}}{\text{కాలం}}$$

$$F_{net} \propto \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

ఒక కణం లేదా కణ వ్యవస్థపై ఫలిత బలం పనిచేయడంవల్ల Δt కాలంలో వాటి ద్రవ్యవేగంలో వచ్చే మార్పు Δp.

అనుపాత సంకేతాన్ని తొలగించినపుడు సమీకరణంలో ఒక స్థిరాంకాన్ని ఉంచాలి.

$$F_{net} = K \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

ద్రవ్యవేగం, కాలం యొక్క SI ప్రమాణాలు వరుసగా కి.గ్రా.-మీ/సె., సెకను. 'K' విలువ 1 అయ్యే విధంగా బలం యొక్క ప్రమాణాన్ని తీసుకున్నట్లయితే

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$p = mv$ అని మనకు తెలుసు.

అందువల్ల $\Delta p = \Delta\ (mv)$

చలనంలో ఉన్న వస్తువు ద్రవ్యరాశి స్థిరంగా ఉంటే

$\Delta p = m\Delta v$

దీనిని ఉపయోగించి ఫలిత బలం

SCERT, TELANGANA

$$F_{net} = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

We know that $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ = a, is called uniform acceleration.

Then F_{net} = ma

The above formula says that the net force produces acceleration in a body in the direction of force.

SI units of force are kg.m/s^2. This unit has been named as Newton (N) and

1N=1kg.m/s^2.

Note:

- $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ is a universal formula that can be applied for any system whereas F_{net} = ma can be applied only for a system with constant mass.
- To solve problems by using Newton's second law, the weight of the body is taken as 'mg' vertically down. (You learn more about this in the chapter 'Gravitation')

Example 2

Atwood used the system to prove Newtons laws of motion.

Atwood machine

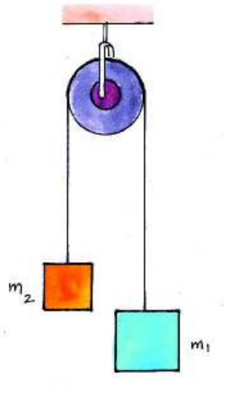


Fig-9

Atwood machine consists of two loads of masses m_1 and m_2 attached to the ends of a limp of inextensible string as shown in the fig.- 9. The string runs over a pulley. Find the acceleration of each load and tension in the string ($m_1 > m_2$).

Solution

From fig.- 10 we know that tension of string alwa ... bodies up.

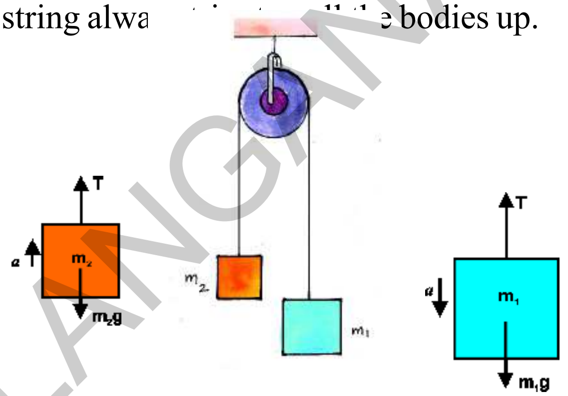
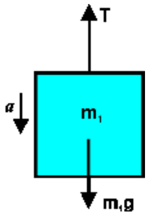


Fig-10

From the FBD of the mass m_1, there exist two forces on the load of mass m_1, one is tension of the string acting in upward direction and weight of the load (m_1g) acting in downward direction.



The net force on m_1

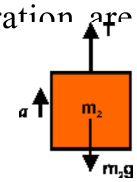
$F_{net} = m_1a$

$\Rightarrow m_1g - T = m_1a$ ------ (1)

$(\because m_1 g > T)$

Thus the net force (F_{net}) acting on mass m_1 produces an acceleration 'a' in it.

When m_1 moves down, m_2 moves up. So the magnitudes of acceleration are same.



From the FBD of mass m_2

$F_{net} = T - m_2g = m_2a$ ------ (2)

$(\because T > m_2 g)$

SCERT, TELANGANA

$F_{net} = m\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ ను పొందవచ్చు.

$\dfrac{\Delta v}{\Delta t} = a$ సమత్వరణం అని మనకు తెలుసు

కనుక $F_{net} = ma$

వస్తువుపై పని చేసే ఫలిత బలం, ఆ బల దిశలోనే వస్తువు త్వరణాన్ని పొందేట్లు చేస్తుందని పై సమీకరణం తెలియజేస్తుంది.

బలంయొక్క SI ప్రమాణం కి.గ్రా.-మీటరు/(సెకను)^2. దీనినే న్యూటన్ అంటాం.

1 న్యూటన్ = 1 కి.గ్రా.-మీ/(సెకను)^2

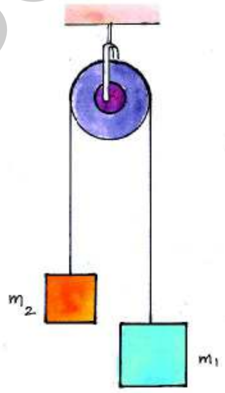
గమనిక

- $F_{net} = \dfrac{\Delta p}{\Delta t}$ సార్వత్రిక సమీకరణం. దీనిని ఏ వ్యవస్థకైనా అనువర్తింపజేయవచ్చు. కానీ $F_{net} = ma$ సమీకరణాన్ని స్థిర ద్రవ్యరాశి గల సందర్భాలలో మాత్రమే అనువర్తింపజేయాలి.
- న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం ఉపయోగించి సమస్యల్ని సాధించాలంటే, వస్తువు యొక్క భారాన్ని (mg) క్షితిజ లంబంగా తీసుకోవాలి (దీనిని గురించి మీరు 'గురుత్వాకర్షణ' అనే అధ్యాయంలో నేర్చుకుంటారు)

ఉదాహరణ 2

న్యూటన్ గమన నియమాలను అట్‌వుడ్ ఒక ప్రయోగం ద్వారా నిరూపించాడు.

అట్‌వుడ్ యంత్రం (Atwood machine)

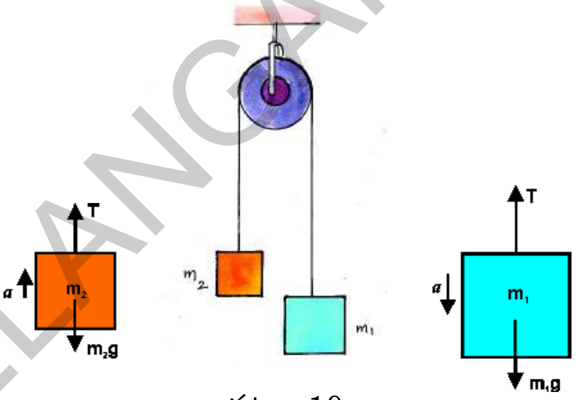


పటం-9

పటం 9లో చూపినట్లు అట్‌వుడ్ యంత్రంలో కప్పీ ద్వారా పంపిన సాగే గుణం లేని ఒక తాడుకు రెండు చివరలలో m_1 మరియు m_2 ద్రవ్యరాశులు గల భారాలు వేలాడుతుంటాయి. $m_1 > m_2$ అయిన, ఆ రెండు భారాల త్వరణాలను, తాడులో తన్యతను లెక్కించండి.

సాధన

పటం-10లో చూపినట్లు తాడులో గల తన్యత ఎల్లప్పుడూ వస్తువులను పైకి లాగుతుంది.



పటం-10

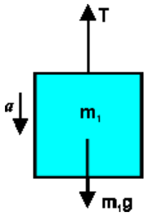
m_1 ద్రవ్యరాశి యొక్క FBD (పటం-10) ద్వారా, ఆ ద్రవ్యరాశిపై తన్యత, (T) పై వైపుకు, దాని భారం (m_1g) కిందివైపుకు పని చేస్తున్నాయని గ్రహించవచ్చు.

m_1 పై ఫలిత బలం,

$F_{net} = m_1a$

$m_1g - T = m_1a$ ..... (1)

$(\because m_1 g > T)$



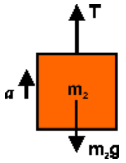
m_1 పై ఫలిత బలం కలగజేసే త్వరణం 'a'

m_1 కిందికి కదులుతుంటే m_2 పైకి వెళ్తుంది. కనుక వాటి త్వరణాల పరిమాణాలు సమానం.

m_2 యొక్క FBD (పటం 10) నుండి

$F_{net} = T - m_2g = m_2a$ -------(2)

$(\because T > m_2 g)$



SCERT, TELANGANA

Solving (1) and (2) equations, we get

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}$$

$$T = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$$

Think and discuss

- Observe the Fig- 11

Fig- 11

What is the upper limit of weight that a strong man of mass 80kg can lift as shown in figure 11 ?

- What is the momentum of a ceiling fan when it is rotating?
- Is it possible to move in a curved path in the absence of a net force?

3.4 Third law of motion

Activity- 6

Pulling two spring balances

Let's take two spring balances of equal calibrations. Connect the two spring balances as shown in fig.- 12. Pull the spring balances in opposite directions as shown in fig.- 12.

Fig-12: Forces applied in opposite direction

- What do you notice from the readings in the spring balances?
- Are the readings of two spring balances the same?
- Are we able to make the spring balances show different readings by pulling them simultaneously in opposite directions? Why not?

According to third law of motion, when an object exerts a force on an other object, the second object also exerts a force on the first one which is equal in magnitude but opposite in direction.

The two opposing forces are known as action and reaction pair. Newton's third law explains what happens when one object exerts a force on another object.

If you are walking on the ground, at each step, you know that your feet exert some force on the ground. Are you thinking that the ground also exerts some force in the opposite direction on you?

Is it not surprising to hear that when you push a wall then the wall pushes you back!

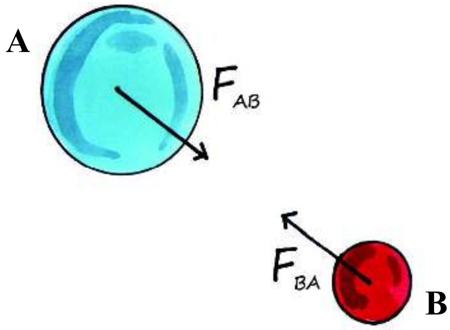


Fig-13: Action and reaction forces

SCERT, TELANGANA

(1), (2) సమీకరణాలను సాధించగా

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}$$

$$T = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}$$

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- పటం 11ని గమనించండి

పటం-11

80 కి.గ్రా.ల ద్రవ్యరాశి గల దృఢమైన వ్యక్తి పటం 11లో చూపిన విధంగా గరిష్టంగా ఎంత బరువును పైకి ఎత్తగలడు?

- తిరుగుతున్న సీలింగ్ ఫ్యాన్ యొక్క ద్రవ్యవేగం ఎంత?
- ఫలిత బలం లేనప్పుడు వస్తువు వక్రమార్గంలో చలించగలదా?

3.4 మూడవ గమన నియమం

కృత్యం - 6

రెండు స్ప్రింగ్ త్రాసులను వ్యతిరేకదిశలో లాగటం

ఒకే విధమైన కొలతలు గల రెండు స్ప్రింగు త్రాసులు తీసుకోండి. పటం 12లో చూపినట్లు వాటిని కలపండి. ఇరువైపుల నుండి స్ప్రింగు త్రాసులు పట్టుకుని లాగండి.

పటం-12 : వ్యతిరేక దిశలో పనిచేసే బలాలు

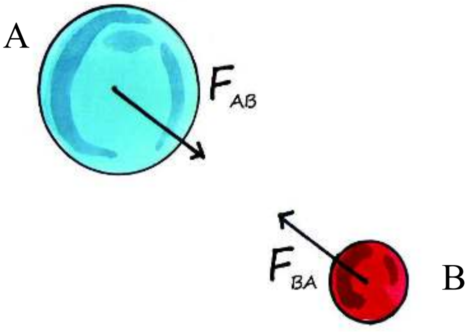
- స్ప్రింగు త్రాసుల రీడింగుల నుండి ఏం గమనించావు?
- రెండు స్ప్రింగు త్రాసులలో రీడింగులు సమానంగా ఉన్నాయా?
- రెండు వైపుల నుండి ఆ స్ప్రింగు త్రాసులను లాగుతూ, రెండింటిలో విభిన్నమైన రీడింగు తీసుకురాగలమా? ఎందుకు?

మూడవ గమన నియమం ప్రకారం, ఒక వస్తువు వేరొక వస్తువుపై బలాన్ని కలగజేసినప్పుడు, రెండవ వస్తువు కూడా మొదటి దానిపై అంతే పరిమాణంలో బలాన్ని వ్యతిరేకదిశలో కలుగజేస్తుంది.

ఈ రెండు వ్యతిరేక బలాల్ని కలిపి చర్య - ప్రతిచర్య బలాల జత అంటాం. ఒక వస్తువు వేరొక వస్తువుపై బలాన్ని కలగజేస్తే ఏం జరుగుతుందో న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం వివరిస్తుంది.

మీరు నేలపై నడుస్తున్నప్పుడు, ప్రతీ అడుగులో, పాదం నేలపై బలాన్ని కలుగజేయడం గమనించి ఉంటారు. అయితే నేలకూడా వ్యతిరేక దిశలో మీపై బలాన్ని కలుగజేస్తుందని అనుకుంటున్నారా?

మీరు గోడని నెట్టినప్పుడు, గోడ కూడా మిమ్మల్ని నెడుతుందంటే ఆశ్చర్యంగా అనిపిస్తుంది కదా!



పటం-13 : చర్య ప్రతిచర్య బలాలు

SCERT, TELANGANA

If two objects interact, the force F_{BA} exerted by the object 'A' on the object 'B' is equal in magnitude and opposite in direction to the force F_{AB} exerted by object 'B' on the object 'A'.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

The negative sign indicates that the reaction force is acting in a direction opposite to that of action force. This states that no single isolated force exists.

Newton's first and second laws of motion apply to a single body, whereas Newton's third law of motion applies to an interaction between the two bodies. Note that the two forces in Newton's third law never act on the same body. The action-reaction pair in Newton's third law always represents forces acting on two different bodies simultaneously.

Let us consider the following examples.

When birds fly, they push the air downwards with their wings, and the air pushes back the bird in opposite upward direction. Thus the force applied by the wings of bird on air and an opposite force applied by the air on wings are equal in magnitude and opposite in direction.

When a fish swims in water, the fish pushes the water back and the water pushes the fish with equal force but in opposite direction. The force applied by the water makes the fish to move forward.

A rocket accelerates by expelling gas at high velocity. The reaction force of the gas on the rocket accelerates the rocket in a direction opposite to the expelled gases. It is shown in fig.-14

Fig-14 : Motion of rocket

- Does the rocket exert a force on the gas expelled from it?

Activity-7

Balloon rocket

Inflate a balloon and press its neck with fingers to prevent air escaping from it.

Pass a thread through a straw and tape the balloon on the straw as shown in the fig.-15.

Hold one end of the thread and ask your friend to hold the other end of the thread. Now remove your fingers from the balloon's neck so as to release the air from the balloon.

- What happens now ?

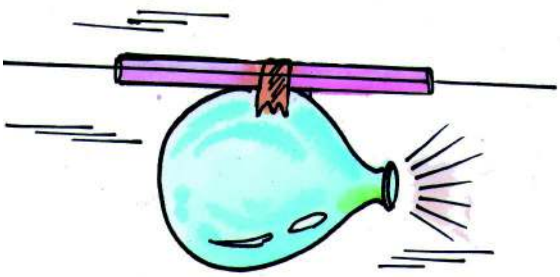


Fig-15: Balloon rocket

SCERT, TELANGANA

రెండు వస్తువులు పరస్పరం బలాలు ప్రయోగించుకొంటున్నప్పుడు అంటే ప్రతిక్రియ జరిపే టప్పుడు, A వస్తువు B వస్తువుపై కలుగజేసిన బలం F_{BA}, B వస్తువు A వస్తువుపై కలుగజేసినబలం F_{AB}కు పరిమాణంలో సమానంగాను, దిశలో వ్యతిరేకంగాను ఉంటుంది. పటం 13ను గమనించండి.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

పై సమీకరణంలో చర్యా బలానికి ప్రతిచర్యా బలం వ్యతిరేకదిశలో ఉంటుందని ఋణ సంజ్ఞ తెలియ జేస్తుంది. దీనినిబట్టి కేవలం ఒకేఒక లేదా ఏకాంక బలం అనేది ఉండదు అని తెలుస్తుంది.

న్యూటన్ మొదటి, రెండవ గమన నియమాలు ఒకే వస్తువుకు వినియోగిస్తాం. న్యూటన్ మూడవ గమన నియమాన్ని రెండు వస్తువుల మధ్య గల ప్రతి క్రియకు వినియోగిస్తాం. న్యూటన్ మూడవ గమన నియమంలో తెలిపే రెండు బలాలు ఒకే వస్తువుపై పని చేయవని గమనించాలి. ఆ బలాల జంట ఒకే సమయంలో రెండు వేర్వేరు వస్తువులపై పనిచేసే బలాలను సూచిస్తుంది.

కింది ఉదాహరణలను పరిశీలిద్దాం.

పక్షులు ఎగిరేటప్పుడు వాటి రెక్కలతో గాలిని కిందికి నెడతాయి. అప్పుడు గాలి కూడా పక్షిని వ్యతిరేకదిశలో (పైకి) నెడుతుంది. రెక్కలు గాలి మీద ప్రయోగించే బలం, గాలి పక్షి రెక్కలపై ప్రయోగించే బలాలు రెండూ సమాన పరిమాణంలో, వ్యతిరేక దిశలో ఉంటాయి.

నీటిలో ఈదుతున్న చేప, నీటిని వెనక్కి నెడుతుంది. అదే సమయంలో నీరు చేపని ముందుకు నెడుతుంది. ఈ రెండూ బలాలు పరిమాణంలో సమానంగా ఉండి వ్యతిరేక దిశలో పనిచేస్తుండడంవల్ల చేప ముందుకు కదులుతుంది.

రాకెట్ అడుగు భాగంలో గల నాజిల్ నుండి అతివేగంగా వెలువడే వాయువుల వల్ల రాకెట్ త్వరణాన్ని పొందుతుంది. నాజిల్ నుండి వెలువడే వాయువు రాకెట్‌పై ప్రయోగించే ప్రతిచర్యా బలం వల్ల నాజిల్ నుండి వెలువడే వాయువుకి వ్యతిరేక దిశలో రాకెట్ త్వరణం చెందుతుంది. ఇది పటం 14లో చూపబడింది.

పటం-14 : రాకెట్ చలనం

- నాజిల్ నుండి వెలువడే వాయువుపై రాకెట్ బలాన్ని ప్రయోగిస్తుందా?

కృత్యం - 7

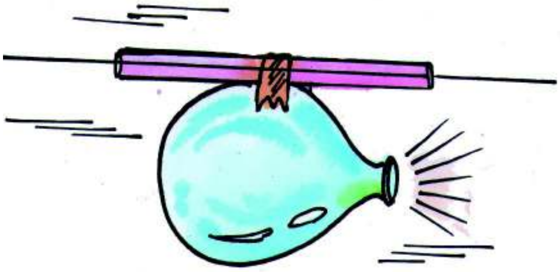
బెలూన్ రాకెట్

ఒక బెలూన్‌లోకి గాలి ఊది బయటికి వెళ్ళకుండా మూతిని గట్టిగా వేళ్లతో పట్టుకోండి.

ఒక దారాన్ని స్ట్రా గుండా పంపండి. పటం 15లో చూపిన విధంగా బెలూన్‌ను స్ట్రాకు టేపుతో అతికించండి.

దారం ఒక చివరి కొన మీరు పట్టుకొని, రెండవ చివరను మీ స్నేహితుడ్ని పట్టుకోమనండి. బెలూన్ మూతి వద్ద వేళ్లను తీసివేయండి.

- ఏం జరుగుతుంది?



పటం-15 : బెలూన్ రాకెట్

SCERT, TELANGANA

Inflate a balloon and tie its neck. The air within the balloon exerts force on the walls of the balloon equally in all the directions as shown in fig.-.15

This is balanced by the elastic forces of the balloon.

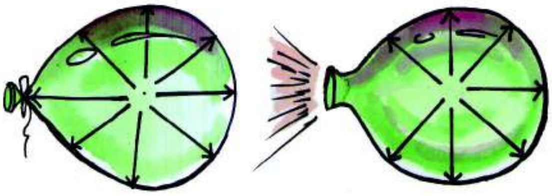


Fig-16: The forces on the inside wall of a balloon

When you release the neck of the balloon to allow air to escape from the balloon, what happens? The balloon moves in a direction opposite to that of escaping air. The momentum of the balloon and air is begins with zero, when the air escapes with some velocity, the balloon moves in the opposite direction to balance the momentum of the escaping air.

Hence Baloon will get acceleration in the direetion of net force.

Lab Activity

Aim: To show the action and reaction forces acting on two different objects.

Material required: Test tube, rubber cork, Bunsen burner, retort stand, water and thread.

Procedure

- Take a test tube of good quality glass and put small amount of water in it. Place a rubber cork at its mouth to close it.
- Now suspend the test tube horizontally with the help of two strings as shown in the fig.- 17.

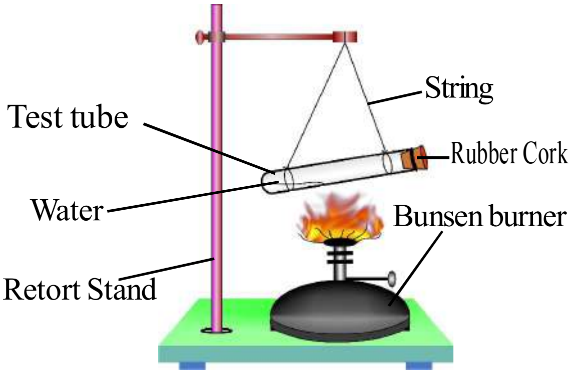


Fig-17

- Heat the test tube with a Bunsen burner until water vaporizes and cork blows out.

Observe the movement of the test tube when rubber cork blows out.Compare the directions of movement of test tube as well as rubber cork. Observe the difference in the velocity of rubber cork and that of recoiling test tube.

- What do you infer from above experiment?

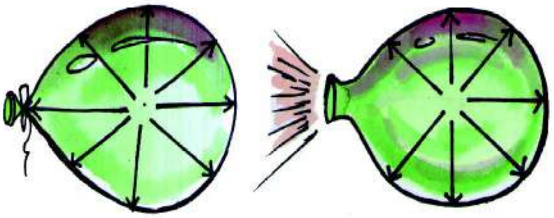
Think and discuss

- The force exerted by the earth on the ball is 8N. What is the force on the earth by the ball?
- A block is placed on the horizontal surface. There are two forces acting on the block. One, the downward pull of gravity and other a normal force acting on it. Are these forces equal and opposite? Do they form action – reaction pair? Discuss with your friends.
- Why is it difficult for a fire fighter to hold a hose that ejects large amount of water at high speed?

SCERT, TELANGANA

బెలూన్‌లో గాలి నింపి దాని మూతిని దారంతో కట్టండి. పటం-16లో చూపిన విధంగా బెలూన్‌లో గల గాలి దాని గోడలపై అన్ని దిశలలోనూ సమానంగా బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది.

బెలూన్ యొక్క స్థితిస్థాపకశక్తి వలన ఇది తుల్యం చేయబడినది.



పటం-16 : బెలూన్ లోపలి గోడలపై బలాలు

బెలూన్ మూతికి కట్టిన దారాన్ని తొలగిస్తే ఏం జరుగుతుంది? బెలూన్, గాలి బయటకు వస్తున్న దిశకు వ్యతిరేక దిశలో కదులుతుంది. గాలి మరియు బెలూన్‌ల ద్రవ్యవేగాలు శూన్యంతో ఆరంభమవుతాయి. కొంత వేగంతో గాలి బయటకు వస్తున్నప్పుడు గాలి ద్రవ్యవేగంను సమతుల్యం చేయుటకు బెలూన్ వ్యతిరేక దిశలో కదులుతుంది.

కాబట్టి ఈ ఫలిత బల దిశలోనే బెలూన్ త్వరణాన్ని పొందుతుంది.

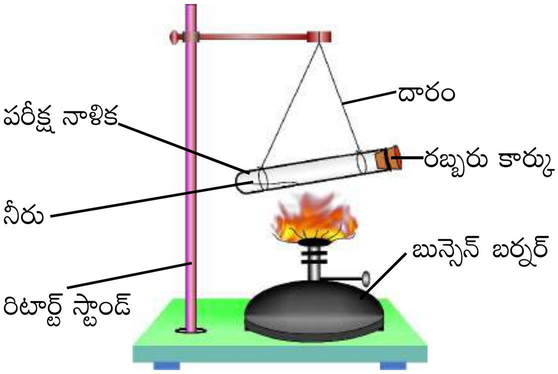
ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం: రెండు విభిన్న వస్తువుల మీద పనిచేసే చర్య ప్రతిచర్య బలాలను చూపుట.

కావలిసిన పరికరాలు: పరీక్ష నాళిక, రబ్బరు కార్కు, బున్సెన్ బర్నర్, రిటార్ట్ స్టాండు, దారం

పద్ధతి:

- ఒక పరీక్ష నాళికలో కొద్దిగా నీరు తీసుకొని దాని మూతిని రబ్బరు కార్కుతో మూయండి.
- పటం 17లో చూపిన విధంగా రెండు దారాల సహాయంతో పరీక్ష నాళికను క్షితిజ సమాంతరంగా వేలాడదీయండి.



పటం-17

- బున్సెన్ బర్నర్ సహాయంతో పరీక్ష నాళికను, వేడి చేయండి. దానిలో నీరు ఆవిరై, ఆ ఆవిరి రబ్బరు కార్కును బయటకు నెట్టేవరకు వేడి చేస్తూనే ఉండాలి.

కార్కు ఒక్కసారిగా బయటకు వచ్చినపుడు పరీక్ష నాళిక చలనాన్ని గమనించండి. కార్కు, పరీక్ష నాళికల చలన దిశలను పోల్చండి. అలాగే వాటి వేగాలలో తేడాను గమనించండి.

- పై ప్రయోగం ద్వారా నీవు ఏమి నిర్ణయించగలవు?

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- ఒక బంతి పై భూమి ప్రయోగించే బలం 8 న్యూటన్లు అయితే, ఆ బంతి భూమిపై ప్రయోగించే బలం ఎంత?
- ఒక చెక్క దిమ్మ క్షితిజ సమాంతర తలంపై ఉంది. ఆ దిమ్మపై దానిని కిందికి లాగే గురుత్వాకర్షణ బలం, పైకి నెట్టే అభిలంబ బలం పని చేస్తాయి. ఆ రెండు బలాలు పరిమాణంలో సమానంగా ఉంటూ, వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయా? ఆ బలాల జతను చర్య-ప్రతిచర్య జతగా చెప్పవచ్చా? మీ స్నేహితులతో చర్చించండి.
- మంటలను ఆర్పడానికి ఉపయోగించే గొట్టాల నుండి అతి వేగంగా నీరు బయటకు వస్తుంది. ఆ గొట్టాలను పట్టుకోవడం చాలా కష్టం. ఎందుకు?

SCERT, TELANGANA

3.5 Law of conservation of momentum

Let two objects with masses m_1 and m_2 are traveling with different velocities u_1 and u_2 respectively in the same direction along a straight line. If $u_1 > u_2$ they collide with each other and the collision lasts for time 't', which is very small.During the collision the first marble exerts a force on the second marble F_{21} and the second marble exerts a force on the first marble F_{12}. Let v_1 and v_2 be the velocities of the marbles respectively after collision.

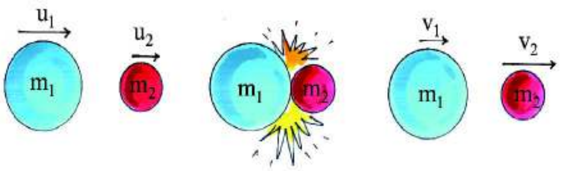


Fig-18: Conservation of momentum

What are the momenta of the marbles before and after collision? Let's know from the table.

	Marble 1	Marble 2
Momentum before collision	m_1u_1	m_2u_2
Momentum after collision	m_1v_1	m_2v_2
Change in momentum, Δp	$m_1v_1 - m_1u_1$	$m_2v_2 - m_2u_2$
Rate of change in momentum $\frac{\Delta p}{\Delta t}$	$\frac{(m_1v_1 - m_1u_1)}{t}$	$\frac{(m_2v_2 - m_2u_2)}{t}$

According to Newton's third law of motion, the force exerted by first marble on the second is equal to the force exerted by the second marble on the first one.

Hence $F_{12} = -F_{21}$

Hence we get,

$$\frac{(\Delta p)_1}{t} = -\frac{(\Delta p)_2}{t}$$

$$\frac{m_1v_1 - m_1u_1}{t} = -\frac{(m_2v_2 - m_2u_2)}{t}$$

After solving this, we get

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$m_1u_1 + m_2u_2$ is the total momentum of the two marbles before collision and $m_1v_1 + m_2v_2$ is the total momentum of the two marbles after collision.

From the above equation, we observe that the total momentum is unchanged before and after collisions. We can say that the momentum is conserved. **Law of "Conservation of Momentum"** states that in the absence of a net external force on the system, the momentum of the system remains unchanged".

3.6 Impulse

It will be surprising if anybody says that the fall doesn't hurt, but it is the sudden stop at the end that hurts you. Is it true?

- Why does a pole vault jumper land on thick mats of foam?
- Is it safe to jump on sand rather than a cement floor? Why?

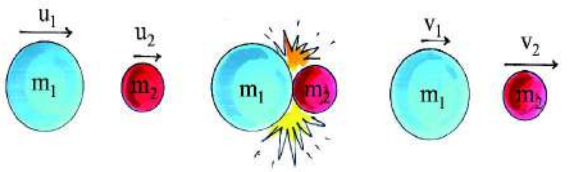
A softer and more cushioned landing surface provides a greater stopping distance because of the longer time taken to stop.

SCERT, TELANGANA

3.5 ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం

(Conservation of momentum-Impulse)

m_1 మరియు m_2 ద్రవ్యరాశులు గల రెండు గోళాలు వరుసగా u_1, u_2 వేగాలతో పటం-18లో చూపిన విధంగా సరళరేఖా మార్గంలో ఒకే దిశలో ప్రయాణిస్తున్నాయనుకుందాం. $u_1 > u_2$ అయితే గోళాలు అభిఘాతం చెందుతాయి. అభిఘాత కాలం 't' చాలా స్వల్పంగా ఉంటుంది. అభిఘాత సమయంలో మొదటి గోళం, రెండవ గోళంపై ప్రయోగించిన బలం F_{21} అని రెండవ గోళం మొదటి గోళంపై ప్రయోగించే బలం F_{12} అని అనుకుందాం. అభిఘాతం తర్వాత ఆ గోళాల వేగాలు వరుసగా v_1, v_2 అనుకుందాం.



పటం-18 : ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వం

అభిఘాతం ముందు, తర్వాత గోళాల ద్రవ్యవేగాలు ఎంత ఉంటాయి? కింది పట్టిక ద్వారా తెలుసుకుందాం.

	గోళీ 1	గోళీ 2
అభిఘాతంముందు ద్రవ్యవేగం	m_1u_1	m_2u_2
అభిఘాతంతర్వాత ద్రవ్యవేగం	m_1v_1	m_2v_2
ద్రవ్యవేగంలో మార్పు	$m_1v_1-m_1u_1$	$m_2v_2-m_2u_2$
ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు $\frac{\Delta p}{\Delta t}$	$\frac{m_1v_1-m_1u_1}{t}$	$\frac{m_2v_2-m_2u_2}{t}$

న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం ప్రకారం మొదటి గోళం రెండవ గోళంపై ప్రయోగించిన బలం, రెండవ గోళం మొదటి గోళం మీద ప్రయోగించిన బలానికి పరిమాణంలో సమానంగానూ, దిశలో వ్యతిరేకంగానూ ఉంటుంది.

కాబట్టి $F_{12} = -F_{21}$

$$\frac{(\Delta p)_1}{t} = -\frac{(\Delta p)_2}{t}$$

$$\frac{m_1v_1-m_1u_1}{t} = -\frac{m_2v_2-m_2u_2}{t}$$

పై సమీకరణాన్ని సాధించగా

$$m_1u_1+m_2u_2=m_1v_1+m_2v_2$$

$m_1u_1+m_2u_2$ అనేది అభిఘాతానికి ముందు గోళాల వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగాన్ని , $m_1v_1+m_2v_2$ అనేది అభిఘాతం తర్వాత గోళాల వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగాన్ని సూచిస్తుంది.

పై సమీకరణాన్ని పరిశీలిస్తే అభిఘాతం ముందు, అభిఘాతం తర్వాత వ్యవస్థ ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రాలేదని తెలుస్తుంది. అంటే వ్యవస్థ యొక్క ద్రవ్యవేగం నిత్యత్వం కాబడింది అని అర్థం. వ్యవస్థ మీద ఫలిత బాహ్య బలం పనిచేయనప్పుడు దాని ద్రవ్యవేగం మారకుండా ఉంటుందని **ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం** తెలియజేస్తుంది.

3.6 ప్రచోదనం :

మనం పడిపోవడం వల్ల బాధ కలగదు. కానీ పడినప్పుడు హఠాత్తుగా ఆగడం వల్ల బాధ కలుగుతుందని ఎవరైనా అంటే మనకు ఆశ్చర్యం వేస్తుంది కదా! ఇది నిజమేనా?

- పోల్‌వాల్ట్ ఆడేవారు స్పాంజ్‌తో చేసిన పరుపు మీద దూకుతారు. ఎందుకు?
- ఇసుక నేల మీద దూకడం సురక్షితమా? సిమెంట్ గచ్చుపై దూకడం సురక్షితమా? ఎందుకు?

మృదువైన, మెత్తని తలాలు వస్తువుని ఆపడంలో ఎక్కువ సమయాన్ని తీసుకోవడం వల్ల 'ఆపే దూరం'

SCERT, TELANGANA

That's why the fielder pulls back his hands while catching a fast moving cricket ball. In this situation, the fielder is trying to increase the time to decrease its velocity.

Thus, the rate of change of momentum will be less so that the force of impact of the ball on hands will be reduced.

As we expressed the second law as

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

In order to minimize F_{net}, you have to maximize the stopping time.

We get $F_{net}\,\Delta t = \Delta p$

From the above equation we know that the product of net force and interaction time is called impulse of net force. Impulse is equivalent to the change in momentum that an object experiences during an interaction. Forces exerted over a limited time are called impulsive forces. Often the magnitude of an impulsive force is so large that its effect is appreciable, even though its duration is short. Let us observe the following activity.

Activity-8

Dropping eggs

Take two eggs and drop them from a certain height such that one egg falls on a concrete floor and another egg falls on a cushioned pillow.

- What changes do you notice in both eggs after they are dropped? Why?

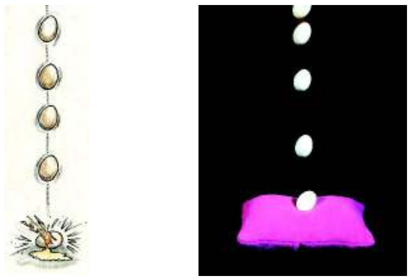


Fig-19(a) *Fig-19(b)*

Fig-19: (a) fall of an egg on a concrete floor (b) fall of an egg on a cushioned pillow.

When we drop the egg on the concrete floor, it will break, because a large force acts on the egg for the short interval of time.

$\Delta p = F_{net2}\,\Delta t_1$

When we drop the egg on a cushioned pillow, it doesn't break because a smaller force acts on the egg for longer time.

$\Delta p = F_{net}\ \Delta t_2$

Even if the Δp is the same in both the cases, the magnitude of the net force (F_{net}) acting on the egg determines whether the egg will break or not.

Why does a fielder catch a fast moving cricket ball by pulling back his arms while catching it? If he doesn't pull his hands back what would happen? The ball definitely hurts him. When he pulls back his hands he experiences a smaller force for a longer time. The ball stops only when your hands stop. This shows that the change in the momentum not only depends on the magnitude of the force but also on the time during which force is exerted on that object.

Think and discuss

- A meteorite burns in the atmosphere before it reaches the earth's surface. What happens to its momentum?

SCERT, TELANGANA

(stopping distance) ఎక్కువగా ఉంటుంది. అందువల్లనే వేగంగా వస్తున్న క్రికెట్ బంతిని 'క్యాచ్' చేసేటప్పుడు ఆ వ్యక్తి తన చేతులను వెనుకకు లాగుతాడు. ఈ సందర్భంలో అతడు బంతి వేగాన్ని తగ్గించడానికి ఎక్కువ సమయాన్ని తీసుకుంటాడు.

ఇలా చేయడం వల్ల బంతి ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు తక్కువగా ఉంటుంది. ఫలితంగా చేతులపై బంతి ప్రయోగించే బలం తగ్గుతుంది.

న్యూటన్ రెండవ నియమాన్ని

$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ గా సూచిస్తాం.

ఫలిత బలాన్ని తగ్గించాలంటే, ఆపే కాలాన్ని (Stopping time) పెంచాలి.

అంటే, $F_{net}\ \Delta t = \Delta p$

పై సమీకరణం నుండి ఫలిత బలం, ఫలిత బలం పని చేసిన కాలాల లబ్ధాన్ని 'ఫలిత బలం యొక్క ప్రచోదనం' (impulse of net force) అంటాం. ఒక వస్తువుపై బలం ప్రయోగించినప్పుడు ఆ వస్తువు ద్రవ్యవేగంలో పొందే మార్పు 'ప్రచోదనానికి' సమానం. స్వల్పకాలం పాటు ప్రయోగించబడిన ఆ బలాలను ప్రచోదనా బలాలు అంటాం. ప్రచోదనా బలపరిమాణం అతిస్వల్ప కాలంపాటు పనిచేసినప్పటికీ దాని ప్రభావం చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. కింది కృత్యాన్ని పరిశీలిద్దాం.

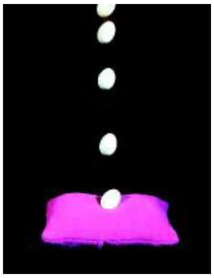
కృత్యం - 8

గుడ్డును జారవిడవడం

రెండు కోడి గుడ్లను తీసుకుని వాటిని ఒకే ఎత్తు నుండి, ఒకటి గట్టి గచ్చు మీద పడేటట్లుగా, రెండవది మెత్తని దిండు మీద పడేటట్లుగా జారవిడువండి.

- తలాన్ని తాకిన తర్వాత ఆ గుడ్లలో ఎటువంటి మార్పుని గమనించారు? ఎందుకు?

పటం-19 (*a*)



పటం-19 (*b*)

పటం-19 : (ఎ) గుడ్డు గచ్చుపై పడుట
(బి) గుడ్డు మెత్తని దిండుపై పడుట

గచ్చు మీద పడిన గుడ్డు పగిలిపోతుంది కారణం, దానిపై అధిక బలం అతిస్వల్ప కాలం పని చేయడమే.

$\Delta p = F_{net1}\,\Delta t_1$

మెత్తని దిండు మీద పడిన గుడ్డు పగలదు కారణం, తక్కువ బలం ఎక్కువ కాలం పాటు పని చేసింది.

$\Delta p = F_{net2}\,\Delta t_2$

రెండు సందర్భాలలో Δp సమానం అయినప్పటికీ, గుడ్డు పగులుతుందా - పగలదా అని నిర్ణయించేది గుడ్డు మీద పనిచేసే ఫలిత బలమే (F_{net}).

వేగంగా వస్తున్న క్రికెట్ బంతిని ఆపే వ్యక్తి చేతులు వెనుకకు ఎందుకు లాగుతాడు? అలా లాగకపోతే ఏం జరుగుతుంది? అతనికి నొప్పి కలుగుతుంది కదా! అలా లాగడం వల్ల అతని చేతులపై తక్కువ బలం ఎక్కువ కాలంపాటు పని చేస్తుంది. వెనుకకు లాగిన చేతులు పూర్తిగా ఆగినప్పుడే బంతి కూడా ఆగుతుంది. దీనిని బట్టి ద్రవ్యవేగంలో మార్పు కేవలం ఫలిత బల పరిమాణం మీదనే కాక బలం ప్రయోగింపబడిన కాలం మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుందని తెలుస్తుంది.

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- భూవాతావరణంలోకి ప్రవేశించిన ఒక ఉల్క మండిపోయింది. అలా మండినప్పుడు దాని ద్రవ్యవేగం ఏమైనట్లు?

SCERT, TELANGANA

- As you throw a heavy ball upward, is there any change in the normal force on your feet?
- When a coconut falls from a tree and strikes the ground without bouncing. What happens to its momentum?
- Air bags are used in cars for safety. Why?

Example 3

A cannon of mass m_1 = 12000 kg located on a smooth horizontal platform fires a shell of mass m_2 = 300 kg in horizontal direction with a velocity v_2 = 400m/s. Find the velocity of the cannon after it is shot.

Solution

Since the pressure of the powder gases in the bore of the cannon is an internal force the net external force acting on cannon during the firing is zero.

Let v_1 be the velocity of the cannon after shot. The initial momentum of system is zero.

The final momentum of the system

$= m_1v_1 + m_2v_2$

From the conservation of linear momentum, We get,

$m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

$m_1v_1 = - m_2v_2$

$v_1 = - m_2v_2 / m_1$

Substituting the given values in the above equation, we get

$$v_1 = - \frac{(300\text{kg}) \times (400\text{m/s})}{12000\text{kg}}$$

$= -10$ m/s.

Thus the velocity of cannon is 10m/s after the shot.

Here '-' sign indicates that the canon moves in a direction opposite to the motion of the bullet.

Key words

Laws of motion, Inertia, Mass, Linear momentum, Conservation of momentum, Impulse, Impulsive force

What we have learnt

- First Law of Motion: A body continues its state of rest or of uniform motion unless a net force acts on it.
- 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 inertia. SI unit of mass is Kilogram (kg).
- Second Law of Motion: The rate of change of momentum of a body is directly proportional to the net force acting on it and it takes place in the direction of net force.

SCERT, TELANGANA

- బంతిని నిట్టనిలువుగా పైకి విసిరినప్పుడు, భూ ఉపరితలం మీ కాళ్లపై ప్రయోగించే అభిలంబ బలంలో ఏమైనా మార్పు వస్తుందా?
- చెట్టుపై నుండి జారి పడిన కొబ్బరికాయ నేలని తాకి ఆగిపోయింది. దాని ద్రవ్యవేగం ఏమైందని చెప్పగలం?
- కొన్ని కార్లలో రక్షణ కొరకు గాలి సంచులు వాడతారు. ఎందుకు?

ఉదాహరణ 3

12000 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి (m_1) గల ఫిరంగి నున్నని సమాంతర తలంపై ఉంది. అది 300 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి (m_2) గల గుండును క్షితిజ సమాంతర దిశలో $v_2 = 400$ మీ / సె వేగంతో విడుదల చేస్తే, ఆ ఫిరంగి వేగం (v_1) ఎంత?

సాధన

ఫిరంగి గొట్టంలోపల ఉత్పన్నమైన వాయువులు అధిక పీడనాన్ని కలగజేసి గుండును బైటకు నెడతాయి. ఫలితంగా ఫిరంగి వెనుకకు కదులుతుంది. ఇలా జరగడానికి కారణమైన వాయువులు ప్రయోగించే బలాలు వ్యవస్థలో గల అంతర్గత బలాలుగా పరిగణించాలి. కాబట్టి వ్యవస్థపై ఫలిత బలం శూన్యం.

ఫిరంగి పేల్చిన తర్వాత దాని వేగం v_1 అనుకుందాం. వ్యవస్థ తొలి ద్రవ్యవేగం శూన్యం.

వ్యవస్థ తుది ద్రవ్యవేగం $= m_1v_1 + m_2v_2$

రేఖీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం ప్రకారం,

$$m_1v_1 + m_2v_2 = 0$$

$$m_1v_1 = -m_2v_2$$

$$v_1 = -\frac{m_2v_2}{m_1}$$

$$v_1 = \frac{-300 \text{ కి.గ్రా.} \times 400 \text{ మీ/సె}}{12000 \text{ కి.గ్రా.}}$$

$$= -10 \text{ మీ/సె}$$

అంటే ఫిరంగి పేలిన తర్వాత దాని వేగం 10 మీ/సె ఉంటుంది. ఋణ సంజ్ఞ గుండు చలనానికి వ్యతిరేక దిశలో ఫిరంగి చలనాన్ని సూచిస్తుంది.

కీలక పదాలు

గమన నియమాలు, జడత్వం, ద్రవ్యరాశి, రేఖీయ ద్రవ్యవేగం, ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వం, ప్రచోదనం, ప్రచోదనా బలం.

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- మొదటి గమన నియమం : ఫలిత బలం పని చేయనంతవరకు నిశ్చలస్థితిలో ఉన్న వస్తువు లేదా సమచలనంలో వున్న వస్తువు అదే స్థితిలో కొనసాగుతుంది.
- నిశ్చలస్థితిలో గానీ, సమచలనంలో గానీ ఉన్న వస్తువు, తన గమన స్థితిలో మార్పుని వ్యతిరేకించే సహజ గుణాన్ని జడత్వం అంటాం.
- జడత్వం యొక్క కొలతనే వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి అంటాం. ద్రవ్యరాశికి SI ప్రమాణం: కిలోగ్రాం.
- రెండవ గమన నియమం: వస్తువు ద్రవ్యవేగంలో మార్పు రేటు, దానిపై పనిచేసే ఫలిత బలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. దాని దిశ ఫలిత బల దిశలో ఉంటుంది.

SCERT, TELANGANA

- Linear momentum of a body is the product of its mass and velocity p = mv.
- One 'Newton' is the force which when acting on a body of mass 1 kg, produces an acceleration of 1 m/s^2

  1 newton (N) = 1kg x 1 ms^{-2}
- Third Law of Motion: If one object exerts a force on other object, the second object exerts a force on the first one with equal magnitude but in opposite direction.

Improve your learning

I. Reflections on Concepts

1) Explain the reasons for the following. (AS_1)

   a) Why dust comes out of a carpet when it is beaten with a stick?

   b) Luggage kept on the roof of a bus is tied with a rope.

   c) Why a pace bowler in cricket runs from a long distance before he bowls?

2) Illustrate an example of each of the three laws of motion. (AS_1)

3) Explain the following: (AS_1)

   a) Static Inertia b) Inertia of motion c) momentum

   d) impulse e)impulsive force

II. Application of Concepts

1) Two objects have masses 8 kg and 25 kg. Which one has more inertia? Why? (AS_1)

2) What is the momentum of a 6.0 kg ball bowling with a velocity of 2.2 m/s?

   (Ans: 13.2 kg m/s$_2$) (AS_1)

3) Two people push a car for 3 s with a combined net force of 200 N. (AS_1)

   (a) Calculate the impulse provided to the car.

   (b) If the car has a mass of 1200 kg, what will be its change in velocity?

   (Ans: (a) 600 N.s (b) 0.5 m/s)

4) A man of mass 30 kg uses a rope to climb which bears only 450 N. What is the maximum acceleration with which he can climb safely? (Ans: 15 m/s^2) (AS_7)

III. Higher Order Thinking questions

1. A vehicle has a mass of 1500 kg. What must be the force between the vehicle and the road if the vehicle is to be stopped with a negative acceleration of 1.7 ms$_{-2}$?

(Ans:- -2550 N in a direction opposite to that of the motion of the vehicle) (AS_7)

SCERT, TELANGANA

- ద్రవ్యరాశి, వేగాల లబ్ధాన్ని రేఖీయ ద్రవ్యవేగం అంటాం. $p = mv$.
- 1 కిలో గ్రాం ద్రవ్యరాశి గల వస్తువులో 1మీ/సె^{2} త్వరణాన్ని కలుగజేసే బలం 1 న్యూటన్.

  1 న్యూటన్ (N) = $1kg \times 1ms^{-2}$
- మూడవ గమన నియమం: ఒక వస్తువు, వేరొక వస్తువుపై బలాన్ని కలగజేస్తే, ఆ రెండవ వస్తువు కూడా మొదటి వస్తువుపై అంతే పరిమాణంలో బలాన్ని వ్యతిరేకదిశలో ప్రయోగిస్తుంది.

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరుచుకుందాం

Y4B7D4

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. కింది వాటికి కారణాలు వివరించండి. (AS_1)

   ఎ. కంబళిని కర్రతో కొడితే, దుమ్ము పైకి లేస్తుంది.

   బి. బస్సు పైన వేసిన సామాన్లని తాడుతో కట్టకపోతే పడిపోతాయి.

   సి. ఒక పేస్ బౌలర్ బంతి విసిరే ముందు దూరం నుంచి పరిగెత్తుతూ వస్తాడు. ఎందుకు?
2. న్యూటన్ మూడు గమన నియమాలను ఉదాహరణలతో వివరించండి. (AS_1)
3. కింది వానిని వివరించండి. (AS_1)

   ఎ. నిశ్చల జడత్వం   బి. గమన జడత్వం   సి. ద్రవ్యవేగం

   డి. ప్రచోదనం   ఇ. ప్రచోదనబలం

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. 8 కి.గ్రా., 25 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశులు గల రెండు వస్తువులలో ఏ వస్తువు అధిక జఢత్వం కలిగి ఉంటుంది? ఎందుకు?(AS_1)
2. 2.2 మీ/సె వేగంతో కదులుతున్న 6.0 కి.గ్రా. ల బంతి యొక్క ద్రవ్యవేగం ఎంత? (13.2 కి.గ్రా. మీ/సె^{2})(AS_1)
3. ఇద్దరు వ్యక్తులు 200 N ఫలిత బలంతో ఒక కారుని 3 సెకండ్ల పాటు నెట్టారు.(AS_1)

   ఎ. కారుకి అందిన ప్రచోదనం ఎంత? (600 న్యూ.సె).

   బి. కారు ద్రవ్యరాశి 1200 కిలోగ్రాములు అయితే, దాని వేగంలో మార్పు ఎంత? (0.5 మీ/సె)
4. 30 కి.గ్రా.ల ద్రవ్యరాశి గల ఒక వ్యక్తి 450 న్యూటన్ల బలాన్ని భరించగల 'తాడు' సహాయంతో కొండ ఎక్కుతున్నాడు. అతను సురక్షితంగా ఎక్కడానికి కావల్సిన గరిష్ఠ త్వరణం ఎంత? (15 మీ/సె^{2}) (AS_7)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. చలనంలో ఉన్న 1500 కిలోగ్రాముల ద్రవ్యరాశిగల వాహనాన్ని 1.7 మీ/సె^{2} ఋణత్వరణంతో నిశ్చల స్థితికి తీసుకురావడానికి రోడ్డు మరియు ఆ వాహనానికి మధ్య ఎంత బలం అవసరం? (వాహన చలన దిశకు వ్యతిరేక దిశలో –2550 న్యూటన్లు) (AS_7)

SCERT, TELANGANA

2. Two ice skaters initially at rest, push of each other. If one skater whose mass is 60 kg has a velocity of 2 m/s. What is the velocity of other skater whose mass is 40 kg? (Ans: 3 m/s in opposite direction) (AS_7)

3. If a fly collides with the windshield of a fast-moving bus, (AS_2)
   (a) Is the impact force experienced, same for the fly and the bus? Why?
   (b) Is the same acceleration experienced by the fly and the bus? Why?

Multiple choice questions

1. The scientist who said that "an object in motion will remain in same motion as long as no external force is applied" is [ ]
   a) Aristotle b) Galileo c) Newton d) Dalton

2. If the net force acting on an object is zero, then the body is said to be in the state of [ ]
   a) Equilibrium b) Motion c) Inertia of motion d) Uniform motion

3. The inertia of a body depends on [ ]
   a) Shape b) Volume c) Mass d) Area

4. Newton used the word 'mass in motion' to represent [ ]
   a) Linear momentum b) Inertia of motion
   c) Velocity d) Inertia at rest

5. The S.I unit of momentum is [ ]
   a) m/sec b) Kg-m c) k.g.m/sec d) Kg. m/sec^2

Suggested Experiments

1. Conduct an experiment to prove Newton's first law of motion and write a report.
2. Conduct an experiment to show the action and reaction forces acting on two different objects.

Suggested Projects

1. Observe some daily life examples for Newton's first law of motion and explain the situaions. Write a report on your observations.
2. Write a report on the action and reaction in the systems that you have observed in your daily life which are the evident of Newton's third law of motion.

SCERT, TELANGANA

2. నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న ఇద్దరు స్కేటింగ్ చేసే వ్యక్తులు ఒకరినొకరు తోసుకున్నారు. వీరిలో 60 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల వ్యక్తి 2 మీ/సె. వేగాన్ని పొందితే, 40 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల రెండవ వ్యక్తి పొందే వేగం ఎంత? (3 మీ/సె. వ్యతిరేక దిశలో) (AS_7)

3. వేగంగా వెళ్తున్న బస్సు అద్దాన్ని ఒక ఈగ గుద్దుకుంటే, (AS_1, AS_7)

ఎ. బస్సు మీద, ఈగ మీద ఒకే బలం ప్రయోగించబడుతుందా? ఎందుకు?

బి. గుద్దుకున్న తర్వాత బస్సు, ఈగ ఒకే త్వరణాన్ని కలిగి ఉంటాయా? ఎందుకు?

బహులైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. ఏ బాహ్యబలం పనిచేయనంతవరకు కదులుతున్న వస్తువు అదే గమన స్థితిలో ఉంటుందని మొదట చెప్పిన శాస్త్రవేత్త [ ]

a) అరిస్టాటిల్ b) గెలీలియో c) న్యూటన్ d) డాల్టన్

2. ఒక వస్తువుపై పనిచేసే ఫలిత బలం శూన్యమైతే ఆవస్తువు ఏ స్థితిలో ఉంది? [ ]

a) సమతాస్థితిలో ఉంది b) చలన స్థితిలో ఉంది
c) గమనజడత్వ స్థితిలో ఉంది d) సమచలన స్థితిలో ఉంది

3. ఒక వస్తువు కలిగి ఉండే జడత్వం దేనిపై ఆధారపడి ఉంటుంది. [ ]

a) ఆకారం b) ఘనపరిమాణం c) ద్రవ్యరాశి d) వైశాల్యం

4. న్యూటన్ "చలనంలో వస్తువు ద్రవ్యరాశి" గా చెప్పిన రాశి [ ]

a) రేఖీయ ద్రవ్యవేగం b) గమన జడత్వం
c) వేగం d) నిశ్చల జడత్వం

5. ద్రవ్యవేగం యొక్క SI ప్రమాణాలు [ ]

a) మీటర్/సెకను b) కిలోగ్రాం–మీటరు
c) కిలోగ్రాం–మీటర్/సెకను d) కిలోగ్రాం–మీటర్/సెకన్^{2}.

ప్రయోగాలు

1. న్యూటన్ మొదటి గమన నియమాన్ని నిరూపించేందుకు నిశ్చల జడత్వం మీద ఒక ప్రయోగాన్ని చేసి నివేదిక రాయండి.

2. రెండు విభిన్న వస్తువుల మీద పనిచేసే ప్రతిచర్య బలాలను చూపే ప్రయోగాన్ని చేసి నివేదిక రాయండి.

ప్రాజెక్టులు

1. మీ దైనందిన జీవితంలో మీరు న్యూటన్ మొదటి గమన నియమాన్ని గమనించిన ఆ సందర్భాలను వివరిస్తూ నివేదికను రాయండి.

2. న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం ఆధారంగా పనిచేసే కొన్ని వ్యవస్థలను గుర్తించి వాటిలో చర్య, ప్రతిచర్యలను వివరిస్తూ నివేదికను రూపొందించండి.

SCERT, TELANGANA

Chapter 4

Refraction of Light at Plane Surfaces

W4A7D8

We have learnt about the reflection of light on plane surfaces in class 7 and 8. Beauty of the nature is made apparent with light. Light exhibits many interesting phenomena.

Let us try to explore a few of them.

You might have observed that a coin kept at the bottom of a vessel filled with water appears to be raised. Similarly, a lemon kept in a glass of water appears to be bigger than its size. When a thick glass slab is placed over some printed letters, the letters appear raised when viewed through the glass slab.

- What could be the reasons for the above observations?

Activity 1

Take some water in a glass tumbler. Keep a pencil in it. Look at the pencil from one side of the glass and also from the top of the glass.

- How does it look?
- Do you find any difference between the two views?

Activity 2

Go to a long wall (of length about 30 feet) facing the Sun. Go to one end of a wall and ask your friend to bring a bright metal object near the other end of the wall. When the object is a few inches from the wall it appears distorted and you will see a reflected image in the wall as though the wall were a mirror.

- Why is there an image of the object on the wall?

To answer the above questions and to give reasons for the situations mentioned we need to understand the phenomenon of refraction of light.

4.1 Refraction

Activity 3

Take a shallow vessel with opaque walls such as a mug. (A tin or a pan is suitable). Place a coin at the bottom of the vessel.

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం

4

సమతల ఉపరితలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం

U1H4I5

7, 8 తరగతులలో సమతలాలపైన కాంతి పరావర్తనం గురించి మనం నేర్చుకున్నాం. కాంతి వల్లనే ప్రకృతికి అందం చేకూరుతుంది. వివిధ సందర్భాలలో కాంతి ప్రవర్తించే తీరు ఎంతో ఆసక్తికరంగా ఉంటుంది.

వాటిలో కొన్నింటిని పరిశీలిద్దాం!

ఒక పాత్రలోని నీటిలో పడవేసిన నాణెం ఆ పాత్ర అడుగు భాగం నుండి పైకి కొంత ఎత్తులో కనబడటం మీరు గుర్తించి ఉంటారు కదా! అదేవిధంగా ఒక గాజు గ్లాసులోని నీటిలో ఉంచిన నిమ్మకాయ పరిమాణం పెరిగినట్లు కనబడుతుంది. కాగితంపై రాసిన అక్షరాలపై ఒక మందపాటి గాజుపలకనుంచి చూస్తే ఆ అక్షరాలు కాగితంపై నుండి కొంత ఎత్తులో కనబడతాయి.

- ఈ విధమైన మార్పులకు కారణమేమై ఉంటుంది?

కృత్యం 1

ఒక గాజు గ్లాసులో కొంత నీటిని తీసుకోండి. అందులో ఒక పెన్సిల్ ఉంచండి. గ్లాసు పైభాగం నుండి, ప్రక్కభాగం నుండి పెన్సిల్‌ను పరిశీలించండి.

- పెన్సిల్ ఎలా కనిపిస్తుంది?
- గ్లాసు పైనుండి, పక్కనుండి పరిశీలించినపుడు ఏం తేడాను గమనించారు?

కృత్యం 2

సూర్యుని ఎండపడుతున్న ఒక పొడవైన గోడ (దాదాపు 30 అడుగుల పొడవు గల గోడ) వద్దకు మీరు, మీ స్నేహితుడు వెళ్ళండి. గోడ ఒక చివర వద్ద మీరు నిల్చొని, రెండవ చివర వద్ద ప్రకాశవంతమైన ఒక లోహపు వస్తువును చేతిలో పట్టుకొని మీ స్నేహితుణ్ణి నిలబడమని చెప్పండి. గోడకు కొద్ది అంగుళాల దూరంలో ఆ లోహపు వస్తువు ఉన్నప్పుడు, గోడ అద్దం వలె ప్రవర్తిస్తున్నట్లుగా దానిపై లోహపు వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబం కనబడుతుంది.

- గోడపై వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబం ఎందుకు ఏర్పడింది?

పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వడానికి, వాటికి గల కారణాలను వివరించడానికి కాంతి వక్రీభవనం (Refraction of light) గురించి మనం అవగాహన చేసుకోవాలి.

4.1 వక్రీభవనం

కృత్యం 3

అపారదర్శక పదార్థంతో తయారు చేయబడిన, తక్కువ లోతు కలిగిన పాత్రను (shallow vessel) తీసుకోండి. పాత్ర అడుగున ఒక నాణేన్ని ఉంచండి.

SCERT, TELANGANA

Move away from the vessel until you cannot see the coin.

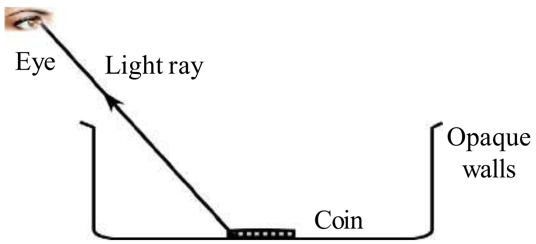


fig-1(a)

See fig.- 1(b).

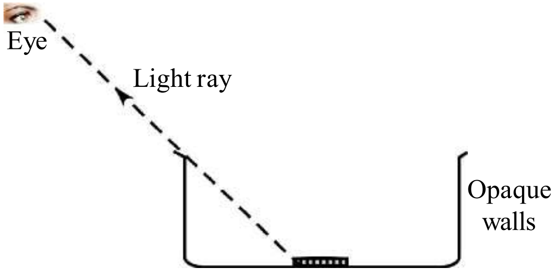


fig-1(b)

Stand there. Ask your friend to fill the vessel with water. When the vessel is filled with water the coin comes back into view. See fig.- 1(c).

- Why are you able to see the coin when the vessel is filled with water?

You know that the ray of light originating from the coin, doesn't reach your eye when the vessel is empty (see fig.-1b). Hence you couldn't see the coin. But the coin becomes visible to you after the vessel is filled with water.

- How is it possible?
- Do you think that the ray reaches your eye when the vessel is filled with water?

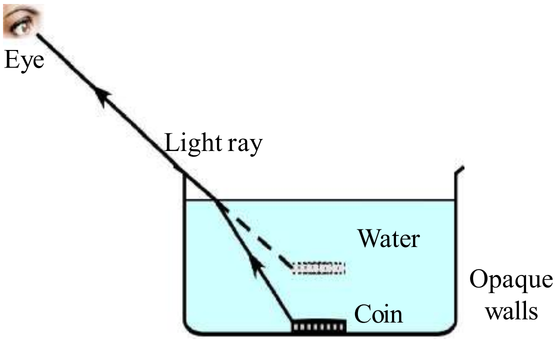


fig-1(c)

If yes, draw a ray diagram from the coin to the eye. Keep in mind that the light ray travelling in a medium takes a straight line path.

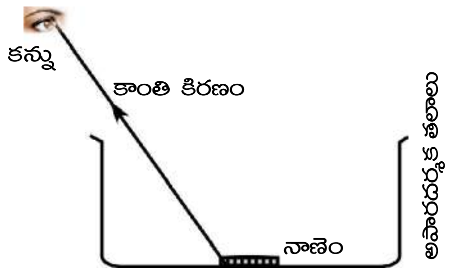
- What happens to the light ray at the interface between water and air?
- What could be the reason for this bending of the light ray in the second instance?

The above questions can be answered by Fermat's principle, the principle states that the light ray always travels between two points in a path which needs the shortest possible time to cover. Let us apply this principle to our activity.

By observing the path of the ray, it is clear that the light ray changes its direction at the interface separating the two media i.e, water and air. This path is chosen by the light ray so as to minimize time of travel between coin and eye. This is possible only if the speed of the light changes at interface of two media. Thus we can conclude that the speed of the light changes when light propagates from one medium to another medium.

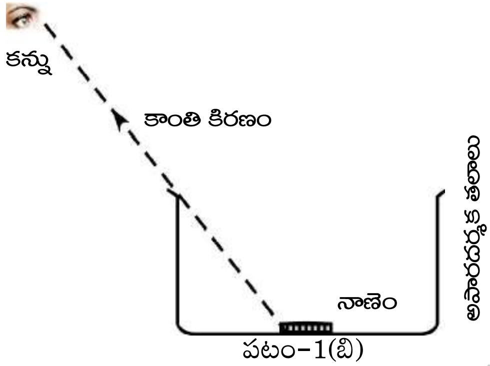
SCERT, TELANGANA

ఆ నాణెం మీకు కనబడకుండా పోయేవరకు పాత్ర నుండి వెనుకకు జరగండి.



పటం-1(ఎ)

పటం-1 (బి)ని చూడండి.



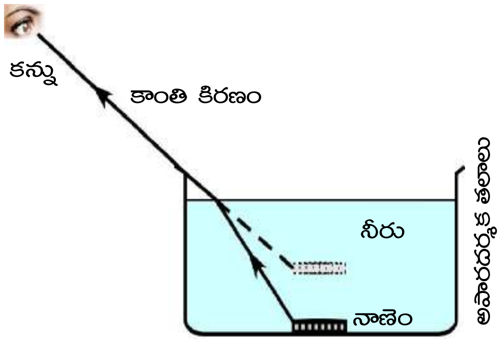
పటం-1(బి)

మీరు అక్కడే నిల్చుని ఆ పాత్రను నీటితో నింపమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి. ఆ పాత్రను నీటితో నింపగానే తిరిగి ఆ నాణెం మీకు కనిపిస్తుంది. పటం-1 (సి)ని చూడండి.

- పాత్రను నీటితో నింపితే నాణెం మీకు ఎందుకు కనబడింది?

పటం-1 (బి)లో చూపినట్లు పాత్ర ఖాళీగా ఉన్నప్పుడు నాణెం నుండి వచ్చే కాంతి కిరణం మీ కంటిని చేరలేదు. అందుకే నాణెం మీకు కనిపించలేదు. పాత్రను నీటితో నింపిన తరవాత మీకు నాణెం కనిపించింది.

- ఇది ఎలా సాధ్యమయింది?
- పాత్రలో నీరు పోసినప్పుడు నాణెం నుండి వచ్చే కాంతి కిరణం మీ కంటిని చేరుతుందని మీరు భావిస్తున్నారా?



పటం-1(సి)

అది నిజమని భావిస్తే, కాంతి ఋజుమార్గంలో (సరళరేఖా మార్గంలో) ప్రయాణిస్తుందనే అంశం ఆధారంగా నాణెం నుండి మీ కంటికి చేరే కాంతిని కిరణ చిత్రం (ray diagram) ద్వారా చూపండి.

- నీటిని, గాలిని వేరుచేసే తలం వద్ద కాంతి కిరణం ఏమయ్యింది?
- ఈవిధంగా కాంతి కిరణం వంగిపోవడానికి కారణం ఏమై ఉంటుంది?

ఫెర్మాట్ సూత్రాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వవచ్చు. ఏవేని రెండు బిందువుల మధ్య కాంతి ప్రయాణించేటప్పుడు అతి తక్కువ సమయం పట్టే మార్గంలోనే ప్రయాణిస్తుందని 'ఫెర్మాట్ సూత్రం' తెలుపుతుంది. ఈ సూత్రాన్ని మన కృత్యానికి అన్వయిద్దాం!

పై కృత్యంలో కాంతి కిరణాన్ని పరిశీలిస్తే నీరు, గాలి అనే యానకాలను వేరుచేసే తలం (interface) వద్ద కాంతి కిరణం తన దిశను మార్చుకుంటుందని స్పష్టమవుతుంది. నాణెం నుండి కంటిని చేరడానికి అతి తక్కువ కాలం పట్టేందుకుగాను కాంతి కిరణం ఈ మార్గాన్ని ఎన్నుకుంది. యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద కాంతి వేగంలో మార్పువచ్చినప్పుడే ఇది సాధ్యమవుతుంది. మరోవిధంగా చెప్పాలంటే వివిధ యానకాలలో కాంతి వేగం వేర్వేరుగా ఉంటుంది. దీనిని బట్టి ఒక యానకం నుండి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు కాంతి వేగం మారుతుందని చెప్పవచ్చు.

SCERT TELANGANA

"The process of changing speed at an interface when light travels from one medium to another resulting in a change in direction is called refraction of light. The process of refraction involves bending of light ray except when it is incident normally".

Consider that light travels from medium 1with speed v_1 to medium 2 with speed v_2 as shown in figures-2(a) and 2(b).

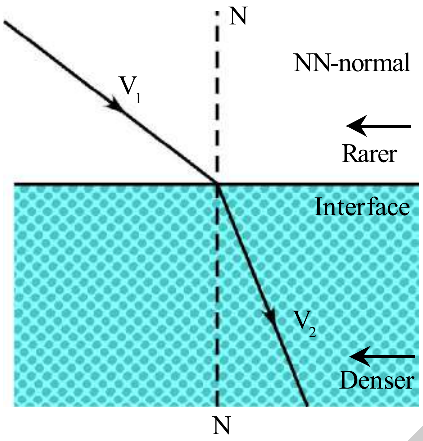


fig-2(a)

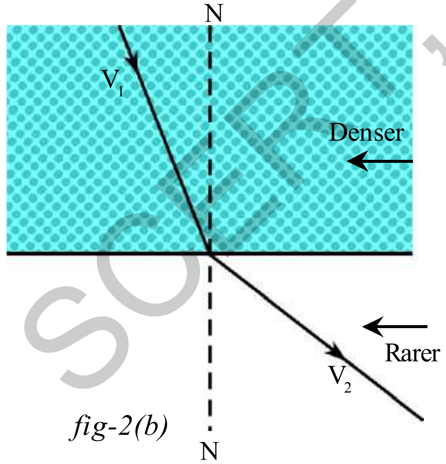


fig-2(b)

- What difference do you notice in fig 2(a) and Fig 2(b) with the respect to refracted rays?
- Is there any relation between behaviour of refracted rays and speeds of the light?

Experiments have showed that change in the direction of light is due to change in the speed of the light in the medium.

If v_2 is less than v_1 then medium 2 is said to be denser with respect to medium 1.

If v_2 is greater than v_1 then medium 2 is said to be rarer with respect to medium 1.

If light ray enters from rarer medium to denser medium then refracted ray moves towards the normal drawn at the interface of separation of two media. When it travels from denser medium to rarer medium it bends away from normal. We have seen that the ray of light deviates from its path at the interface. Draw a normal at the point of incidence as shown in fig.- (3).

Let **'i'** be the angle made by incident ray with normal and **'r'** be the angle made by refracted ray with the normal. These angles are called angle of incidence and angle of refraction respectively.

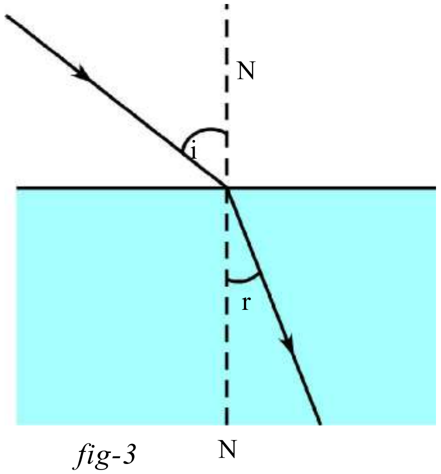


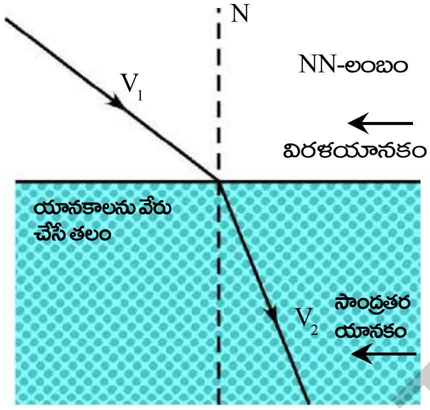
fig-3

To explain the process of refraction we need to know about a constant called refractive index which is the property of a transparent medium. Let us learn about it.

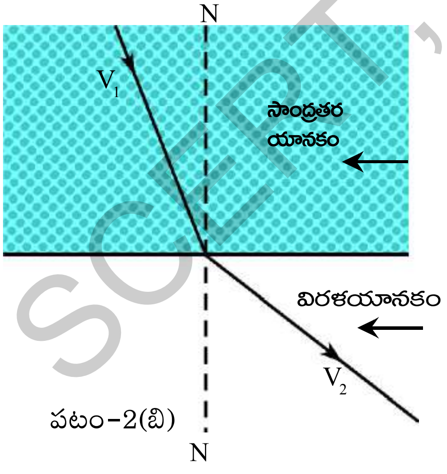
SCERT, TELANGANA

ఒక యానకం నుండి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు కాంతివేగం మారడం వల్ల, కాంతి దిశ మారే దృగ్విషయాన్ని కాంతి వక్రీభవనం అంటాం. ఒక తలానికి లంబంగా పతనమైనప్పుడు తప్ప, మిగిలిన ఏ సందర్భంలోనైనా కాంతి వక్రీభవనం చెందినప్పుడు కాంతికిరణం వంగిప్రయాణించడం గమనించవచ్చు.

2 (ఎ), 2 (బి) పటాలలో చూపినట్లు కాంతి (v_1 వేగంతో) ఒక యానకం నుండి రెండో యానకంలోకి (v_2 వేగంతో) ప్రయాణిస్తుంది అనుకుందాం.



పటం-2(ఎ)



పటం-2(బి)

- పటం-2 (ఎ), (బి) పటాలలోని వక్రీభవన కిరణాలలో మీరు ఏం తేడా గమనించారు?
- వక్రీభవన కిరణాల ప్రవర్తనకు, కాంతి వేగాలకు ఏదైనా సంబంధం ఉందా?

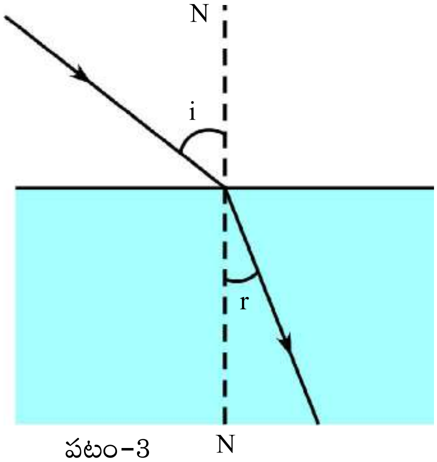
యానకంలో కాంతి వేగం మారడం వల్లనే కాంతి దిశమారడం జరుగుతుందని వివిధ ప్రయోగాలు తెలుపుతున్నాయి.

v_1 కన్నా v_2 తక్కువైతే ఒకటో యానకంకన్నా రెండో యానకం సాంద్రతర యానకం (denser medium) అంటాం.

v_1 కన్నా v_2 ఎక్కువైతే ఒకటో యానకంకన్నా రెండో యానకం విరళ యానకం (rarer medium) అంటాం.

కాంతి కిరణం విరళ యానకం నుండి సాంద్రతర యానకంలోకి ప్రవేశిస్తే రెండు యానకాలను వేరు చేసే తలం వద్ద గీసిన లంబంవైపుగా వక్రీభవన కిరణం జరుగుతుంది. కాంతి కిరణం సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు వక్రీభవన కిరణం లంబానికి దూరంగా జరుగుతుంది. రెండు యానకాలను వేరే చేసే తలం వద్ద కాంతి కిరణం తన పథాన్ని మార్చుకుంటుందని మనం ఇదివరకే తెలుసుకున్నాం. పటం-3లో చూపినట్లు పతనబిందువు వద్ద ఒక లంబాన్ని గీయండి.

లంబానికి-పతనకిరణానికి మధ్య కోణం(i)ని పతనకోణం అని, లంబానికి-వక్రీభవన కిరణానికి మధ్య కోణం(r) ను వక్రీభవన కోణం అని అంటాం.



పటం-3

వక్రీభవనం జరిగే విధానాన్ని వివరించడానికి వక్రీభవన గుణకం (refractive index) అనే స్థిరాంకం గురించి తెలుసుకోవాలి. ఇది పారదర్శక యానకానికుండే ధర్మం.

SCERT, TELANGANA

The extent of the change in direction that takes place when a light ray propagates through one medium to another medium is expressed in terms of refractive index.

4.2 Refractive index

Light travels in vacuum with a speed nearly equal to 3×10^8 m/s (denoted by letter 'c'). The speed of light is smaller than 'c' in other transparent media.

Let 'v' be the speed of light in a certain medium. Then the ratio of speed of light in vacuum to the speed of light in that medium is defined as refractive index 'n'. It is called absolute refractive index.

Absolute refractive index (n)

$$= \frac{\text{speed of light in vacuum}}{\text{speed of light in medium}}$$

$$n = \frac{c}{v} \qquad \text{...............(1)}$$

It is a dimensionless quantity because it is a ratio of the same physical quantities. Refractive index gives us an idea of how fast or how slow light travels in a medium. The speed of light in a medium is low when refractive index of the medium is high and vice versa. The refractive index 'n' means that the speed of light in that medium is n^{th} part of speed of light in vacuum.

For example the refractive index of glass is $\frac{3}{2}$. Then the speed of light in glass is $v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8}{3/2} = 2\times10^8\ m/s$.

SCERT, TELANGANA

Table:1 Refractive indices of some material media.

Material medium	Refractive index	Material medium	Refractive index
Air	1.0003	Canada balsam	1.53
Ice	1.31	Rock salt	1.54
Water	1.33	Carbon Diasulphide	1.63
Kerosene	1.44	Dense flint glass	1.65
Fused quartz	1.46	Ruby	1.71
Turpentine oil	1.47	Sapphire	1.77
Crown glass	1.52	Diamond	2.42
Benzene	1.50		

Note : From table-1, you know that an optically denser medium may not possess greater mass density. For example, kerosene with high refractive index is optically denser than water although its mass density is less than water.

- Why do different material media possess different values of refractive Indices?

కాంతి ఒక యానకం నుండి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు దాని దిశలో మార్పు ఏ మేరకు జరుగుతుంది అనేది వక్రీభవన గుణకం రూపంలో తెలియపరుస్తాం.

4.2 వక్రీభవన గుణకం

శూన్యంలో కాంతి అత్యంత వేగంతో ప్రయాణిస్తుందని మనకు తెలుసు. శూన్యంలో కాంతి దాదాపుగా 3×10^8 మీ/సె. వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది. దీనిని **c** తో సూచిస్తాం. మరే ఇతర పారదర్శక యానకంలోనైనా కాంతి వేగం 'c' కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది.

ఏదేని యానకంలో కాంతి వేగం v అనుకుంటే, శూన్యంలో కాంతి వేగానికి, ఆ యానకంలో కాంతి వేగానికి గల నిష్పత్తిని ఆ యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం n గా నిర్వచిస్తాం. దీనినే పరమ వక్రీభవన గుణకం (absolute refractive index) అంటాం.

యానక పరమ వక్రీభవనగుణకం (n) = $\frac{\text{శూన్యంలో కాంతి వేగం}}{\text{యానకంలో కాంతి వేగం}}$

$$n = \frac{c}{v} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ఇది ఒకేవిధమైన రెండు రాశుల నిష్పత్తి. కనుక దీనికి ప్రమాణాలు ఉండవు. ఒక యానకంలో కాంతి ఎంత వేగంగా లేదా ఎంత నెమ్మదిగా ప్రయాణిస్తుందనేది ఆ యానక వక్రీభవన గుణకం తెలియజేస్తుంది. యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం ఎక్కువగా ఉంటే ఆ యానకంలో కాంతి వేగం తక్కువగా ఉంటుంది. యానక వక్రీభవన గుణకం తక్కువగా ఉంటే ఆ యానకంలో కాంతి వేగం ఎక్కువ. వక్రీభవన గుణకం n అంటే ఆ యానకంలో కాంతివేగం, శూన్యంలో కాంతి వేగం c లో n వ వంతు అని అర్థం.

ఉదాహరణకు గాజు యొక్క వక్రీభవన గుణకం $\frac{3}{2}$. అంటే గాజులో కాంతివేగం

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{3/2} = 2 \times 10^8 \text{ మీ/సె అవుతుంది.}$$

పట్టిక-1: వివిధ పదార్థయానకాల వక్రీభవన గుణకాలు

పదార్థ యానకం	వక్రీభవన గుణకం	పదార్థ యానకం	వక్రీభవన గుణకం
గాలి	1.0003	కెనడా బాల్సం	1.53
మంచు	1.31	రాతి ఉప్పు (rock salt)	1.54
నీరు	1.33	కార్బన్ డై సల్ఫైడ్	1.63
కిరోసిన్	1.44	సాంద్రతర ఫ్లింట్ గాజు	1.65
ఫ్యూజ్డ్ క్వార్ట్జ్	1.46	కెంపు (ruby)	1.71
టర్పంటైన్ ఆయిల్	1.47	సఫైర్ (supphire)	1.77
క్రౌన్ గాజు	1.52	వజ్రం	2.42
బెంజీన్	1.50		

గమనిక: పట్టిక-1నిబట్టి, అధిక దృక్‌సాంద్రత (optical density) కలిగిన యానకం ద్రవ్యరాశిపరంగా అధిక సాంద్రత కలిగి ఉండనవసరం లేదని తెలుస్తుంది. ఉదాహరణకు నీటితో పోల్చినప్పుడు కిరోసిన్ వక్రీభవన గుణకం ఎక్కువ. అనగా నీటితో పోల్చినప్పుడు కిరోసన్ దృక్‌సాంద్రత ఎక్కువ. కానీ ద్రవ్యరాశిపరంగా కిరోసిన్ సాంద్రత నీటి సాంద్రత కన్నా తక్కువ.

- వివిధ పదార్థ యానకాల వక్రీభవన గుణకాలు వేర్వేరుగా ఎందుకుంటాయి?

SCERT TELANGANA

- On what factors does the refractive index of a medium depend?

Refractive index depends on the following factors.

(1) Nature of material (2) Wavelength of light used. (You will learn about this in your higher classes).

4.2.1 Relative refractive index

The refractive index of a medium with respect to another medium is defined as the ratio of speed of light in the first medium to the speed of light in the second medium. Let v_1 and v_2 be the speeds of light in the first and second media respectively. Then,

Refractive index of second medium with respect to first medium is given by

$$n_{21} = \frac{\text{speed of light in medium - 1}}{\text{speed of light in medium - 2}}$$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

Dividing both numerator and denominator by c we get

$$= \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{c} \Big/ \frac{v_2}{c} = \frac{1}{n_1} \Big/ \frac{1}{n_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\Rightarrow n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{....................(2)}$$

This is called relative refractive Index. We define relative Refractive index as follow

Relative refractive index, n_{21} =

$$\frac{\text{Refractive index of second medium } (n_2)}{\text{Refractive index of first medium } (n_1)}$$

Lab Activity

Aim: Obtaining a relation between angle of incidence and angle of refraction.

Materials required: A plank, white chart, protractor, scale, small black painted plank, a semi circular glass disc of thickness nearly 2cm, pencil and laser light.

Procedure :

Take a wooden plank which is covered with white chart. Draw two perpendicular lines, passing through the middle of the paper as shown in the fig.- 4(a). Let the point of intersection be O. Mark one line as NN which is normal to the another line marked as MM. Here MM represents the line drawn along the interface of two media and NN represents the normal drawn to this line at 'O'.

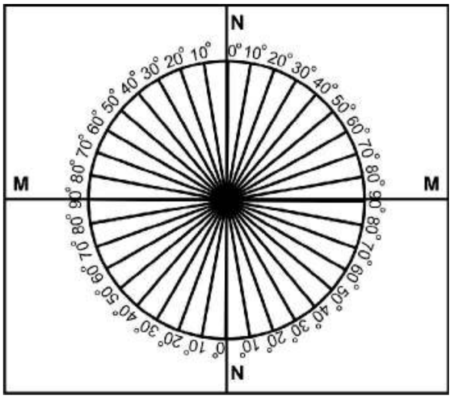


fig-4(a)

Take a protractor and place it along NN in such way that its centre coincides with O as shown in fig.- 4(a). Then mark the angles from 0^0 to 90^0 on both sides of the line NN as shown in fig.- 4(a).

SCERT, TELANGANA

- ఒక యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం ఏ అంశాలపై ఆధారపడుతుంది?

వక్రీభవన గుణకం కింది అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

(1) పదార్థ స్వభావం (2) ఉపయోగించిన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం (దీని గురించి పై తరగతులలో చదువుకుంటారు.)

4.2.1 సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం (Relative refractive index)

ఒక యానకంపరంగా మరొక యానకం యొక్క వక్రీభవనగుణకాన్ని మొదటి యానకంలో కాంతివేగం, రెండో యానకంలో కాంతివేగాల నిష్పత్తిగా చెబుతాం. ఒకటో యానకంలో కాంతి వేగం v_1, రెండో యానకంలో కాంతి వేగం v_2 అనుకుంటే,

ఒకటో యానకంపరంగా రెండో యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకాన్ని కిందివిధంగా సూచించవచ్చు.

$$n_{21} = \frac{\text{ఒకటో యానకంలో కాంతి వేగం}}{\text{రెండో యానకంలో కాంతి వేగం}}$$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

లవహారాలను కాంతి వేగం 'c'తో భాగించగా,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{c} \Big/ \frac{v_2}{c} = \frac{1}{n_1} \Big/ \frac{1}{n_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2)}$$

దీనినే సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం లేదా తారతమ్య వక్రీభవన గుణకం అంటాం.

సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకాన్ని కిందివిధంగా నిర్వచిస్తాం.

సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం (n_{21}) =

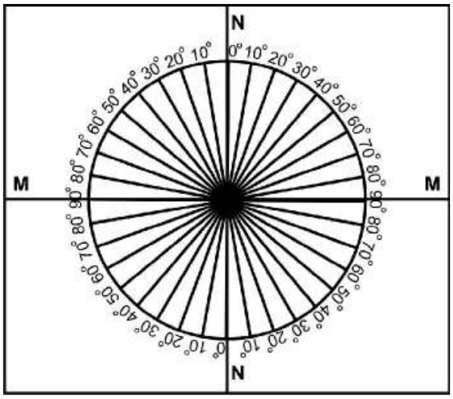
$$\frac{\textbf{రెండో యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం } (n_2)}{\textbf{ఒకటో యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం } (n_1)}$$

ప్రయోగశాల కృత్యం - 1

ఉద్దేశ్యం: పతనకోణానికి, వక్రీభవనకోణానికి మధ్య సంబంధాన్ని గుర్తించడం.

కావలసిన వస్తువులు: కార్డుబోర్డు షీట్, తెల్ల డ్రాయింగ్ షీట్, కోణమానిని, స్కేలు, నలుపురంగు వేసిన చిన్న కార్డుబోర్డు ముక్క, 2 సెం.మీ. మందంగల అర్ధవృత్తాకారపు గాజుపలక, పెన్సిల్ మరియు లేజర్ లైట్.

నిర్వహణ పద్ధతి: కార్డుబోర్డు షీట్‌పై తెల్లడ్రాయింగ్ షీట్‌ను అంటించండి. పటం 4(ఎ)లో చూపిన విధంగా డ్రాయింగ్ షీట్ మధ్యలో రెండు లంబరేఖలు గీయండి. వాటి ఖండన బిందువును O గా గుర్తించండి. ఆ లంబరేఖలకు MM, NN అని పేర్లు పెట్టండి. వీటిలో MM అనేది రెండు యానకాలను వేరుచేసే తలాన్ని సూచిస్తుంది. NN అనేది MM రేఖకు O బిందువు వద్ద గీసిన లంబాన్ని సూచిస్తుంది.



పటం-4(ఎ)

NN రేఖ వెంబడి ఒక కోణమానినుంచండి. కోణమాని కేంద్రం, బిందువు O తో ఏకీభవించేటట్లు చేయండి. పటం-4 (ఎ)లో చూపినవిధంగా NN యొక్క రెండు చివరల నుండి 0 - 90^0 కోణాలను గుర్తించండి. ఇదేవిధంగా NN యొక్క రెండోవైపు కూడా కోణాలను గుర్తించండి. పటం-4 (ఎ)లో

SCERT, TELANGANA

Repeat the same on the other side of the line NN. The angles should be indicated on the curved line.

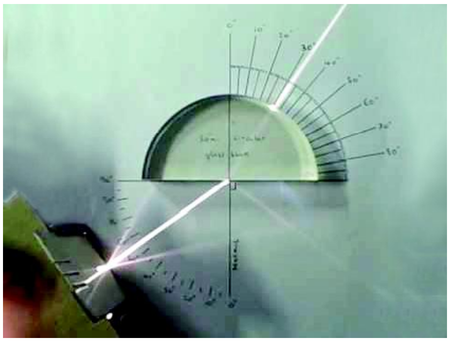


fig-4(b)

Now place a semi-circular glass disc so that its diameter coincides with the interface line (MM) and its center coincides with the point O. Point a laser light along NN in such a way that the light propagates from air to glass through the interface at point O and observe the path of laser light coming from other side of disc as shown in fig.- 4 (b). (If you cannot observe the path of laser light put a black-coloured plank against the curved line and observe the light point and imagine the light path).

- Is there any deviation?

Send Laser light along a line which makes 15^0 (angle of incidence) with NN and see that it passes through point O. Measure its corresponding angle of refraction, by observing laser light coming from the other side (Circular side) of the glass slab. Note these values in table-2. Do the same for the angles of incidence such as 20^0, 30^0, 40^0, 50^0 and 60^0 and note the corresponding angles of refraction.

Table 2

i	r	Sin i	Sin r	Sin i / Sin r

Find sin i, sin r for every 'i' and 'r' and evaluate sin i/ sin r for every incident angle 'i'.

Note : Take the help of your teacher to find the values of sin i and sin r for each case.

Finally, we will get the ratio $\frac{\sin i}{\sin r}$ as a constant.

- Is this ratio equal to refractive index of glass? Why?

This ratio gives the value of refractive index of glass. In the above experiment you might have noticed that 'r' is less than 'i' in all cases and the refracted ray bends towards normal in each case.

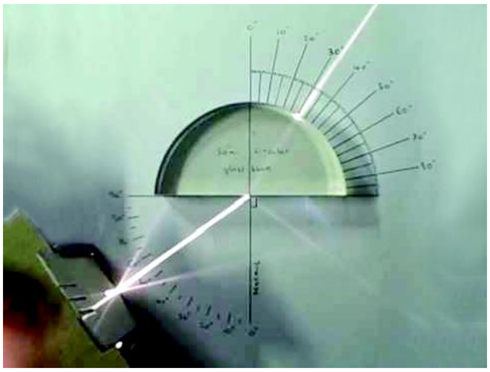
- What do you conclude from these observations?

From the above experiment we can conclude that when light ray travels from a rarer medium (air) to a denser medium (glass) the value of r is less than the value of 'i' and

SCERT, TELANGANA

చూపినవిధంగా ఈ కోణరేఖలన్నింటినీ ఒక వృత్తంపై సూచించండి.

పటం-4(బి) లో చూపినవిధంగా అర్ధవృత్తాకార గాజుపలకను MM వెంబడి అమర్చండి. గాజుపలక వ్యాసం MMతో ఏకీభవించాలి.



పటం-4(బి)

దాని కేంద్రం O బిందువుతో ఏకీభవించాలి. లేజర్‌లైట్‌తో NN వెంబడి కాంతిని ప్రసరింపజేయండి. ఈ లేజర్ కాంతి మొదట గాలిలో ప్రయాణించి రెండు యానకాలను వేరేచేసే తలం MM గుండా O బిందువు వద్ద గాజులోకి ప్రవేశిస్తుంది. పటం-4(బి) లో చూపినట్లు గాజు నుండి బయటకు వచ్చే కాంతి మార్గాన్ని పరిశీలించండి. (గాజు నుండి బయటకు వచ్చే కాంతి మార్గాన్ని (కాంతి కిరణాన్ని మీరు గుర్తించలేకపోతే, నలుపురంగు వేసిన కార్డుబోర్డు ముక్కను వృత్తాకార రేఖ వద్ద ఉంచి లేజర్ కాంతి పడే బిందువును గుర్తించండి. తద్వారా కాంతి మార్గాన్ని ఊహించండి.)

- కాంతి మార్గంలో ఏదైనా విచలనాన్ని గుర్తించారా?

ఇప్పుడు NN రేఖకు 15^0 కోణం (పతనకోణం) చేసే రేఖ వెంబడి లేజర్‌కాంతిని ప్రసరింపజేయండి. ఈ కాంతి కిరణం O బిందువుగుండా పోయేవిధంగా జాగ్రత్త వహించండి. గాజుపలక యొక్క వక్రతలంగుండా బయటకు వచ్చే కాంతిని పరిశీలించి, వక్రీభవన కోణాన్ని కొలవండి. పతనకోణం, వక్రీభవనకోణం విలువలను పట్టిక-2లో నమోదు చేయండి. 20^0, 30^0, 40^0, 50^0 మరియు 60^0 పతనకోణాలతో ఈ ప్రయోగాన్ని మరలా చేయండి. వాటికి సంబంధించిన వక్రీభవన కోణాలను అదే పట్టికలో నమోదు చేయండి.

పట్టిక-2

i	r	Sin i	Sin r	Sin i / Sin r

ప్రతీ i, r విలువలకు sin i, sin r లను గణించండి. ప్రతీ సందర్భానికి sin i/ sin r విలువను కనుగొని పట్టికలో రాయండి.

గమనిక: ప్రతీ సందర్భంలో sin i, sin r విలువలను గణించడానికి మీ ఉపాధ్యాయుల సహకారం తీసుకోండి.

అన్ని సందర్భాలలోనూ sin i / sin r నిష్పత్తి విలువ స్థిరంగా ఉంటుంది.

- ఈ నిష్పత్తి గాజు యొక్క వక్రీభవన గుణకానికి సమానమవుతుందా? ఎందుకు?

ఈ నిష్పత్తి విలువ గాజు యొక్క వక్రీభవన గుణకాన్ని తెలుపుతుంది. పై ప్రయోగంలోని అన్ని సందర్భాలలో r విలువ i విలువ కన్నా తక్కువగా ఉండడం మీరు గమనించవచ్చు. అంతేగాక ప్రతీ సందర్భంలో వక్రీభవన కిరణం లంబంవైపుగా వంగడం గమనించవచ్చు.

- పై పరిశీలనలనుబట్టి మీరేం నిర్ధారణలు చేస్తారు?

విరళయానకం నుండి సాంద్రతర యానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించినపుడు వక్రీభవన కోణం విలువ, పతనకోణం విలువకన్నా తక్కువగా ఉంటుందని,

SCERT, TELANGANA

the refracted ray bends towards the normal.

- Can you guess what happen when light ray travels from a denser medium to a rarer medium?

Let us take up another activity to find this.

Activity 4

Take a metal disk. Use a protractor and mark angles along its edge as shown in the fig.- 5(a). Arrange two straws at the centre of the disk in such a way that they can be rotated freely about the centre of the disc.

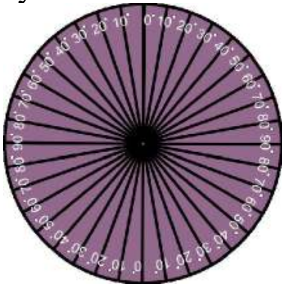


fig-5(a)

Adjust one of the straws to make an angle 10^0. Immerse half of the disc vertically into the water, filled in a transparent vessel. While dipping, verify that the straw at 10^0 is inside the water. From the top of the vessel try to view the straw which is inside the water as shown in fig.- 5(b). Then adjust the other straw which is outside the water until both straws appear to be in a single straight line.

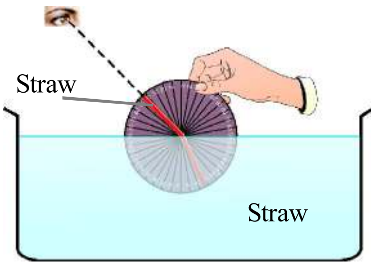


fig5(b)

Then take the disc out of the water and observe the two straws on it. You will find that they are not in a single straight line.

- Why do the straws appear to be in a straight line when we view them from the top?

Measure the angle between the normal and second straw. Draw table-2 again in your notebook and note the value. Do the same for various angles. Find the corresponding angles of refraction and note them in the table drawn. Use the data in the table and find refractive index of water. Do not take up this activity for angles of incidence greater than 48 degrees. You will learn the reasons for this in the following sections.

You will observe that in the above activity, 'r' is greater than 'i' in all cases that means when light travels from water (denser) to air (rarer). It behaves in an opposite way to that we observed in lab activity 1.

From this activity we can generalize that when the light ray travels from denser to rarer, it bends away from the normal and $r > i$.

- Is there any relation between the angle of incidence and the angles of refraction?

The relation between angle of incidence and angle of refraction can be given by $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

This is called **Snell's law**

SCERT, TELANGANA

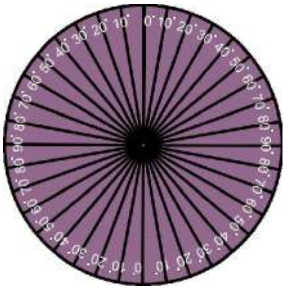
వక్రీభవన కిరణం లంబంవైపుగా వంగుతుందని పై ప్రయోగం ఆధారంగా నిర్ధారించవచ్చు.

- సాంద్రతర యానకం నుండి విరళయానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించినపుడు ఏం జరుగుతుందో ఊహించగలరా?

దీని గురించి తెలుసుకోవడానికి మరొక కృత్యం చేద్దాం.

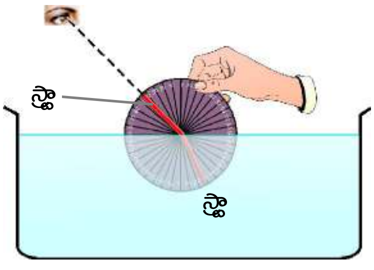
కృత్యం 4

ఒక వృత్తాకారపు లోహపు పళ్ళెం (disk) తీసుకొని దానిపై కోణమాని సహాయంతో పటం-5 (ఎ)లో చూపినవిధంగా కోణాలను గుర్తించండి. డిస్క్ కేంద్రం వద్ద రెండు 'స్ట్రా'లను, కేంద్రం చుట్టూ సులభంగా తిరిగేటట్లు అమర్చండి.



పటం-5(ఎ)

ఒక స్ట్రాను 10^0 కోణరేఖ వెంబడి అమర్చండి. ఈ డిస్క్‌ను పటం-5 (బి)లో చూపినట్లు పారదర్శక పాత్రలో గల నీటిలో సగం వరకు ముంచండి. డిస్క్‌ను నీటిలో ముంచినపుడు 10^0 కోణరేఖ వద్ద ఉంచిన స్ట్రా నీటిలో మునిగి ఉండేటట్లు జాగ్రత్త వహించండి. పాత్ర పైభాగం నుండి నీటిలో మునిగిఉన్న స్ట్రాను చూస్తూ, నీటి బయట ఉన్న స్ట్రాను లోపల ఉన్న స్ట్రాతో



పటం-5(బి)

సరళరేఖలో ఉండేవిధంగా అమర్చండి.

తరవాత డిస్క్‌ను నీటి నుండి బయటకు తీసి రెండు స్ట్రాలను పరిశీలించండి. అవి రెండూ ఒకే సరళరేఖలో లేవని మీరు గుర్తిస్తారు.

- పాత్ర పై నుండి చూసినప్పుడు స్ట్రాలు రెండూ ఒకే సరళరేఖలో ఉన్నట్లు ఎందుకు కనిపిస్తాయి?

రెండవ స్ట్రాకు, లంబానికి మధ్య కోణాన్ని కొలవండి. పట్టిక-2ను మరలా మీ నోట్‌బుక్‌లో రాసుకొని అందులో i, r విలువలను నమోదు చేయండి. ఇదే ప్రయోగాన్ని వివిధ పతనకోణాలతో చేసి వక్రీభవన కోణాలను కొలవండి. ప్రతీ సందర్భంలో i, r విలువలను పట్టికలో నమోదు చేయండి. పట్టికలోని విలువల ఆధారంగా నీటి వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుక్కోండి. ఈ ప్రయోగంలో పతనకోణం 48^0లను మించరాదు. దీనికిగల కారణమేమిటో ఈ పాఠ్యాంశంలో ముందుముందు తెలుసుకుంటారు.

నీటి నుండి (సాంద్రతర యానకం నుండి) గాలిలోకి (విరళయానకంలోకి) కాంతి ప్రయాణించేటప్పుడు ప్రతి సందర్భంలోనూ r విలువ i కన్నా ఎక్కువ ఉంటుందని పై ప్రయోగం ద్వారా మీరు గుర్తిస్తారు. ప్రయోగశాల కృత్యం 1లో మనం పరిశీలించిన అంశానికి పూర్తి వ్యతిరేకంగా ఈ కృత్యంలో కాంతి ప్రయాణిస్తుంది.

ఈ కృత్యాన్నిబట్టి సాంద్రతర యానకం నుండి విరళయానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించినపుడు లంబానికి దూరంగా వంగుతుందని, $r > i$ అవుతుందని చెప్పవచ్చు.

- పతనకోణానికి, వక్రీభవన కోణానికి మధ్య సంబంధాన్ని ఒక సూత్ర రూపంలో రాయగలమా?

పతనకోణానికి, వక్రీభవన కోణానికి మధ్య సంబంధాన్ని కింది సూత్రంతో తెలియజేస్తాం.

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r.$$

దీనిని **స్నెల్ నియమం** అంటాం.

SCERT, TELANGANA

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

we know $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

When light travels from one medium to another the ratio of speeds is $\frac{v_1}{v_2}$ and the ratio of refractive indices is $\frac{n_2}{n_1}$. Hence angle of incident and angle of refraction will follow $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$

Derivation of Snell's Law :

Consider the following analogy to derive it.

Let us imagine that a person has fallen out of boat and is screaming for help in the water at point B as shown in fig.- 6(a).

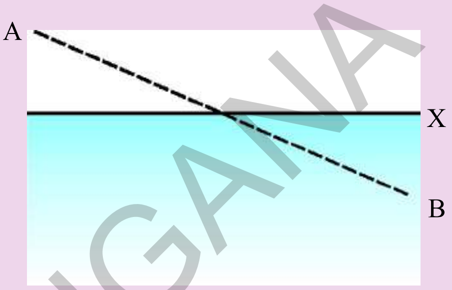


fig-6(a)

The line marked through point 'X' is the shore line. Let us assume that we are at a point 'A' on the shore and we saw the accident. In order to save the person we need to travel a certain distance on land and a certain distance in water.

We know that, we can run faster on land than we can swim in water.

- What do we do to save the person?
- Which path enables us to save the person in the shortest possible time?
- Do we go in a straight line?

By careful thought we would realize that it would be advantageous to travel a greater distance on the land in order to decrease the distance in water because we go much slower in water. For whatever speeds on land and in water, the final path that one has to follow to reach the person is ACB, and that this path takes the shortest time of all the possible paths (see fig.- 6c). If we take any other route, it will be longer.

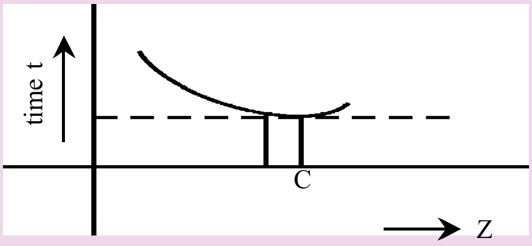


fig-6(b)

If we plot a graph for the time taken to reach the girl against the position of any point when we cross the shore line, we would get a curve something like that shown in fig.-6(b). In this graph, the distance from point Y to the points like D, C are taken as values of Z.

Where 'C', the point on shore line, corresponds to the shortest of all possible times. Let us consider a point 'D' on shore line which is very close to point 'C' such that there is essentially no change in time between path ACB and ADB.

SCERT, TELANGANA

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$ కాబట్టి

$$\Rightarrow \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$$

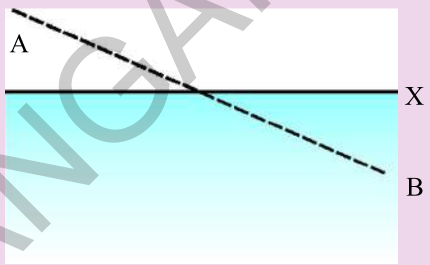
కాంతి ఒక యానకం నుండి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు ఆ యానకాలలో కాంతి వేగాల నిష్పత్తి $\frac{v_1}{v_2}$ ఆ యానకాల వక్రీభవన గుణకాల నిష్పత్తి $\frac{n_2}{n_1}$ కు సమానంగా ఉంటుందని చెప్పవచ్చు. $\frac{\sin i}{\sin r}$ విలువ $\frac{v_1}{v_2}$ కు సమామయ్యేటట్లు పతన, పరావర్తన కోణాలు ఉంటాయి.

స్నెల్ నియమం ఉత్పాదన

స్నెల్ నియమాన్ని ఉత్పాదించడానికి కింది సందర్భాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకోండి.

పటం-6 (ఎ)లో చూపినవిధంగా B అనే బిందువు వద్ద ఒక వ్యక్తి నీటిలో పడి సహాయం కోసం ఎదురుచూస్తున్నాడను కొందాం.

పటంలో x - బిందువుగుండా అడ్డంగా గీసిన రేఖ నీటి ప్రాంతానికి 'ఒడ్డు'ను తెలియజేసే రేఖ (shore line) అని భావించండి. మనం నేలపై A బిందువు దగ్గర ఉన్నామనకుందాం. ఇప్పుడు మనం ఆ వ్యక్తిని కాపాడాలంటే కొంత దూరం నేల మీద, కొంతదూరం నీటిలో ప్రయాణించాలి.



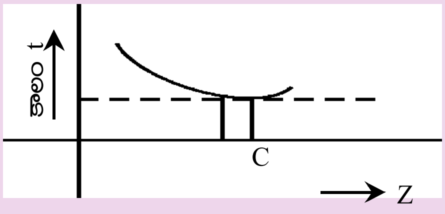
పటం-6(ఎ)

నీటిలో ఈదడం కంటే నేలమీద మనం వేగంగా పరుగెత్తగలమని మనకు తెలుసు.

- ఆ వ్యక్తిని కాపాడడానికి మనం ఏం చేస్తాం?
- అతనిని త్వరగా కాపాడాలంటే ఏ మార్గం సరైనది?
- పటం-6 (ఎ) లో చూపినట్లు మనం సరళరేఖా మార్గంలో వెళ్తామా?

మనం నీటిలో మెల్లగా కదులుతాం కాబట్టి, ఎక్కువ దూరం నేలపై ప్రయాణిస్తే నీటిలో ప్రయాణించే దూరం తక్కువవుతుంది. మనం నేలపై, నీటిలో ఏ వేగాలతో ప్రయాణించినా, ఆ వ్యక్తి ఉన్నచోటుకు చేరుకోవడానికి పటం-6 (సి)లో చూపినట్లు ACB మార్గాన్నే ఎన్నుకోవాలి. ఇతర మార్గాలన్నింటిని కంటే ఈ మార్గానికే తక్కువ సమయం పడుతుంది. మిగిలిన ఏ మార్గాన్ని ఎన్నుకున్నా అది ACB కంటే ఎక్కువ సమయం పట్టే మార్గం అవుతుంది.

A నుండి, నీటి ఒడ్డుగా భావించే రేఖపైనున్న వివిధ బిందువులగుండా వ్యక్తి ఉన్న చోటుకు చేరడానికి పట్టే కాలాలకు సంబంధించిన గ్రాఫ్ గీస్తే అది పటం-6 (బి) లో చూపినవిధంగా ఉంటుంది. (ఈ గ్రాఫ్‌లో Z విలువలు : A బిందువు నుండి ఒడ్డురేఖపైకి గీచిన లంబం ఒడ్డురేఖను ఖండించే బిందువు (Y) నుండి ఒడ్డురేఖపై గల D, C వంటి వివిధ బిందువులకు గల దూరాలు).



పటం-6(బి)

ఇందులో C అనే బిందువు అన్ని సందర్భాలలోకెల్లా అతి తక్కువ కాలాన్ని తెలియజేస్తుంది. ఒడ్డురేఖపై C బిందువుకు అతి దగ్గరలో మరో బిందువు Dని పరిగణనలోకి తీసుకుందాం. అనగా ACB, ADB మార్గాలగుండా ప్రయాణించడానికి పట్టే కాలాలు సమానం అని భావిద్దాం.

SCERT, TELANGANA

Let us try to calculate how long it would take to go from A to B by the two paths one through point D and another through point C (see fig.- 6c).

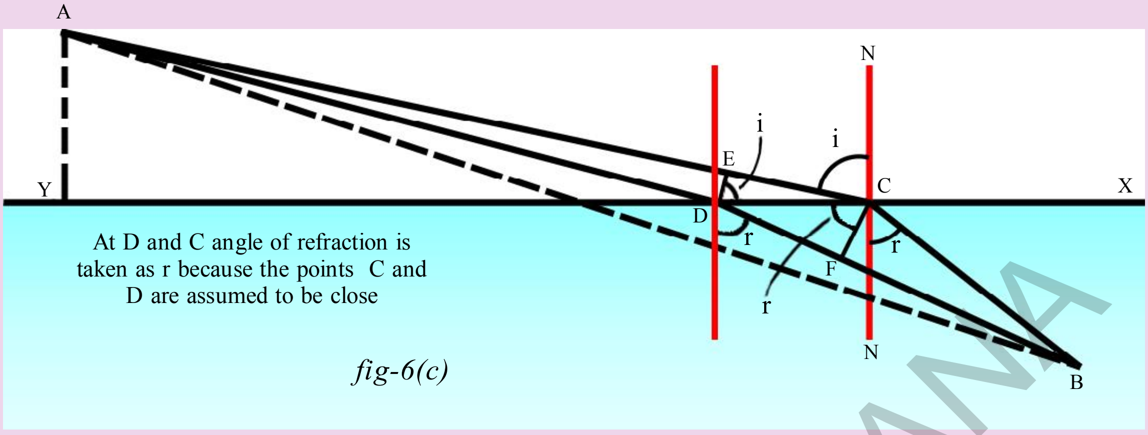


fig-6(c)

First look at the paths on the land as shown in fig.- 6(c). If we draw a perpendicular DE; between two paths at D, we see that the path (AD) on land is shortened by the amount EC. On the other hand, in the water, by drawing a corresponding perpendicular CF we find that we have to go the extra distance DF in water.

In other words, we gain a time that is equal to go through distance EC on land but we lose the time that is equal to go extra distance DF in water. These times must be equal since we assumed there no change in time between the two paths.

Let the time taken to travel from E to C and D to F be Δt and v_1 and v_2 be the speeds of running and swimming. From fig.- 6(c) we get,

$EC = v_1 \ \Delta t$ and $DF = v_2 \ \Delta t$

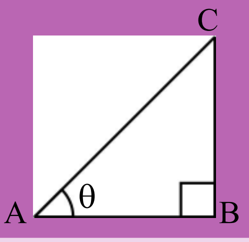
$$\Rightarrow \frac{EC}{DF} = \frac{v_1}{v_1} \qquad \text{———(3)}$$

Let i and r be the angles measured between the path ACB and normal NN, perpendicular to shore line X.

- Can you find sin i and sin r from fig.- 6(c)?

Note : Sin of any acute angle in a right angled triangle can be defined as a ratio of opposite side of that angle to the Hypotenuse.

$$\sin\theta = \frac{BC}{AC}$$



From fig.- 6(c), we get;

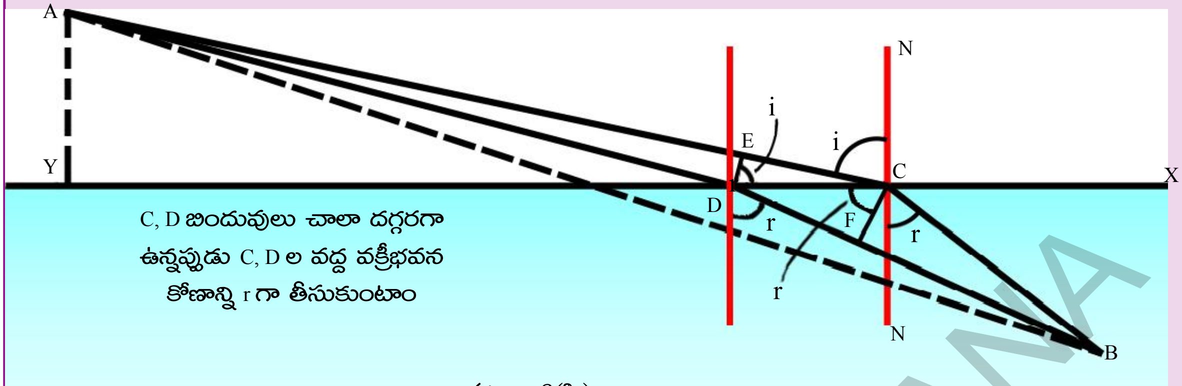
$$\sin i = \frac{EC}{DC} \text{ and } \sin r = \frac{DF}{DC}$$

Therefore,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{EC}{DF} \qquad \text{———(4)}$$

SCERT, TELANGANA

పటం–6 (సి)లో చూపిన ACB, ADB మార్గాల ద్వారా A నుండి B కు చేరడానికి పట్టే సమయాలను లెక్కగడదాం.



పటం–6(సి)

మొదట పటం 6 (సి)లో చూపిన నేలపై ప్రయాణించే మార్గాలను (AD,AC) చూడండి. రెండు మార్గాల మధ్య D వద్ద DE అనే లంబాన్ని గీస్తే, AC మార్గంతో పోల్చినప్పుడు AD మార్గంలో నేలమీద ప్రయాణించాల్సిన దూరం EC మేర తగ్గుతుంది. అదే విధంగా నీటిలో ప్రయాణించే మార్గాలు CB, DB లను చూడండి. ఈ రెండు మార్గాల మధ్య C వద్ద CF అనే లంబాన్ని గీస్తే, CB మార్గంతో పోల్చినప్పుడు DB మార్గంలో నీటిలో ప్రయాణించాల్సిన దూరం DF మేర పెరుగుతుంది.

మరోవిధంగా చెప్పాలంటే ADB మార్గం గుండా ప్రయాణిస్తే EC దూరం నేల మీద ప్రయాణించడానికి పట్టే కాలం ఆదా అవుతుంది. నీటిలో DF దూరం ప్రయాణించడానికి పట్టే కాలం అధికంగా అవసరమవుతుంది. ఈ రెండు కాలాలు సమానమవ్వాలి. ఎందుకనగా ACB, ADB మార్గాలలో ప్రయాణించడానికి పట్టే కాలాలు సమానమని మనం భావించాం.

E నుండి Cకి నేలపైగానీ, D నుండి Fకు నీటిలోగానీ ప్రయాణించడానికి పట్టేకాలం Δt అనుకుందాం. నేలపై వేగం v_1, నీటిలో వేగం v_2 అయితే, పటం–6 (సి) నుండి కింది సమీకరణాలు రాయవచ్చు.

$EC = v_1 \Delta t$ మరియు $DF = v_2 \Delta t$

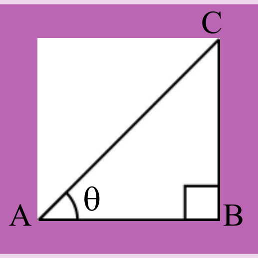
$$\frac{EC}{DF} = \frac{v_1}{v_1} \qquad \text{..........................} \quad (3)$$

C బిందువు వద్ద ఒడ్డురేఖ x కు గీసిన లంబం NNతో ACB మార్గం చేసే కోణాలు i, r అయితే

- పటం–6 (సి) ద్వారా sin i, sin r విలువలు మీరు కనుగొనగలరా?

గమనిక: లంబకోణ త్రిభుజంలో ఏదైనా అల్పకోణం యొక్క sin విలువను ఆ కోణం యొక్క ఎదుటి భుజం మరియు కర్ణాల నిష్పత్తిగా సూచిస్తాం.

$$\sin\theta = \frac{BC}{AC}$$



పటం 6 (సి) నుండి.. $\sin i = \frac{EC}{DC}, \sin r = \frac{DF}{DC}$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{EC}{DF} \qquad \text{..........................} \quad (4)$$

SCERT, TELANGANA

from equations (3) and (4), we have

$\sin i / \sin r = v_1 / v_2$ ——————(5)

Thus to save the person, one should take such a path to satisfy the above equation. We used the principle of least time to derive the above result. Hence we can apply the same for the light ray also. From (5) we get,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \left(\text{since } \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2}\right)$$

⇨ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

This is called **Snell's law**.

Above experiments and activities show that refraction of light occurs according to certain laws.

Following are the laws of refraction.

1. The incident ray, the refracted ray and the normal to interface of two transparent media at the point of incidence all lie in the same plane.
2. During refraction, light follows Snell's law

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \text{ (or) } \frac{\sin i}{\sin r} = \text{constant}.$$

- Is there any chance that angle of refraction is equal to 90^0? When does this happen?

Let us find out

4.3 Total Internal Reflection

Activity 5

Use the same materials as used in lab activity 1. Place the semi circular glass disc in such a way that its diameter coincides with interface line MM and its centre coincides with point 'O' as we have done in lab activity. Now send light from the curved side of the semicircular glass disc. This means that we are making the light travel from denser medium to rarer medium. Start with angle of incidence (i) equal to 0^0 i.e., along the normal and look for the refracted ray on the other side of the disc.

- Where do you find the refracted ray?
- Does it deviate from its path when it enters the rarer medium?

You might have noticed that it doesn't deviate. Send laser light along angles of incidence 5^0, 10^0, 15^0 etc.., and measure the angle of refraction. Tabulate the results in table-3 as shown below and note the values 'i' and 'r' in the table.

- At what angle of incidence do you notice that the refracted ray grazes the interface separating the two media (air and glass)?

Table 3

i	r

SCERT, TELANGANA

సమీకణాలు (3), (4)ల నుండి $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$ .... (5)

కాబట్టి ఆ వ్యక్తిని కాపాడాలంటే (5)వ సమీకరణాన్ని సంతృప్తిపరిచే మార్గంగుండా ప్రయాణించాలి. ఈ సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించడానికి మనం కనిష్ఠ కాల నియమాన్ని ఉపయోగించాం. ఇదే నియమాన్ని మనం కాంతి కిరణాలకు కూడా ఉపయోగిస్తాం. కావున సమీకరణం (5) నుండి

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad \left(\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} \text{ కాబట్టి}\right)$$

⇨ $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

దీనినే 'స్నెల్' నియమం (Snell's Law) అంటాం.

ఇప్పటివరకు మనం నిర్వహించిన ప్రయోగాల ద్వారా కాంతి వక్రీభవనం అనేది కొన్ని నియమాలకు అనుగుణంగా జరుగుతుందని తెలుస్తుంది. ఆ నియమాలు:

1. పతన కిరణం, వక్రీభవన కిరణం, రెండు యానకాలను వేరుచేసే తలంపై పతనబిందువు వద్ద గీసిన లంబం అన్నీ ఒకే తలంలో ఉంటాయి.
2. వక్రీభవనంలో కాంతి 'స్నెల్' నియమాన్ని పాటిస్తుంది.

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$ లేదా $\frac{\sin i}{\sin r}$ = స్థిరాంకం.

- వక్రీభవన కోణం 90^0 అయ్యే సందర్భం ఉంటుందా? అది ఎప్పుడు అవుతుంది?

కనుగొందాం.

4.3 సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం (Total internal reflection)

కృత్యం 5

ప్రయోగశాలకృత్యం-1లో వాడిన పరికరాలనే ఇప్పుడు కూడా వినియోగించండి. ప్రయోగశాల కృత్యం-1లో ఉంచినట్లుగానే అర్ధ వృత్తాకార గాజు దిమ్మె వ్యాసం యానకాలను వేరుచేసే రేఖ MMతో ఏకీభవించేటట్లుగా అమర్చండి. MM మధ్య బిందువు O తో గాజు దిమ్మె వ్యాసం యొక్క మధ్యబిందువు ఏకీభవించాలి. ఇప్పుడు గాజు దిమ్మె వక్రతలం వైపు నుండి కాంతిని పంపండి. అంటే ఇప్పుడు మనం కాంతిని సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి పంపుతున్నాం. మొదట 0^0 పతనకోణంతో ప్రారంభించి (కాంతిని లంబం NN వెంబడి పంపుతూ) గాజుదిమ్మె రెండోవైపు వక్రీభవన కిరణాన్ని పరిశీలించండి.

- వక్రీభవన కిరణాన్ని మీరు ఎక్కడ గుర్తించారు?
- విరళ యానకంలోకి ప్రవేశించేటప్పుడు వక్రీభవన కిరణం తన పథాన్ని మార్చుకుందా?

వక్రీభవన కిరణం తన పథాన్ని మార్చుకోలేదని మీరు గుర్తించి ఉంటారు. ఇప్పుడు 5^0, 10^0, 15^0 మొదలగు పతనకోణాలతో కాంతిని పంపి వక్రీభవన కోణాలను కొలవండి. మీ నోటుబుక్‌లో పట్టిక-3ను రాసుకొని అందులో i, r విలువలను నమోదు చేయండి.

- ఏ పతన కోణం వద్ద వక్రీభవన కిరణం గాజు, గాలి యానకాలను వేరుచేసే రేఖ MM వెంబడి ప్రయాణించింది?

పట్టిక-3

i	r

SCERT TELANGANA

You will observe that at a certain angle of incidence the refracted ray does not come out but grazes the interface separating air and glass. Measure the angle of incidence for to this situation. This angle of incidence is known as **critical angle**.

Let us consider the light ray that travels from medium 1 with refractive index n_1 to medium 2 with refractive index n_2. See fig.-7.

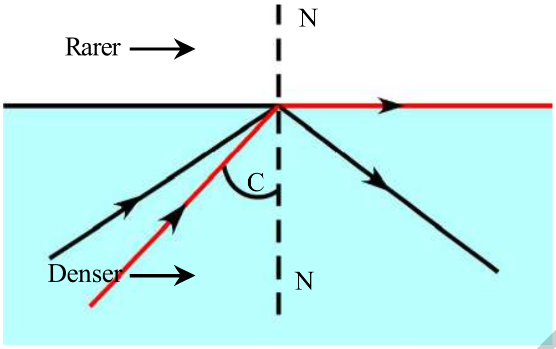


fig-7

It is already found that the angle of refraction is more than angle of incidence when a light ray travels from denser(n_1) to rarer medium (n_2).

For the angle of incidence i, let r be the angle of refraction.

From Snell's law

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

we know that, $\frac{n_1}{n_2}$ is greater than 1, so that sin r/ sin i is greater than 1.So we conclude that the angle of refraction is greater than the angle of incidence, i.e, r is greater than i.

The angle of incidence at which the light ray, travelling from denser to rarer medium, grazes the interface is called critical angle for denser medium. It is shown in fig.-7.

Let C be the critical angle. Then r becomes 90^0

we get, $$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 90^o}{\sin c}$$

$$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{\sin c}$$

We get $\sin c = \frac{n_2}{n_1}$. We know that $\frac{n_1}{n_2}$ i.e., n_{12} is called *refractive index* of denser medium with respect to rarer medium

$$\sin c = \frac{1}{n_{12}}$$

- Can you find the critical angle of water using the above equation? Discuss it in your class.
- What happens to light when the angle of incidence is greater than critical angle?

When the angle of the incidence is greater than critical angle, the light ray gets reflected into the denser medium at the interface i.e., light never enters the rarer medium. This phenomenon is called *total internal reflection*. It is shown in fig.- 7.

Discuss these ideas in your class and find out the critical angle of water.

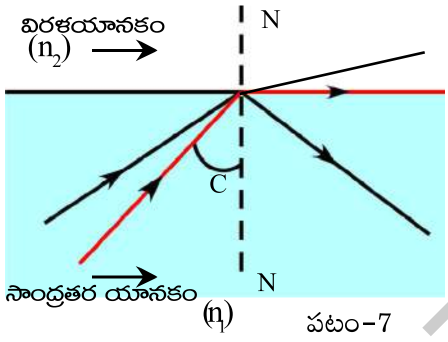
Let us see an example on total internal reflection.

SCERT, TELANGANA

నిర్ధిష్ట పతనకోణం వద్ద వక్రీభవన కిరణం గాజు, గాలి యానకాలను వేరుచేసే రేఖ వెంబడి ప్రయాణించడం మీరు గమనించవచ్చు. అప్పుడు పతనకోణాన్ని కొలవండి. ఆ కోణాన్ని 'సందిగ్ధ కోణం' (critical angle) అంటాం.

పై కృత్యంలోని ఫలితాలను ఫెర్మాట్ సూత్రం (కనిష్ట కాలనియమం) ద్వారా వివరించవచ్చు.

ఒక కాంతి కిరణం n_1 వక్రీభవన గుణకం కలిగిన ఒకటో యానకం నుండి n_2 వక్రీభవన గుణకం కలిగిన రెండో యానకంలోకి ప్రయాణిస్తుందనుకుందాం (పటం-7 చూడండి).



పటం-7

సాంద్రతర యానకం (n_1) నుండి విరళయానకం (n_2) లోకి కాంతి ప్రయాణించినప్పుడు వక్రీభవన కోణం పతన కోణం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుందని మనకు తెలుసు.

ఏదేని పతన కోణం (i) కి పరావర్తన కోణం (r) అయినప్పుడు,

స్నెల్ నియమం ప్రకారం $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

$\frac{n_1}{n_2}$ విలువ 1 కన్నా ఎక్కువని మనకు తెలుసు.

కాబట్టి $\frac{\sin r}{\sin i}$ విలువ కూడా 1 కన్నా ఎక్కువ. దీనినిబట్టి వక్రీభవన కోణం, పతనకోణం కన్నా ఎక్కువ అని నిర్ధారించవచ్చు. అంటే r>i.

సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి ప్రయాణించే కాంతి కిరణానికి ఏ పతనకోణం వద్ద వక్రీభవన కిరణం యానకాలను వేరుచేసే తలంగుండా ప్రయాణిస్తుందో, ఆ పతనకోణాన్ని ఆ విరళయానకం పరంగా సాంద్రతర యానకం యొక్క సందిగ్ధకోణం అంటాం. పటం (7) లో చూపబడినది.

C అనేది సందిగ్ధకోణం అనుకుందాం. అప్పుడు $r = 90^0$ అవుతుంది.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 90^o}{\sin c} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{\sin c} \Rightarrow \sin C = \frac{n_2}{n_1}$$

$\frac{n_1}{n_2}$ అనగా విరళ యానకం (n_2) పరంగా సాంద్రతర యానకం (n_1) యొక్క వక్రీభవన గుణకం (n_{12}).

కాబట్టి $\sin C = \frac{1}{n_{12}}$

- పై సూత్రాన్ని ఉపయోగించి నీటి యొక్క సందిగ్ధ కోణాన్ని మీరు కనుగొనగలరా? మీ తరగతి గదిలో దీని గురించి చర్చించండి.
- సందిగ్ధ కోణం కంటే పతనకోణం ఎక్కువైనప్పుడు కాంతి కిరణం ఏమవుతుంది?

సందిగ్ధ కోణం కన్నా పతనకోణం ఎక్కువైనప్పుడు యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద కాంతికిరణం తిరిగి సాంద్రతర యానకంలోకే పరావర్తనం చెందుతుంది. అనగా కాంతి కిరణం విరళ యానకంలోకి ప్రవేశించదు. ఈ దృగ్విషయాన్ని 'సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం' అంటాం. పటం-7 చూడండి.

ఈ అంశాల గురించి మీ తరగతిగదిలో చర్చించి నీటి సందిగ్ధకోణాన్ని కనుక్కోండి.

సంపూర్ణాంతర పరావర్తనానికి సంబంధించిన కొన్ని కృత్యాలు నిర్వహిద్దాం.

SCERT TELANGANA

Activity 6

Take a transparent glass tumbler and coin. Place the coin on a table and place glass tumbler on the coin. Observe the coin from the side of the glass.

- Can you see the coin?

Now fill the glass tumbler with water and observe the coin from the side of the glass tumbler.

- Can you see the coin?
- Explain why the coin disappears from view.

Activity 7

Take a cylindrical transparent vessel (you may use 1 L beaker). Place a coin at the bottom of the vessel. Now pour water until you get the image of the coin on the water surface (look at the surface of water from a side). See fig.- 8.

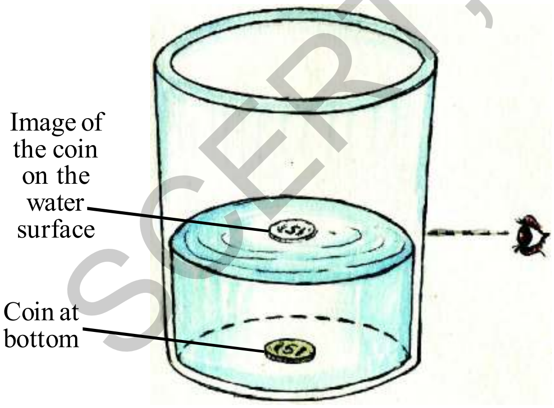


fig-8

- Can you explain why the image of the coin is formed?

There are many interesting situations around us which involve the phenomenon of total internal reflection. One of that is a mirage which we witness while driving or while walking on a road during a hot summer day.

4.4 Mirages

Mirage is an optical illusion where it appears that water has collected on the road at a distant place but when we get there, we don't find any water.

fig-9(a)

- Do you know the reason why it appears so?

The formation of a mirage is the best example where refractive index of a medium varies throughout the medium.

During a hot summer day, air just above the road surface is very hot and the air above is less warmer. As a result density of air increases with height above road. We know that refractive index of air increases with density. Thus the refractive index of air increases with height. So, the cooler air at the top has greater refractive index than hotter air just above the road. Light travels faster through the thinner hot air than through the denser cool air above it.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం 6

ఒక టేబుల్‌పై నాణేన్ని ఉంచి దానిపై ఒక గాజు గ్లాసును పెట్టండి. గ్లాసు ప్రక్క భాగం నుండి నాణేన్ని పరిశీలించండి.

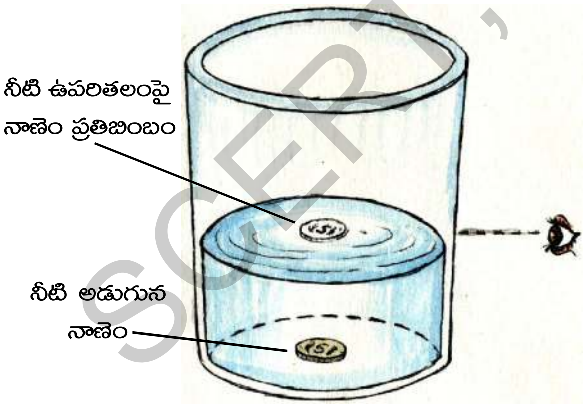
- మీరు నాణాన్ని చూడగలుగుతున్నారా?

గాజు గ్లాసును నీటితో నింపండి. గ్లాసు ప్రక్క భాగం నుండి నాణాన్ని చూడండి.

- ఇప్పుడు నాణెం మీకు కనబడుతుందా?
- నాణెం మీకు ఎందుకు కనబడటం లేదు? వివరించండి.

కృత్యం 7

ఒక స్థూపాకార పారదర్శక పాత్రను తీసుకోండి. (1 లీ॥ గాజు బీకరును కూడా మీరు వినియోగించవచ్చు.) ఆ పాత్ర అడుగున ఒక నాణాన్ని ఉంచండి. ఆ నాణెం ప్రతిబింబం నీటి ఉపరితలంపై కనబడేంత వరకు ఆ పాత్రలో నీరు పోయండి. (బీకరు ప్రక్కభాగం నుండి నీటి ఉపరితలాన్ని చూడాలి.) పటం-8 చూడండి.



పటం-8

- నాణెం యొక్క ప్రతిబింబం ఎందుకు ఏర్పడిందో వివరించగలరా?

మన చుట్టూ పరిసరాలలో సంపూర్ణాంతర పరావర్తనానికి సంబంధించిన అనేక ఆసక్తికర సన్నివేశాలు ఉంటాయి. వేసవికాలంలో తారు రోడ్ల మీద మనం ప్రయాణించేటప్పుడు కనబడే 'ఎండమావులు' కూడా దీనికొక ఉదాహరణ.

4.4 ఎండమావులు (Mirages)

ఎండమావులు అనేవి దృక్ భ్రమ (optical illusion) వల్ల ఏర్పడతాయి. ఎండాకాలంలో కొన్నిసార్లు తారు రోడ్లపై కొంతదూరంలో నీరు ఉన్నట్లు కనబడుతుంది. కానీ అక్కడికి వెళ్ళిచూస్తే అక్కడ నీరు ఉండదు.

పటం-9(ఎ)

- ఈవిధంగా కనబడడానికి కారణమేమిటో మీకు తెలుసా?

ఏదేని యానక వక్రీభవన గుణకం, ఆ యానకం అంతటా ఒకే విధంగా ఉండనటువంటి సందర్భానికి ఎండమావులు ఒక మంచి ఉదాహరణ. వేసవి కాలంలో రోడ్డు ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉన్న గాలి వేడిగానూ రోడ్డు ఉపరితలానికి చాలా ఎత్తులో ఉన్న గాలి చల్లగాను ఉంటుంది. అంటే ఎత్తును బట్టి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. కావున ఎత్తును బట్టి గాలి సాంద్రత పెరుగుతుంది. గాలి వక్రీభవన గుణకం సాంద్రతతోపాటు పెరుగుతుందని మనకు తెలుసు. కాబట్టి ఎత్తు పెరుగుతున్న కొలదీ గాలి వక్రీభవన గుణకం పెరుగుతుంది. కాబట్టి రోడ్డు ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉన్న వేడిగాలి కంటే పైన ఉన్న చల్లగాలి వక్రీభవన గుణకం ఎక్కువ. కాబట్టి పైన ఉండే సాంద్రతరమైన చల్ల గాలిలో కంటే, కింద ఉండే విరళమైన వేడిగాలిలో కాంతి వేగంగా ప్రయాణిస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

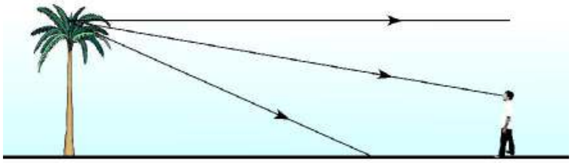


fig-9(b): The paths of light rays when there is no change in density of air

When the light from a tall object such as tree or from the sky passes through a medium just above the road, whose refractive index decreases towards ground, it suffers, refraction and takes a curved path because of total internal reflection. See fig.- 9(c).

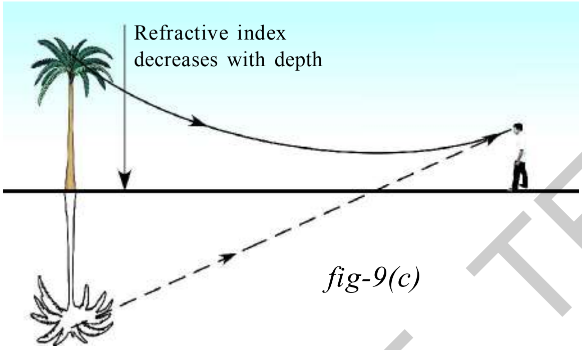


fig-9(c)

This refracted light reaches the observer in a direction shown in Fig.--9c. This appears to the observer as if the ray is reflected from the ground. Hence we feel the illusion of water being present on road (shown in fig.-9a) which is the virtual image of the sky (mirage) and an inverted image of tree on the road (shown in fig.-9c).

Think and discuss

- Why should you see a mirage as a flowing water?
- Can you take a photo of a mirage?

4.5 Applications of total internal reflection

i) **Brilliance of diamonds:** Total internal reflection is the main reason for brilliance of diamonds. The critical angle of a diamond is very low (24.4°) due to higher refractive index. So if a light ray enters a diamond it is very likely to undergo multiple total internal reflection which makes the diamond shine from its multiple edges.

ii) **Optical fibres:** Total internal reflection is the basic principle behind working of optical fibre. An optical fibre is very thin fibre made of glass (or) plastic having radius about a micrometer (10^{-6} m). A bunch of such thin fibres form a light pipe.

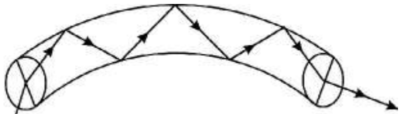


fig-10(a)

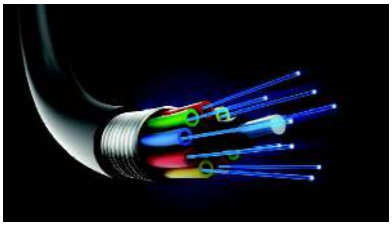
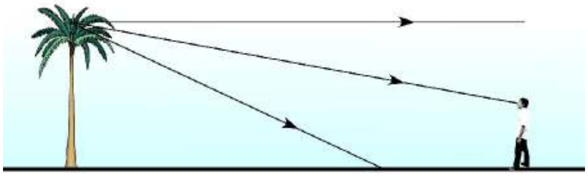


fig-10(b)

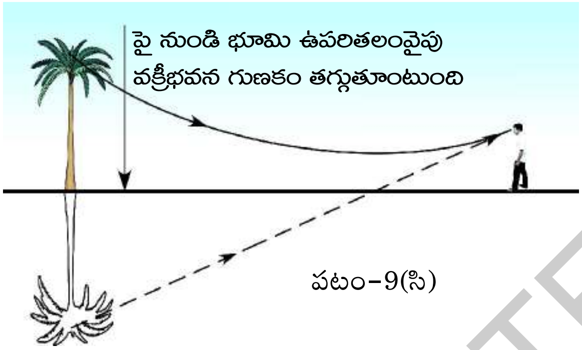
Fig.- 10(a) shows the principle of light transmission by an optical fibre. Fig.- 10(b) sketches a optical fibre cable. Because of the small radius of the fibre, light going into it makes a nearly glancing incidence on the wall. The angle of incidence is greater than the critical angle and hence total internal reflection takes place. The light is thus transmitted along the fibre.

SCERT, TELANGANA



పటం-9(బి): గాలిసాంద్రతలో మార్పు లేనప్పుడు కాంతి కిరణ మార్గాలు

ఆకాశం నుండి లేదా ఎత్తైన చెట్టు నుండి వచ్చే కాంతి 'పై నుండి కిందకు సాంద్రత మారుతున్నటు వంటి గాలి' గుండా ప్రయాణిస్తూ రోడ్డుకు దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు వక్రీభవనానికి లోనై సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం వల్ల పటం-9(సి) లో చూపినవిధంగా వక్రమార్గంలో ప్రయాణిస్తుంది.



పటం-9(సి)

ఈ వక్రీభవన కాంతి పటం-9(సి) లో చూపిన మార్గంలో పరిశీలకుణ్ణి చేరుతుంది. ఆ కాంతి నేలపై పరావర్తనం చెంది వస్తున్నట్లుగా పరిశీలకునికి కనిపిస్తుంది.

ఇలా జరగడం వల్లనే ఆకాశం యొక్క మిథ్యా ప్రతిబింబం పటం-9(ఎ) లో చూపినట్లు మనకు రోడ్డుపై నీళ్ళవలె కనబడుతుంది. దీనినే ఎండమావి (Mirage) అంటాం.

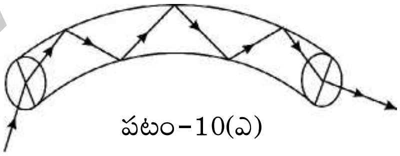
ఆలోచించండి - చర్చించండి

- ఎండమావి నిలిచి ఉన్న నీరులా ఎందుకు కనిపిస్తుంది?
- ఎండమావిని మీరు ఫోటో తీయగలరా?

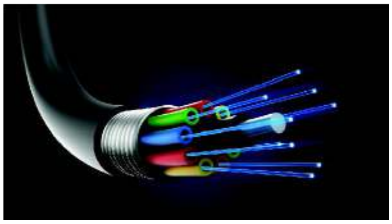
4.5 సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం - అనువర్తనాలు

i) **వజ్రాల ప్రకాశం:** వజ్రాల ప్రకాశానికి ముఖ్యకారణం సంపూర్ణాంతర పరావర్తనమే. వజ్రం యొక్క సందిగ్ధ కోణం విలువ చాలా తక్కువ (24.4^0). కాబట్టి వజ్రంలోకి ప్రవేశించే కాంతి కిరణం సులభంగా సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం చెంది వజ్రం ప్రకాశవంతంగా కనబడేటట్లు చేస్తుంది.

ii) **ఆప్టికల్ ఫైబర్స్:** ఆప్టికల్ ఫైబర్స్ సంపూర్ణాంతర పరావర్తనంపై ఆధారపడి పనిచేస్తాయి. ఆప్టికల్ ఫైబర్ అనేది గాజు లేదా ప్లాస్టిక్‌తో తయారు చేయబడిన అతి సన్నని తీగ. దీని వ్యాసార్ధం సుమారుగా 1 మైక్రో మీటర్ (10^{-6} మీ.) ఉంటుంది. ఇలాంటి సన్నని తీగలు కొన్ని కలిసి లైట్‌పైప్‌గా (light pipe) ఏర్పడతాయి.



పటం-10(ఎ)



పటం-10(బి)

ఆప్టికల్ ఫైబర్‌లో కాంతి ప్రయాణించే విధానాన్ని పటం-10(ఎ) వివరిస్తుంది. పటం-10(బి) లో ఆప్టికల్ ఫైబర్ కేబుల్‌ను చూడవచ్చు. ఆప్టికల్ ఫైబర్ యొక్క అతి తక్కువ వ్యాసార్ధం వల్ల దానిలోకి ప్రవేశించే కాంతి, దాని లోపలి గోడలకు తగులుతూ పతనం చెందుతుంది. పతనకోణం సందిగ్ధకోణం కన్నా ఎక్కువ ఉండడం వల్ల సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరుగుతుంది. తద్వారా ఆప్టికల్ ఫైబర్ గుండా కాంతి ప్రయాణిస్తుంది.

SCERT TELANGANA

All organs of the human body are not accessible to the naked eye of the doctor, for example intestines. The doctor inserts light pipe into the stomach through the mouth. Light is sent down through one set of fibres in the pipe. This illuminates the inside of the stomach. The light from the inside travels back through another set of fibres in the pipe and the viewer gets the image at the outer end (generally fed to the computer screen).

The other important application of fibre optics is to transmit communication signals through light pipes. For example, about 2000 telephone signals, appropriately modulated with light waves, may be simultaneously transmitted through a typical optical fibre. The clarity of the signals transmitted in this way is much better than other conventional methods.

- How does light behave when a glass slab is introduced in its path?

Let us see.

4.6 Refraction Through a Glass Slab

A thin glass slab is formed when a medium is isolated from its surroundings by two plane surfaces parallel to each other. Let us determine position and nature of the image formed when the slab is placed in front of an object. Let us do an activity.

Lab Activity

Aim: Determination of refracted ray tracking by a glass slab and lateral shift.

Material required: Drawing board, chart paper, clamps, scale, pencil, thin glass slab and pins.

Procedure:

Place a piece of chart (paper) on a drawing board. Clamp it. Place a glass slab in the middle of the paper. Draw border line along the edges of the slab by using a pencil. Remove it. You will get a figure of a rectangle. Name the vertices of the rectangle as A, B, C and D.

Draw a perpendicular at a point on the longer side (AB) of the rectangle. Again keep the slab on paper such that it coincides with the sides of the rectangle ABCD. Take two pins. Stick them on the perpendicular line to AB. Take two more pins and stick them on the other side of the slab in such a way that all pins come to view along a straight line. Remove the slab from its place. Take out the pins. Draw a straight line by using the dots formed by the pins such that it reaches first edge (AB) of the rectangle. You will get a long straight line.

- What does it mean?

The light ray that falls perpendicular to one side of the slab surface comes out with out any deviation.

SCERT, TELANGANA

మానవ శరీరంలోని లోపలి అవయవాలను (ఉదాహరణకు-ప్రేవులు) డాక్టర్ కంటితో చూడలేరు. డాక్టర్ లైట్‌పైపును నోటిద్వారా పొట్టలోకి పంపుతారు. లైట్‌పైప్‌లోని కొన్ని ఆప్టికల్ ఫైబర్స్ ద్వారా కాంతిని పొట్టలోకి పంపుతారు. ఆ కాంతి పొట్ట లోపలి భాగాన్ని ప్రకాశవంతంగా చేస్తుంది. ఆ లోపలి కాంతి, లైట్‌పైపులోని మరికొన్ని ఆప్టిక్ ఫైబర్స్ ద్వారా బయటకు వస్తుంది. ఆ ఫైబర్స్ రెండవ చివర నుండి వచ్చే కాంతిని పరిశీలించడం ద్వారా (సాధారణంగా, కంప్యూటర్ స్క్రీన్‌పై చూడడం ద్వారా) పొట్ట లోపలి భాగాల చిత్రాన్ని పరిశీలకులు తెలుసుకుంటారు.

సమాచార సంకేతాలను (communication signals) ప్రసారం చేయడానికి కూడా ఆప్టికల్ ఫైబర్‌లను విరివిగా వినియోగిస్తారు. ఉదాహరణకు, దాదాపు 2000 టెలిఫోన్ సిగ్నళ్ళను కాంతి తరంగాలతో సరైన విధానంలో కలిపి ఒకేసారి ఆప్టికల్ ఫైబర్‌గుండా ప్రసారం చేయవచ్చు. ఇలా ప్రసారం చేసిన సంకేతాలు, సాంప్రదాయ పద్ధతిలో ప్రసారం చేసే సంకేతాల కంటే చాలా స్పష్టంగా ఉంటాయి.

- కాంతి ప్రసార మార్గంలో ఒక గాజుదిమ్మెను అడ్డుగా ఉంచితే ఏం జరుగుతుంది?

4.6 గాజు దిమ్మెగుండా వక్రీభవనం

గాజుదిమ్మె అనేది రెండు సమాంతర తలాలను కలిగియుండి, దాని పరిసరాలలోని యానకం నుండి వేరుచేయబడివున్న ఒక పారదర్శక యానకం. గాజుదిమ్మెను ఒక వస్తువు ముందు ఉంచినప్పుడు ఏర్పడే ప్రతిబింబ స్వభావం మరియు స్థానం గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం. దీని కొరకు ఒక కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం.

ప్రయోగశాల కృత్యం - 2

ఉద్దేశ్యం: గాజు దిమ్మె వలన వక్రీభవనం చెందే కాంతి మార్గాన్ని గుర్తించడం మరియు పార్శ్వ విస్థాపనాన్ని కనుగొనడం.

కావలసిన వస్తువులు: డ్రాయింగ్‌బోర్డు, డ్రాయింగ్ చార్టు, క్లాంప్‌లు, స్కేలు, పెన్సిల్, పలుచని గాజుదిమ్మె మరియు గుండుసూదులు.

నిర్వహణ పద్ధతి: డ్రాయింగ్‌బోర్డుపై డ్రాయింగ్ చార్టును ఉంచి దానికి క్లాంప్‌లు పెట్టండి. డ్రాయింగ్ చార్టు మధ్య భాగంలో గాజుదిమ్మెను ఉంచి, చార్టుపై దిమ్మె అంచువెంబడి పెన్సిల్‌తో గీత గీయండి. గాజుదిమ్మెను తొలగించండి. గాజుదిమ్మె అంచువెంబడి గీసిన పటం దీర్ఘచతురస్రంలా ఉంటుంది. దాని శీర్షాలకు A, B, C, D అని పేర్లు పెట్టండి.

దీర్ఘచతురస్రం పొడవులలో ఒక దానికి (AB) ఏదైనీ బిందువు వద్ద ఒక లంబరేఖ గీయండి. తిరిగి గాజుదిమ్మెను యథాస్థానంలో (దీర్ఘచతురస్రంలో) ఉంచండి. రెండు గుండుసూదులను మీరు గీసిన లంబంపై నిలువుగా ఒకే ఎత్తులో గుచ్చండి. మరో రెండు గుండుసూదులను తీసుకొని గాజుదిమ్మెకు రెండవవైపు నుండి చూస్తూ మొదటి రెండు గుండుసూదులతో ఒకే సరళరేఖలో ఉండేవిధంగా గుచ్చండి. గాజుదిమ్మెను, గుండుసూదులను తీసివేసి గుండుసూదుల వల్ల ఏర్పడిన గుర్తులను కలుపుతూ AB వరకు గీత గీయండి. ఒక పొడవైన సరళరేఖ ఏర్పడటం మీరు గమనించవచ్చు.

- దీనిని బట్టి ఏం తెలుస్తుంది?

గాజుదిమ్మె ఉపరితలంపై లంబంగా పతనమైన కాంతి కిరణం ఎటువంటి విచలనం పొందకుండా గాజుదిమ్మె రెండోవైపు నుండి బయటకు వస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

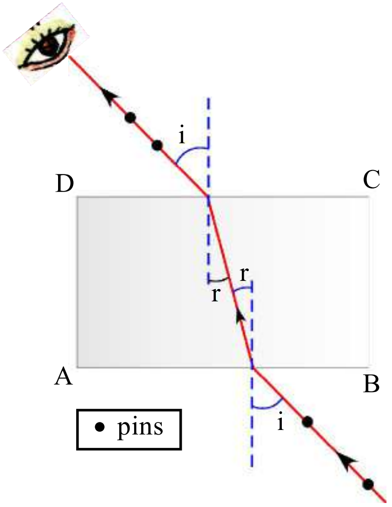


fig-11

Now take another piece of white chart on the plank. Clamp it. Place a glass slab in the middle of the paper. Again draw a border line along the edges of the slab by using a pencil. Remove the slab and name the vertices of the rectangle formed as A,B,C and D. Draw a perpendicular at a point on the longer side AB. Now draw a line, from the point of intersection where side AB of rectangle and perpendicular meet, in such a way that it makes 30^0 angle with normal. This line represents the incident ray falling on the slab and the angle it makes with normal represents the angle of incidence.

Now place the slab on the paper in such way that it fits in the rectangle drawn. Fix two identical pins on the line making 30^0 angle with normal such that they stand vertically with equal height. By looking at the two pins from the other side of the slab, fix two pins in such a way that all pins appear to be along a straight line. Remove slab and take out pins. Draw a straight line by joining the dots formed by the pins up to the edge CD of the rectangle. This line represents emergent ray of the light.

Draw a perpendicular ON to the line CD where our last line drawn meets the line CD. Measure the angle between emergent ray and normal. This is called angle of emergence. (Check your drawing with the fig.- 11).

- Is the line formed a straight line?
- Are the angles of incidence and emergence equal?
- Are the incident and emergent rays parallel?

You will notice an important result that the incident and emergent rays are parallel.

- Can you find the distance between the parallel rays?

The distance between the parallel rays is called **lateral shift**. Measure this shift. Repeat the experiment for different angles of incidence and tabulate the values of angle of incidence and shift corresponding to each angle of incidence in table (4).

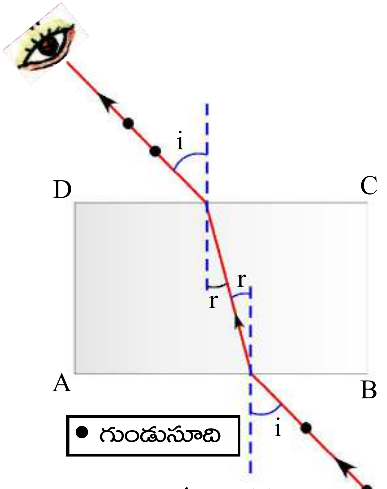
Table 4

Agle of Inciddene	Shift

- Can you find any relation between the angle of incidence and shift?
- Can you find the refractive index of the slab?

Let us find the refractive index of the glass slab.

SCERT, TELANGANA



పటం-11

ఇప్పుడు మరొక డ్రాయింగ్ చార్టును కార్డుబోర్డు షీట్‌పై ఉంచి అది కదలకుండా క్లాంప్‌లు పెట్టండి. పైన తెలిపిన విధంగా గాజుదిమ్మె అంచును తెలిపే ABCD దీర్ఘచతురస్రాన్ని, ABకి లంబాన్ని గీయండి. ఈ లంబంతో 30^0 కోణం చేస్తూ, లంబం మరియు AB రేఖలు కలిసే బిందువును చేరేవిధంగా మరొక రేఖను గీయండి. ఈ రేఖ గాజుదిమ్మెపై పడే పతనకిరణాన్ని సూచిస్తుంది. లంబంతో ఈ రేఖ చేసేకోణం పతనకోణం అవుతుంది.

ఇప్పుడు గాజుదిమ్మెను ABCD దీర్ఘచతురస్రంలో ఉంచండి పతనకిరణంపై రెండు గుండు సూదులను నిలువుగా, ఒకే ఎత్తులో గుచ్చండి. (పటం-11 చూడండి). గాజుదిమ్మె యొక్క రెండోవైపు నుండి చూస్తూ మొదటి రెండు గుండుసూదులతో సరళరేఖలో ఉండేవిధంగా మరో రెండు గుండుసూదులను దిమ్మెకు రెండోవైపు గుచ్చండి. ఇప్పుడు గాజుదిమ్మెను, గుండుసూదులను తొలగించండి. గుండుసూదులు గుచ్చడం వల్ల ఏర్పడిన గుర్తులను కలుపుతూ CD వరకు రేఖను గీయండి. ఈ రేఖ బహిర్గత కాంతి కిరణాన్ని (emergent ray of the light) తెలుపుతుంది.

మీరు గీసిన బహిర్గత కిరణం CDని తాకే బిందువు వద్ద, CD రేఖకు ఒక లంబాన్ని (ON) గీయండి. ఆ లంబానికి బహిర్గత కిరణానికి మధ్య కోణాన్ని కొలవండి. ఈ కోణాన్ని బహిర్గత కోణం (angle of emergence) అంటాం. (మీరు గీసిన చిత్రాన్ని పటం-11 తో పోల్చిచూసుకోండి.)

- ఈ కృత్యంలో పొడవైన సరళరేఖ ఏర్పడిందా?
- పతనకోణం, బహిర్గతకోణం సమానంగా ఉన్నాయా?
- పతన కిరణం, బహిర్గత కిరణం సమాంతరంగా ఉన్నాయా?

  పతన కిరణం, బహిర్గత కిరణాలు సమాంతరంగా ఉన్నాయని గుర్తించవచ్చు.
- ఈ సమాంతర రేఖల మధ్యదూరాన్ని మీరు కనుగొనగలరా?

ఈ రెండు సమాంతర రేఖల మధ్యదూరాన్ని **పార్శ్వ విస్థాపనం** (lateral shift) అంటాం. ఈ విస్తాపనాన్ని కొలవండి. ఈ ప్రయోగాన్ని వివిధ పతనకోణాలతో చేసి చూడండి. ప్రతీ సందర్భంలో పతనకోణం, దానికి సంబంధించిన విస్థాపనం విలువలను పట్టిక-4లో నమోదు చేయండి.

పట్టిక 4

పతన కోణం	విస్తాపనం

- పతనకోణానికి, విస్థాపనానికి మధ్య ఏదైనా సంబంధాన్ని మీరు గుర్తించగలరా?
- గాజుదిమ్మె యొక్క వక్రీభవన గుణకాన్ని మీరు కనుగొనగలరా?

  గాజుదిమ్మె వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొందాం.

SCERT, TELANGANA

Activity 8

Let us take a glass slabe and measure the thickness of it. Note it in your note-book. Take a white chart and fix it on the table. Take the slab and place it in the middle of the chart. Draw its boundary. Remove the slab from its place. The lines form a rectangle. Name the vertices as A,B,C and D. Draw a perpendicular to the longer line AB of the rectangle at any point on it. Place slab again in the rectangle ABCD. Take a pin. Place at a point P in such a way that its length is parallel to the AB on the perpendicular line at a distance of 15cm from the slab. Now take another pin and by looking at the first pin from the other side of the slab try to place the pin so that it forms a straight line with the first pin.

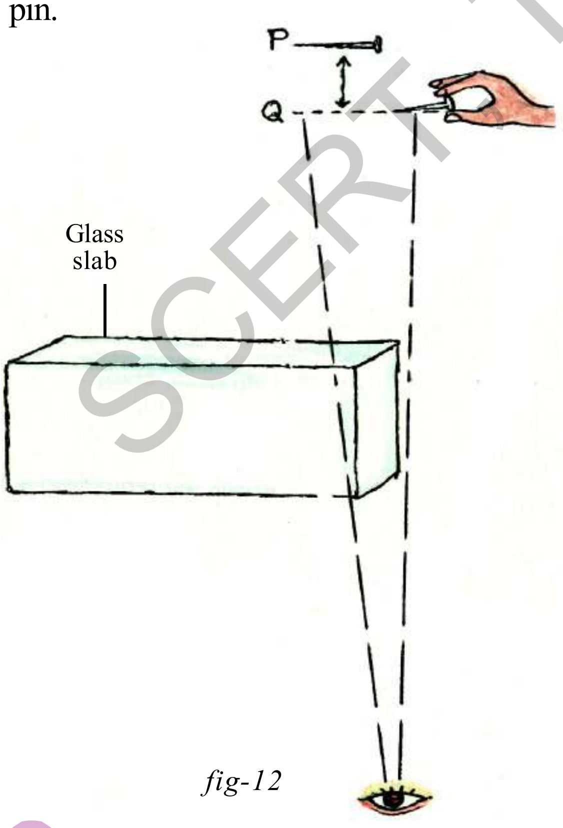


fig-12

Note : While doing this, keep your eye fixed along the edge of the glass slab and first pin is seen through the glass slab, where as second pin is seen through air i.e. outside of the glass slab.

Remove the slab and observe the positions of the pins.

- Are they in the same line?

Draw a perpendicular line from the second pin to the line on which first pin is placed. Call the intersection point Q. Find the distance between P and Q. We may call it **vertical shift**.

- Is this shift independent of distance of first pin from slab?

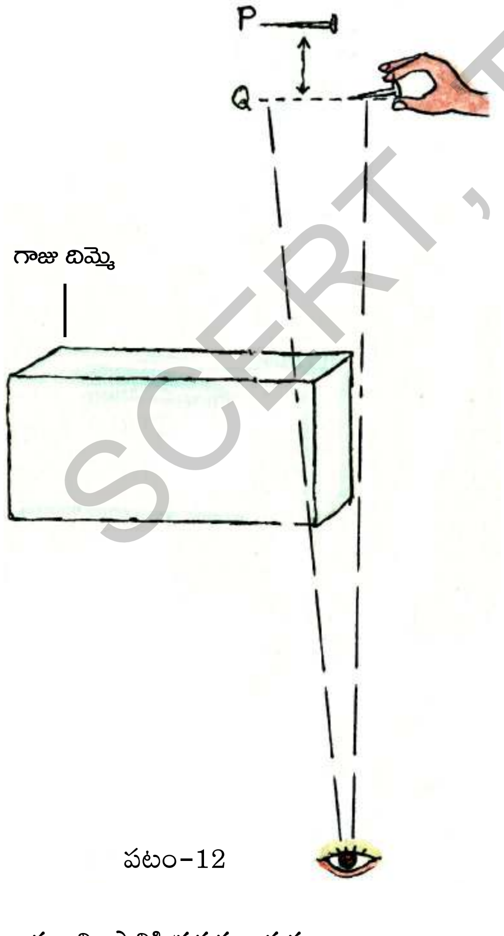
To find this, do the same activity for another distance of the pin from the slab. You will get the same vertical shift. We could use a formula to find out refractive index of the glass.

$$\text{R.I} = \frac{\text{Thickness of the slab}}{(\text{thickness of slab} - \text{vertical shift})}$$

SCERT TELANGANA

కృత్యం 8

గాజుదిమ్మె మందాన్ని కొలిచి మీ నోట్‌బుక్‌లో రాసుకోండి. గాజుదిమ్మెను డ్రాయింగ్ చార్టుపై, మధ్య భాగంలో ఉంచండి. ప్రయోగశాల కృత్యం-2లో చేసినట్లుగానే గాజుదిమ్మె అంచు (ABCD దీర్ఘచతురస్రం) గీయండి. AB రేఖకు ఏదేని బిందువు వద్ద లంబాన్ని గీయండి. గాజుదిమ్మెను ABCD దీర్ఘచతురస్రంలో ఉంచండి. ఒక గుండుసూదిని తీసుకొని, దాని పొడవు AB కి సమాంతరంగా ఉండేవిధంగా, AB రేఖకు గీసిన లంబంపై గాజుదిమ్మె నుండి 15 సెం.మీ. దూరంలో P బిందువు వద్ద ఉంచండి. ఆ గుండుసూదిని గాజుదిమ్మె యొక్క రెండోవైపు నుండి చూస్తూ మరొక గుండుసూదిని మొదటిదానితో ఒకే సరళరేఖలో ఉండేటట్లు అమర్చండి.



పటం-12

గమనిక : ఈ కృత్యాన్ని నిర్వహించేటప్పుడు గాజుదిమ్మె అంచువెంబడి కొంత దూరంలో మీ కంటిని స్థిరంగా ఉంచి మొదటి గుండుసూదిని గాజుదిమ్మెగుండా, రెండవ గుండుసూదిని గాలిగుండా అనగా గాజుదిమ్మె బయటినుండి చూడాలి.

గాజుదిమ్మెను తొలగించి గుండుసూదుల స్థానాలను పరిశీలించండి.

- అవి రెండూ ఒకే సరళరేఖలో ఉన్నాయా?

రెండవ గుండుసూది కొన నుండి మొదటి సూది ఉంచిన రేఖపైకి ఒక లంబాన్ని గీయండి. వాటి ఖండన బిందువును Qగా గుర్తించండి. P, Qల మధ్య దూరం కొలవండి. దీనిని **నిలువు విస్థాపనం** (vertical shift) అంటాం.

- నిలువు విస్థాపనం అనేది మొదటి గుండుసూదిని ఉంచిన దూరంపై ఆధారపడి ఉంటుందా?

అది తెలుసుకోవడానికి గాజుదిమ్మె నుండి గుండుసూది దూరాన్ని మార్చి ఈ ప్రయోగాన్ని మరలా చేయండి. నిలువు విస్థాపనం మారదని మీరు గుర్తిస్తారు. గాజు వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనడానికి కింది సూత్రాన్ని ఉపయోగించవచ్చు.

వక్రీభవన గుణకం =

$$\frac{\text{గాజుదిమ్మె మందం}}{\text{గాజుదిమ్మె మందం} - \text{నిలువు విస్థాపనం}}$$

SCERT, TELANGANA

Key words

Refraction, Incident ray, Refracted ray, Angle of incidence, Angle of Refraction, Absolute refractive index, Relative refractive index, Snell's law, Critical angle, Total internal Reflection, Mirage, Shift, Optical fibre.

What we have learnt

- When light travels from one medium to another, its direction changes at the interface. The phenomenon of changing direction at the interface of the two media is known as refraction.
- Absolute refractive index = Speed of light in vacuum/ Speed of light in medium ⇨ n=c/v.
- Relative refractive index , $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$.
- Snell's law is given by, $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.
- The angle of incidence, at which the light ray travelling from denser to rarer medium grazes the interface, is called the critical angle for those media. $\sin C = \frac{n_2}{n_1}$, where n_1 is the refractive index of denser medium and n_2 is the refractive index of rarer medium. ($n_1 > n_2$)
- When the angle of incidence is greater than the critical angle, the light ray is reflected into denser medium at interface. This phenomenon is called total internal reflection.

SCERT, TELANGANA

Improve your learning

S1G4I9

I. Reflections on concepts

1. The speed of the light in a diamond is 1, 24, 000 km/s. Find the refractive index of diamond if the speed of light in air is 3,00,000 km/s. (AS_1) (Ans: 2.42)
2. Refractive index of glass relative to water is 9/8. What is the refractive index of water relative to glass? (AS_1) (Ans: 8/9)
3. The absolute refractive index of water is 4/3. What is the critical angle? (AS_1) (Ans: sin C = ¾)
4. Determine the refractive index of benzene if the critical angle of benzene with respect to air is 42^0.(AS_1) (Ans: 1.51)
5. Explain the formation of mirage? (AS_1)
6. Explain the refraction of light through a glass slab with a neat ray diagram. (AS_5)
7. Why do stars appear twinkling? (AS_7)

కీలక పదాలు

వక్రీభవనం, పతనకిరణం, వక్రీభవనకిరణం, పతనకోణం, వక్రీభవనకోణం, పరమ వక్రీభవన గుణకం, సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం, స్నెల్ నియమం, సందిగ్ధ కోణం, సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం, ఎండమావులు, విస్థాపనం, ఆప్టికల్ ఫైబర్

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- కాంతి ఒక యానకం నుండి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు కాంతి ప్రయాణదిశ మారుతుంది. రెండు యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద వేగం మారడం వల్ల కాంతి దిశ మారే దృగ్విషయాన్ని కాంతి వక్రీభవనం అంటాం.
- పరమ వక్రీభవన గుణకం = శూన్యంలో కాంతి వేగం/ యానకంలో కాంతి వేగం $\Rightarrow$ $n = c/v$
- సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$
- $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ ను స్నెల్ నియమం అంటాం.
- సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి ప్రయాణించే కాంతి కిరణం ఏ పతన కోణం వద్ద, యానకాలను విభజించే తలానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుందో ఆ పతనకోణాన్ని ఆ తలానికి సంబంధించిన సందిగ్ధ కోణం అంటాం. సాంద్రతర యానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం n_1, విరళయానకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం n_2 $(n_1 > n_2)$అయితే $\sin C = n_2/n_1$
- సందిగ్ధకోణం కంటే పతనకోణం ఎక్కువైనప్పుడు యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద కాంతి కిరణం తిరిగి సాంద్రతర యానకంలోకి పరావర్తనం చెందుతుంది. ఈ దృగ్విషయాన్ని సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం అంటాం.

అభ్యసనాన్ని మెరుగు పరుచుకుందాం

M9Y6F3

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. శూన్యంలో కాంతివేగం 3,00,000 కి.మీ/ సె, వజ్రంలో కాంతి వేగం 1,24,000 కి.మీ/ సె అయిన, వజ్రం వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనండి. (AS1) (**జవాబు:** 2.42)
2. నీటిపరంగా గాజు వక్రీభవన గుణకం 9/8. గాజుపరంగా నీటి వక్రీభవన గుణకం ఎంత?(AS1) (**జవాబు:**8/9)
3. నీటి పరమ వక్రీభవన గుణకం 4/3. అయిన నీటి సందిగ్ధకోణం ఎంత? (AS1) (**జవాబు:** $\sin C = 3/4$)
4. గాలి, బెంజీన్ యొక్క సందిగ్ధకోణం 42^0. అయిన బెంజీన్ వక్రీభవన గుణకం కనుగొనండి. (AS1) (**జవాబు:** 1.51)
5. ఎండమావులు ఏర్పడే విధానాన్ని వివరించండి. (AS1)
6. గాజుదిమ్మెలో కాంతి వక్రీభవనం చెందే విధానాన్ని పటం గీసి వివరించండి. (AS5)
7. నక్షత్రాలు ఎందుకు మిణుకుమిణుకుమంటాయి? (AS7)

SCERT, TELANGANA

II. Application of concepts

1. A light ray is incident on air-liquid interface at 45^0 and is refracted at 30^0. What is the refractive index of the liquid? (AS_7) (Ans: 1.414)
2. In what cases does a light ray not deviate at the interface of two media?(AS_7)
3. Place an object on the table. Look at the object through the transparent glass slab. You will observe that it will appear closer to you. Draw a ray diagram to show the passage of light ray in this situation. (AS_5)
4. Why does a diamond shine more than a glass piece cut to the same shape? (AS_7)

III. Higher Order Thinking Questions

1. Why is it difficult to shoot a fish swimming in water? (AS_1)
2. Explain why a test tube immersed at a certain angle in a tumbler of water appears to have a mirror surface for a certain viewing position? (AS_7)
3. When we sit at a camp fire, objects beyond the fire are seen swaying. Give the reason for it. (AS_7)

Multiple choice questions

1. Which of the following is Snell's law. [ ]

   a) $n_1 \sin i = \sin r / n_2$ b) $n_1/n_2 = \sin r / \sin i$

   c) $n_2 / n_1 = \sin r / \sin i$ d) $n_2 \sin i = \text{constant}$

2. The refractive index of glass with respect to air is 2. Then the critical angle of glass-air interface is .... [ ]

   a) 0° b) 45° c) 30° d) 60°

3. Total internal reflection takes place when the light ray travels from.............. [ ]

   a) rarer to denser medium

   b) rarer to rarer medium

   c) denser to rarer medium

   d) denser to denser medium

SCERT, TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. గాలి – ఒక ద్రవం వేరు చేయబడే తలం వద్ద కాంతి కిరణం 45^0 కోణంతో పతనమై 30^0 కోణంతో వక్రీభవనం పొందింది. ఆ ద్రవం వక్రీభవనగుణకం ఎంత? (AS7) (**జవాబు:** 1.414)
2. ఏ సందర్భాల్లో కాంతి కిరణం యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద విచలనం పొందదు? (AS7)
3. టేబుల్‌పై ఒక వస్తువును ఉంచండి. దానిని ఒక గాజుదిమ్మెగుండా చూస్తే ఆ వస్తువు మీకు చేరువగా కనిపిస్తుంది. ఈ సందర్భంలో కాంతికిరణ ప్రయాణాన్ని వివరించే కిరణ చిత్రాన్ని గీయండి. (AS5)
4. ఒకే ఆకారంలో తయారుచేయబడిన గాజుముక్క, వజ్రాలలో వజ్రం ఎక్కువగా మెరుస్తుంది. ఎందుకు? (AS7)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. నీటిలో ఈదే చేపను తుపాకితో కాల్చడం కష్టం. ఎందుకు? (AS1)
2. ఒక పాత్రలోని నీటిలో నిర్దిష్ట కోణంతో ముంచబడిన పరీక్షనాళికను (పరీక్షనాళికలోకి నీరు చేరరాదు) ఒక ప్రత్యేక స్థానం నుండి చూసినప్పుడు, పరీక్షనాళిక గోడ అద్దం వలె కనిపిస్తుంది. దీనికి కారణమేమిటో వివరించగలరా? (AS3)
3. మనం చలిమంట కాచుకుంటున్నప్పుడు మంట వెనుక భాగాన ఉన్న వస్తువులు స్వల్పంగా ఊగుతున్నట్లుగా కనిపిస్తాయి. కారణం ఏమిటి? (AS7)

బహులైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. కింది వాటిలో స్నెల్ నియమం [ ]

   a) $n_1 \sin i = \sin r / n_2$ b) $n_1/n_2 = \sin r / \sin i$

   c) $n_2/n_1 = \sin r / \sin i$ d) $n_2 \sin i =$ స్థిరాంకం

2. గాలి పరంగా గాజు వక్రీభవన గుణకం 2. గాజు–గాలి కలిసే తలం యొక్క సందిగ్ధకోణం [ ]

   a) 0^0 b) 45^0

   c) 30^0 d) 60^0

3. సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరగాలంటే కాంతి [ ]

   a) విరళ యానకం నుండి సాంద్రతర యానకం లోకి ప్రయాణించాలి.

   b) విరళ యానకం నుండి విరళ యానకం లోకి ప్రయాణించాలి.

   c) సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకం లోకి ప్రయాణించాలి.

   d) సాంద్రతర యానకం నుండి సాంద్రతర యానకం లోకి ప్రయాణించాలి.

SCERT, TELANGANA

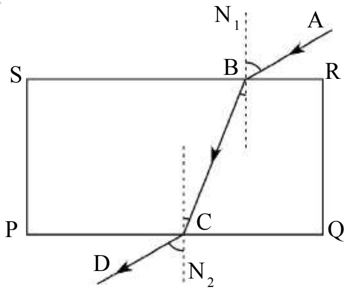
4. If the angle of incidence is equal to critical angle, then the angle of refraction is [ ]
a) 0° b) 20° c) 90° d) 180°

5. Mirage is a best example for the phenomenon of [ ]
a) Reflection b) Refraction c) Total internal reflection d) Shift

6. Refractive indices of Ice, Benzene, Ruby and Kerosene are 1.31, 1.50, 1.71 and 1.44 respectively. In which of the above media, light travels showly ? [ ]
a) Ice b) Benzene c) Ruby d) Kerosene

7. The relative refractive index of water with respect to air is $\frac{4}{3}$. Then relative refractive index of air with respect to water is [ ]
a) 4 b) 3 c) $\frac{4}{3}$ d) $\frac{3}{4}$

8. In an experiment to trace the path of ray through a glass slab, Shiva traced as shown in the figure. The teacher asked him to idenfity the emerging ray. Which of the following would Shiva indentify. [ ]
a) AB b) BC
c) CD d) N_2



Suggested Experiments

1. Verify experimentally that $\frac{\sin i}{\sin r}$ is a constant.

2. Organise some activities to understand the phenomenon of total internal reflection

3. Conduct an experiment to find the relation between angle of incidence and angle of refraction, when light rays travel from denser to rarer medium.

4. Take a bright metal ball and make it black with soot in a candle flame. Immerse it in water. How does it appear and why? (Make hypothesis and do the above experiment).

5. Take a glass vessel and pour some glycerine into it and then pour water up to the brim. Take a quartz glass rod. Keep it in the vessel. Observe the glass rod from the sides of the glass vessel.
   - What changes do you notice?
   - What could be the reasons for these changes?

SCERT, TELANGANA

4. పతన కోణం విలువ సందిగ్ధ కోణానికి సమానమైన వక్రీభవన కోణం విలువ [ ]

a) 0^0 b) 20^0 c) 90^0 d) 180^0

5. ఎండమావులు ఏర్పడడం అనేది కింది వాటిలో ఏ దృగ్విషయానికి ఒక చక్కని ఉదాహరణ [ ]

a) పరావర్తనం b) వక్రీభవనం c) సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం d) విస్థాపనం

6. మంచు, బెంజీన్, రూబీ మరియు కిరోసిన్‌ల వక్రీభవన గుణకాలు వరసగా 1.31, 1.50, 1.71 & 1.44 అయిన ఏ యానకంలో కాంతి తక్కువ వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది ? [ ]

a) మంచు b) బెంజీన్ c) రూబీ d) కిరోసిన్

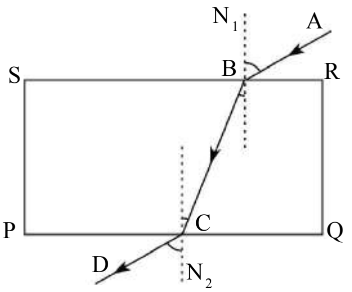
7. గాలి పరంగా నీటి యొక్క సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం $\frac{4}{3}$ అయిన నీటి పరంగా గాలి యొక్క సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం ఎంత? [ ]

a) 4 b) 3 c) $\frac{4}{3}$ d) $\frac{3}{4}$

8. గాజు దిమ్మె గుండా కాంతి వక్రీభవనాన్ని పరిశీలించిన ప్రయోగంలో 'శివ' పక్కపటంలో చూపినట్లు [ ] కాంతి కిరణ మార్గాన్ని గీశాడు. అందులో బహిర్గామి కిరణాన్ని గుర్తించమని వారి ఉపాధ్యాయురాలు అడిగారు. కింది వాటిలో దేనిని బహిర్గామి కిరణంగా శివ గుర్తించాలి?

a) AB b) BC

c) CD d) N_2



ప్రయోగాలు

1. $\frac{\sin i}{\sin r}$ విలువ స్థిరమని ప్రయోగపూర్వకంగా రుజువు చేయండి.

2. సంపూర్ణాంతర పరావర్తనాన్ని ఏదేని కృత్యంతో వివరించండి.

3. సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించినప్పుడు, పతనకోణం కన్నా వక్రీభవన కోణం విలువ ఎక్కువని ప్రయోగపూర్వకంగా రుజువు చేయండి.

4. ప్రకాశవంతమైన ఒక లోహపు గోళాన్ని తీసుకొని, కొవ్వొత్తి నుండి వచ్చే మసితో గోళాన్ని నల్లగా చేయండి. ఆ గోళాన్ని నీటిలో ముంచండి. ఆ గోళం ఎలా కనిపిస్తుంది. ఎందుకు? (ఊహించండి. ప్రయోగం చేసి చూడండి.)

5. ఒక గాజు పాత్రలో సగం వరకు గ్లిజరిన్ పోయండి. తరవాత దాని నిండుగా నీరు నింపండి. ఈ పాత్రలో క్వార్ట్జ్ గాజుకడ్డీని ఉంచండి. పాత్ర ప్రక్కభాగం నుండి గాజుకడ్డీని పరిశీలించండి.

- మీరు ఏం మార్పులు గమనించారు?
- ఈ మార్పులకు కారణాలేమైఉంటాయి?

SCERT TELANGANA

6. Conduct the activity-7 again. How can you find critical angle of water? Explain your steps briefly.

7. Find the critical angle of glass and water with respect to air using activity - 5.

Suggested Projects

1. Collect the refractive indices of the following media. Compare them with those are given in table 1. Findout the pairs of media in which light travels almost with same speed.

   Coconut oil, Cooking oil, Hydrogen gas, petrol, diesel, Glycerine, Vinegar, Hydrochloric acid, Transparent plastic.

2. Collect information on working of optical fibres.

3. Prepare a report about various uses of optical fibres in our daily life.

4. Take a thin thermocol sheet. Cut it in circular discs of different radii like 2cm, 3cm, 4cm, 4.5cm, 5cm etc and mark centers with sketch pen. Now take needles of length nearly 6cm. Pin a needle to each disc at its centre vertically. Take water in a large opaque tray and place the disc with 2cm radius in such a way that the needle is inside the water as shown in fig-P4.

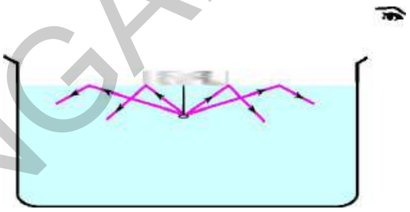


fig-P4

   Now try to view the free end (head) of the needle from surface of the water.

   - Are you able to see the head of the needle?

   Now do the same with other discs of different radii. Try to see the head of the needle, each time.

   Note: the position of your eye and the position of the disc on water surface should not be changed while repeating the activity with other discs.

   - At what maximum radius of disc, were you not able to see the free end of the needle?
   - Why were you not able to view the head of the nail for certain radii of the discs?
   - Does this activity help you to find the critical angle of the medium (water)?
   - Draw a diagram to show the passage of light ray from the head of the nail in different situations.

SCERT, TELANGANA

6. కృత్యం-7ను మరలా చేయండి. నీటి సందిగ్ధ కోణాన్ని కనుగొనండి.

7. గాలిలో గాజును మరియు నీటిని ఉంచినప్పుడు కృత్యం-5 ఆధారంగా వాని సందిగ్ధ కోణాలను లెక్కించండి.

ప్రాజెక్టులు

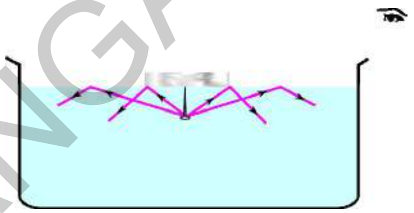
1. కింది యానకాల వక్రీభవన గుణకాల విలువలను సేకరించండి. పాఠ్యాంశంలో ఇచ్చిన పట్టిక -1లోని పదార్థాలతో పోల్చి ఏఏ యానకాలలో కాంతి దాదాపు సమాన వేగాలతో ప్రయాణిస్తుందో చర్చించండి.

   కొబ్బరినూనె, వంటనూనె, హైడ్రోజన్ వాయువు, పెట్రోల్, డిజిల్, గ్లిజరిన్, వెనిగర్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, పారదర్శక ప్లాస్టిక్.

2. ఆప్టికల్ ఫైబర్స్ పనిచేసే విధానాన్ని వివరించే సమాచారాన్ని సేకరించండి.

3. మన నిత్యజీవితంలో ఆప్టికల్ ఫైబర్స్ ఉపయోగాల గురించి ఒక నివేదిక తయారుచేయండి.

4. థర్మోకోల్ షీట్‌తో 2 సెం.మీ, 3 సెం.మీ, 4 సెం.మీ, 4.5 సెం.మీ, 5 సెం.మీ మొదలగు వ్యాసార్థాలు కలిగిన వృత్తాకార ముక్కలను తయారు చేయండి. ప్రతిదానికి కేంద్రాన్ని గుర్తించండి. అన్ని వృత్తాలకు కేంద్రం వద్ద 6 సెం.మీ. పొడవు గల సూదిని గుచ్చండి. ఒక వెడల్పాటి అపారదర్శక పాత్రలో నీటిని తీసుకొని, 2 సెం.మీ వ్యాసార్థం గల థర్మాకోల్ ముక్కను పటం-P4 లో చూపినవిధంగా సూది నీటిలో ఉండేటట్లుగా అమర్చండి. ఆ సూది రెండవ చివరను పాత్ర పైనుండే చూడడానికి ప్రయత్నించండి.



పటం-P4

   - సూది కొనను మీరు చూడగలిగారా? ఎందుకు?

   వేర్వేరు వ్యాసార్థాలను కలిగిన మిగతా థర్మాకోల్ వృత్తాలతో ఈ ప్రయోగాన్ని మళ్ళీ చేయండి. సూది కొనభాగాన్ని చూడడానికి ప్రయత్నించండి.

   గమనిక: ప్రతి సందర్భంలోనూ థర్మాకోల్ వృత్తం యొక్క స్థానం, మీ కంటి స్థానం మారకుండా జాగ్రత వహించండి.

   - ఏయే వ్యాసార్థాలు కలిగిన వృత్తాలకు ఉంచిన సూదుల కొనలను మీరు చూడలేకపోయారు?

     వాటిలో తక్కువ వ్యాసార్థం విలువ ఎంత?
   - కొన్ని సూదుల కొనలను మీరు చూడలేకపోవడానికి కారణమేమిటి?
   - యానకం యొక్క సందిగ్ధ కోణాన్ని కనుగొనడానికి మీకు ఈ కృత్యం సహాయపడిందా?
   - వివిధ సందర్భాలలో సూది కొన నుండి కాంతి ప్రయాణాన్ని తెలిపే చిత్రాలను గీయండి.

SCERT, TELANGANA

Chapter 5

GRAVITATION

K9X6F7

We have learnt about uniformly accelerated motion in the chapter 'motion'. In this chapter let us study about uniform uniform circular motion which is an example of accelerated motion.

We always observe that an object dropped from certain height falls towards the earth. We know that all planets move around the sun. We also know that the moon moves around the earth. In all these cases there must be some force acting on these objects to make them move around another object, instead of moving in a straight line.

- What is that force?
- Is the motion of the earth around the sun uniform motion?
- Is the motion of the moon around the earth uniform motion?

Newton explained the motion of moon by using the concept of uniform circular motion and then he developed the idea of gravitation between any two masses in the universe.

In this chapter you will learn about gravitation and centre of gravity.

5.1 Uniform circular motion

Activity-1

Observing the motion of an object moving in a circular path

Take an electric motor (which is used in toys) and fix a disc to the shaft of the electric motor. Stick a small wooden block on the disc at the edge as shown in fig.-1 (a). Switch on the motor. Find the time required to complete ten revolutions by the block and repeat the same two to three times. Begin counting revolutions a few seconds after starting the motor.

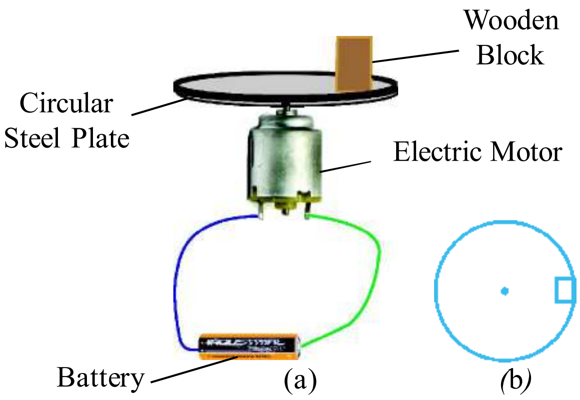


Fig-1: (a) motion of wooden block on a circular plate (b) top view of wooden block

- Is the time of revolution constant?
- Is the speed of the block constant?
- What is the shape of its path?

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం

5

గురుత్వాకర్షణ

I8J5H9

సమత్వరణ చలనం గురించి "చలనం" అనే అధ్యాయంలో నేర్చుకున్నాం. ఈ అధ్యాయంలో సమవృత్తాకార చలనాన్ని పరిచయం చేయడం జరిగింది. ఈ చలనం సమత్వరణచలనానికి (Uniform accelerated motion) కి ఉదాహరణగా చెప్పవచ్చును.

మనం అనేక సందర్భాలలో కొంత ఎత్తు నుండి జారవిడిచిన వస్తువులు భూమివైపు చలించడాన్ని చూసి ఉంటాం. అదేవిధంగా గ్రహాలన్ని సూర్యుడు చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నాయని, భూమి చుట్టూ చంద్రుడు పరిభ్రమిస్తున్నాడనే విషయం కూడా మనకు తెలుసు కదా! ఈ అన్ని సందర్భాలలో వస్తువులు సరళరేఖా మార్గంలో కాక వృత్తాకార మార్గంలో చలించడానికి కారణమైన ఏదో బలం వాటిపై పనిచేస్తూ ఉండాలి.

- ఆ బలం ఏమై ఉంటుంది?
- సూర్యుడి చుట్టూ భూమి చలనం సమచలనమేనా? ఎలా?
- భూమి చుట్టూ చంద్రుడి చలనం సమచలనమేనా? ఎలా?

న్యూటన్ భూమి చుట్టూ చంద్రుని గమనాన్ని సమవృత్తాకార చలనం అనే భావనను ఉపయోగించి వివరించగలిగాడు. తర్వాత విశ్వంలోని ఏ రెండు ద్రవ్యరాశుల మధ్యనైనా గురుత్వాకర్షణ బలం (gravitational force) ఉంటుంది అనే భావనను అభివృద్ధి చేశాడు.

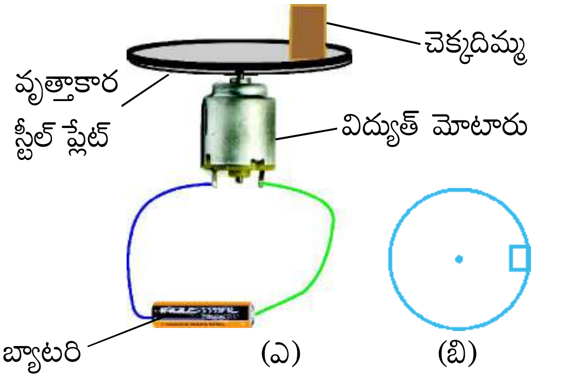
ఈ అధ్యాయంలో మీరు గురుత్వాకర్షణ బలం మరియు గురుత్వకేంద్రంను గూర్చి నేర్చుకుంటారు.

5.1 సమవృత్తాకార చలనం

కృత్యం - 1

వృత్తాకార చలనంలోఉన్న వస్తువును గమనించుట

ఆట బొమ్మలలో ఉండే ఒక విద్యుత్ మోటారు యొక్క కడ్డీకి (Shaft) ఒక వృత్తాకార ప్లేటును బిగించండి. పటం: 1లో చూపిన విధంగా ప్లేటు అంచువద్ద చిన్న చెక్కదిమ్మను అతికించండి. మోటారు స్విచ్ ఆన్ చేయండి. కొంతసేపు తర్వాత చెక్కదిమ్మ (wooden block) పది భ్రమణాలు చేయడానికి పట్టే కాలాన్ని లెక్కించండి. ఇలా రెండు లేదా మూడు సార్లు చేయండి.



పటం-1: (ఎ) స్టీల్ ప్లేట్ పై చెక్క దిమ్మ చలనం (బి) చెక్కదిమ్మ చలనాన్ని పై నుండి గమనించడం

- చెక్కదిమ్మ భ్రమణకాలం స్థిరంగా ఉందా?
- చెక్కదిమ్మ వడి స్థిరమా, కాదా?
- చెక్కదిమ్మ ఏ మార్గంలో చలిస్తుంది?

SCERT, TELANGANA

The wooden block moves in a circular path with a constant speed. So this motion of the wooden block, is uniform circular motion.

"**Uniform circular motion** is motion of the body with a constant speed in a circular path"

- Does the velocity of the body change in uniform circular motion? Why?
- Does the body in uniform circular motion have an acceleration? What is the direction of acceleration?

Activity-2

Take a piece of thread and tie a small stone at one end. Hold the other end of the thread and rotate it round as shown in the Fig-2.

Fig-2

- What is the direction of motion of the stone?

Now release the thread and observe the diredction of motion of the stone.

- What is the direction of motion of the stone?

Before the thread is released the stone moves in a circular path, with a certain speed.

When the thread is released, the stone moves in linear motion.

This shows that the original direction of velocity of stone is linear and while in circular motion, the direction of velocity and acceleration always changes thus the stone remains in circular motion. It is clear that the change in direction of velocity makes an object to move in circular motion. This change is caused by an external force.

- Where from the stone gets this force?
- What will be the direction of that force?

The force that causes this change in velocity keeps the stone moving along the circular path is acting towards the centre. This force is called centripetal force.

In the absence of this force (when the thread is released) the stone flies off along a straight line. This line is a tangent to the circular path.

Tangent to a Circle

The straight line which meets the circle at one and only one point is called the tanget to the circle at that point. The point is called tangential point. The tangent is prependicular to the radius of the circle at that point.

$\overleftrightarrow{AC}$ Tangent

$\overline{OB}$ Radius

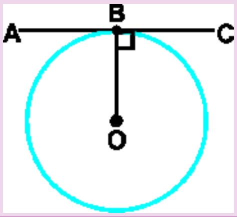


Fig-3

The centripetal acceleration is given by the formula, $a_c = \frac{v^2}{r}$

Hence the centripetal force-

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad (\because F_c = ma_c)$$

Where m = mass of the object
v = Velocity of the object
r = Radius of the circular path.

Note : Centripetal force is a net force. It always directed to the centre.

SCERT, TELANGANA

చెక్కదిమ్మ స్థిరవడి (Constant Speed) తో వృత్తాకారమార్గంలో చలిస్తుందని గమనించగలరు కనుక చెక్కదిమ్మ యొక్క ఈ చలనాన్ని "సమవృత్తాకారచలనం" (Uniform Circular motion) అంటాం

"ఏదైనా వస్తువు స్థిరవడితో వృత్తాకారమార్గంలో చలిస్తూ ఉంటే ఆ వస్తువు చలనాన్ని **సమవృత్తాకారచలనం** (Uniform Circular motion) అంటారు".

- సమవృత్తాకారచలనంలో గల వస్తువేగం మారుతుందా? ఎందుకు?
- సమవృత్తాకారచలనంలో గల వస్తువు త్వరణాన్ని కలిగి ఉంటుందా? ఆ త్వరణ దిశ ఏమిటి?

కృత్యం - 2

ఒక దారము చివర చిన్న రాయిని కట్టండి. ఆ దారము రెండవ చివరను చేతితో పట్టుకొని పటం-2లో చూపిన విధంగా గుండ్రముగా తిప్పండి.

పటం-2

- రాయి గమన దిశ ఏది?

  ఇప్పుడు దారమును చేతి నుండి వదిలి, రాయిపోయే మార్గాన్ని గమనించండి.

- రాయి ఏ దిశలో చలించింది?

  దారమును వదలక ముందు రాయి నియమిత వడితో వృత్తాకార మార్గంలో చలించింది.

  దారమును వదిలినప్పుడు రాయి రేఖీయ మార్గంలో చలించింది.

రాయి వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తున్నప్పుడు దాని వేగ దిశ రేఖీయము. కావున రాయి యొక్క వేగం మరియు త్వరణము ఎల్లప్పుడూ మారుతూ ఉండటంవల్ల ఆ రాయి వృత్తాకార మార్గంలోనే చలిస్తుందని తెలుస్తుంది. కావున వేగదిశలో మార్పు ఒక వస్తువుని వృత్తాకారమార్గంలో చలింపచేస్తుందని స్పష్టమవుతుంది. ఈ విధమైన వేగ దిశలో మార్పు ఒక బాహ్యబలంవల్ల సాధ్యమవుతుంది.

- రాయికి ఆ బలం ఎక్కడ నుండి వచ్చింది?
- ఆ బల దిశ ఏమిటి?

వేగాన్ని మారుస్తూ, రాయిని వృత్తాకార మార్గంలో త్రిప్పడానికి కారణమైన బలం వృత్తకేంద్రంవైపు పనిచేస్తుంది. ఈ బలాన్ని అభికేంద్ర బలం అంటారు.

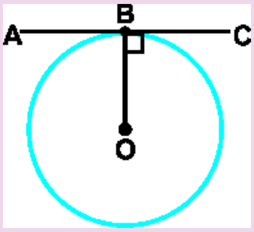
ఈ బలం లేనప్పుడు (తాడును వదిలినప్పుడు) రాయి రేఖీయ మార్గంలో విసిరివేయబడుతుంది. ఈ రేఖను ఆవృత్తాకార మార్గం యొక్క స్పర్శరేఖ అంటాము.

వృత్తానికి స్పర్శరేఖ

ఒక సరళరేఖ వృత్తం యొక్క ఒకే ఒక బిందువు ద్వారా పోతే, ఆ రేఖను స్పర్శరేఖ అంటారు. ఆ బిందువును స్పర్శ బిందువు అంటారు. ఈ స్పర్శరేఖ ఆ బిందువు వద్ద వృత్త వ్యాసార్థానికి లంబముగా ఉంటుంది.

$\overleftrightarrow{AC}$ స్పర్శరేఖ

$\overline{OB}$ వ్యాసార్థం



పటం-3

అభికేంద్ర త్వరణాన్ని ఈ క్రింది సూత్రం ద్వారా సూచిస్తాము.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

అభికేంద్ర బలం $F_c = \frac{mv^2}{r}$ $(\because F_c = ma_c)$

m = వస్తువు ద్రవ్యరాశి, v = వస్తువు వేగం, r = వృత్తాకార మార్గ వ్యాసార్థం.

గమనిక: అభికేంద్రబలం ఒక ఫలితబలం కనుక దీని దిశ ఎల్లప్పుడూ కేంద్రం వైపు ఉంటుంది.

SCERT, TELANGANA

Think and discuss

- Can an object move along a curved path if no force acts on it?
- As a car speeds up when rounding a curve, does its centripetal acceleration increase? Use above equation to justify your answer.
- Calculate the tension in a string that whirls a 2 kg mass toy in a horizontal circle of radius 2.5 m, when it is moving at a speed of 3m/s.

5.2 Universal law of gravitation

Once while Sir Isaac Newton was sitting under a tree, an apple fell to the ground.

- Do you know what questions arose in his mind from this observation?
- Why did the apple fall to the ground?
- Why does the moon not fall to the ground?
- What makes the moon to move in a circular orbit around the earth?

With the above observations Newton assumed that there exists a force between any two objects in the Universe. This force is named as Gravitational force. The generalised law of gravitation as stated by Newton is "Eevery body in the universe attracts other body with a force which is directly proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them". The direction of the force of attraction is along the line joining the centers of the two bodies.

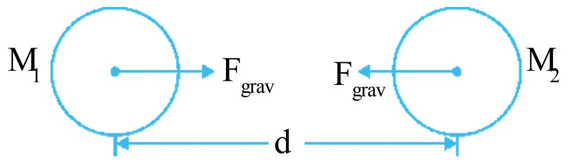


Fig-4

Let two bodies of masses M_1 and M_2 be separated by a distance of 'd', and the force of gravitation between them is $F_{grav.}$

Force of attraction $\propto$ $(mass)_1$ $(mass)_2$

$$F_{grav.} \propto M_1 M_2 \text{ and}$$

$$F_{grav.} \propto \frac{1}{d^2}$$

$$F_{grav} \propto \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

$$F_{grav} = \frac{G M_1 M_2}{d^2}$$

G is a proportionality constant, called universal gravitational constant and found experimentally by Henry Cavendish to be $G=6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2Kg^{-2} The value of G is equal to the magnitude of force between a pair of 1 kg masses that are 1 metre apart.

Note: This formula is applicable to spherical bodies. We use the above formula for all bodies on the earth though they are not spherical because, when compared to the earth, any object on earth is very small and it is assumed to be a point object.

SCERT, TELANGANA

ఆలోచించండి - చర్చించండి

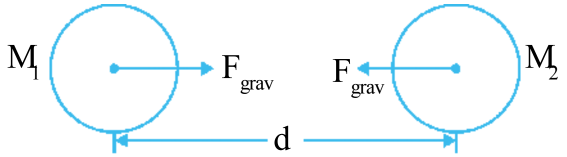
- ఒక వస్తువు పై ఏ బలం పనిచేయకపోతే ఆ వస్తువు వక్రమార్గంలో చలించగలదా?
- వక్రమార్గంలో ప్రయాణించే సందర్భంలో కారు వడి పెరిగినట్లయితే దాని అభికేంద్రత్వరణం పెరుగుతుందా? (మీ సమాధానాన్ని $a = v^2/R$ సమీకరణ సహాయంతో సమర్థించుకోండి)
- 2.5 మీ॥ పొడవు గల తాడు చివర 2 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల బొమ్మను కట్టి క్షితిజ సమాంతరతలంలో 3 మీ/సె. వడితో త్రిప్పిన తాడులో ఉండే తన్యత ఎంత?

5.2 న్యూటన్ విశ్వగురుత్వ సిద్ధాంతం

సర్ ఐజాక్ న్యూటన్ ఆపిల్ చెట్టు క్రింద కూర్చుని ఉన్నప్పుడు ఆపిల్ చెట్టు పై నుండి కిందికి పడింది.

- మరి ఈ సందర్భంలో న్యూటన్ మదిలో మెదిలిన ప్రశ్నలేమిటో మీకు తెలుసా?
- ఆపిల్ మాత్రమే భూమిపై ఎందుకు పడింది?
- చంద్రుడు భూమిపై ఎందుకు పడటం లేదు?
- చంద్రుడు భూమిచుట్టూ సుమారుగా వృత్తాకార మార్గంలో ఏవిధంగా చలించగలుగుతున్నాడు?

పై పరిశీలన ఆధారంగా విశ్వంలో ఏ రెండు వస్తువుల మధ్యనైనా ఆకర్షణ బలం ఉంటుందని ఊహించాడు. ఈ బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలం అని తెలిపాడు. న్యూటన్ విశ్వగురుత్వాకర్షణ నియమాన్ని క్రింది విధంగా సూచించాడు. "విశ్వంలో ప్రతి వస్తువు మరొక వస్తువును ఆకర్షిస్తుంది. ఈ ఆకర్షణ బలపరిమాణం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోనూ, వాటి మధ్య దూర వర్గానికివిలోమానుపాతంలోనూ ఉంటుంది. దీనినే విశ్వగురుత్వాకర్షణ నియమం (Universal Law of gravitation) అంటాం. రెండు వస్తువుల మధ్య గల ఆకర్షణ బలదిశ రెండు వస్తువులను కలిపే సరళరేఖ వెంబడి ఉంటుంది.



పటం-4

పటం-4లో చూపినట్లు M_1, M_2 ద్రవ్యరాశులు గల రెండు గోళాకార వస్తువులు 'd' దూరంలో వేరుచేయబడి ఉన్నదనుకుందాం. అపుడు గోళాల మధ్య గురుత్వాకర్షణబలం F_{grav}

$$F_{grav} \propto (\text{ద్రవ్యరాశి}_1)\ (\text{ద్రవ్యరాశి}_2)$$

$$F_{grav.} \propto M_1 M_2$$

$$F_{grav.} \propto \frac{1}{d^2}$$

$$F_{grav} \propto \frac{M_1M_2}{d^2}$$

$$F_{grav} = \frac{GM_1M_2}{d^2}$$

ఇక్కడ అనుపాతస్థిరాంకం "G" ను న్యూటన్ విశ్వగురుత్వ స్థిరాంకం అంటాం. దీని విలువ 6.67×10^{-11} న్యూటన్. (మీటరు)^2. (కి.గ్రా.)$^{-2}$ గా హెన్రీ కేవెండిష్ కనుగొన్నాడు. ఒక కేజీ ద్రవ్యరాశి గల రెండు వస్తువులు ఒక మీటరు దూరంలో వేరు చేయబడి ఉన్నప్పుడు వాటి మధ్య పనిచేసే గురుత్వాకర్షణ బలం "G" కు సమానం.

గమనిక: పై సమీకరణం కేవలం బిందు లేక గోళాకార వస్తువులకు వర్తిస్తుంది. కాని మనం ఈ సమీకరణంను ఆకారంతో సంబంధం లేకుండా భూమిపై నున్న అన్ని వస్తువులకు ఉపయోగిస్తాం. ఎందుకంటే ఏ వస్తువు ఉపరితలమైనా భూఉపరితలంలో పోల్చినపుడు చాలా చిన్నది. కాబట్టి అది ఒక బిందువస్తువు (Point object)గా పరిగణింపబడుతుంది.

SCERT, TELANGANA

Example 1

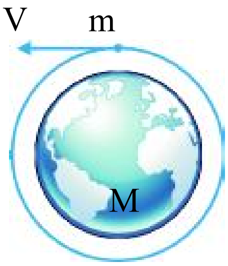


Fig-5

What is the time period of satellite near the earth's surface? (neglect height of the orbit of satellite from the surface of the earth) M-Mass of earth = 6 x 10^{24}kg, R-radius of earth = 6.4 x 10^{6} m.

Solution

Let's assume the mass of the earth and radius are 'M' and 'R'. Mass of the satellite is 'm'. Then, the force on the satellite due to earth is given by $F = \frac{GmM}{R^2}$

Let v be the speed of the satellite

$$v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}$$

Required centripetal force is provided to satellite by the gravitational force hence $F_C = \frac{mv^2}{R}$.

But $F_C = \frac{GMm}{R^2}$ according to Newton's law of gravitation.

$$\text{i.e., } \frac{GMm}{R^2} = \frac{m(2\pi R)^2}{T^2 R}$$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM}$$

As mass of the earth (M) and G are constants the value of T depends only on the radius of the earth.

$$\Rightarrow T^2 \alpha R^3$$

Substituting the values of M, R and G in above equation we get, T = 84.75 minutes.

Thus the satellite revolving around the earth in a circular path near to the earth's surface takes 1 Hour and 24.7 minutes approximately to complete one revolution around earth.

Derivation of the Universal Law of Gravitation

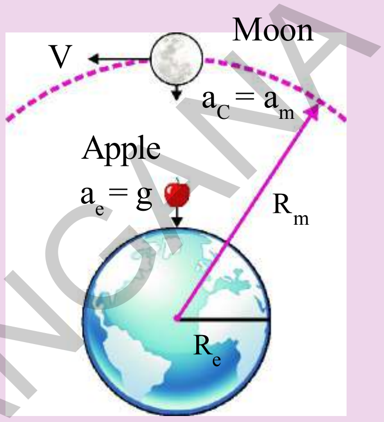


Fig-6: Comparing the motions of the moon and apple

Newton knew that the motion of moon around the earth is approximately uniform circular motion. So certain net force, which we call centripetal force, is required to maintain the uniform circular motion.

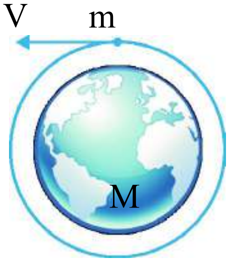
So he introduced the idea of force of attraction between the moon and earth. He proposed that earth attracts moon and termed it as gravitational force. This gravitational force acts as a centripetal force and makes the moon revolve around the earth in uniform circular motion.

Newton knew the following data. The distance of the moon from center of the earth is 3,84,400 km = 3.844x10^{10} cm. The moon takes 27.3 days or 2.35x10^{6} s for a complete revolution around the earth.

SCERT, TELANGANA

ఉదాహరణ 1

భూ ఉపరితలానికి దగ్గరగా భూమి చుట్టూ భ్రమించే ఉపగ్రహ ఆవర్తన కాలమెంత? (భూ ఉపరితలం నుండి ఉపగ్రహ కక్ష్యకు గల ఎత్తును విస్మరించండి. భూమి ద్రవ్యరాశి వ్యాసార్థాలు వరుసగా 6×10^{24} కి.గ్రా. మరియు 6.4×10^{6} మీ.గా తీసుకోండి).



పటం-5

సాధన

భూ ద్రవ్యరాశి మరియు వ్యాసార్థాలు వరుసగా M మరియు R లు తీసుకుందాం. ఉప గ్రహ ద్రవ్యరాశిని m అనుకుందాం. ఉపగ్రహంపై, భూమి ప్రయోగించే బలం $F = \frac{GmM}{R^2}$

ఉపగ్రహవడి $v = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}$

ఉపగ్రహానికి కావలసిన అభికేంద్రబలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలం సమకూరుస్తుంది. కనుక

$$F_C = \frac{mv^2}{R}.$$

పై సమీకరణాల నుండి కాని న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ నియమము నుండి $F_C = \frac{GMm}{R^2}$ అని తెలుసు.

i.e., $\frac{GMm}{R^2} = \frac{m(2\pi R)^2}{T^2 R}$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM},$$

G, M విలువలు స్థిరం కావున

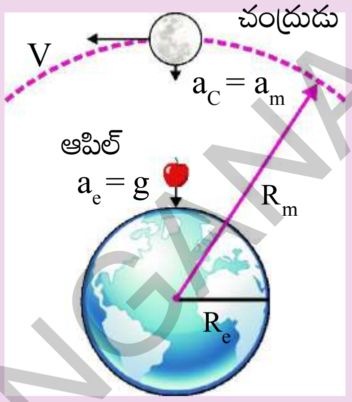
$\Rightarrow T^2 \alpha R^3$ అగును.

భూమి యొక్క ద్రవ్యరాశి మరియు G స్థిరాంకాలు కాబట్టి T విలువ భూమి యొక్క వ్యాసార్థంపై మాత్రమే ఆధారపడి ఉంటుంది.

పై సమీకరణంలో M, R మరియు G లు ప్రతిక్షేపించగా T = 84.75 ని॥ వచ్చును.

అనగా భూమి ఉపరితలానికి దగ్గరగా భూమి చుట్టూ వృత్తాకార మార్గంలో చలించే ఉపగ్రహం ఒక పూర్తి భ్రమణం చేయడానికి 1గంట 24.7ని॥ సమయం (సుమారుగా) తీసుకుంటుంది.

విశ్వ గురుత్వ సిద్ధాంతాన్ని ఉత్పాదించడం



పటం-6: ఆపిల్ మరియు చంద్రుడి చలనాలు పోల్చుట

భూమి చుట్టూ చంద్రుని యొక్క చలనం ఇంచుమించు సమవృత్తాకార చలనమని న్యూటన్‌కి తెలుసు. చంద్రుడు సమవృత్తాకార చలనంలో నిరంతరంగా చలించాలంటే చంద్రునిపై ఒక అభికేంద్రబలం పనిచేయాలని అతడు భావించాడు.

అందుకొరకు భూమి మరియు చంద్రుడు మధ్య ఒక ఆకర్షణబలం పనిచేస్తుందని న్యూటన్ భావించాడు. అంటే భూమి చంద్రున్ని ఆకర్షించాలన్న మాట. న్యూటన్ ఈ ఆకర్షణ బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలమని పిలిచాడు. ఈ బలం చంద్రునికి కావలసిన అభికేంద్రబలాన్ని సమకూర్చి, చంద్రుడు భూమి చుట్టూ నిరంతరంగా సమవృత్తాకార చలనంలో ఉండేటట్లు చేస్తుంది. భూకేంద్రం నుండి చంద్రుని కేంద్రమునకు గల దూరం 3,84,400కి.మీ.= 3.844×10^{10}సెం.మీ. అని, భూమి చుట్టూ చంద్రుడు ఒక పూర్తి భ్రమణానికి పట్టుకాలం 27.3రోజులు లేక 2.35×10^{6} సెకన్లు అని న్యూటన్ తెలుసుకున్నాడు.

SCERT, TELANGANA

- What is the speed of moon?

You can calculate the speed of the moon using the equation,

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Thus the acceleration of the moon towards the centre of the earth

$$a_m = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Substituting the values of R and T in above equation we can get

$$a_m = 0.27 \text{ cm/s}^2.$$

Galileo found that the acceleration of bodies acquired near the surface of earth is equal to 981 cm/s^2. Thus acceleration of an apple, approximately is equal to 981cm/s^2.

He compared the both the acceleration of an apple, a_e to the acceleration of the moon, a_m.

We get, $\frac{a_e}{a_m} = \frac{981}{0.27} \cong 3640$.-- (1)

Newton knew that the radius of Earth, R_e and the distance of the moon from the centre of the Earth, R_m are 6371 km and 3,84,400 km respectively. We get

$$\frac{R_m}{R_e} = \frac{384400}{6371} \cong 60.3$$

$$\left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2 = (60.3)^2 \cong 3640\text{----- (2)}$$

From 1, 2 equations it is clear that

$$\frac{a_e}{a_m} = \left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2$$

So we get,

$$a \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{----- (3) and thus,}$$

Force of attraction

$$F \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{----- (4)}$$

Thus it became clear that the force of gravity decreases with increase in distance of the object from the center of the earth.

According to Newton's third law the force on the apple by the earth is equal to the force on the earth by the apple. We get the force on an object by the earth by using the second law of motion and equation-1.

From Newton's second law of motion F = ma, and from equation-1, $a \propto \frac{1}{R^2}$

$\Rightarrow a = \frac{k}{R^2}$ (where k is proportionality constant)

Thus we get, $F = \frac{km}{R^2}$

Therefore the force on the apple by the earth = $\frac{Km}{R^2}$ ---- (5)

Where 'm' is the mass of apple and 'R' is the radius of the earth.

Force on the earth by the apple = $\frac{K'M}{R^2}$ ---- (6)

Where M is the mass of the earth.

The above forces are equal in magnitude only when the following condition is satisfied.

K=GM and K' = Gm ---- (7)

Where G is a constant.

From equations (5) & (7) we have force on apple by the earth, $F = \frac{GMm}{R^2}$

We conclude that gravitational force between the masses is directly proportional to the product of their masses.

SCERT, TELANGANA

- చంద్రుని వడి ఎంత?

$v = \frac{2\pi R}{T}$ సూత్రాన్ని వాడి మనం చంద్రుని వడిని లెక్కించగలం. కనుక భూకేంద్రం వైపు చంద్రుని త్వరణం,

$a_m = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$ పొందుతాం.

R మరియు T లను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా $a_m = 0.27$ సెం.మీ./సె^{2} వచ్చును.

దీనిని a_m గా (Acceleration of Moon) పిలుద్దాం. భూ ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉండే వస్తువుల్లో త్వరణం 981 సెం.మీ./సె^{2} గా గెలిలీయో కనుగొన్నాడు. దీనిని a_e అందాం. ఇదియే ఆపిల్ త్వరణానికి సమానం.

న్యూటన్ ఆపిల్ మరియు చంద్రుడి త్వరణాలను పోల్చాడు.

$$\frac{a_e}{a_m} = \frac{981}{0.27} \cong 3640 \quad \text{-----} (1)$$

($\cong$ సుమారుగా అని అర్థం)

భూవ్యాసార్థం R_e మరియు భూకేంద్రం నుండి చంద్రుని కేంద్రానికి గల దూరం R_m లు వరుసగా 6371కి.మీ. మరియు 3,84,400కి.మీ. అని న్యూటన్‌కి తెలుసు. వీటి నుండి న్యూటన్ $\left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2$ ను లెక్కించాడు.

$$\frac{R_m}{R_e} = \frac{384400}{6371} \cong 60.3$$

$$\left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2 = (60.3)^2 \cong 3640 \quad \text{-----} (2)$$

(1), (2) సమీకరణాల ఆధారంగా

$\frac{a_e}{a_m} = \left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2$ అని గ్రహించగలం.

కనుక త్వరణం α 1/(దూరం)^2 అని చెప్పగలం.

$$a \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{-----} (3)$$

దీని నుండి, గురుత్వాకర్షణ బలం α 1/(దూరం)^2

$$F \propto \frac{1}{R^2} \quad \text{-----} (4)$$

దీనిని బట్టి భూకేంద్రం నుండి వస్తుదూరం పెరిగే కొద్దీ, వస్తువుపై భూమి ప్రయోగించే గురుత్వాకర్షణబలం తగ్గుతూ ఉంటుందని గ్రహించగలం.

న్యూటన్ మూడవ గమన నియమం ప్రకారం ఆపిల్‌పై భూమి ప్రయోగించే బల పరిమాణం, భూమిపై ఆపిల్ ప్రయోగించే బల పరిమాణానికి సమానం. సమీకరణం-1 మరియు న్యూటన్ రెండవ గమన నియమాలను వినియోగించి మనం భూమి వస్తువుపై ప్రయోగించే బలాన్ని లెక్కించగలం.

న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం నుండి F = ma అని మనకు తెలుసు. సమీకరణం-1, $a \propto \frac{1}{R^2}$ నుండి

$\Rightarrow a = \frac{K}{R^2}$ (K = ఒక అనుపాత స్థిరాంకం)

పై సమీకరణాల ఆధారంగా, $F = \frac{Km}{R^2}$ అవుతుంది.

కావున ఆపిల్‌పై భూమి ప్రయోగించే బలం

$$= \frac{Km}{R^2} \quad \text{----} (5)$$

ఇక్కడ m అనేది ఆపిల్ ద్రవ్యరాశి మరియు R అనేది భూమి వ్యాసార్థంను సూచిస్తాయి.

ఇదేవిధంగా,

భూమిపై ఆపిల్ ప్రయోగించే బలం

$$= \frac{K'M}{R^2} \quad \text{----} (6)$$

ఇక్కడ M అనేది భూమి ద్రవ్యరాశిని సూచిస్తుంది.

K=GM మరియు K' = Gm ---- (7)

అయినపుడు మాత్రమే పైన తెలిపిన బలపరిమాణాలు సమానం అవుతాయి. (5) మరియు (7) సమీకరణాల నుండి, ఆపిల్‌పై భూమి ప్రయోగించే బలం

$F = \frac{GMm}{R^2}$ అవుతుంది.

ఈ సమీకరణం ద్వారా రెండు ద్రవ్యరాశుల మధ్య గురుత్వాకర్షణబలం, వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని చెప్పగలం.

SCERT, TELANGANA

Think and discuss

- In fig.-7, we see that the moon 'falls' around earth rather than straight into it. If the magnitude of velocity were zero, how would it move?

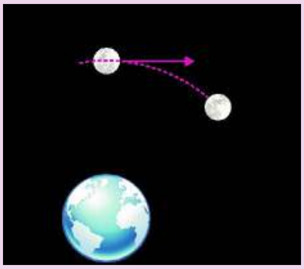


Fig-7

- According to the equation for gravitational force, what happens to the force between two bodies if the mass of one of the bodies doubled?
- If there is an attractive force between all objects, why do we not feel ourselves gravitating toward massive buildings in our vicinity?
- Is the force of gravity stronger on a piece of iron than on a piece of wood if both have the same mass?
- An apple falls because of the gravitational attraction of earth. What is the gravitational attraction of apple on the earth?

5.3 Free fall

Activity-3

Acceleration is independent of masses

Place a small paper on a book. Release the book with the paper from certain height from the ground.

- What is your observation? Now drop the book and paper separately, what happens?

A body is said to be in free fall when only the gravitational force acts on that body.

Fig-8

Let us drop a body of mass m near the earth's surface.

Let M be the mass of the earth and R be the radius of the earth.

Now the force of attraction on the mass is given by,

$$F = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$$

From Newton's second law, F/m is equal to acceleration. Here this acceleration is denoted by 'g'

Hence, $$g = \frac{GM}{R^2}$$

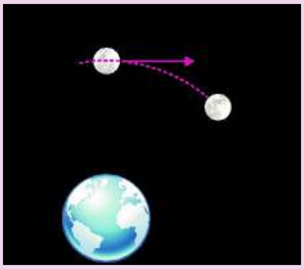
From the above equation you can conclude that 'g' is the independent of the body's mass.

If there were no air friction or resistance, all the bodies would fall with the same acceleration. This acceleration, produced due to gravitational force of the earth near the surface, is called free- fall acceleration.

SCERT, TELANGANA

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- పటం7లో చూపినట్లు చంద్రుడు భూమిచుట్టు వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తూ ఉంటాడు. ఒకవేళ చంద్రుని వేగం శూన్యమయితే, చంద్రుడు చలనం ఏ విధంగా ఉంటుంది?



పటం-7

- రెండు వస్తువుల్లో ఒకదాని ద్రవ్యరాశి రెట్టింపయిన, వాటి మధ్య గురుత్వాకర్షణబలం ఎంతుంటుంది?
- విశ్వంలో అన్ని వస్తువుల మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలం ఉంటుందని మనకు తెలుసు మరి మనం పెద్ద భవంతుల దగ్గరగా నిలుచున్నప్పుడు వాటి వల్ల మనపై ప్రయోగింపబడే గురుత్వాకర్షణ బల ప్రభావాన్ని అనుభూతి పొందకపోవడానికి గల కారణమేమి?
- ఒకే ద్రవ్యరాశి గల చెక్కముక్క మరియు ఇనుప ముక్కలపై పనిచేసే భూమ్యాకర్షణ బలాల్లో దేనిపై పనిచేసే బలం అధికంగా ఉండును?
- భూమి గురుత్వాకర్షణబలంతో ఆపిల్‌ను ఆకర్షించడం వలన అదిభూమిపై పడుతుందని మనకు తెలుసు. ఆపిల్ కూడా భూమిని ఆకర్షిస్తుందా? ఒకవేళ ఆకర్షిస్తే అది ఎంత బలంతో భూమిని ఆకర్షిస్తుంది?

5.3 స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు

కృత్యం - 3

స్వేచ్ఛా పతన వస్తు త్వరణం దాని ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడదు

పుస్తకంపై ఒక చిన్న కాగితాన్ని ఉంచి కొంత ఎత్తు నుండి రెండింటిని కలిపి ఒకేసారి వదిలివేయండి.

- ఏమి గమనించారు? తర్వాత పుస్తకాన్ని మరియు కాగితాన్ని విడివిడిగా ఒకే ఎత్తు నుండి ఒకేసారి జారవిడవండి. ఏం జరిగిందో గమనించండి?

భూమ్యాకర్షణబలం మాత్రమే పనిచేసే వస్తువులను స్వేచ్ఛాపతన వస్తువులు (Free Fall Body) అంటారు.

పటం-8

m ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు (ఆపిల్)ను భూ ఉపరితలానికి దగ్గరగా విడిచామనుకుందాం.

భూమి ద్రవ్యరాశి, M; భూవ్యాసార్థం, R అనుకుందాం.

వస్తువుపై భూమి, ప్రయోగించే గురుత్వాకర్షణ బలం

$$F = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$$

న్యూటన్ రెండవ గమన నియమం ప్రకారం F/m ను త్వరణం అంటాం. దీనిని గురుత్వత్వరణం g అని పిలుద్దాం. కనుక

$$g = \frac{GM}{R^2}$$ అవుతుంది.

పై సమీకరణాన్ని బట్టి g విలువ వస్తు ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడదని తెలుస్తుంది.

గాలి నిరోధక బలం వస్తువులపై పనిచేయకపోతే స్వేచ్ఛాపతన వస్తువులన్నీ ఒకే త్వరణంతో చలిస్తాయి. భూమికి దగ్గరగా ఉండే వస్తువుల్లో భూమ్యాకర్షణ వల్ల కలిగే త్వరణాన్ని స్వేచ్ఛాపతన త్వరణం (Free Fall acceleration) లేదా గురుత్వత్వరణం (Acceleration due to gravity) అంటారు.

SCERT, TELANGANA

Mass of the earth (M) = 6 x 10^{24} kg

Radius of earth (R) = 6.4 x 10^6 km

Putting these values in the above equation.

We get g = 9.8 m/s^2 (approximately)

In general, this value of acceleration due to gravity changes due to change in distances of objects from the center of the earth.

Since free - fall acceleration is constant near the ground, the equations of uniform accelerated motion can be used for the case of free-fall body.

$v = u + at$,

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

$v^2 - u^2 = 2as$.

- While solving problems related to Free fall objects we use 'g' instead of 'a' in above equations.
- When we use these equations, you must follow the sign convention (It is discussed in the chapter "motion")

Activity-4

What is the direction of 'g'?

Throw a stone vertically up. Measure the time required for it to come back to earth's surface with a stop clock.

- What happens to its speed when it moves up and down?
- What is the direction of acceleration?

When a stone moves up, the speed decreases. When a stone moves down, the speed increases. So the free-fall acceleration is vertically downwards. No matter how you throw objects, " g " is directed vertically down as shown in fig.-9. (Actually the body tends to move towards the centre of the earth).

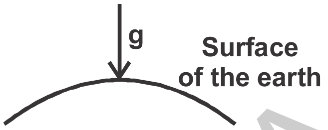


Fig-9 direction of gravity

Observe the following table-1 to know the direction of acceleration.

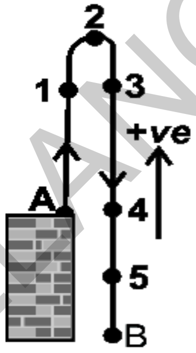


Fig-10

Table-1

	s	v	a
1	+	+	–g
2	+	0	–g
3	+	–	–g
4	0	–	–g
5	–	–	–g

Think and discuss

- Give an example for the motion of an object of zero speed and with non zero acceleration?
- Two stones are thrown into air with speeds 20 m/s, 40m/s respectively? What are accelerations possessed by the objects?

Example 2

A body is projected vertically up. What is the distance covered in its last second of upward motion? (g = 10 m/s^2)

SCERT, TELANGANA

భూమి ద్రవ్యరాశి (M) = 6×10^{24} కి.గ్రా.

భూవ్యాసార్థం (R) = 6.4×10^{6} మీ.

పై సమీకరణంలో M, R మరియు G లను ప్రతిక్షేపించగా g = 9.8 మీ./సె.^{2} (సుమారుగా) పొందవచ్చును.

ఈ గురుత్వత్వరణం(g) విలువ, భూకేంద్రం నుండి వస్తువుకు గల దూరంతో పాటు మారుతుంది.

భూ ఉపరితలం దగ్గర స్వేచ్ఛా పతన వస్తువుల యొక్క స్వేచ్ఛా పతన త్వరణం g విలువ స్థిరం కనుక చలనం అనే పాఠంలో మనం నేర్చుకొన్న సమత్వరణ చలన సమీకరణాలు స్వేచ్ఛాపతనవస్తువులకు వాడవచ్చు. ఆ సమీకరణాలు

$v = u + at$,

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

$v^2 - u^2 = 2as$.

గమనిక:

- పై సమీకరణాలను ఉపయోగించేటప్పుడు a కు బదులుగా g వాడతాం.
- పై సమీకరణాలను వాడి సమస్యలను సాధించాలంటే సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని పాటించాలి. (దీనిని గూర్చి "చలనం" అనే అధ్యాయంలో మీరు నేర్చుకొనియున్నారు).

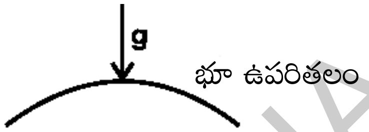
కృత్యం - 4

గురుత్వ త్వరణం (g) ఏ దిశలో పనిచేస్తుంది?

ఒక రాయిని నిట్టనిలువుగా పైకి విసరండి. అది భూమిని తిరిగి చేరడానికి పట్టే సమయాన్ని లెక్కించండి.

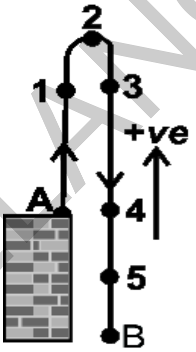
- రాయి పైకి మరియు క్రిందకు చలించేటప్పుడు దాని వడిలో ఎటువంటి మార్పును నీవు గమనిస్తావు?
- త్వరణ దిశ ఎటువైపు ఉంటుంది?

రాయి పైకి చలించేటప్పుడు దాని వడి తగ్గుతూ ఉంటుంది, క్రిందకు చలించేటప్పుడు దాని వడి పెరుగుతూ ఉంటుంది కనుక స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు యొక్క త్వరణ దిశ భూ ఉపరితలానికి లంబంగా పనిచేస్తుంది. వస్తువులను ఏ విధంగా విసిరినా వాటి గురుత్వత్వరణం ఎల్లప్పుడూ క్రిందకి పటంలో చూపిన విధంగా ఉంటుంది. (వాస్తవానికి వస్తువులన్నీ భూకేంద్రం వైపుకు ప్రయాణించడానికి ప్రయత్నిస్తాయి.)



పటం-9 : గురుత్వత్వరణ దిశ

గురుత్వత్వరణ దిశను తెలుసుకొనుటకు పట్టిక-1ని పరిశీలించండి.



పటం-10

పట్టిక-1

రాయి స్థానం	s	v	a
1	+	+	−g
2	+	0	−g
3	+	−	−g
4	0	−	−g
5	−	−	−g

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- వడి లేకుండా, త్వరణాన్ని కల్గి ఉండే వస్తు గమనాన్ని తెలిపే సందర్భానికి ఉదాహరణ యివ్వండి.
- 20మీ/సె. మరియు 40మీ/సె. వేగాలతో గాలిలోనికి విసిరిన రెండు వస్తువుల యొక్క త్వరణాలను పోల్చండి.

ఉదాహరణ-2

ఒక వస్తువును నిట్టనిలువుగా పైకి విసిరారు. అది ఊర్ధ్వదిశలో చలించేటప్పుడు ఆఖరి సెకనులో ప్రయాణించే దూరమెంత? g = 10 మీ/సె^{2} గా తీసుకోండి.

SCERT TELANGANA

Solution

The distance covered by the object in its last second of its upward motion is equal to the distance covered in the first second of its downward motion.

Hence $u = 0$ and from $s = ut + \frac{1}{2} at^2$, the distance covered by the last second.

$s = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 5$ m

Example 3

Two bodies fall freely from different heights and reach the ground simultaneously. The time of descent for the first body is $t_1 = 2$s and for the second $t_2 = 1$s. At what height was the first body situated when the other began to fall? ($g = 10\ m/s^2$)

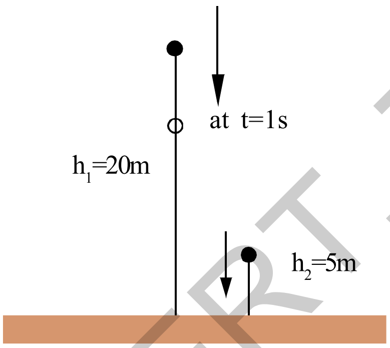


Fig-11

Solution

An object with travel time of 2s is first and the travel time 1s is second object. The distance covered (h_1) by second body in 1s is

$h_2 = \frac{1}{2}\ gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5$ m

The distance covered by first body in 2s is h_1,

$h_1 = \frac{1}{2}\ gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20$m.

The height of the first body when the other begin to fall $h = 20 - 5 = 15$m.

Example 4

A stone is thrown vertically up from the tower of height 25m with a speed of 20 m/s. What time does it take to reach the ground? ($g = 10\ m/s^2$)

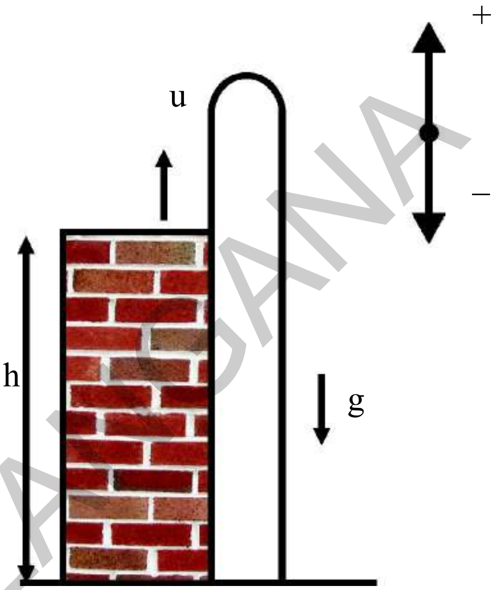


Fig-12

Solution

Sign convention must be used to solve this problem. It is shown in fig.-12.

Take the point from which the stone is thrown as the fixed point. From this point upward positive and downwards negative.

Then, $u = 20\ m/s$

$a = g = -10\ m/s^2$

$s = h = -25$ m

From equation of motion $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

$-25 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$

$-25 = 20t - 5t^2$

$-5 = 4t - t^2$

$\Rightarrow t^2 - 4t - 5 = 0$

SCERT, TELANGANA

సాధన: ఊర్ధ్వ దిశలో చలించే వస్తువు చివరి సెకనులో ప్రయాణించిన దూరం, అథో దిశలో మొదటి సెకనులో ప్రయాణించిన దూరానికి సమానం.

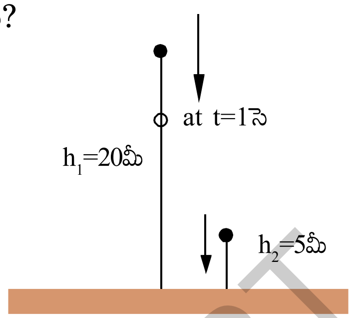
కనుక $u = 0$ మరియు $s = ut + \frac{1}{2} at^2$, నుండి

వస్తువు ఊర్ధ్వదిశలో చివరి సెకన్లో ప్రయాణించిన దూరం.

$s = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 5$ మీ

ఉదాహరణ-3

వివిధ ఎత్తుల నుండి జారవిడిచిన రెండు స్వేచ్ఛా పతన వస్తువులు భూమికి ఒకేసారి చేరుకున్నవి. రెండు వస్తువుల ప్రయాణ కాలాలు వరుసగా 2సె. మరియు 1సె. అయిన 1సె. ప్రయాణించిన వస్తువును పతనం చెందడం ప్రారంభించేటప్పటికి ($g = 10$ మీ/సె^{2} గా తీసుకోండి). 2సె. ప్రయాణించిన వస్తువు ఏ ఎత్తులో ఉంటుంది?



పటం-11

సాధన

2సె|| ప్రయాణకాలం గల వస్తువును మొదటిదని, 1 సె|| ప్రయాణ కాలం గల వస్తువును రెండవదని అనుకుందాం. రెండవ వస్తువు 1సెకను కాలంలో ప్రయాణించే దూరం

$h_2 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5$మీ

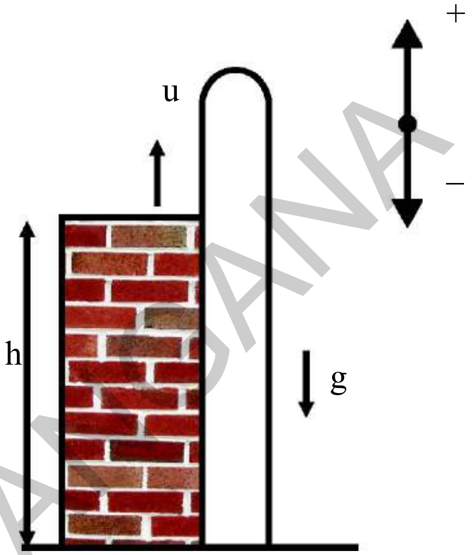
మొదటి వస్తువు 2 సె|| కాలంలో ప్రయాణించే దూరం h_1 అనుకుంటే $h_1 = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20$ మీ

కావున రెండవ వస్తువు జారవిడిచే సమయంలో, మొదటి వస్తువు భూ ఉపరితలం నుండి

$h = h_1 - h_2 = 20 - 5 = 15$ మీ. ఎత్తులో ఉంటుంది.

ఉదాహరణ-4

25మీ. ఎత్తు గల భవనం నుండి నిట్టనిలువుగా 20 మీ/సె వడితో ఒకరాయిని పైకి విసిరారు. ఆ రాయి భూమిని చేరడానికి ఎంత సమయం పడుతుంది. ($g = 10$ మీ/సె^{2} గా తీసుకొనండి)



పటం-12

సాధన: ఈ లెక్కను సాధించడంలో పటం:12 చూపిన విధంగా సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని పాటించాలి.

రాయిని పైకి ఏ బిందువద్ద నుంచైతే విసిరామో, ఆ బిందువును నిర్దేశిత బిందువు (point of reference)గా తీసుకోండి. ఈ బిందువునుండి పై దిశను ధనాత్మకంగాను, క్రింది దిశను ఋణాత్మకంగాను తీసుకుందాం.

ఇచ్చిన విలువలు $u = 20$మీ/సె.

$a = g = -10$ మీ/సె^{2}

$s = h = -25$ మీ. అవుతాయి.

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

$-25 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$

$-25 = 20t - 5t^2$

$-5 = 4t - t^2$

$\Rightarrow t^2 - 4t - 5 = 0$

SCERT, TELANGANA

Solving this equation,

We get, $(t - 5)(t + 1) = 0$

$t = 5$ or -1

$t = 5s$

The time it takes for the stone to reach the ground is 5s.

Example 5

Find the time taken, by the body projected vertically up with a speed of 'u', to return back to the ground.

Solution

Let us take the equation $s = ut + \frac{1}{2} a t^2$

For entire motion $s = 0$

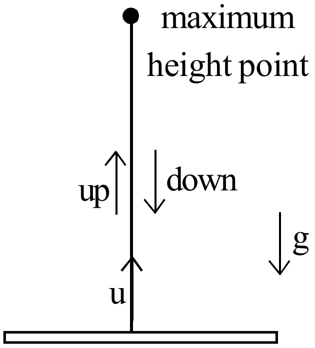


Fig-13

$a = -g$

$u = u$

$0 = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$\frac{1}{2}gt^2 = ut$

$t = 2u/g$

5.4 Weight

Weight of a body is the force of attraction on the body due to earth. So, from Newton's second law of motion.

$F_{net} = ma$

We get,

$W = mg$

It is measured in newtons

1 kg body weighs 9.8 N

2 kg body weighs 19.6 N

10kg body weighs 98 N

Activity-5

Can we measure the weight of free-fall body?

Let us find,

Fig-14 (a)

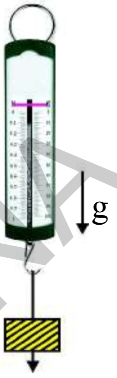


Fig-14 (b)

Take a spring balance and suspend it to the ceiling and put some weight to it. Note the reading of the spring balance. Now drop the spring balance with load from certain height to fall freely. Carefully observe the change in the position of indicator on the spring balance scale while it is in free-fall.

- What changes do you notice in the readings of spring balance in above two instances?
- Are the readings same? If not why?

Some of you might have the experience of diving into a swimming pool from certain height. (Don't try if you are not a swimmer).

- How do you feel during free-fall of your body from a height?

Activity-6

Observing the changes during the free-fall of a body

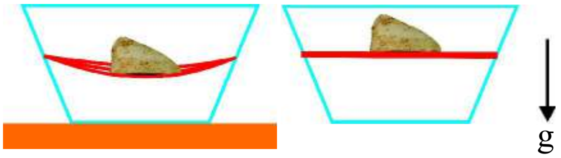


Fig-15(a) *Fig-15 (b)*

SCERT, TELANGANA

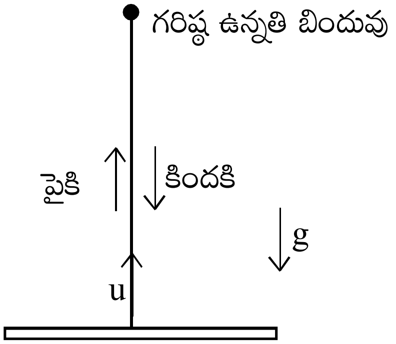
దీనిని సాధించగా, $(t-5)(t+1)=0$ కనుక $t = 5$ లేదా -1 కావున రాయి భూమిని చేరడానికి 5సె॥ సమయం పట్టును.

ఉదాహరణ – 5

'u' వడితో నిట్టనిలువుగా భూఉపరితలం నుండి పైకి విసిరిన వస్తువు భూమిని తిరిగిచేరడానికి ఎంత సమయం పడుతుంది?

సాధన

పైకి విసిరిన వస్తువు తిరిగి విసిరిన స్థానంకు చేరుకొనును కావున స్థానభ్రంశం S = O అగును.



పటం–13

తొలివేగం $u = u$ మరియు $a = -g$

చలన సమీకరణం $S = ut + \frac{1}{2} a t^2$ నుండి

$O = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$\frac{1}{2}gt^2 = ut$

$t = 2u/g$

5.4 భారం (Weight)

వస్తువుపై పనిచేసే భూమ్యాకర్షణ బలాన్ని "భారం" (Weight) అంటారు. కనుక న్యూటన్ రెండవ గమన నియమము నుండి

$F_{net} = ma$ కనుక

భారము $(W) = mg$ అవుతుంది

భారాన్ని న్యూటన్లలో కొలుస్తాం.

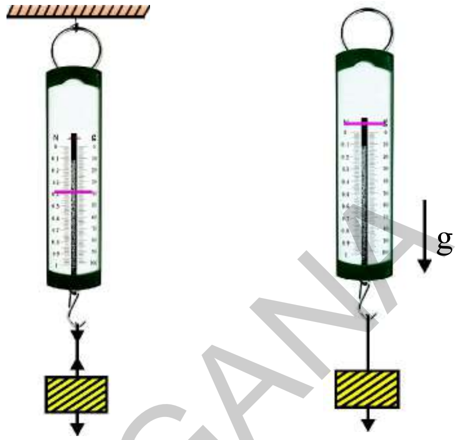
1 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల వస్తుభారం 9.8 న్యూటన్లు (N)

2 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల వస్తుభారం 19.6 న్యూటన్లు (N)

10 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల వస్తుభారం 98 న్యూటన్లు (N)

కృత్యం – 5

స్వేచ్ఛాపతన వస్తు భారం కొలవగలమా?



పటం–14(ఎ) పటం–14(బి)

ఒక స్ప్రింగ్ త్రాసును పటం 14(ఎ) లో చూపిన విధంగా ఏదైనా ఆధారం నుండి వ్రేలాడదీయండి. దానికి కొంతభారాన్ని తగిలించండి. స్ప్రింగ్ త్రాసు రీడింగును గుర్తించండి. భారం తగిలించి ఉన్న ఆ స్ప్రింగ్ త్రాసును దానిని ఆధారం నుండి వేరుచేసి స్వేచ్ఛగా వదిలివేయండి. స్వేచ్ఛా పతనంలో ఉన్నప్పుడు స్ప్రింగ్ త్రాసు స్కేలు సూచిక స్థానంలో మార్పును జాగ్రత్తగా గమనించండి.

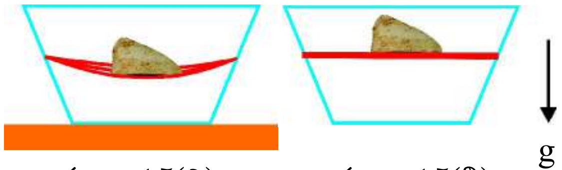
- పై రెండు సందర్భాలలో స్ప్రింగ్ త్రాసు చూపే రీడింగులలో మీరేం మార్పును గమనించారు?
- ఆ విలువలు సమానమా? కాదా?

కొంత ఎత్తు నుండి చెరువు నీటిలోనికి లేదా స్విమ్మింగ్ పూల్ లోనికి దూకిన అనుభవం మీకుందా? (ఈత రాకుండా ఇలా దూకే ప్రయత్నం చేయకండి).

- మీకు ఈ అనుభవం ఉంటే దూకే సందర్భంలో మీ శరీరం సేచ్ఛాపతన స్థితిలో ఉన్నపుడు మీరు మీ బరువును (భారాన్ని) గుర్తించగలుగుతున్నారా?

కృత్యం – 6

స్వేచ్ఛాపతన వస్తువు – జరిగే మార్పులు



పటం–15(ఎ) పటం–15(బి)

SCERT, TELANGANA

Take a transparent tray and make holes on opposite sides. Take two or three rubber bands and tie them tightly, close to each other between the holes. Now place a stone on the bands as shown in the figures 15(a) and 15(b).

- Do the bands bend?

Now drop the tray with stone.

- Now what happens?

We get the following results in free fall.

In spring - mass activity, the reading becomes zero. In jumping, the man feels weightlessness. In the activity-6, the bands are straight. No stretch occurs in the rubber bands. We treated the weight of an object as the force due to gravity upon it.

When in equilibrium on a firm surface, weight is balanced by a support force or when in suspension, by a supporting tension. In either case with no acceleration, weight equals to mg. A support force can occur without regard to gravity. The definition of the weight of something is the net force it exerts against a support.

Think and discuss

- When is your weight equal to mg?
- Give example of when your weight is zero?

5.5 Centre of gravity

Activity-7

Balancing of objects

Fig-16: Balancing of fork

Fasten a fork, spoon, and wooden match stick together as shown. The combination will balance nicely - on the edge of the glass as shown in Fig-16. Why?

Acivity-8

Can you get up without bending?

Fig-17

Sit in a chair comfortably as shown in fig-17. Try to get up from the chair without bending your body or legs.

SCERT, TELANGANA

పటం-15లో చూపిన విధంగా ఒక పారదర్శక ట్రేలాంటి పాత్రను తీసుకొని, దాని ఎదురెదురు భుజాలపై రంధ్రాలను చేయండి. 2లేక 3 రబ్బరుబ్యాండ్లను తీసుకొని రంధ్రాల మధ్య బిగుసుగా బిగించండి. ఆ రబ్బరు బ్యాండ్లపై ఒక రాయిని (పటం-15(ఎ), (పటం-15(బి)) చూపిన విధంగా ఉంచండి.

- రబ్బరు బ్యాండ్లలో ఏమైనా వంపు వస్తుందా?
- ఈ స్థితిలో రాయితో సహా మొత్తం పాత్రను స్వేచ్ఛగా వదిలిన ఏమి జరుగును?

స్వేచ్ఛ పతన వస్తువు ఫలితం కింది విధంగా ఉంటుంది.

స్ప్రింగ్ త్రాసు-ద్రవ్యరాశి కృత్యంలో, స్వేచ్ఛగా స్ప్రింగ్‌త్రాసు వదిలినప్పుడు దాని సూచి సున్నా రీడింగు చూపుతుంది. మనిషి ఎగిరినప్పుడు కాని ఎత్తునుండి కిందికి దూకేటప్పుడు కాని అతడు "భారరహితస్థితి"లో ఉంటాడు. అలాగే కృత్యం:6లో పాత్రను స్వేచ్ఛగా వదిలినపుడు రాయి వలన రబ్బరుబ్యాండ్లలో ఏర్పడిన వంపు ఉండదు. ఈ పరిశీలనల ద్వారా మీరేం అర్థం చేసుకున్నారు. మనం భూమ్యాకర్షణబలాన్ని "భారం" అంటామని తెలుసుకున్నాం.

ఒక వస్తువు ఏదైనా క్షితిజ సమాంతరతలంపై సమతాస్థితిలో ఉన్నప్పుడు ఆ తలం వస్తువుపై ప్రయోగించే బలం వల్ల భారాన్ని గుర్తించగలుగుతాం. ఇదే విధంగా వస్తువును సమతాస్థితిలో వ్రేలాడదీసినపుడు భారాన్ని, తాడులో గల తన్యత వల్ల గుర్తించగలం. పై రెండు సందర్భాల్లో వస్తుత్వరణం శూన్యం కనుక భారం, ఆధారిత బలానికి సమానం. అనగా భారం అభిలంబ బలం లేదా తన్యత వంటి బలానికి సమానం.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- నీ భారం ఎప్పుడు "mg" కు సమానం?
- నీ భారం శూన్యమయ్యే సందర్భాలకు ఉదాహరణను ఇవ్వండి.

5.5 గురుత్వకేంద్రం

కృత్యం - 7

కొన్ని వస్తువులను సమతాస్థితిలో (Balancing) ఉంచడం

పటం-16

ఒక స్పూన్, ఒక ఫోర్క్ మరియు భారయుత కడ్డీలను ఒక గ్లాసు అంచుపై పటంలో చూపిన విధంగా మొత్తం వ్యవస్థ సమతుల్య (balance) స్థితిలో ఉండేట్లు చేయండి. కొన్ని ప్రయత్నాల తర్వాత పటం-16 లో చూపిన విధంగా సమతుల్య స్థితిలో ఉండిపోతాయి. దీనికి కారణం ఏమై ఉంటుంది?

కృత్యం - 8

వంగకుండా మీరు పైకి లేవగలరా?

పటం-17

పటం 17లో చూపిన విధంగా కుర్చీలో కూర్చోండి. కాళ్లను మరియు వీపును, నడుము భాగాలను వంచకుండా పటంలో చూపినస్థితిలోనే ఉండి పైకి లేవడానికి ప్రయత్నించండి.

SCERT, TELANGANA

- Are we able to do so? If not why?

Activity-9

5.6 Balancing a ladder

Try to balance a ladder on your shoulder?

When does it happen?

We need to introduce the idea of "Centre of gravity" to understand this observation.

The center of gravity is simply the average position of weight distribution. The point where total weight appears to act is called **centre of gravity**.

Activity-10

Locating centre of gravity

Take a meter scale. Suspend it from various points. What do you notice? Suspend it from its mid point. What happens?

The center of gravity of a uniform object, such as meter scale, is at its midpoint. The stick behaves as if its entire weight was concentrated at that point. The support given to that single point gives support to the entire scale. Balancing an object provides a simple method of locating its centre of gravity.

See the Fig-18. The many small arrows represent the pull of gravity all along the meter scale. All of these can be combined into a resultant force acting through the centre of gravity.

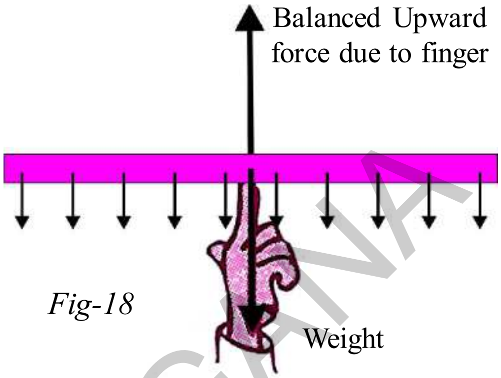


Fig-18

The entire weight of the scale may be thought of as acting at this single point. Hence we can balance the scale by applying a single upward force at this point.

- How to find the center of gravity of an object?

The center of gravity of any freely suspended object lies directly beneath the point

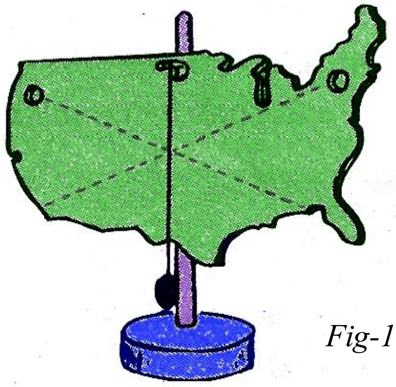


Fig-19

If a vertical line is drawn through the point of suspension, the center of gravity lies somewhere along that line. To determine exactly where it lies along the line, we have only to suspend the object from the some other point and draw a second vertical line through that point of suspension. The center of gravity lies where the two lines intersect.

SCERT, TELANGANA

- పైన తెలిపిన విధంగా చేయగలరా? లేకపోతే ఎందుకు చేయలేరు?

కృత్యం - 9

5.6 నిచ్చెనను సమతుల్య స్థితిలో ఉంచడం

నిచ్చెనను లేదా పొడుగాటి కర్రను నీ భుజంపై సమతాస్థితినందు ఉంచుటకు ప్రయత్నించండి.

అది ఎప్పుడు జరుగుతుంది?

పై కృత్యాలను అవగాహన చేసుకొనుట కొరకు మనం "గురుత్వకేంద్రం" అనే భావనను గురించి తెలుసుకోవాలి.

"ఒక వస్తువు మొత్తం భారం ఏ బిందువు గుండా పనిచేస్తుందో ఆ బిందువునే ఆ వస్తువు యొక్క **గురుత్వకేంద్రం** అంటాం". ఈ బిందువు యొక్క స్థానం, వస్తువు భారం ఏ విధంగా వితరణ చెందబడి వున్నదో అనే దానిపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

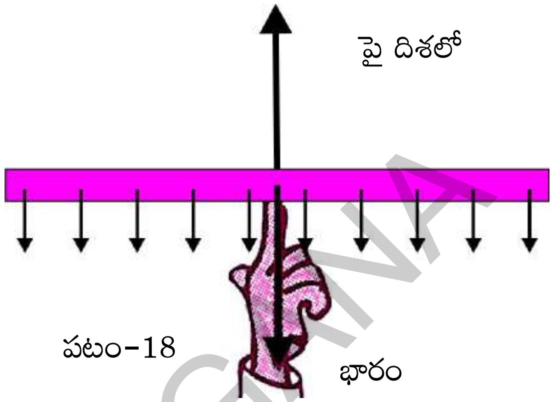
కృత్యం - 10

గురుత్వకేంద్రాన్ని కనుగొనుట

ఒక మీటరు స్కేలును తీసుకొని దానిని వేరు వేరు బిందువుల వద్ద నుండి తాడు సహాయంతో వ్రేలాడదీయండి. ఏం గమనించారు? ఇప్పుడు స్కేలును దాని మధ్యబిందువు నుండి వ్రేలాడదీయండి. ఏం జరిగింది? ఏం తేడా గమనించారు?

సమరీతి స్కేలు వంటి వస్తువుల యొక్క గురుత్వకేంద్రం వాని మధ్యబిందువుల వద్ద ఉండును. పై ఉదాహరణలో మీటరు స్కేలు యొక్క మధ్య బిందువు వద్ద స్కేలు భారం అంతా కూడా కేంద్రీకృతమై ఉన్నట్లు మనకు అనిపిస్తుంది. ఈ బిందువు వద్ద స్కేలుకు మనమిచ్చిన ఆధారం, స్కేలు మొత్తానికి ఆధారానిచ్చి స్కేలును క్షితిజ సమాంతరంగా ఉంచుతుంది. ఆ బిందువే దాని గురుత్వకేంద్రం. ఈ విధంగా వస్తువులను ఏ బిందువు వద్ద సమతాస్థితిలో ఉంచగలమో తెలుసుకుంటే ఆ వస్తువు యొక్క గురుత్వకేంద్రాన్ని నిర్ణయించగలం.

పటం-18 చూడండి. స్కేలుపై గల ప్రతిచిన్న భాగాన్ని భూమి ఆకర్షిస్తోంది. వాటిని చిన్న చిన్న బాణం గుర్తులతో సూచించాం. ఆ చిన్న, చిన్నబలాల ఫలితబలం ఒక బిందువు వద్ద పనిచేస్తుంది. ఆ బిందువే గురుత్వ కేంద్రం (Centre of gravity) అవుతుంది.



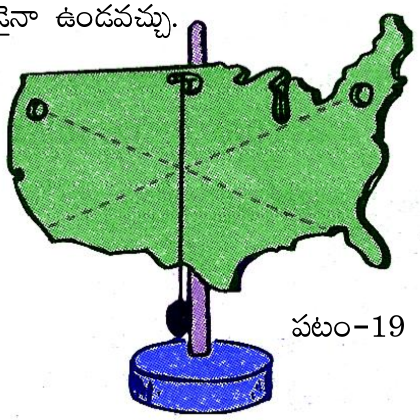
పటం-18

స్కేలు మొత్తం భారం ఈ బిందువు వద్ద పనిచేస్తుందని భావించవచ్చు కదా! స్కేలు యొక్క ఈ బిందువు వద్ద స్కేలు భారానికి వ్యతిరేకదిశలో అంతే బలాన్ని ప్రయోగించినప్పుడు మనం స్కేలును సమతాస్థితి నందు ఉంచగలం.

- ఒక వస్తువు యొక్క గురుత్వకేంద్రం నిర్ణయించడం ఎలా?

ఏదైనా స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీయబడిన వస్తువు యొక్క గురుత్వకేంద్రం వ్రేలాడదీయబడిన బిందువులకు నేరుగా ఉంటుంది.

స్వేచ్ఛగా వ్రేలాడదీసిన ఏ వస్తు గురుత్వకేంద్రమైనా, వ్రేలాడదీసిన బిందువు నుండి గీసిన క్షితిజ లంబముపై ఎక్కడైనా ఉండవచ్చు.


పటం-19

గురుత్వకేంద్రమును గుర్తించాలంటే అదే వస్తువును మరొక బిందువు ఆధారంగా వ్రేలాడదీసి, దాని నుండి క్షితిజ లంబాన్ని ఊహించాలి. ఈ రెండు రేఖల ఖండనబిందువునే గురుత్వకేంద్రంగా తీసుకోవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

Activity-11

Identifying the center of gravity of a ring

Find the centre of gravity of ring using the method explained in the above example.

- Where does the center of gravity of a ring lie?
- Does the center of gravity of a body exist outside the body?
- Does center of gravity of an object exist at a point where there is no mass of the object?

5.7 Stability

The location of the centre of gravity is important for stability. If we draw a line straight down from the centre of gravity of an object of any shape and it falls inside the base of the object, then the object will stable.

If the line through the center of gravity falls outside the base then the object will be unstable.

Activity-12

Shift of the center of gravity and its effects

When you stand erect, where is your centre of gravity?

Fig-20 (a) *Fig-20 (b)*

Try to touch your toes as shown in fig.- 20 (a). Try this again when standing against a wall as shown in fig.- 20 (b).

- Are you able to touch your toes in second case as shown in fig-20(b)? If not why?
- What difference do you notice in the center of gravity of your body in the above two positions?

Think and discuss

- Where does the centre of gravity of a sphere and triangular lamina lie?
- Can an object have more than one centres of gravity?
- Why doesn't the leaning tower of Pisa topple over?
- Why must you bend forward when carrying a heavy load on your back?

Key words

Uniform circular motion, centripetal acceleration, centripetal force, centre of gravity, law of gravitation, gravity weight, weightlessness, stability, free fall.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం - 11

ఒక రింగు గురుత్వకేంద్రాన్ని కనుగొనుట

పైన చెప్పిన పద్ధతిని ఉపయోగించి రింగు యొక్క గురుత్వకేంద్రాన్ని కనుగొనండి.

- రింగుకు గురుత్వకేంద్రం ఎక్కడ ఉంటుంది?
- దాని గురుత్వకేంద్రం వస్తువుపై ఉందా? లేదా బయట ఉంటుందా?
- ద్రవ్యరాశి లేనిచోట వస్తు గురుత్వకేంద్రం ఉండే వీలుందా?

5.7 స్థిరత్వం

ఒక వస్తు స్థిరత్వం, దాని గురుత్వకేంద్రంపై ఆధారపడి ఉంటుంది. వస్తు గురుత్వకేంద్రం గుండా గీసిన క్షితిజ లంబం, దాని ఆధార వైశాల్యం గుండా పోయినప్పుడు ఆ వస్తువు స్థిరత్వాన్ని కలిగిఉంటుంది.

ఒకవేళ గురుత్వ కేంద్రం నుండి గీసిన లంబం ఆధార వైశాల్యం నుండి బయటకు వచ్చినచో, ఆ వస్తువు స్థిరత్వాన్ని కోల్పోయి పడిపోతుంది.

కృత్యం - 12

గురుత్వకేంద్రం స్థానంలో మార్పు – దాని ఫలితం

మీరు నిటారుగా నిలబడినారనుకోండి. మీ శరీరం యొక్క గురుత్వ కేంద్రం ఎక్కడ ఉంటుంది?

పటం-20: (ఎ),

పటం-20: (బి)

మీరు నిలబడిన స్థానంలో ముందుకు వంగి పటం 20(ఎ) లో చూపినట్లు, మీ కాలివ్రేళ్లను పట్టుకోవడానికి ప్రయత్నించండి. తర్వాత ఒక గోడకు ఆనుకొని పటం 20(బి)లో చూపిన విధంగా కాళ్ళు గోడకు ఆనించి ఉంచి నడుము పై భాగంను ముందుకు వంచి మీ కాలివ్రేళ్లను పట్టుకోవడానికి ప్రయత్నించండి.

- రెండవ సందర్భంలో మీ కాలివ్రేళ్ళను ముట్టుకో గలిగారా? లేకపోతే ఎందుకు?
- రెండు సందర్భాలలో మీ శరీర గురుత్వకేంద్రం యొక్క స్థానాల్లో ఎటువంటి మార్పులను గమనించారు?

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- పలుచని సమతల త్రిభుజాకార వస్తువు మరియు గోళాకార వస్తువుల గురుత్వకేంద్రాలు ఎక్కడ ఉంటాయి?
- వస్తువుకి ఒకటి కంటే ఎక్కువ గురుత్వ కేంద్రాలు ఉండవచ్చా?
- “పీసా” అనే పట్టణంలో ఒక టవర్ కొంచెం వాలి ఉంటుంది. అయిన అది పడిపోవడం లేదు. ఎందుకు?
- వీపుపై అధిక భారాన్ని మోసే వ్యక్తి ఎందుకు కొంచెం ముందుకు వంగుతాడు?

కీలకపదాలు

సమ వృత్తాకార చలనం, అభికేంద్రత్వరణం, అభికేంద్రబలం, న్యూటన్ విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం, స్వేచ్ఛాపతనం, గురుత్వత్వరణం, భారం, భారరహితస్థితి, గురుత్వకేంద్రం, స్థిరత్వం, స్వేచ్ఛ పతనం.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- Motion of body with constant speed in a circular path is called uniform circular motion.
- The acceleration which causes changes only in direction of the velocity of a body in circular motion is called centripetal acceleration and it is always directed towards the center of the circle.
- The net force required to keep a body in uniform circular motion is called "Centripetal force". $F_C = \frac{Mv^2}{R}$.
- Every object in the universe attracts other bodies. The force of attraction between the bodies is directly proportional to the product of masses and inversely proportional to the square of the distance between them.
- All the bodies have the same acceleration ($9.8 m/s^2$) near the surface of the earth. But this acceleration slightly decreases as we move away from the surface of the earth.
- A body is said to be in free fall when only gravity acts on it. (its acceleration is 'g')
- Weight of an object is the force of gravity acting on it. W = mg
- During free fall condition, the body is in state of 'weightlessness'.
- The center of gravity is the point where total weight of the body acts.
- The body is in equilibrium when the weight vector goes through the base of the body.

SCERT, TELANGANA

Improve your learning

H2S7F3

I. Reflections on concepts

1. How do you explain that an object is in uniform circular motion (AS_1)
2. Calculate the acceleration of the moon towards earth's center. (AS_1)
3. Explain universal law of gravitation. (AS_1)
4. Explain some situations where the center of gravity of man lies outside the body. (AS_1)
5. Explain why a long pole is more beneficial to the tight rope walker if the pole has slight bending. (AS_7)

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- స్థిరవడితో వృత్తాకారమార్గంలో చలించే వస్తు చలనాన్ని సమవృత్తాకార చలనం అంటాం.
- వస్తు వేగ దిశలో మాత్రమే నిరంతరంగా మార్పు తీసుకొని వచ్చే త్వరణాన్ని అభికేంద్రత్వరణం అంటారు. దీని దిశ ఎల్లప్పుడూ వృత్తకేంద్రం వైపు ఉంటుంది.
- ఒక వస్తువును సమ వృత్తాకారచలనంలో ఉంచడానికి ప్రయత్నించే ఫలితబలాన్ని అభికేంద్ర బలం అంటాం. $F_C = Mv^2 / R$.
- విశ్వంలో ప్రతివస్తువు మరొక వస్తువును ఆకర్షిస్తుంది. రెండు వస్తువుల మధ్య ఆకర్షణ బలం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోనూ, వాటి మధ్య దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలోనూ ఉంటుంది.
- భూ ఉపరితలానికి దగ్గరగా చలించే అన్ని వస్తువులు ఒకే త్వరణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. ఆ విలువ 9.8మీ/సె^{2} కు సమానం. కాని మనం భూమి నుండి దూరంగా వెళ్ళినప్పుడు ఈ విలువ కొంత మార్పు వుంటుంది.
- ఒక వస్తువుపై భూమ్యాకర్షణ బలం మాత్రమే పనిచేస్తూ ఉంటే ఆ వస్తువును "స్వేచ్ఛాపతన వస్తువు" అంటాం.
- వస్తువుపై పనిచేసే భూమ్యాకర్షణ బలాన్ని "భారం" అంటారు.

$$W = mg$$

- స్వేచ్ఛా పతనస్థితిలో వస్తువు "భారరహిత స్థితి"లో ఉంటుంది.
- ఒక వస్తువు యొక్క మొత్తం భారం ఏ బిందువు గుండా పనిచేస్తుందో ఆ బిందువునే ఆ వస్తువు యొక్క గురుత్వకేంద్రం అంటాం.
- వస్తు గురుత్వకేంద్రం నుండి గీసిన క్షితిజ లంబం, దాని ఆధారిత వైశాల్య భాగం గుండా పోయినచో ఆ వస్తువు సమతాస్థితిలో లేక స్థిరత్వంలో ఉంటుంది.

అభ్యసనాన్ని మెరుగు పరుచుకుందాం

H4V9T9

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. ఒక వస్తువు సమవృత్తాకార చలనంలో ఉందని ఎలా చెప్తారు? (AS_1)
2. భూ కేంద్రంవైపు చంద్రుని త్వరణాన్ని లెక్కించండి. (AS_7)
3. విశ్వగురుత్వాకర్షణ నియమం వివరించండి. (AS_1)
4. ఏ ఏ సందర్భాల్లో మనిషి గురుత్వకేంద్రం తన నుండి బయటకు వస్తుందో కొన్ని ఉదాహరణలతో వివరించండి. (AS_1)
5. తాడుపై నడిచే వ్యక్తి పొడవైన, వంపు గల కర్రను ఎందుకు ఉపయోగిస్తాడు ? వివరించండి. (AS_1, AS_7)

SCERT, TELANGANA

II. Application of concepts

1. A car moves with constant speed of 10 m/s in a circular path of radius 10m. The mass of the car is 1000 kg. How much is the required centripetal force for the car?

   (Ans:10^4N) (AS_1)

2. A ball is projected vertically up with a speed of 50 m/s. Find the maximum height, the time to reach the maximum height, and the speed at the maximum height

   (g=10 m/ s^2) (AS_1) (Ans: 125m; 5s; zero)

3. Two spherical balls of mass 10 kg each are placed with their centers 10 cm apart. Find the gravitational force of attraction between them. (AS_1) (Ans: 10^4G. Newton)

4. A ball is dropped from a height. If it takes 0.2s to cross the last 6m before hitting the ground, find the height from which it is dropped. Take g = 10m/ s^2 (AS_1)

   (Ans: 48.05m)

5. What path will the moon take when the gravitational interaction between the moon and earth disappears? (AS_2)

6. Why is it easier to carry the same amount of water in two buckets, one in each hand rather than in a single bucket? (AS_7)

III. Higer Order Thinking questions

1. A man is standing against a wall such that his right shoulder and right leg are in contact with the surface of the wall along his height. Can he raise his left leg at this position without moving his body away from the wall? Why? Explain. (AS_7)

2. An apple falls from a tree. An insect in the apple finds that the earth is falling towards it with an acceleration 'g'. Who exerts the force needed to accelerate the earth with this acceleration? (AS_7)

Multiple choice questions

1. The acceleration which can change only the direction of velocity of a body is called [ ]

   a) Acceleration due to gravity b) Uniform acceleration
   c) Centripetal acceleration d) Deceleration

2. The distance between the Earth and the Moon is [ ]

   a) 3,84,400 Km b) 3,84,400 cm
   c) 84,000 Km d) 86,000 Km

SCERT TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. 10మీ. వ్యాసార్థం గల వృత్తాకార మార్గంలో 1000 కే.జీల కారు 10మీ/సె. వడితో చలిస్తున్నది. దానికి కావలసిన అభికేంద్ర బలం ఎంత? (10^4N) (AS_1)

2. 50మీ/సె.తో ఒక బంతిని నిట్టనిలువుగా పైకి విసిరాం. అది చేరే గరిష్ట ఎత్తు, ఆ ఎత్తు చేరడానికి పట్టే కాలం మరియు గరిష్ట ఎత్తు వద్ద దాని వేగాలను కనుక్కోండి? (AS_1) (g = 10మీ/సె^{2}) (125మీ; 5సె; zero)

3. 10 కిలో గ్రాముల ద్రవ్యరాశి గల రెండు గోళాకార వస్తుకేంద్రాల మధ్యదూరం 10సెం.మీ. వాటి మధ్య గల గురుత్వాకర్షణ బలం ఎంత? (AS_1) (10^4G - న్యూటన్)

4. ఒక బంతిని కొంత ఎత్తు నుండి జారవిడిచాం. అది నేలను తాకే ముందు చివరి 6మీ. దూరాన్ని 0.2సెకనుల్లో దాటితే ఆ బంతి ఎంత ఎత్తు నుండి జారవిడిచామో కనుక్కోండి. (g = 10మీ/సె^{2} గా తీసుకొనండి.) (AS_1) (48.05 మీ)

5. భూమి మరియు చంద్రుని మధ్య గురుత్వాకర్షణ బలం పనిచేయకపోతే చంద్రుని గమన మార్గం ఎలా ఉంటుందో ఊహించి రాయండి. (AS_2)

6. నీటితో నింపిన ఒక బకెట్‌ను మోయటం కంటే నీటితో నింపిన రెండు బకెట్‌లను రెండు చేతులతో మోయటం సులభం ఎందుకు?(AS_7)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. ఒక వ్యక్తి తన కుడి భుజం మరియు కుడికాలు గోడకు ఆనించి ఉన్నాడు. ఈ స్థితిలో అతను గోడకు ఆనించకుండా ఉన్న తన ఎడమ కాలుని పైకి లేపగలడా? ఎందుకు? వివరించండి. (AS_7)

2. ఒక చెట్టు నుండి ఆపిల్ జారిపడింది. ఆపిల్‌పై నున్న ఒక చిన్న చీమ, భూమి తనవైపు g త్వరణంతో చలిస్తుందని గమనించింది. భూమి నిజంగా చలిస్తుందా? ఒక వేళ చలిస్తే భూమికి ఈ త్వరణం పొందడానికి దానిపై పనిచేసే బలం ఏమిటి? (AS_7)

బహుళైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. వేగం యొక్క దిశను మాత్రమే మార్చే త్వరణం [ ]

   a) గురుత్వ త్వరణం b) సమ త్వరణం

   c) అభికేంద్ర త్వరణం d) ఋణత్వరణం

2. భూమికి, చంద్రుడికి మధ్య దూరం [ ]

   a) 3,84,400 కి.మీ. b) 3,84,400 సెం.మీ.

   c) 84,000 కి.మీ. d) 86,000 కి.మీ.

SCERT, TELANGANA

3. The value of Universal Gravitational Constant is [ ]

a) $6.67 \times 10^{-11} N.m^2Kg^{-2}$ b) $9.8 \ m/Sec^2$

c) $6.67 \times 10^{-12} N.m^2Kg^{-2}$ d) $981 \ m/Sec^2$

4. The weight of an object whose mass is 1 Kg is [ ]

a) $1 \ Kg/m^2$ b) $9.8 \ m/Sec^2$ c) 9.8 N d) $9.8 \ N/m^2$

Suggested Experiments

1. Conduct an experiment to find the Centre of Gravity of an object and write a report.

2. Conduct an experiment to find $\frac{2s}{t^2}$ value for a freely falling body and also find the value of 'g'.

Suggested Projects

1. Collect the information about the base area and stability of some objects with different shapes and write a report.

2. Collect information about the path of revolution of moon around the earth and write a report.

SCERT, TELANGANA

3. విశ్వగురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం విలువ [ ]

a) 6.67×10^{-11} NM^2Kg^{-2} b) 9.8 m/s^{-2}

c) 6.67×10^{-12} NM^2Kg^{-2} d) 981 m/s^{-2}

4. 1 కి.గ్రా. ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు భారం [ ]

a) 1 Kg/m^{-2} b) 9.8 m/s^{-2} c) 9.8 N d) 9.8 N/m^2

ప్రయోగాలు

1. ఒక వస్తువు యొక్క గురుత్వ కేంద్రాన్ని కనుగొనే ఏదేని ప్రయోగాన్ని చేసి నివేదిక రాయండి.

2. స్వేచ్ఛా పతన వస్తువుకు $\frac{2s}{t^2}$ కనుగొనే ప్రయోగం నిర్వహించి, g విలువను కనుగొనండి.

ప్రాజెక్టులు

1. మీరు వివిధ వస్తువుల నిర్మాణాలను పరిశీలించి, వాటి ఆధార వైశాల్యం – స్థిరత్వం సంబంధించిన సమాచారాన్ని ప్రాజెక్టు నివేదికలో తెల్పండి.

2. భూమి చుట్టూ చంద్రుడు కదిలే మార్గానికి సంబంధించిన సమాచారాన్ని సేకరించి నివేదిక రూపొందించండి.

SCERT, TELANGANA

Chapter 6

IS MATTER PURE?

P8B8G6

You might have gone to the market many times with your parents to purchase rice, salt, milk, ghee and other provisions. You must have tried to ensure that you got the purest possible milk and pure ghee etc. In our day to day language, 'pure' means something with no adulteration. But in chemistry pure means something different.

Let us find out what is pure in chemistry.

Activity-1

6.1 Is full cream milk pure?

Take some milk in a vessel. Spin it with a milk churner for some time. (See fig-1)

Fig-1: Churning of milk

After some time, you observe separation of a paste like solid out of the milk. This paste like solid called cream. So full cream milk contains more than one component like fat and water. It is therefore a mixture. We have already studied about mixtures in previous classes. Let us learn more about them.

Churning makes the lighter components to come to the surface when a mixture of liquids are spun rapidly. Commercially for separating the cream from milk, a machine called centrifuge is used. It follows the same principle. Centrifugation is also used in a diagnostic laboratory, to test blood and urine samples. The sample is taken in a centrifugation tube and the centrifugation tube is placed in a centrifugation machine. On rotation of the tubes with machine, the heavier particles settle to the bottom and the lighter particles come to the top of the test tube.

Fig-1(A): Centrifuge

Think and discuss

How does a laundry dryer squeeze out water from wet clothes?

6.1.1 What is a mixture?

Many things that we call pure are actually mixtures of different substances.

SCERT, TELANGANA

అధ్యాయం 6

మన చుట్టూ ఉన్న పదార్థం శుద్ధమేనా?

W1I4I1

మీరు, మీ తల్లిదండ్రులతో కలిసి బియ్యం, ఉప్పు,పాలు,నెయ్యి మొదలగునవి కొనడానికి మార్కెట్‌కు వెళ్లే ఉంటారు. శుద్ధమైన పాలు, నెయ్యిని కొనడానికి ప్రయత్నం చేసే ఉంటారు. మన దైనందిన భాషలో "శుద్ధ పదార్థం" (pure substance) అనగా ఎటువంటి కల్తీ లేని పదార్థం. కాని రసాయనశాస్త్ర పరిభాషలో 'శుద్ధత' (pure)కు వేరే అర్థముంది.

రసాయనశాస్త్రంలో శుద్ధత (pure) అంటే ఏమిటో చూద్దాం!

కృత్యం - 1

6.1 వెన్న తీయని పాలు శుద్ధమైనవా?

ఒక పాత్రలో పాలు తీసుకొని, కవ్వంతో కొద్దిసేపు చిలకండి (పటం-1చూడండి).

పటం-1: కవ్వంతో పాలను చిలకడం

ఇలా చిలికిన కొంతసేపటికి మెత్తని, చిక్కటి ఘనపదార్థంగా వెన్న (Cream) పాల నుండి వేరుకావడాన్ని మీరు గమనిస్తారు. దీనినిబట్టి పాలలో ఒకటి కంటే ఎక్కువ అనుఘటకాలు ఉంటాయని చెప్పవచ్చు. అందువలన ఇది ఒక మిశ్రమ పదార్థం. మనం క్రింది తరగతులలో మిశ్రమాల (mixtures) గురించి కొంత తెలుసుకొన్నాం. ఇపుడు వాటి గురించి మరింత వివరంగా తెలుసుకుందాం.

ద్రవ మిశ్రమాలను కవ్వంతో వేగంగా చిలికినపుడు (Churning) తేలికపాటి కణాలు ద్రవాల పై భాగాన్ని చేరుతాయి. మన ఇండ్లలో పాల నుండి వెన్న తీయుటకు ఈపద్ధతిని ఉపయోగిస్తాం. వ్యాపారాత్మకంగా పాల నుండి వెన్నతీయుటకు అపకేంద్ర యంత్రం (centrifuge) ను వాడుతారు. ఇది కూడా అదే సూత్రాన్ని అనుసరిస్తుంది. వైద్యశాలలో రక్త, మూత్ర నమూనాలను పరీక్షించుటకు అపకేంద్ర యంత్రాలను ఉపయోగిస్తారు. ఒక పరీక్ష నాళికలో పరీక్షించవలసిన నమూనాను తీసుకొని దానిని అపకేంద్ర యంత్రంలో పెడతారు. భారయుత కణాలు పరీక్షనాళిక అడుగుభాగానికి బలంగా తోసివేయబడి, తేలికపాటి కణాలుపై భాగంలో ఉండిపోతాయి.

అపకేంద్ర యంత్రం

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- లాండ్రీడ్రైయర్ (Laundry dryer) తడి బట్టల నుండి నీటిని ఎలా వేరుచేస్తుంది?

6.1.1 మిశ్రమం (Mixture) అనగా నేమి?

మనం శుద్ధమైనవిగా భావించే ఎన్నో పదార్థాలు నిజానికి వివిధ పదార్థాల మిశ్రమాలే.

SCERT TELANGANA

Juice is a mixture of water, sugar and fruit pulp. Even water we drink contains some salts and minerals. All the matter around us can be classified into two groups – pure substances and mixtures.

When a scientist says that something is pure, he means that the composition of the substance doesn't change, no matter which part of the substance you take for examination.

For example, whichever part of a pure gold biscuit is taken as a sample, the composition is found to be same throughout. (See fig.-.2)

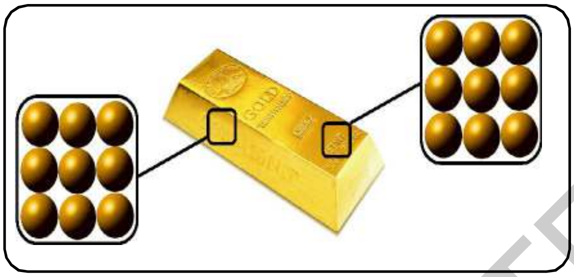


Fig-2: Pure gold biscuit

But, the composition in mixtures is not always same. The composition in some mixtures change, depending on the part you have taken as a sample.

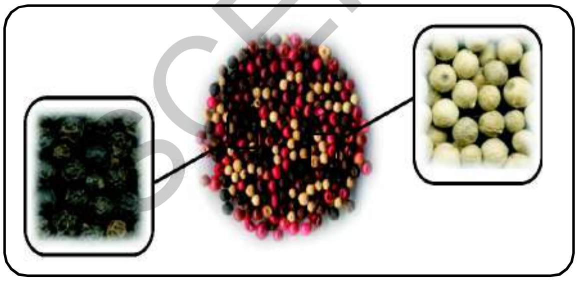


Fig-3: Mixture

A mixture is generally made of two or more components that are not chemically combined. The substances in a mixture retain their own properties, and they can be physically separated.

- What would you notice from the fig.-4a and 4b?

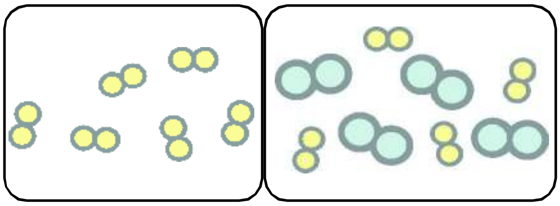


Fig-4: (a) Pure substance 4(b) Mixture

6.2 Types of mixtures

You have learnt about a mixture. Do you know the types of mixtures? What are they? Let's find out.

Mixtures can be in solid, liquid gaseous states or the combination of these three states.

Activity-2

Finding out homogeneous and heterogeneous mixtures

Take two test tubes, Now add one tea spoon of salt to both the test tubes. Fill one test tube with water and other with kerosene and stir them.

- What do you notice ?

In the first test tube you can observe that the salt dissolves completely. Such types of mixtures are called **homogeneous mixtures**. In other test tube salt is not dissolved. What do you conclude from this? Think!

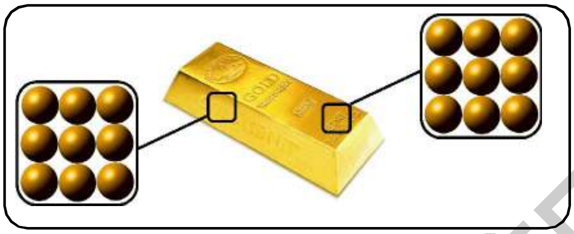
In a homogeneous mixture the components of mixture are uniformly distributed throughout the bulk. The components of a homogeneous mixture are too intimately mixed up that it will be difficult to distinguish them from one another by visual observation. For example air is a homogeneous mixture of many gases.

SCERT, TELANGANA

మనం త్రాగే పండ్ల రసం అనేది చక్కెర, నీరు, పండుగుజ్జుల (fruit pulp) మిశ్రమం. అలాగే మనం త్రాగే నీటిలో కూడా కొన్ని ఖనిజ లవణాలు కరిగి ఉంటాయని మనకు తెలుసు. మనచుట్టూ ఉన్న పదార్థాలను (matter) రెండు రకాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. అవి శుద్ధ పదార్థాలు, మిశ్రమపదార్థాలు.

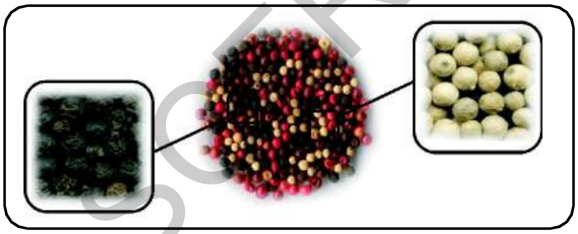
శాస్త్రవేత్తలు ఏదైనా పదార్థం శుద్ధమైనదని చెప్పారంటే, ఆ పదార్థం యొక్క ఏ భాగం నుండి తీసుకున్న నమూనాలోనైనా సంఘటనంలో మార్పు ఉండదు.

ఉదాహరణకు శుద్ధమైన బంగారం బిస్కెట్ నుండి ఏ సూక్ష్మ భాగాన్ని నమూనాగా తీసుకొని పరిశీలించినా సంఘటనం ఒకేలా ఉంటుంది. (పటం-2 చూడండి)



పటం-2 : శుద్ధమైన బంగారం బిస్కెట్

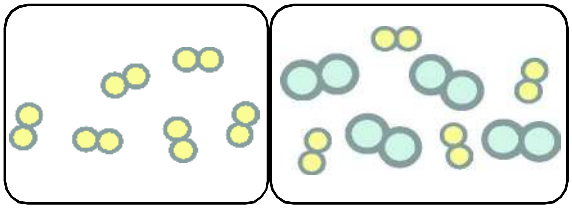
కానీ మిశ్రమాలలో ఎల్లప్పుడూ సంఘటనం ఒకే విధంగా ఉండదు. కొన్ని మిశ్రమాల సంఘటనం మనం నమూనాగా తీసుకొనే భాగాన్ని బట్టి మారుతుంది.



పటం-3: మిశ్రమం

సాధారణంగా రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ రకాల రసాయన సంయోగం చెందని అంశీభూతాల కలయిక ద్వారా ఏర్పడిన పదార్థాన్ని "మిశ్రమం" (mixture) అంటాం. అంటే ఒక మిశ్రమంలోని పదార్థాలు భౌతిక కలయికగానే ఉంటాయేగానీ రసాయన సంయోగంగా ఉండవు.

- పటం-4(ఎ) మరియు 4(బి)ల నుండి మీరు ఏమి గమనించారు?



పటం-4:(ఎ) శుద్ధ పదార్థం పటం-4(బి)మిశ్రమం

6.2 మిశ్రమాల రకాలు (Types of mixtures)

మిశ్రమం అంటే ఏమిటో తెలుసుకున్నాం. మిశ్రమాల రకాలేవో మీకు తెలుసా? ఇప్పుడు మనం వాటిని చర్చిద్దాం.

మిశ్రమాలు ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులలో లేదా ఈ మూడుస్థితుల కలయికగా ఉండవచ్చు.

కృత్యం - 2

సజాతీయ, విజాతీయ మిశ్రమాలను గుర్తించుట

రెండు పరీక్షనాళికలను తీసుకొని, ఒకదానిలో నీటిని రెండవ దానిలో కిరోసిన్‌ను కొంతవరకు పోయండి. రెండు పరీక్ష నాళికలలో ఒక చెంచా ఉప్పును వేసి బాగా కలపండి.

- రెండు పరీక్షనాళికలలో ఏ మార్పులు గమనించారు ?

మొదటి పరీక్ష నాళికలో గల నీటిలో ఉప్పు పూర్తిగా కరగడం గమనించవచ్చు. ఈ రకమైన మిశ్రమాన్ని **"సజాతీయ మిశ్రమం"** (Homogeneous mixture) అంటాం. రెండవ పరీక్ష నాళికలో గల కిరోసిన్‌లో ఉప్పు కరగదు. దీని నుండి మీరేం నిర్ధారణకు వచ్చారు? ఆలోచించండి.

మిశ్రమంలో ఉండే అంశీభూతాలు ఆ మిశ్రమం అంతటా ఏకరీతిగా విస్తరించి ఉంటే ఆ మిశ్రమాన్ని **'సజాతీయ మిశ్రమం'** అంటాం. సజాతీయ మిశ్రమాలలోని అంశీభూతాలు (Components) మనం వాటిని కంటితో వేరువేరుగా గుర్తించలేని విధంగా సంయోగం చెంది ఉంటాయి. ఉదాహరణకు గాలి అనేక వాయువుల సజాతీయ మిశ్రమం.

SCERT, TELANGANA

We all prepare a drink 'lemonade' and enjoy its taste. It is a mixture of water, sugar, lemon juice and salt. Is it homogeneous or not? If you taste a spoonful of lemonade, it tastes the same throughout. The particles of sugar lemon juice and salt are evenly distributed in this solution and we cannot see the components separately. We call such mixtures as homogeneous mixtures.

- Can you give few more examples of this kind?

You have observed in the above activity the salt added to kerosene has not dissolved in it. Mixtures of this type are called **heterogeneous mixtures**.

Heterogeneous mixture is a mixture made up of different substances. Which are not uniformly distributed in it. For example the mixtures "oil and water", "naphthalene and water" are heterogeneous mixtures.

Thus we can conclude that mixtures are two types homogeneous and heterogeneous. Do you know that these can again be classified into different kinds? Let us find out.

6.3 Solutions

All of us enjoy drinking soda water and lemonade. We know that they are examples of homogeneous mixtures. The homogeneous mixture of two or more substances is called a **solution**. Solutions can be in the form of solids, liquids, or gases. A solution has minimum two components, a solvent and a solute.The component of the solution that dissolves the other component in it (usually the component present in larger quantity) is called **solvent.** The component of solution usually the component present in lesser quantity that is dissolved in the solvent is called **solute**.

A solution of sugar is prepared by dissolving the sugar in water. In this solution, sugar (solid) is the solute and water (liquid) is the solvent. In the solution of iodine in alcohol (tincture of iodine) iodine (solid) is the solute and alcohol (liquid) is the solvent. All the aerated drinks are liquid solutions containing carbon dioxide (gas) as solute and water as solvent.

Can you give some more examples for solutions and tell the solute and solvent present in those solutions?

Think and discuss

- "All the solutions are mixtures, but not all mixtures are solutions". Discuss about the validity of the statement and give reasons to support your argument.
- Usually we think of a solution as a liquid that contains either a solid, liquid or a gas dissolved in it. But, we can have solid solutions. Can you give some examples?

Properties of a solution

In a solution the particles are so small in size that we cannot see them with our naked eyes. They do not scatter a beam of light passing through the solution and hence the path of light is not visible in a solution.

- Can you prove this with an experiment?
- If the solution is diluted, can the path of light be visible?

One more interesting property of solution is that, the solute particles do not settle down when left undisturbed. Can you give a reason? If the solute particles are settling down in a solution can we call it as a homogeneous mixture?

SCERT, TELANGANA

మనమందరం నిమ్మకాయ షర్బత్‌ను తయారుచేసి తాగి ఆనందిస్తాం. ఇది నీరు, నిమ్మరసం, చక్కెర, ఉప్పుల మిశ్రమం. ఇది సజాతీయమా? కాదా? ఒక చిన్న టేబుల్‌స్పూన్ రసం రుచిచూస్తే ఏ రుచి ఉంటుందో అదే రుచి ఆ రసం అంతటా ఉంటుంది. ఇందులో నీటిలో కరిగిన చక్కెర, నిమ్మరసం, ఉప్పు కణాలు ద్రావణమంతా ఒకేలా వ్యాపించి ఉంటాయి. వీటిని విడివిడిగా చూడలేం. ఇటువంటి మిశ్రమాలను సజాతీయ మిశ్రమాలు అంటాం.

- సజాతీయ మిశ్రమాలకు మీరు కొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వగలరా?

ఉప్పు కిరోసిన్‌లో కరగదని మనం పై కృత్యంలో పరిశీలించాం. ఈ విధమైన మిశ్రమాన్ని విజాతీయ మిశ్రమం (Heterogeneous mixture) అంటాం.

ఒక మిశ్రమంలో భిన్న పదార్థాలు కలిసినప్పటికీ, సజాతీయ మిశ్రమం ఏర్పరచకపోయినట్లయితే ఆ మిశ్రమాన్ని విజాతీయ మిశ్రమం అంటాం. నూనె – నీరుల మిశ్రమం, నాఫ్థలీన్–నీరుల మిశ్రమాలు విజాతీయ మిశ్రమాలకు ఉదాహరణలుగా చెప్పవచ్చును.

అనగా మిశ్రమాలు రెండు రకాలని అవి సజాతీయ, విజాతీయ మిశ్రమాలని మనం చెప్పవచ్చు. వీటిని ఇంకా కొన్ని రకాలుగా విభజించవచ్చని మీకు తెలుసా? ఇప్పుడు వాటిని గురించి తెలుసుకొందాం!

6.3 ద్రావణాలు (Solutions)

మనం సోడా నీటిని, నిమ్మరసాన్ని తాగి ఆనందిస్తుంటాం. ఇవి సజాతీయ మిశ్రమాలకు ఉదాహరణలని మనకు తెలుసు. రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ పదార్థాల సజాతీయ మిశ్రమాన్ని **'ద్రావణం'** అంటాం. ద్రావణాలు ఘన, ద్రవ, వాయు రూపాల్లో ఉండవచ్చు. ద్రావణం అనేది ద్రావితం (Solute), ద్రావణి (Solvent) అనే రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ అనుఘటకాల సజాతీయ మిశ్రమం. ద్రావణంలో తక్కువ పరిమాణంలో కరిగి ఉన్న పదార్థాన్ని **ద్రావితం** అని, ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉండి కరిగించుకొనే పదార్థాన్ని **ద్రావణి** అని అంటాం.

చక్కెర ద్రావణంలో చక్కెర ద్రావితం, నీరు ద్రావణి. అదేవిధంగా టింక్చర్ అయోడిన్ (tincture of iodine) ద్రావణంలో అయోడిన్ ద్రావితం, ఆల్కహాల్ ద్రావణి. శీతల పానీయాలు (Areated drinks) కార్బన్‌డైఆక్సైడ్‌ను ద్రావితంగాను, నీరు ద్రావణిగాను కల్గి ఉన్న ద్రవరూప ద్రావణాలు (liquid solutions).

ద్రావణాలకు మరికొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వండి. ఆయా ద్రావణాలలో ఏది ద్రావణియో, ఏది ద్రావితమో చెప్పండి.

ఆలోచించండి-చర్చించండి

- "అన్ని ద్రావణాలు మిశ్రమాలే కాని అన్ని మిశ్రమాలు ద్రావణాలు కావు". ఈ వాక్యం సరైనదో కాదో చర్చించి మీ వాదనను సమర్థించే విధంగా సరైన కారణాలు చెప్పండి.
- సాధారణంగా ద్రావణాలను ఘన/ద్రవ/వాయు పదార్థాలు కరిగిఉన్న ద్రవాలుగానే భావిస్తాం. కాని కొన్ని ఘన ద్రావణాలు కూడా ఉన్నాయి. వీటికి కొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వగలరా?

ద్రావణాల ధర్మాలు

ద్రావణంలో ఉన్న కణాలు మన కంటితో చూడలేనంత తక్కువ పరిమాణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. ద్రావణాలు తమగుండా ప్రసరించే కాంతి కిరణపుంజాన్ని పరిక్షేపణ (Scatter) చెందించలేవు. అందుకే కాంతిమార్గాన్ని ద్రావణంలో చూడలేం.

- దీనిని మీరు ప్రయోగం ద్వారా నిరూపించగలరా?
- ద్రావణాన్ని విలీనపరిచినపుడు (dilute), కాంతి మార్గాన్ని మనం చూడగలమా ?

ద్రావణం యొక్క మరొక ఆసక్తికరమైన ధర్మం ఏమిటంటే ద్రావణాన్ని కదిలించకుండా స్థిరంగా ఉంచినా సరే అందులో ఉండే ద్రావిత కణాలు అడుగు భాగానికి చేరవు. దీనికి కారణం చెప్పగలరా? ద్రావణంలోని ద్రావిత కణాలు అడుగు భాగానికి చేరితే వాటిని మనం సజాతీయ మిశ్రమాలు అంటామా?

SCERT, TELANGANA

- What would happen if you add a little more solute to a solvent?
- How do you determine the percentage of the solute present in a solution?

6.3.1 Concentration of a solution

Can we dissolve as much solute as we want in a given solvent? How do you decide the amount of solute that dissolves in a solvent?

Solubility is the number of grams of a solute that desolves in 100g. of solvent to form a saturated solution at a given temperature.

For example, take one gram of sugar and add 50ml of water to it. Also take 30gm of sugar and add the same amount of water to it in another beaker. Which one of the above solutions is called as dilute and which one is called concentrated?

Activity-3

Preparation of saturated and unsaturated solutions

Take 50 ml of water in an empty cup. Add one spoon of sugar to the water in the cup and stir until it dissolves. Keep on adding sugar to the cup and stir till no more sugar can be dissolved in it. How many spoons of sugar is added ?

Fig.5: Adding Sugar to water

When no more solute can be dissolved in the solution at a certain temperature, it is said to be a **saturated solution.** In a saturated solution, equilibrium with the undissolved solute at a certain temperature.

If the amount of solute present in a solution is less than that in the saturated solution, is called an **unsaturated solution**.

Can you tell what is saturation level? Is it the same for all solutions?

Now take the solution prepared by you into a beaker and heat it slowly by 5° to 6°C above the Room Temperature (do not boil). The undissolved solute dissolves. Add some more sugar to this solution. You notice that more sugar dissolves in it easily when it is heated.

Fig.6: Adding more sugar to water

Find out whether this is true for the salt solution also.

Activity-4

Factors affecting the rate of dissolving

Take three glass beakers and fill each of them with 100 ml of water. Add two spoons of salt to each beaker. Place the first beaker undisturbed, stir the water in the second beaker and warm the third beaker.

What do you observe from the above three situations? Which method allows the solute to dissolve in the solvent easily? If you increase the temperature of the third beaker, what will happen? Repeat the activity by using salt crystals instead of salt powder. What change do you observe?

What are the factors that affect the rate of the solubility of a solute?

SCERT, TELANGANA

Government's Gift for Students' Progress

- మీరు కొంచెం ఎక్కువ ద్రావితాన్ని ద్రావణికి కలిపితే ఏమి జరుగుతుంది?
- ఒక ద్రావణంలో ఎంత శాతం ద్రావితం ఉందో మీరు ఎలా నిర్ధారిస్తారు?

6.3.1 ద్రావణం గాఢత

ద్రావణంలో మనం అనుకున్నంత ద్రావితాన్ని కరిగించగలమా? ఒక ద్రావణంలో ఎంత ద్రావితాన్ని కలపగలమో అనే విషయాన్ని ఎలా నిర్ణయిస్తాం?

నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద 100 గ్రా. ద్రావణిని సంతృప్త ద్రావణంగా మార్చుటకు కరిగించవలసిన ద్రావిత భారాన్ని (గ్రాములలో) **ద్రావణీయత** అంటారు.

ఉదాహరణ : ఒక బీకరులో 1 గ్రాము చక్కెర, 50మి.లీ. నీటిని తీసుకోండి. మరొక బీకరులో 30 గ్రాముల చక్కెర 50 మి.లీ. నీటిని తీసుకోండి. ఈ రెండు బీకర్లలో ఉన్న ద్రావణంలో ఏది విలీనద్రావణం? ఏది గాఢద్రావణం?

కృత్యం - 3

సంతృప్త, అసంతృప్త ద్రావణాలను తయారుచేయుట

ఒక ఖాళీ కప్పులో 50మి.లీ. నీటిని పోయండి. దానిలో ఒక చెంచా చక్కెర వేసి కరిగేంత వరకు బాగా కలపండి. అది కరిగిన తర్వాత మరొక చెంచా చక్కెరను కలపండి. ఇలా దీనిలో చక్కెర ఇంకా ఏమాత్రం కరగదు అనేంత వరకు కలపండి. నీటిలో ఎన్ని చెంచాల చక్కెర కరిగింది?

పటం-5 : నీటికి చక్కెరను కలపడం

ఒక నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రావణంలో ఎంత ద్రావితం కరగ గలదో అంతే ద్రావితాన్ని కలిగి ఉన్న ద్రావణాన్ని **సంతృప్త ద్రావణం** (Saturated solution) అంటాం. ఒక నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద సంతృప్తద్రావణం ఇంకా ఏ మాత్రం ద్రావితాన్ని కరిగించుకోలేదు.

ఒక ద్రావణంలో గరిష్టంగా కరగగలిగే ద్రావిత పరిమాణం కంటే, తక్కువ ద్రావితం కరిగి ఉంటే ఆ ద్రావణాన్ని **అసంతృప్త ద్రావణం** (Unsaturated solution) అంటాం.

సంతృప్తస్థాయి (Saturation level) అంటే ఏమిటో చెప్పగలరా? ఇది అన్ని ద్రావణాలకు ఒకే విధంగా ఉంటుందా?

ఇప్పుడు కప్పులో మీరు తయారు చేసిన ద్రావణాన్ని ఒక బీకర్‌లోనికి తీసుకొని దానిని సన్నని మంటపై గది ఉష్ణోగ్రత కంటే 5^0C నుండి 6^0C ఎక్కువ వేడి చేస్తూ (మరిగించకుండా) దానికి ఇంకొంచెం చక్కెరను కలపండి. ద్రావణాన్ని వేడి చేసినప్పుడు ఎక్కువ చక్కెర కరగడాన్ని మీరు గమనించవచ్చు.

పటం-6 : మరింత చక్కెరను నీటిలో కలపడం

ఉప్పు ద్రావణం విషయంలో కూడా ఇది నిజమౌతుందో లేదో కనుగొనండి.

కృత్యం-4

ద్రావణీయతను ప్రభావితం చేయు అంశాలు

మూడు గాజు బీకర్లను తీసుకొని ఒక్కొక్క దానిలో 100మి.లీ. నీటిని నింపండి. ప్రతి బీకరులో రెండు చెంచాల ఉప్పుపొడిని **(salt powder)** వేయండి. మొదటి బీకరును నిశ్చలంగా ఉంచండి. రెండవ బీకరులోని ద్రావణాన్ని కలియబెట్టండి. మూడవ బీకరును గోరువెచ్చగా వేడి చేయండి.

పై కృత్యం లోని మూడు సందర్భాలలో ఏం మార్పును గమనించారు? ఏ ద్రావణి, ద్రావితాన్ని సులభంగా తనలో కరిగించుకుంది? మూడవ బీకరు ఉష్ణోగ్రత ఇంకొంచెం పెంచితే ఏం జరుగుతుంది? ఉప్పు పొడికి బదులుగా దాని స్ఫటికాలను **(crystal salt)** ఉపయోగించి పై కృత్యాన్ని తిరిగి చేయండి. ఈ సందర్భంలో ఎటువంటి మార్పును మీరు గమనిస్తారు? ద్రావణీయతను (Solubility) ను ప్రభావితం చేసే అంశాలేమిటి?

SCERT TELANGANA

From this activity we can conclude that the temperature, size of the solute particles, and stirring are some of the factors that affect the rate of solubility of solute in a solvent.

You know that solubility is the measurement of amount of solute that dissolves in a solvent at a certain temperature. If the amount of solute present is little, the solution is said to be **dilute**, and if the amount of solute present is more, the solution is said to be **concentrated.**

The concentration of a solution can be defined as the amount in grams(mass) of solute present in 100 grams of (mass) solution or the amount (mass) in grams of solute present in 100 ml of the solution.

There are many ways of expressing the concentration of a solution, we learn only about three of those.

(i) Mass percentage of a solute $= \dfrac{\text{Mass of solute}}{\text{Mass of solution}} \times 100$

(ii) Volume percentage of a solute $= \dfrac{\text{Volume of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$

(iii) Mass by volume percentage of a solute $= \dfrac{\text{Mass of solute}}{\text{Volume of solution}} \times 100$

Example - 1

A solution contains 50g of common salt in 200g of water. Calculate the concentration in terms of mass by mass percentage of the solute?

Solution

Mass of solute (salt) = 50g

Mass of solvent (water) = 200g

Mass of solution = Mass of solute + Mass of solvent

= 50g + 200g = 250g

Mass percentage of a solute =

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

$$= \frac{50}{250} \times 100 = 20\%$$

Example - 2

80ml of solution contains 20 g of solute. Calculate the concentration in terms of mass by volume percentage of the solution.

6.4 Suspensions and Colloidal Solutions

Activity-5

Finding of heterogeneous mixtures-suspensions and colloids

Take some chalk powder in a test tube. Take a few drops of milk in another test tube. Add water to these samples and stir with a glass rod. Observe whether the particles in the mixtures are visible. Can you call these mixtures as solutions? (Hint: Are the above solutions heterogeneous or homogeneous?)

Now do the following steps and write your observations in the table-1.

- Direct a beam of light from a torch or a laser beam on the test tubes. Is the path of the light beam visible in the liquid?
- Leave the mixture undisturbed for some time. What changes do you observe? Does the solute settle down after some time?
- Filter the mixtures. Did you find any residue on the filter papers?

SCERT, TELANGANA

నీటి ఉష్ణోగ్రత, ఉప్పు కణాల పరిమాణం, ద్రావణాన్ని కలియబెట్టుట మొదలగు అంశాలు ద్రావణంలో ద్రావితం కరిగే రేటును ప్రభావితం చేస్తాయని నిర్ధారించవచ్చు.

ద్రావణీయత అనేది ఒక ద్రావణిలో ఎంత ద్రావితం కరిగించగలమో చెప్పే ఒక కొలమానం అని మీకు తెలుసు. ఒక ద్రావణిలో ద్రావిత పరిమాణం తక్కువగా ఉంటే ఆ ద్రావణాన్ని **'విలీన ద్రావణం'** అని, ద్రావిత పరిమాణం ఎక్కువగా ఉంటే ఆ ద్రావణాన్ని **'గాఢ ద్రావణం'** అని అంటాం.

నిర్దిష్ట ఘనపరిమాణం (100 గ్రా) గల ద్రావణంలో కరిగియున్న ద్రావిత ఘనపరిమాణం (ద్రవ్యరాశి) లేదా నిర్దిష్ట పరిమాణం (100 గ్రా) ద్రవ్యరాశి గల ఒక ద్రావణం కలిగి ఉన్న ద్రావిత పరిమాణాన్ని ఆ ద్రావణ గాఢత అంటాం.

ద్రావణ గాఢతను వ్యక్తపరుచుటకు చాలా విధానా లున్నాయి. కానీ మనం ఇక్కడ అందులోని మూడింటిని నేర్చుకుందాం.

i) ద్రావిత ద్రవ్యరాశి శాతం $= \dfrac{\text{ద్రావిత ద్రవ్యరాశి}}{\text{ద్రావణం ద్రవ్యరాశి}} \times 100$

ii) ద్రావిత ఘనపరిమాణ శాతం $= \dfrac{\text{ద్రావిత ఘ.ప}}{\text{ద్రావణం ఘ.ప}} \times 100$

iii) ద్రావిత ద్రవ్యరాశి ఘనపరిమాణ శాతం $= \dfrac{\text{ద్రావిత ద్రవ్యరాశి}}{\text{ద్రావణ ఘనపరిమాణం}} \times 100$

ఉదాహరణ-1:

200గ్రా. నీటిలో 50గ్రా. ఉప్పు కరిగియున్నది. ఆ ద్రావణం యొక్క ద్రావిత ద్రవ్యరాశి శాతాన్ని కనుక్కోండి.

సాధన :

ద్రావిత ద్రవ్యరాశి = 50గ్రా॥

ద్రావణి ద్రవ్యరాశి (నీరు) = 200గ్రా॥

ద్రావణం ద్రవ్యరాశి = ద్రావిత ద్రవ్యరాశి + ద్రావణి ద్రవ్యరాశి

= 50 + 200 = 250 గ్రా॥

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

$= \dfrac{50}{250} \times 100 = 20\%$

ఉదాహరణ-2:

80 మిల్లీ లీటర్ల ద్రావణంలో 20 గ్రా. చక్కెర కరిగి ఉన్నది. ఆ ద్రావిత ద్రవ్యరాశి ఘనపరిమాణ శాతాన్ని కనుక్కోండి.

6.4 అవలంబనాలు మరియు కాంజికాభ కణ ద్రావణాలు

కృత్యం - 5

విజాతీయ మిశ్రమాలను అవలంబన మరియు కాంజికాభ కణ ద్రావణాలుగా గుర్తించుట :

ఒక పరీక్ష నాళికలో కొంచెం సుద్ద పొడిని మరొక పరీక్ష నాళికలో కొన్ని చుక్కల పాలను తీసుకోండి. ఈ రెండు పరీక్ష నాళికలకు కొంత నీటిని కలిపి గాజు కడ్డీతో బాగా కలపండి. ఈ మిశ్రమాలలో ఉన్న పదార్థ కణాలు మీకు కనిపిస్తున్నాయో లేదో పరిశీలించండి. ఈ మిశ్రమాలను ద్రావణాలు అని పిలవవచ్చా? (సూచన: మీరు తీసుకొన్న నమూనాలు సజాతీయ మిశ్రమాలో విజాతీయ మిశ్రమాలో ఆలోచించండి.)

ఇప్పుడు పై కృత్యాన్ని ఈ కింది సోపానాలలో పొడిగించండి మీ పరిశీలనలను పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి.

- టార్చిలైట్ / లేజర్ లైట్ నుండి వచ్చే కాంతిని నేరుగా పరీక్ష నాళికలోని ద్రవంపై పడేటట్లు చేయండి. ద్రవం గుండా ఈ కాంతి కిరణపుంజ మార్గం మీకు కనిపిస్తుందా?
- ఈ రెండు మిశ్రమాలను కదపకుండా కొద్దిసేపు ఒకచోట ఉంచండి. వాటిలో ఏమార్పును మీరు గమనించారు? కొంత సమయం గడిచిన పిదప ద్రావితం పరీక్ష నాళిక అడుగుభాగానికి చేరిందా?
- ఈ మిశ్రమాలను వడపోత కాగితంను ఉపయోగించి, వడపోయండి. వడపోత కాగితాలపై ఏదైనా అవశేషం గమనించారా?

పై కృత్యంలో నీటిలో కలిపిన సుద్దపొడి (Chalk)

SCERT, TELANGANA

Record your observations in the table - 1

Table-1

Mixture	Is the path of the light beam visible? (Yes/No)	Did solute settle down? (Yes/No)	Residue is seen on the filter paper (Yes/No)
Chalk, Water			
Milk, Water			

We find that the particles of chalk did not dissolve but remained suspended throughout the volume of the water. So this is a heterogeneous mixture because the solute particles didn't dissolve and the particles are visible to naked eye. Such heterogeneous mixtures are called ***suspensions.*** "Suspensions are the heterogeneous mixtures of a solid and a liquid, in which the solids do not dissolve, like mixture of soil and water".

In activity-5, particles of milk in the second test tube are uniformly spread throughout the mixture. Due to smaller size of milk particles it appears to be homogeneous but it is a heterogeneous mixture. These particles easily scatter a beam of visible light. Such mixtures are called ***colloids or colloidal solutions***. These mixtures possess the characteristics in between a solution and a suspension. (They are also called as colloidal dispersions. Colloidal dispersions may appear homogeneous but are actually heterogeneous.)

A large number of substances such as milk, butter, cheese, cream, gel, boot polish, and clouds in the sky etc. are some more examples of colloids.

Think and discuss

- Have you ever observed carefully the syrup that you take for cough? Why do you shake it before consuming?
- Is it a suspension or colloidal solution?

Colloidal solutions are heterogeneous in nature and always consist of at least two phases; **the disperse phase and the dispersion medium.** Disperse phase is the substance that present in small proportion and consists of particles of colloidal size (**1nm to 100nm**).

Dispersion medium is the medium in which the colloidal particles are dispersed. These two phases can be in the form of solid, liquid or a gas. Thus, different types of colloidal solutions are possible depending upon the physical state of the two phases.

Here are some common examples of colloids from our daily life. (See table-2) Don't try to memorize this table-2, it is given only for your information.

We studied that the particles in a colloidal solution can easily scatter a beam of visible light. This scattering of a beam of light is called the **Tyndall effect,** named after the scientist who discovered it.

You may observe this effect in your day to day life when a fine beam of light enters a room through a small hole or slit. You can try to see Tyndall effect at your home.

Select a room where the sunlight falls directly through a window. Close the windows in such a way that a slit is left open between the windows. (Don't close completely). What do you see?

SCERT, TELANGANA

పట్టిక-1

మిశ్రమం	కాంతి కిరణ పుంజ మార్గం కనిపిస్తుందా? (ఔను/కాదు)	ద్రావితం అడుగు భాగానికి చేరిందా? (ఔను/కాదు)	వడపోత కాగితంపై అవశేషం కనిపించిందా? (ఔను/కాదు)
సుద్దపొడి, నీరు			
పాలు, నీరు			

దానిలో కరగకుండా అవలంబనంగా (Suspended) నీరంతటా విస్తరించి ఉండటం మీరు గుర్తించవచ్చు. అనగా ఇది ఒక విజాతీయ మిశ్రమం అని చెప్పవచ్చు. ఎందుకంటే ద్రావిత కణాలు దీనిలో కరగలేదు, వీటిని మన కంటితో చూడగల్గుతున్నాం. ఇలాంటి విజాతీయ మిశ్రమాలను **"అవలంబనాలు" (Suspensions)** అంటాం. కరగని ఘనపదార్థం మరియు ద్రవ పదార్థం కలిసి ఉండే విజాతీయ మిశ్రమాలే అవలంబనాలు. ఉదాహరణకు మట్టిని నీటిలో కలిపినప్పుడు ఏర్పడే మిశ్రమాన్ని ఒక అవలంబనంగా చెప్పవచ్చు.

కృత్యం - 5 లో మీరు ఉపయోగించే రెండవ పరీక్ష నాళికలో ఉన్న పాల కణాలు, మిశ్రమం అంతటా ఏకరీతిగా విస్తరించి ఉంటాయి. పాలకణాల పరిమాణం చాలా తక్కువ కావడంచేత ఇది సజాతీయ మిశ్రమం మాదిరిగా కనిపిస్తుంది. కాని ఇది కూడా విజాతీయ మిశ్రమమే. ఈ మిశ్రమంగుండా కాంతి ప్రసరింపచేసి నప్పుడు పాల కణాలు కాంతిపుంజాన్ని సులభంగా పరిక్షేపణం (Scatter) చెందిస్తాయి. ఈ రకమైన మిశ్రమాలను కొల్లాయిడ్‌లు (Colloids) లేదా **కాంజి కాభ కణ ద్రావణాలు** (Colloidal solutions) అంటాం. వీటి లక్షణాలు ద్రావణాలు, అవలంబనాల లక్షణాలకు మధ్యస్థంగా ఉంటాయి. వీటిని కాంజికాభ ప్రావస్థలు అని కూడా అంటారు. కొల్లయిడ్లు సజాతీయ మిశ్రమాలుగా కనిపించినప్పటికి అవి విజాతీయ మిశ్రమాలు.

పాలు, వెన్న, జున్ను, క్రీమ్, జెల్ (Gel), షూ-పాలిష్ మరియు మేఘం వంటి ఎన్నో పదార్థాలు కొల్లాయిడ్ ద్రావణాలకు ఉదాహరణలు.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- జలుబు, దగ్గుతో బాధపడుచున్నప్పుడు మీరు త్రాగే సిరప్‌ను (Syrup) ఎప్పుడైనా జాగ్రత్తగా పరిశీలించారా? ఈ మందును త్రాగడానికి ముందు ఎందుకు బాగా కుదుపుతారు?
- ఇది అవలంబనమా? లేదా కాంజి కాభ కణ ద్రావణాలు?

సాధారణంగా కొల్లాయిడ్ ద్రావణాలు విజాతీయ మిశ్రమాలై ఉంటాయి. ఇవి కనీసం రెండు ప్రావస్థలను (Phase) కల్గి ఉంటాయి. వీటిలో ఒకటి **విక్షేపణ ప్రావస్థ** (dispersed phase) రెండవది **విక్షేపణ యానకం** (dispersion medium). విక్షేపణ ప్రావస్థ అనేది కొల్లాయిడ్‌లో తక్కువ పరిమాణంలో కలిసి ఉన్న పదార్థం మరియు ఇందులో ఉండే కొలాయిడ్ కణాల పరిమాణాలు(1*nm* **నుండి** 100*nm*) వరకు ఉంటాయి.

విక్షేపణ యానకం అనేది కొలాయిడ్ కణాలు, విస్తరించి ఉన్న ఒక యానకం. ఈ రెండు ప్రావస్థలు ద్రవ, ఘన, వాయు రూపాలలో ఏ రూపంలోనైనా ఉండవచ్చును. కావున రెండు ప్రావస్థల భౌతిక స్థితిపై ఆధారపడి వివిధ రకాల కొల్లాయిడ్ ద్రావణాలు ఏర్పడే అవకాశం ఉంటుంది.

నిత్యజీవితంలో మనకు తటస్థపడే కొన్ని కొలాయిడ్‌లు పట్టిక-2లో ఇవ్వబడినవి. (మీరు వీటిని గుర్తుంచుకునే అవసరం లేదు. ఇవి కేవలం మీకు సమాచారం అందించేందుకే ఇవ్వబడ్డాయి).

కొలాయిడ్‌లలో ఉండే కణాలు దృశ్య కాంతి పుంజాన్ని సులభంగా పరిక్షేపణం చెందిస్తాయని తెలుసుకున్నాం. ఈవిధంగా కాంతి పుంజాన్ని పరిక్షేపణం చెందించడాన్ని **టిండాల్ ప్రభావం** (Tyndall effect) అనిఅంటాం. ఈ ప్రభావాన్ని కనుగొన్న శాస్త్రవేత్త జ్ఞాపకార్థం దీనికి ఈపేరుపెట్టారు.

చిన్న రంధ్రం నుండి గానీ చీలిక నుండి గానీ సన్నని కాంతి ప్రసరిస్తున్నప్పుడు మీరు ఈ ప్రభావాన్ని గమనించ వచ్చు. మీ ఇంటివద్ద టిండాల్ ప్రభావాన్ని చూడడానికి ప్రయత్నించండి.

కిటికీగుండా నేరుగా సూర్యకిరణాలు పడే గదిని ఎంచుకోండి. కిటికీ తలుపులను పూర్తిగా మూసివేయ కుండా వాటి తలుపుల మధ్య సన్నని చీలిక ఉండేటట్లు చూడండి. కాంతి కిరణ పుంజం యొక్క మార్గాన్ని పరిశీలించండి. మీరేం గమనిస్తారు?

SCERT TELANGANA

Table-2: Type of Colloids and their Examples based on dispersion medium and dispersed phase

Dispersion Medium	Dispersed Phase	Colloid type	Examples
Gas	Liquid	Aerosol	Fog, clouds, mist
Gas	solid	Aerosol	Smoke, automobile exhaust
Liquid	Gas	Foam	Shaving cream
Liquid	Liquid	Emulsion	Milk, face cream
Liquid	solid	Sol	Mud, milk of magnesia
Solid	Gas	Foam	Foam, rubber, sponge, pumice stone
Solid	liquid	Gel	Jelly, cheese, butter
Solid	solid	Solid sol	Coloured gem stone, milky glass

You can also observe this phenomenon while walking on a road having a lot of trees on both sides. When the sunlight passes through branches and leaves you see the path of dust particles.

Try to observe the Tyndall effect in the kitchen when the smoke from the stove is exposed to sun light.

- Did you ever observe this phenomenon in the cinema halls?
- Have you ever got an opportunity of going through deep forests? If you go through deep forest you can experience this effect.

Fig-7: Tyndall effect in the forest

When sunlight passes through the canopy of a dense forest; mist contains tiny droplets of water, which act as particles of colloid dispersed in air.

Fig- 8: Ice cream

Is ice-cream a colloid ?

Ice cream is made by churning a mixture of milk, egg, sugar and flavours. This mixture is slowly chilled to form ice cream. The churning process disperses air bubbles into the mixture by foaming and breakup the large ice crystals into tiny particles. The result is a complex substance

SCERT, TELANGANA

పట్టిక-2 : విక్షేపణ యానకం మరియు విక్షేపణ ప్రావస్థల ఆధారంగా కొల్లాయిడ్ రకాలకు ఉదాహరణలు.

విక్షేపణయానకం	విక్షేపణ ప్రావస్థ	కొలాయిడ్ రకం	ఉదాహరణలు
వాయువు	ద్రవం	ఏరోసోల్	పొగమంచు, మేఘం, మంచు
వాయువు	ఘనం	ఏరోసోల్	పొగ, వాహనాలు వదిలే వాయువులు
ద్రవం	వాయువు	నురుగు	గడ్డంగీసుకునేందుకు వాడే క్రీమ్
ద్రవం	ద్రవం	ఎమల్షన్	పాలు,ముఖానికి రాసుకునే క్రీమ్
ద్రవం	ఘనం	సోల్	మిల్క్ ఆఫ్ మెగ్నిషియా, బురద
ఘనం	వాయువు	నురుగు	నురుగు, రబ్బర్, స్పాంజి, స్పాంజిరాయి
ఘనం	ద్రవం	జెల్	జెల్లి (Jelly), జున్ను, వెన్న
ఘనం	ఘనం	ఘనసోల్	రంగురాళ్ళు, మిల్కీ గాజు (Milky glass)

రెండువైపులా దట్టమైన చెట్లుగల రోడ్డుపై మీరు నడుస్తున్నపుడు కూడా ఈ దృగ్విషయాన్ని గమనించ వచ్చు. సూర్యకిరణాలు చెట్ల కొమ్మలు, ఆకులమధ్యగల ఖాళీ ప్రదేశంగుండా ప్రసరించినపుడు కిరణపుంజ మార్గంలో దుమ్ము, ధూళి కణాలను మీరు చూడవచ్చు.

వంటగదిలోని పొయ్యి నుండి వచ్చే పొగపై సూర్య కాంతి పడినపుడు కూడా టిండాల్ ప్రభావాన్ని చూడవచ్చు.

- సినిమా థియేటర్‌లలో ఈ దృగ్విషయాన్ని ఎప్పుడైనా గమనించారా?
- దట్టమైన అడవులగుండా మీరు ఎపుడైనా వెళ్ళే అవకాశం వచ్చిందా? మీరు దట్టమైన అడవుల గుండా వెళ్తే టిండాల్ ప్రభావం మీ అనుభవంలోకి వస్తుంది.

పటం-7: అడవుల్లో టిండాల్ ప్రభావం

దట్టమైన అడవుల ఉపరితలం (Canopy) నుండి సూర్యకాంతి కిందికి ప్రసరించినపుడు మంచులో ఉన్న చిన్నచిన్న నీటి బిందువులు గాలిలో వ్యాపించి కొలాయిడ్ కణాలు (Particles of colloid) గా వ్యవహరిస్తాయి.

పటం-8 : ఐస్‌క్రీం

ఐస్‌క్రీం ను మనం కొలాయిడ్ అనవచ్చా?

పాలు, గ్రుడ్డు, చక్కెర, రుచి, వాసననిచ్చే కొన్ని పదార్థాల మిశ్రమాన్ని (Flavours) గిలకరించి, నెమ్మదిగా శీతలీకరించడం ద్వారా ఐస్‌క్రీం తయారుచేస్తారు. గిలకరించడం (Churning) వలన గాలి బుడగలు నురుగు మాదిరిగా మిశ్రమం లోనికి వ్యాపించి పెద్ద ఐస్‌ముక్కలు చిన్నవిగా విఘటనం చెందుతాయి. దీని ఫలితంగా ఘన పదార్థాలు (కొవ్వులు, ప్రోటీన్‌లు), ద్రవాలు (నీరు), వాయువులు (గాలి బుడగలు) కలిసిపోయి ఒక సంక్లిష్ట పదార్థం (complex

SCERT, TELANGANA

which contains solids (milk fats and milk proteins), liquids (water) and gases (air bubbles). Now can you guess whether ice cream a colloid or not?

Can you explain now in a comparative way about suspensions and colloids? Let us see.

Think and discuss

- Is there any difference between a true solution and colloidal solution? If you find the differences, what are those differences?

Table-3: Properties of suspension and colloids

Suspensions	Colloids
Suspensions are heterogeneous mixtures.	Colloids are heterogeneous mixtures.
The particles of suspensions can be seen with be naked eyes.	The size of particles of colloid are too small to seen by naked eyes.
The particles of suspensions scatter a beam of scatter light passing through it and make its path visible.	The particles of colloids are big enough to a beam of light passing through it which makes its path visible.
The solute particles settle down when a suspension is kept undisturbed. When the quite particles settle down it does not scatter light any more.	The particles don't settle down when the colloid left undisturbed. i.e., colloid is quite stable.
Suspension is unstable. The components can be separated from the mixture by the process of filtration or decantation.	The components cannot be separated from the mixture by the process of filtration. But centrifugation technique is used in separation.

6.5 Separating the components of a mixture

Till now we have discussed the types of mixtures. Do you know techniques to separate these mixtures into their respective constituents?

Usually heterogeneous mixtures can be separated into their respective constituents by simple physical methods like handpicking, sieving, filtration etc., as we use in our day to day life.

Sometimes special techniques have to be used for the separation of the components of mixture. We have learnt in class VI, how to separate mixtures in various ways like, flotation, filtration, crystallization, chromatography etc. Let us see more.

SCERT, TELANGANA

substance) ఏర్పడుతుంది. ఇపుడు మీరు ఐస్‌క్రీమ్ కొలాయిడ్ అవుతుందో కాదో ఊహించగలరా?

అవలంబనాలు మరియు కొల్లాయిడ్లకు తేడాలను, పోలికలను మీరు చెప్పగలరా? ఇప్పుడు మనం ఈ ధర్మాలను పరిశీలిద్దాం.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- నిజ ద్రావణానికి, కొల్లాయిడ్ ద్రావణానికి మధ్య తేడాలు ఉన్నాయా? మీరు వాటి మధ్య తేడాలు గమనిస్తే అవి ఏమిటి?

పట్టిక-3: అవలంబనాలు మరియు కొలాయిడ్ ద్రావణాలు - ధర్మాలు.

అవలంబనాలు	కొల్లాయిడ్ ద్రావణాలు
ఇవి విజాతీయ మిశ్రమాలు	ఇవి విజాతీయ మిశ్రమాలు
అవలంబన కణాలను కంటితో చూడవచ్చు.	కొల్లాయిడ్ కణాలు చిన్నవి వీటిని విడివిడిగా కంటితో చూడలేం.
అవలంబన కణాల (Particles of suspension) ద్వారా కాంతి ప్రసరించినపుడు అది పరిక్షేపణం చెంది (Scatter) దాని మార్గం మనకు కనిపిస్తుంది.	కొల్లాయిడ్ కణాల పరిమాణాలు తక్కువగా ఉన్నప్పటికి అవి కాంతి పుంజాన్ని పరిక్షేపణం చెందించడం వలన వీటి గుండా కాంతి ప్రసరించినపుడు దాని మార్గం మనకు కనిపిస్తుంది.
వీటిని కదిలించకుండా ఉంచితే ద్రావిత కణాలు మెల్లగా అడుగు భాగానికి చేరుతాయి. ఈ విధంగా కణాలు నెమ్మదిగా అడుగు భాగానికి చేరినపుడు అవలంబనం విడిపోయి కాంతిని ఇక ఏమాత్రం పరిక్షేపణం చెందనీయదు.	ఈ ద్రావణాలు స్థిరమైనవి. వీటిని కదపకుండా ఉంచినా కూడా వీటి కణాలు అడుగు భాగానికి చేరవు.
అవలంబనాలు అస్థిరమైనవి వడపోత, తేర్చడం అనే ప్రక్రియల ద్వారా ఈ మిశ్రమాల నుండి వాటి అంశీభూతాలను వేరుచేయవచ్చు.	వడపోత ప్రక్రియ ద్వారా ఈ మిశ్రమాల నుండి దాని అంశీభూతాలను వేరుచేయలేం. వీటిని వేరు చేయడానికి అపకేంద్రిత విధానాన్ని ఉపయోగిస్తాం.

6.5 మిశ్రమంలోని అంశీభూతాలను వేరు చేయడం

ఇప్పటి వరకు మనం మిశ్రమాల రకాల గురించి చర్చించాం. ఈ మిశ్రమాలను వాటి అంశీభూతాలుగా వేరు చేసే పద్ధతుల గురించి మీకు తెలుసా?

సాధారణంగా మన నిత్యజీవితంలో విజాతీయ మిశ్రమాలను సాధారణ భౌతిక పద్ధతులైన ఏరివేయడం, జల్లెడ పట్టడం, వడ పోయడం ద్వారా వాటి అనుఘటకాలుగా వేరు చేస్తాం.

కొన్ని సందర్భాలలో ఒక మిశ్రమంలోని అంశీ భూతాలను వేరు చేయుటకు ప్రత్యేక పద్ధతులను ఉపయోగిస్తాం. 6వ తరగతిలో తేర్చడం, వడపోయడం, స్ఫటికీకరణం, క్రొమటోగ్రఫి వంటి మిశ్రమాలను వేరు చేయు పద్ధతులను నేర్చుకున్నాం. ఇపుడు మరిన్ని పద్ధతులను చూద్దాం.

SCERT, TELANGANA

6.6 Sublimation

Activity-6

Separation of components of mixture by sublimation

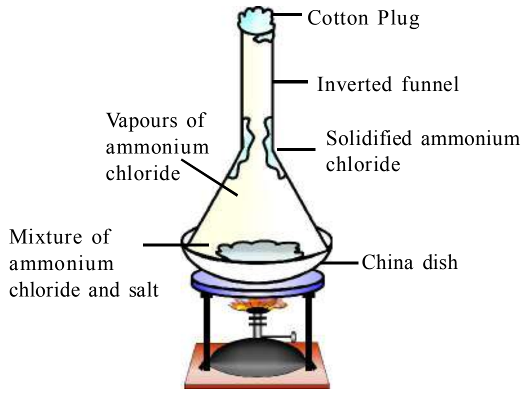


Fig-9:Separating ammonium chloride and salt

Take one table spoon of common salt, one tablespoon of ammonium chloride and mix them.

- Is the mixture heterogeneous? Give reasons.
- How do we separate the salt and ammonium chloride?

Take the mixture in a china dish. Take a glass funnel which is big enough to cover the dish. Plug the mouth of the funnel with cotton and invert it over the dish as shown in fig.-9. Keep the dish on the stand of stove and heat for some time and observe the walls of the funnel. Initially you find vapours of ammonium chloride and then solidified ammonium chloride on the walls of the funnel.

Try it for mixtures that have camphor or naphthalene.

Think and discuss

- Why do we use different separation techniques for mixtures like grain and husk as well as ammonium chloride and salt though both of them are heterogeneous mixtures?
- What is the basis for choosing a separation technique to separate mixtures?

6.7 Evaporation

Activity-7

Process of evaporation of water

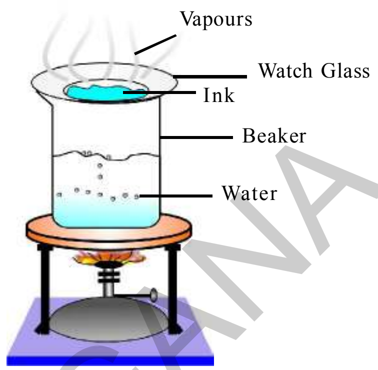


Fig-10: Evaporation of water

Take a beaker and fill it to half its volume with water. Keep a watch glass on the mouth of the beaker as shown in fig.--10. Put few drops of ink on the watch glass. Heat the beaker and observe the watch glass. Continue heating till you do not observe any further change on the watch glass.

What is evaporated from the watch glass? Is there any residue on the watch glass?

We know that ink is a mixture of a dye in water. We can separate the components in the ink using evaporation.

Think and discuss

- Is it possible to find out adulteration of kerosene in petrol with this technique?

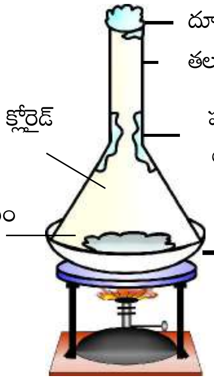
In activity-7 we saw that ink is a mixture of solute and solvent. Is the dye in ink a single colour? How many dyes are there in ink? How can we find out those? Is there any technique to separate the different components in the ink? That is where chromatography would help.

 Government's Gift for Students' Progress

6.6 ఉత్పతనం

కృత్యం - 6

ఉత్పతనం ద్వారా మిశ్రమంలోని అంశీభూతాలను వేరుచేయుట



పటం-9: ఉప్పు మరియు అమ్మోనియం క్లోరైడ్‌లను వేరుచేయడం

ఒక చెంచా ఉప్పును, ఒక చెంచా అమ్మోనియం క్లోరైడ్‌ను తీసుకొని వాటిని కలపండి.

- ఇది విజాతీయ మిశ్రమమా? కారణాలు తెలపండి.
- ఈ మిశ్రమం నుండి ఉప్పు, అమ్మోనియం క్లోరైడ్‌ను ఎలా వేరు చేస్తారు?

ఒక పింగాణి పాత్ర (China dish) లోనికి పై మిశ్రమాన్ని తీసుకొని ఒక గాజు గరాటును పటం-9లో చూపిన విధంగా పింగాణి పాత్ర పై బోర్లించండి. గరాటు చివరిభాగం దూదితో మూసి వేయండి. పింగాణి పాత్రను త్రిపాదిపై ఉంచి, కొద్దిసేపు వేడిచేసి గరాటు గోడలను పరిశీలించండి. ముందుగా అమ్మోనియం క్లోరైడ్ భాష్పాలను గమనిస్తారు. కొంతసేపటికి ఘనీభవించిన అమ్మోనియం క్లోరైడ్ గరాటు గోడలపై నిలిచి ఉండటాన్ని చూడవచ్చు.

కర్పూరం లేదా నాఫ్తలీన్ గల మిశ్రమాలను ఈ పద్ధతిలో వేరుచేయడానికి ప్రయత్నించండి.

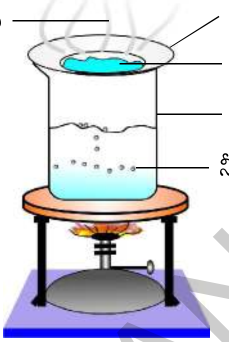
ఆలోచించండి - చర్చించండి

- ధాన్యం మరియు ఊక అదేవిధంగా అమ్మోనియం క్లోరైడ్ మరియు ఉప్పు మొదలగునవి విజాతీయ మిశ్రమాలు అయినప్పటికీ వాటిని వేరుచేయుటకు వేర్వేరు పద్ధతులను ఎందుకు వాడుతున్నాం?
- ఒక మిశ్రమాన్ని వేరు చేయడానికి ఏ పద్ధతి అనువైనది అనే విషయాన్ని దేని ఆధారంగా నిర్ణయిస్తామో చర్చించండి.

6.7 ఇగురుట

కృత్యం - 7

నీరు ఇగిరే ప్రక్రియ



పటం-10 : నీరు ఇగిరే ప్రక్రియ

ఒక బీకరులో సగం వరకు నీటిని నింపి దాని మూతిపై పటం-10లో చూపిన విధంగా వాచ్‌గ్లాసును ఉంచండి. ఆ వాచ్‌గ్లాసులో కొన్ని చుక్కల సిరాను వేయండి. బీకరును వేడిచేస్తూ, వాచ్‌గ్లాస్‌ను పరిశీలించండి. వాచ్ గ్లాస్‌లోని సిరాలో మార్పు జరగడం ఆగిపోయేంతవరకు వేడిచేయడాన్ని కొనసాగించండి.

వాచ్‌గ్లాస్‌నుండి ఇగిరిన పదార్థం ఏమై ఉంటుంది? వాచ్‌గ్లాస్‌లో ఏమైనా అవశేషం మిగిలిందా?

నీరు, రంగులు కలవడం వలన ఏర్పడిన మిశ్రమమే సిరా. ఈ కృత్యంలో మనం ఇగిరే ధర్మాన్ని ఉపయోగించి సిరా (మిశ్రమం) నుండి దాని అంశీభూతాలను వేరు చేసాం.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- ఇగిరే పద్ధతిని ఉపయోగించి పెట్రోల్‌లో కిరోసిన్ కల్తీని కనుగొనవచ్చునా?

కృత్యం-7లో మీరు సిరా అనేది ద్రావితం, ద్రావణిల మిశ్రమం అని తెలుసుకున్నారు. కాని సిరాలో ద్రావితంగా ఉన్న రంగులో ఒకటే రంగు ఉందా? దానిలో ఎన్ని ద్రావితాలు ఉన్నాయి? వాటిని కనుక్కోవడం ఎలా? సిరాలో గల రంగులో ఈ అంశీభూతాలను వేరుచేయడానికి ఏ పద్ధతి ఉపయోగ పడుతుంది? ఇలాంటి పరిస్థితులలో క్రొమటోగ్రఫీ (Chromatography) అనే ప్రక్రియను ఉపయోగిస్తాం.

SCERT TELANGANA

Chromatography is a laboratory technique for the separation of mixtures into its individual components. We can use chromatography to separate components in ink. The process can also be used to separate the coloured pigments in plants and flowers. It is used to determine the composition of mixtures.

6.8 Paper Chromatography

Lab Activity

Aim: Separating the components of ink using paper chromatography.

Material required: Beaker, rectangular shaped filter paper, black marker (non-permanent), water, pencil and cello tape.

Procedure : Draw a thick line just above the bottom of the filter paper using the marker. Pour some water in the beaker and hang the paper strip with the help of a pencil and cello tape in such a way that it should just touch the surface of water as shown in fig.- 11. Make sure that the ink line or mark does not touch the water.

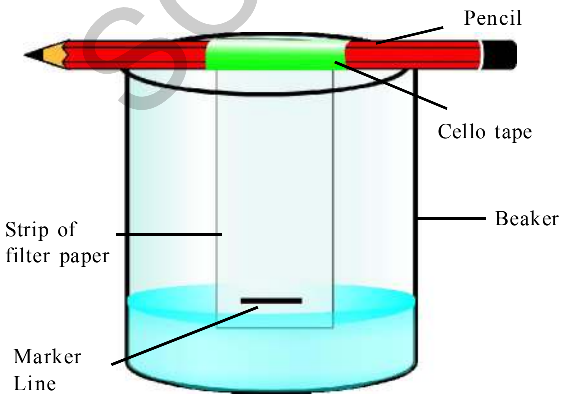


Fig-11: Separating the components of ink

Allow the water to move up the paper for 5 minutes and then remove the strip from water. Let it dry.

What colours did you observe in the black ink sample?

Take two more paper strips and markers as samples and do the experiment. Do the colours occur in the same order and in the same location on all the samples?

Instead of non permanent marker use a permanent marker. What will you observe?

Now touch the marker line to water. What will you notice?

Instead of thick line, draw a thin line on the paper strip with non- permanent marker? Will your results change in each case?

- Is chromatography used only to seperate components of coloured compounds?

6.9 Separation of immiscible and miscible liquids

A liquid is said to be miscible if it dissolve completely in another liquid. For example alcohol is miscible in water. Can you give some more examples for miscible liquids?

An immiscible liquid is one which doesn't dissolve but forms a layer over another liquid and can be separated easily like oil is immiscible in water.

Can you name any such liquids from your daily observation?

Do you know how to separate immiscible liquids?

SCERT, TELANGANA

క్రొమటోగ్రఫి (Chromatography) అనేది ఒక ప్రయోగశాల ప్రక్రియ. దీని ద్వారా ఒక మిశ్రమంలో గల భిన్న అంశీభూతాలను వేరు చేయవచ్చు. ఈ పద్ధతిని సిరాలో గల రంగులోని అంశీభూతాలను వేరు చేయడానికి ఉపయోగిస్తారు. మొక్కలలో, పుష్పాలలో ఉన్న రంగువర్ణకాలను (colour pigment) వేరుచేయడానికి కూడా ఈ పద్ధతి ఉపయోగపడుతుంది. అదే విధంగా ఈ పద్ధతిని వివిధ పదార్థాల రసాయన సంయోగాలను కనుగొనడానికి కూడా ఉపయోగించవచ్చు.

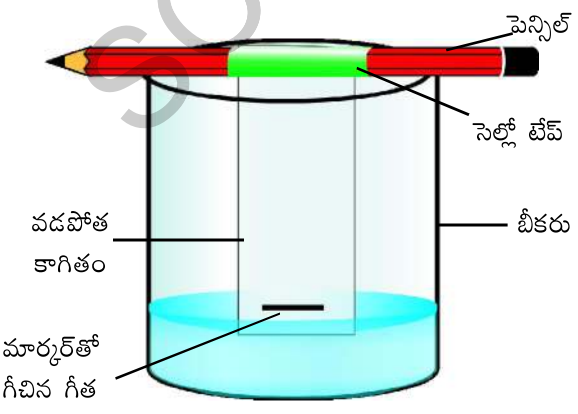
6.8 కాగితపు క్రొమటోగ్రఫి

ప్రయోగశాల కృత్యం

లక్ష్యం : సిరా లో ఉన్న అంశీభూతాలను కాగితం క్రొమటోగ్రఫి పద్ధతి ద్వారా వేరుచేయడం.

కావలసిన పదార్థాలు: బీకరు, దీర్ఘచతురస్రాకారపు వడపోత కాగితం, నలుపు రంగు మార్కర్ పెన్, నీరు, పెన్సిల్, సెల్లోటేప్.

విధానం : వడపోత కాగితం యొక్క అడుగు భాగానికి కొంచెం పైన మార్కర్‌తో ఒక లావు గీతను గీయండి. బీకరులో కొంచెం నీటిని పోసి, ఒక పెన్సిల్‌కు వడపోత కాగితంను సెల్లోటేప్‌తో అతికించి, కాగితం చివర నీటికి తగిలేటట్లు పటం 11లో చూపిన విధంగా వేలాడదీయండి. గీచిన గీత నీటికి అంటుకోకుండా చూడండి.



పటం-11: సిరాలో ఉన్న అంశీభూతాలను వేరుచేయడం

కాగితం ఒక చివర నీటికి తగిలేటట్లు ఉండడం వలన నీరు నెమ్మదిగా పైకి పాకుతుంది. 5ని॥ తర్వాత వడపోత కాగితాన్ని తొలగించి ఆరనీయండి.

నల్లని గీతలోని రంగు మార్పును గమనించండి. ఏ రంగులు పరిశీలించారు?

అదే మాదిరిగా మరో రెండు వడపోత కాగితాలు, మార్కర్‌లను ఉపయోగించి ఇదే ప్రయోగాన్ని మళ్ళీ చేయండి. పేపర్ పై నున్న నల్ల రంగు నమూనాలపై ఏర్పడిన రంగులు తిరిగి అదే క్రమంలో, అదే ప్రదేశంలో ఏర్పడ్డాయా? నాన్ పర్మినెంట్ మార్కర్‌కు బదులు పర్మినెంట్ మార్కర్‌ను వాడండి. ఏం గమనించారు? ఆ మార్కర్ గీతను నీటికి తగిలేటట్లు ఉంచితే ఏం మార్పును మీరు గమనిస్తారు?

లావు గీతకు బదులు సన్నని గీతను నాన్ పర్మినెంట్ మార్కర్‌తో గీయండి. ప్రతీ సందర్భంలో మీ ఫలితాలు మారాయా?

- క్రొమటోగ్రఫి (Chromatography) ని రంగు ద్రావణాల అంశీభూతాలను వేరు చేయడానికి మాత్రమే ఉపయోగిస్తామా?

6.9 అమిశ్రణీయ (Immiscible), మిశ్రణీయ (Miscible) ద్రవాలను వేరుచేయుట

ఒక ద్రవం మరొక ద్రవంలో పూర్తిగా కలిసిపోతే వాటిని **మిశ్రణీయ ద్రవాలు** (Miscible Liquids) అంటాం. ఉదాహరణకు ఆల్కహాల్ నీటిలో పూర్తిగా కరుగుతుంది. మిశ్రణీయ ద్రవాలకు మీరు మరికొన్ని ఉదాహరణలను ఇవ్వగలరా?

ఒక ద్రవం మరొక ద్రవంలో పూర్తిగా కలవకుండా నీటిలో నూనె మాదిరిగా ఒకదానిపై ఒకటి పొరలుగా ఏర్పడి సులువుగా వేరు చేయగలిగే ద్రవాలను అమిశ్రణీయ ద్రవాలు (immiscible liquids) అంటాం.

నిత్యజీవితంలో మీరు గమనించిన ఇలాంటి ద్రవాలను చెప్పగలరా?

అమిశ్రణీయ ద్రవాలను ఏ విధంగా వేరు చేస్తారో మీకు తెలుసా?

SCERT TELANGANA

Activity-8

6.9.1 Separation of immiscible liquids

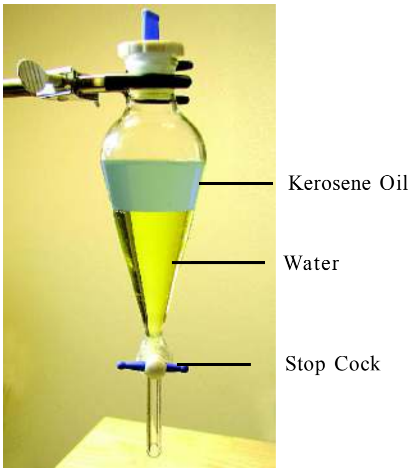


Fig-12: Separating funnel

You must have seen a mixture of oil and water. How many layers do you observe? How do you separate the two components?

Take a separating funnel and pour the mixture of kerosene and water in it. Let it stand undisturbed for some time. So that separate layers of oil and water are formed. Open the stopcock of the separating funnel and pour out the lower layer (water) carefully. Close the stopcock of the separating funnel as the oil reaches the stop-clock. This method is used to separate immiscible liquid according to their density.

6.9.2 Separation of a mixture of two miscible liquids

Sometimes a homogeneous solution is formed by the mixing of liquids. Some liquids have the property of mixing in all proportions, forming a homogeneous solution. Water and ethanol, for example, are miscible because they mix in all proportions. How can we separate such mixtures?

6.10 Distillation

Activity-9

Separation of two miscible liquids by distillation

Acetone and water are also miscible. Take a mixture of acetone and water in a distillation flask. Fit it with a thermometer and clamp it to stand. Attach the condenser to the flask and on the other side of the condenser keep a beaker to collect distillate. Heat the mixture slowly keeping a close watch on the thermometer. The acetone vaporizes and condenses in the condenser. Acetone can be collected from the condenser outlet. Water remains in the distillation flask.

The separation technique used above is called ***distillation***. Distillation is used in the separation of components of a mixture containing two miscible liquids. But there should be a large difference in the boiling points of the two liquids.

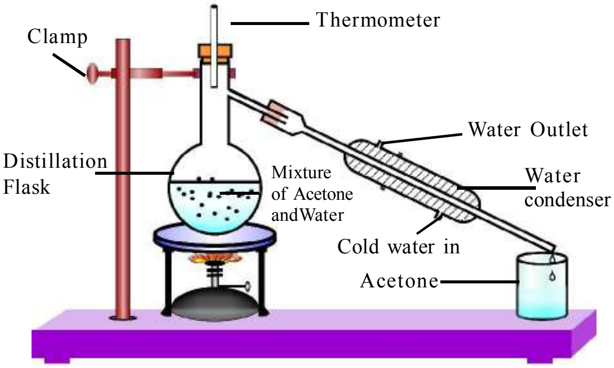
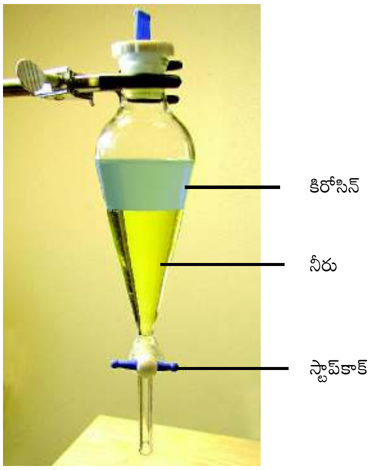


Fig-13: Separating the mixture of Acetone and water by distillation

SCERT TELANGANA

కృత్యం - 8

6.9.1 అమిశ్రణీయ (Immiscible) ద్రవాలను వేరుచేయడం



పటం-12: వేర్పాటు గరాటు

నూనె, నీరుల మిశ్రమాన్ని మీరు గమనించి ఉంటారు. దానిలో ఎన్ని పొరలుంటాయి? ఆ రెండు అనుఘటకాలను ఎలా వేరు చేస్తారు?

ఒక వేర్పాటు గరాటును (Separating Funnel) తీసుకొని దానిలోనికి నీరు మరియు కిరోసిన్/ఆముదం నూనెల మిశ్రమాన్ని పోయండి. ఈ గరాటును కొంత సమయం కదపకుండా స్థిరంగా ఉంచండి. దానివలన ఆముదం/కిరోసిన్, నీటి యొక్క పొరలు ఏర్పడతాయి. ఇపుడు వేర్పాటు గరాటుకు అమర్చి ఉన్న స్టాప్ కాక్‌ను (Stop Cock) తెరచి కింది పొరలో ఉన్న నీటిని నెమ్మదిగా బయటకు తీయండి. నూనె స్టాప్ కాక్‌ను చేరగానే వెంటనే దానిని మూయండి. ఈ పద్ధతిలో అమిశ్రణీయ ద్రవాలలోని అనుఘటకాలను వాటి సాంద్రతల ఆధారంగా వేరుచేయవచ్చు.

రెండు మిశ్రణీయ (Miscible) ద్రవాల మిశ్రమంను వేరుచేయుట

కొన్నిసార్లు రెండు ద్రవాలు కలవడం వలన సజాతీయ ద్రావణం ఏర్పడుతుంది. కొన్ని ద్రవాలు సులభంగా ఏ అనుపాతంలోనైనా పూర్తిగా కలిసిపోయే ధర్మాన్ని కలిగి ఉండడం వలన సజాతీయ ద్రావణాన్ని ఏర్పరుస్తాయి. దీనినే **మిశ్రణీయత** (Miscibility) అంటాం. ఉదాహరణకు నీరు, ఇథనాల్ ఏ అనుపాతంలో నైనా కలిసిపోతాయి కావున ఇవి మిశ్రణీయ ద్రవాలు. ఇలాంటి మిశ్రమాలను మనమెలా వేరుచేస్తాం?

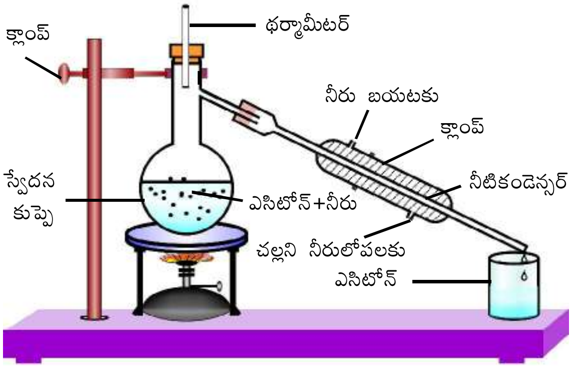
6.10 స్వేదనం

కృత్యం - 9

స్వేదన ప్రక్రియ ద్వారా మిశ్రణీయ ద్రవాలను వేరుచేయుట

ఎసిటోన్ (Acetone), నీరు కూడా మిశ్రణీయ ద్రవాలే. ఎసిటోన్, నీటి మిశ్రమాన్ని స్వేదన కుప్పెలో (Distillation Flask) తీసుకొండి. దీనికి థర్మామీటర్‌ను బిగించి స్టాండుకు అమర్చండి. కండెన్సర్ యొక్క ఒక చివరను స్వేదన కుప్పెకు బిగించి, మరొక చివరలో బీకరును ఉంచండి. మిశ్రమాన్ని నెమ్మదిగా వేడిచేస్తూ జాగ్రత్తగా థర్మామీటర్‌ను పరిశీలించండి. భాష్పీభవనం చెందిన ఎసిటోన్ కండెన్సర్‌లో ద్రవీభవనం చెందుతుంది. ద్రవరూపంలో ఉన్న ఎసిటోన్‌ను కండెన్సర్ చివర ఉన్న బీకరులో సేకరించవచ్చు. నీరు మాత్రం స్వేదన కుప్పెలోనే ఉండిపోతుంది.

పై విధంగా మిశ్రణీయ ద్రవాలను వేరు చేయడానికి వాడే ఈ పద్ధతిని **స్వేదనం** (distilation) అంటాం. రెండు మిశ్రణీయ ద్రవాలను కలిగి ఉన్న మిశ్రమంలోని అను ఘటకాలను వేరు చేయడానికి స్వేదన పద్ధతిని ఉపయోగిస్తాం. రెండు ద్రవాల భాష్పీభవన ఉష్ణోగ్రతలలో తేడా చాలా ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ఈ పద్ధతి ఉపయుక్తంగా ఉంటుంది.



పటం-13: స్వేదన ప్రక్రియ ద్వారా ఎసిటోన్, నీరుల మిశ్రమాన్ని వేరుచేయడం

SCERT, TELANGANA

6.11 What if the boiling points of the two liquids are close to each other?

To separate two or more miscible liquids when the difference in their boiling points is less than 25°C, fractional distillation process is used. If the difference in boiling points is greater than 25°C, a simple distillation is used.

Do you know what process of fractional distillation is?

The apparatus is similar to that for simple distillation except that a fractionating column is fitted in between the distillation flask and the condenser. A simple fractionating column is a tube packed with glass beads. The beads provide maximum possible surface area for the vapours to cool and condense repeatedly as shown in Fig.14

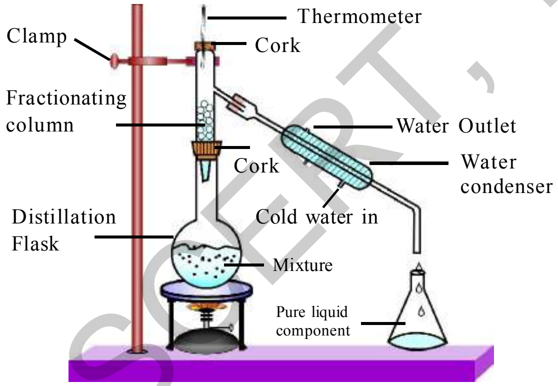


Fig-14: Fractional distillation

- Can you give any examples where we use this technique?
- How can we obtain different gases from air ?

We have learnt that air is a homogeneous mixture. Can it be separated into its components?

Let's see the flow chart which gives the steps of the process.

Air

↓

Compress and cool by increasing pressure and decreasing temperature

↓

Liquid air

Allow to warm up slowly in fractional distillation column

Gases get separated at different temperatures

↓

Points	Oxygen	Argon	Nitrogen
Boiling points (°C)	-183	-186	-196
% air by volume	20.9	0.9	78.1

Flow chart shows the process of obtaining gases from air

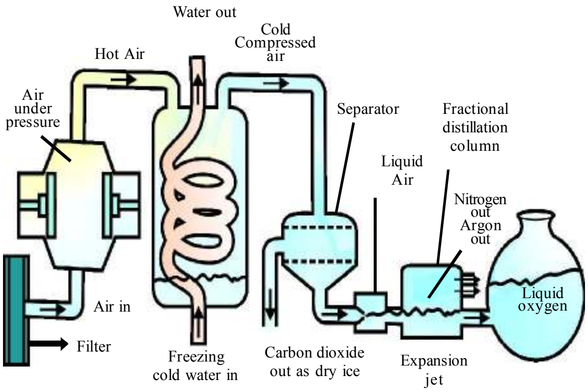


Fig-15: Separation of componants of air

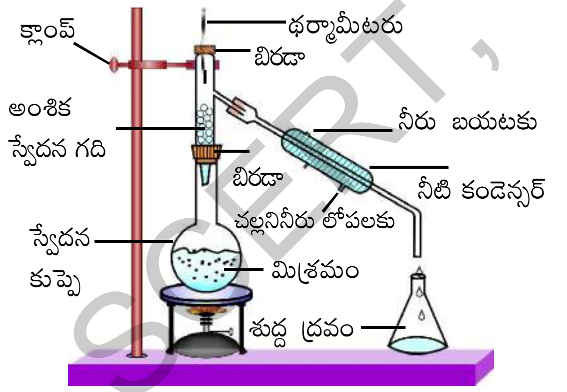
SCERT, TELANGANA

6.11 భాష్పీభవనస్థానాలలో వ్యత్యాసం చాలా తక్కువగా ఉన్న ద్రవాలను వేరు చేయడానికి ఏ పద్ధతి ఉపయుక్తమైనది?

రెండూ లేదా అంతకంటే ఎక్కువ మిశ్రణీయ ద్రవాల యొక్క భాష్పీభవన స్థానాలలో వ్యత్యాసం 25°C కంటే తక్కువగా ఉండే ద్రవాలను వేరు చేయడానికి అంశిక స్వేదన ప్రక్రియ (Fractional Distillation) ను ఉపయోగిస్తాం. ఈ వ్యత్యాసం 25°C కంటే ఎక్కువగా ఉంటే సాధారణ స్వేదన (Simple Distillation) ప్రక్రియను ఉపయోగిస్తాం.

అంశికస్వేదన (Fractional Distillation) ప్రక్రియ అంటే ఏమిటో మీకు తెలుసా?

అంశిక స్వేదన ప్రక్రియలో పరికరాల అమరిక సాధారణ స్వేదన పక్రియ మాదిరిగానే ఉంటుంది. అయితే స్వేదన కుప్పె మరియు కండెన్సర్‌ల మధ్య స్వేదన గది (Fractionating column) ఉంటుంది. స్వేదన గది అనేది గాజు పూసలు నింపబడిన ఒక నాళిక. భాష్ప వాయువులు నిరంతరంగా చల్లబడడానికి, ఘనీభవించడానికి అవసరమైనంత ఉపరితల వైశాల్యాన్ని గాజు పూసలు కల్పిస్తాయి. దీన్ని పటం-14 లో చూడవచ్చు.



పటం-14 : అంశిక స్వేదన ప్రక్రియ

- అంశిక స్వేదన ప్రక్రియను ఉపయోగించే సందర్భాలకు ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వగలరా?
- గాలి నుండి వివిధ వాయువులను మనమెలా వేరుచేస్తాం?

గాలి ఒక సజాతీయ మిశ్రమం అని మనకు తెలుసు. దానిలోని అనుఘటకాలను మనం వేరు చేయగలమా?

గాలిలోని అనుఘటకాలను వేరుచేసే ప్రక్రియలోని వివిధ దశలను తెలియజేసే ఫ్లోచార్టును పరిశీలించండి.

గాలి

↓

గాలిపై పీడనాన్ని పెంచుతూ, ఉష్ణోగ్రతను తగ్గిస్తూ చల్లబరడం

↓

ద్రవరూప గాలి

↓

ద్రవరూప గాలిని స్వేదన గది (fractionating Column) లోకి పంపి స్వల్పంగా వేడి చేయడం

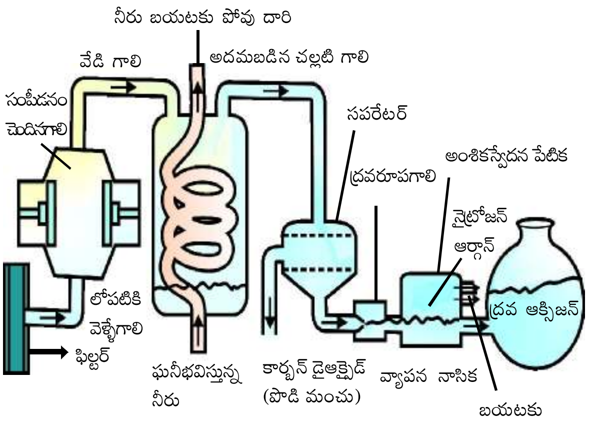
↓

వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద గాలిలోని వాయువులు వేరగుట.

↓

	ఆక్సిజన్	ఆర్గాన్	నైట్రోజన్
ద్రవీభవన స్థానాలు (°C)	-183	-186	-196
గాలిలో ఘనపరిమాణ శాతం (సుమారుగా)	20.9	0.9	78.1

గాలి నుండి వేరువేరు వాయువులను పొందే విధానాన్ని చూపే ఫ్లో చార్టు



పటం-15 : గాలిలోని అంశీభూతాలను వేరుచేయడం

SCERT, TELANGANA

If we want oxygen gas from air (fig.--15), we have to separate out all the other gases present in the air. The air is compressed by increasing the pressure and is then cooled by decreasing the temperature to get liquid air. This liquid air is allowed to warm up slowly in a fractional distillation column where gases separated at different temperatures depending upon their boiling points.

Think and discuss

- Arrange the gases present in air in increasing order of their boilling points. What do you observe?
- Which gas forms the liquid first as the air is cooled?

6.12 Types of pure substances

So far we have studied about mixtures example – substances whose components can be separated by physical methods. What about substance that cannot be separated further by any of the methods of separation? We call them as **pure substances.** Let us explore further about them.

Activity-10

Can we separate Sulphur and Oxygen from Copper sulphate

Take concentrated solution of copper sulphate in beaker and drop a piece of aluminum foil in it. After some time you will observe a layer of copper deposited on the aluminum foil. The solution becomes colourless. Why did this happen?

(recall activities of the chapter on Metals and Non-metals)

We know that a chemical reaction takes place among the copper ions present in the solution with aluminum and copper metal is separated. Does it mean that copper sulphate is a mixture? No it is not.

Here copper cannot be separated from sulpher and oxygen by any physical process. It can be separated only by a chemical reaction. Substances such as copper sulphate are called **compounds**.

SCERT, TELANGANA

Table-4 : 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 separated fairly easily by physical methods.	4. The constituents can be separated only by chemical or electrochemical reactions.

మనకు గాలిలోని ఆక్సిజన్ కావాలనుకుంటే, దానిలోని ఇతర వాయువులన్నింటిని వేరు పర్చాలి (పటం-15). పీడనం పెంచుతూ గాలిని సంపీడ్యం చెందించాలి. తర్వాత ఉష్ణోగ్రతను తగ్గించి చల్లబరచాలి. అప్పుడు గాలి చల్లబడి ద్రవరూపంలోనికి మారుతుంది. ద్రవరూపంలో ఉన్న గాలిని స్వేదన గదిలో వెచ్చబరిచినట్లయితే వేర్వేరు ఉష్ణోగ్రతల వద్ద వాయువులు వాటి మరుగు స్థానాలను అనుసరించి వేరవుతాయి.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- గాలిలోని వాయువులన్నింటిని వాటి వాటి మరుగుస్థానాలు పెరిగే క్రమంలో అమర్చండి. ఏం గమనించారు?
- గాలి చల్లబడడం వలన ఏ వాయువు ముందుగా ద్రవరూపంలోకి మారుతుంది?

6.12 శుద్ధ పదార్థాలు (Pure substances) - రకాలు:

మనం ఇప్పటివరకు మిశ్రమాల గురించి తెలుసుకున్నాం. మిశ్రమాల నుండి వాటి అంశీభూతాలను, వేరుపర్చు భౌతిక ప్రక్రియల గురించి నేర్చుకొన్నాం. కానీ కొన్ని పదార్థాల నుండి వాటి అంశీభూతాలను మనం చర్చించిన ఏ భౌతిక ప్రక్రియతో కూడా వేరు చేయలేం. ఇలాంటి పదార్థాలనే **శుద్ధపదార్థాలు** అంటాం. వీటి గురించి మరింత విస్తృతంగా తెలుసుకుందాం.

కృత్యం-10

కాపర్ సల్ఫేట్ నుండి సల్ఫర్ మరియు ఆక్సిజన్‌ను వేరుచేయగలమా?

గాఢ కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణాన్ని ఒక బీకరులో తీసుకొని, దానిలో ఒక అల్యూమినియం రేకును వేయండి. కొంత సమయానికి అల్యూమినియం రేకుముక్కపై కాపర్ పొర ఏర్పడడం పరిశీలించవచ్చు. కాపర్‌సల్ఫేట్ ద్రావణం తన రంగును కోల్పోతుంది. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది?

(గమనిక: 8వ తరగతిలోని లోహాలు మరియు అలోహాలు అధ్యాయంలోని అంశాలను గుర్తుకు తెచ్చుకోండి.)

గాఢ కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంతో అల్యూమినియం రేకు రసాయనిక చర్య జరుపుతుందని మనకు తెలుసు. ఈ చర్యలో కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణంలో కాపర్ లోహం వేరుపడి అల్యూమినియం రేకుపై పూతగా ఏర్పడుతుంది. అందువలన కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణాన్ని మనం మిశ్రమం అని అనగలమా? లేదు, అది మిశ్రమం కాదు.

ఎందుకంటే మనం ఇక్కడ కాపర్‌ను, సల్ఫర్ మరియు ఆక్సిజన్‌ల నుండి ఏ భౌతిక ప్రక్రియ ద్వారా కూడా వేరు చేయలేం. దీన్ని కేవలం రసాయనిక ప్రక్రియ ద్వారా మాత్రమే వేరుచేయగలం. అందుకే కాపర్ సల్ఫేట్ వంటి పదార్థాలను **సంయోగ పదార్థాలు** అంటాం.

పట్టిక - 4 : మిశ్రమాలు మరియు సంయోగ పదార్థాలు

మిశ్రమ పదార్థాలు	సంయోగ పదార్థాలు
1. మూలకాలు లేదా పదార్థాల కలయిక ద్వారా మిశ్రమాలు ఏర్పడతాయి, కాని క్రొత్త పదార్థాలు ఏర్పడవు.	1. మూలకాల రసాయన చర్య వలన సంయోగ పదార్థాలు (కొత్త పదార్థాలు) ఏర్పడతాయి.
2. మిశ్రమాలలో భిన్న అంశీభూతాలు ఉంటాయి.	2. ఈ పదార్థంలో ఒకే ఒక సమ్మేళనం ఉంటుంది.
3. మిశ్రమం, దాని అంశీభూత పదార్థాల ధర్మాలను చూపుతుంది.	3. కొత్తపదార్థం, పూర్తిగా భిన్న ధర్మాలను కలిగి ఉంటుంది.
4. మిశ్రమములోని అంశీభూతాలను భౌతిక ప్రక్రియల ద్వారా వేరుచేయవచ్చును.	4. అంశీభూతాలను రసాయనిక ప్రక్రియ ద్వారా లేదా విద్యుత్ రసాయన చర్యల ద్వారా మాత్రమే వేరు చేయగల్గుతాం.

SCERT, TELANGANA

We can define compounds as pure substances that can be separated into two or more components only by means of a chemical reaction.

We now have two types of pure substances

1. Compounds
2. Elements

Elements can be divided into metals, non-metals and metalloids. We have already studied properties of metals and non-metals. Can you write down the names of some elements that you know?

Elements have been used since the early days of civilisation. Metals such as iron, lead, copper, helped in the development of civilizations. For thousands of years, alchemists up to and including Isaac Newton attempted to unearth new elements, and study their properties.

Hennig Brand, a German alchemist, boiled urine to discover phosphorus in 1669. But it was not until the late 18th century that our knowledge of the elements really took off, as chemists developed new ways to purify and isolate elements.

Sir Humphry Davy, was extremely successful in discovering many elements - sodium, magnesium, boron, chlorine and many more. Robert Boyle used the term element and Lavoisier was the first to establish a useful definition of element. He defined.

An element as a basic form of matter that cannot be broken down into simpler forms by chemical reactions.

If any substance can be separated into two or more constituent parts by a chemical reaction, that substance is definitely a compound.

What do we get when two or more elements are combined? We can understand through an activity.

SCERT, TELANGANA

Activity-11

Understanding the nature of elements, compounds and mixtures

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

Activity for group-1:

Mix and crush iron fillings and sulphur powder. Check for magnetism in the material obtained. Bring a magnet near the material and check if the material is attracted towards the magnet.

Activity for group-2:

Mix and crush iron fillings and sulphur powder. Heat this mixture strongly in china dish on a spirit lamp till it becomes black. Remove it from flame and let the mixture cool. Check for magnetism in the material obtained. Compare the texture and colour of the material obtained by the two groups.

సంయోగ పదార్థాలను మనం "శుద్ధ పదార్థాలు"గా చెప్పవచ్చు. వీటిని రసాయనిక చర్య ద్వారా మాత్రమే రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ అనుఘటకాలుగా (Components) విడగొట్టగల్గుతాం.

శుద్ధ పదార్థాలు రెండు రకాలు అవి

1. సంయోగ పదార్థాలు (Compounds)
2. మూలకాలు (Elements)

మూలకాలను లోహాలు, అలోహాలు మరియు అర్ధలోహాలు (Metalloids)గా విభజిస్తాం. మీరు వీటిలో లోహాలు, అలోహాల ధర్మాలను ఇదివరకే తెలుసు కొన్నారు. మీకు తెలిసిన మూలకాల పేర్లు రాయండి.

నాగరికత ప్రారంభదశ నుండి మూలకాల వినియోగం ఉంది. ఇనుము, సీసం, రాగి మొదలగునవి నాగరికత అభివృద్ధికి ఎంతో తోడ్పడ్డాయి. కొన్ని వేల సంవత్సరాల నుండి రసవాదులు (Alchemists) మొదలుకొని ఐజక్ న్యూటన్ వరకు కొత్త మూలకాలను కనుగొనే ప్రయత్నం చేశారు, వాటి ధర్మాలను అధ్యయనం చేశారు.

1669వ సం॥లో హెన్నింగ్ బ్రాడ్ (Henning Brad) అనే జర్మనీ రసవాది (Alchemist) మూత్రాన్ని మరిగించి భాస్వరం (Phosphorous) ను కనుగొనే ప్రయత్నం చేశాడు. 18వ శతాబ్దం చివరికి రసాయన శాస్త్రవేత్తలు కనుగొన్న నూతన 'శుద్ధిచేసే' ప్రక్రియలు "మూలకాలను వేరుచేయు ప్రక్రియల" వల్ల మూలకాల కు సంబంధించిన విజ్ఞానం అందుబాటులోకి వచ్చింది.

సర్ హంప్రిడవే (Sir humptry Davy) సోడియం, మెగ్నీషియం, బోరాన్, క్లోరిన్ వంటి ఎన్నో మూలకాలను కనుగొనుటలో విజయం సాధించాడు. 'మూలకం' (Element) అనే పదాన్ని మొదట రాబర్ట్ బాయిల్ (Robert Boyle) ఉపయోగించాడు. లేవోయిజర్ (Lavoisier) మూలకానికి ఒక ఉపయుక్తమైన నిర్వచనాన్ని ఇచ్చాడు.

"మూలకం అనేది పదార్థం యొక్క మూల రూపం. ఇది రసాయనచర్యలలో మరికొన్ని కణాలుగా విడిపోదు" అని లేవోయిజర్ నిర్వచించాడు.

ఒక రసాయనచర్యలో ఏదైనా పదార్థం, రెండు లేక అంతకంటే ఎక్కువ అనుఘటకాలుగా విడిపోతే ఆ పదార్థం తప్పకుండా సంయోగ పదార్థమే.

రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ మూలకాలు కలిసినపుడు ఏం ఏర్పడుతుందో ఇప్పుడు మనం తెలుసుకుందాం.

కృత్యం - 11

మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలు, మిశ్రమాల స్వభావాన్ని అవగాహన చేసుకోవడం

తరగతి గదిని రెండు సమూహాలుగా విభజించండి. ఈ రెండు సమూహాలకు ఒక పింగాణి పాత్రలో 5గ్రా॥ల ఇనుప రజను (Iron fillings) మరియు 3గ్రా॥ సల్ఫర్ పొడిని కలిపి ఇవ్వండి.

జట్టు-1 కృత్యం

ఇనుప రజను, సల్ఫర్ పొడిని బాగా కలిపి ఈ మిశ్రమం దగ్గరకు ఒక అయస్కాంతాన్ని తీసుకురండి. ఈ మిశ్రమం అయస్కాంతంచేత ఆకర్షించబడిందా? లేదా? పరిశీలించండి.

జట్టు-2 కృత్యం

ఇనుప రజను, సల్ఫర్ పొడిని బాగా కలిపి, ఈ మిశ్రమాన్ని ఒక చైనా డిష్‌లో తీసుకొని సారాయి దీపంతో నల్లగా మారేవరకు వేడిచేసి చల్లార్చండి. ఈ మిశ్రమం యొక్క అయస్కాంత ధర్మాన్ని పరిశీలించండి. రెండు సమూహాలలో ఏర్పడిన మిశ్రమాల రంగును, కణాల అమరికను (Texture)ను పోల్చి చూడండి.

SCERT, TELANGANA

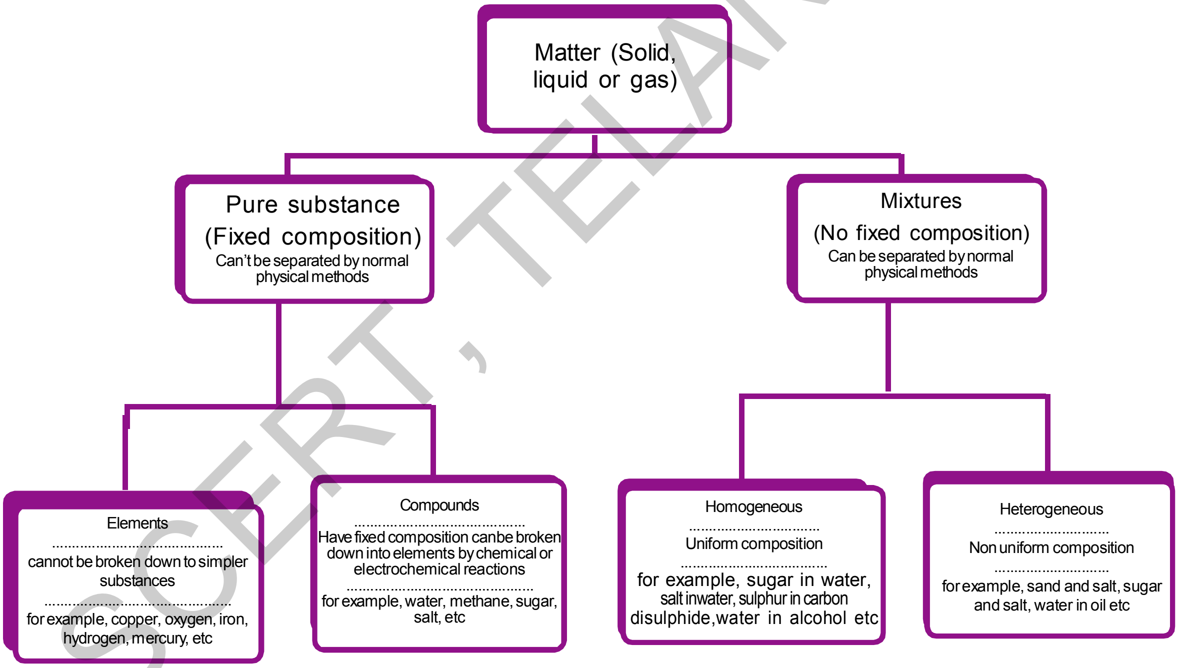
Now answer the following

- Did the material obtained by the two groups look the same?
- Which group has obtained a material with magnetic property?
- Can we separate the components of the material obtained?

Group-1 has carried out the activity involving a physical change. Where as group-2 examined a chemical change. The material obtained by group 1 is a mixture of two substances. i.e. iron and sulphur, which are elements.

The properties of mixture are the same as that of its constituents. The material obtained by the group 2 is a compound. On heating the two elements strongly we get compound, which has totally different properties, compared to the properties of the combining elements. The composition of a compound is the same throughout. We can also observe that the texture and colour of the compound is the same throughout its volume.

The chemical and physical nature of the matter is better understood by the following flow chart.



SCERT, TELANGANA

Key words

Pure substances, Mixture, Heterogeneous mixture, Homogeneous mixture, Solution, Suspension, colloids, solvent, solute, concentration of solution, Tyndall effect, Evaporation, Centrifuge, Immiscible liquids, Miscible liquids, Chromatography, distillation, Fractional distillation, Elements, Compounds. Disperse phase, dispersion medium.

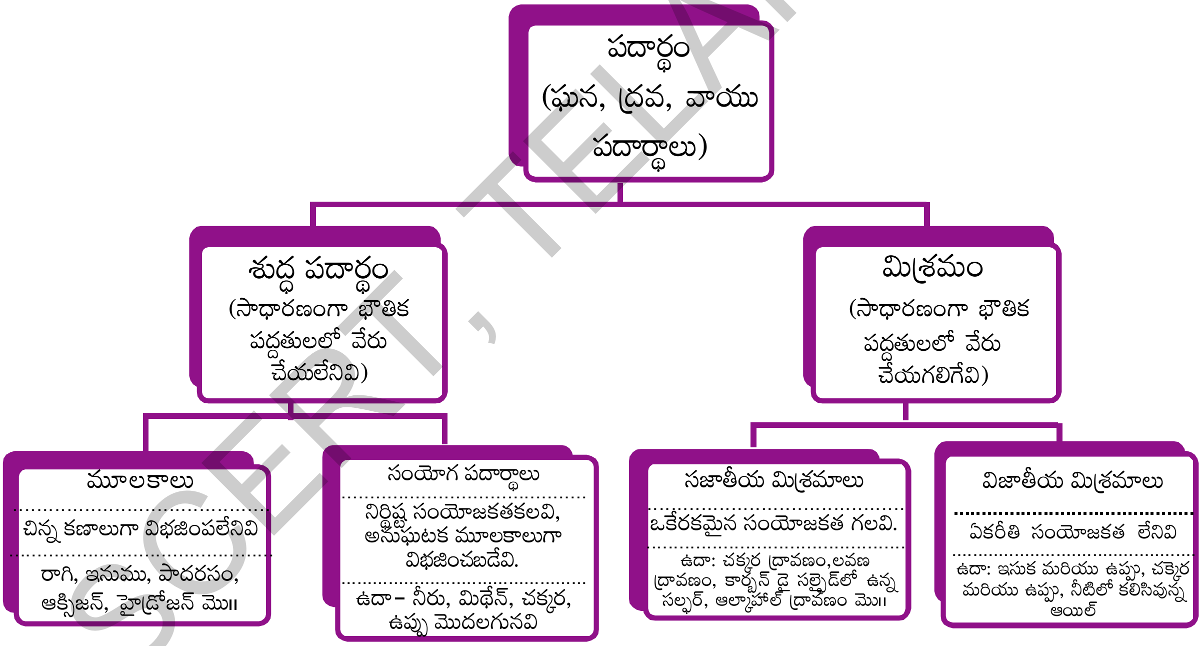
మీ పరిశీలనలను బట్టి కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వండి.

- రెండు సమూహాలలో లభించిన పదార్థాలు ఒకే విధంగా ఉన్నాయా?
- ఏ సమూహంలోని పదార్థానికి అయస్కాంత ధర్మం ఉంది?
- లభించిన పదార్థంలోని అనుఘటకాలను వేరు చేయగలమా?

సమూహం-1 చేసిన కృత్యంలో భౌతిక మార్పు జరిగింది. సమూహాం-2 చేసిన కృత్యంలో రసాయనిక మార్పు జరిగింది. సమూహం-1 వారు పొందిన పదార్థం రెండు పదార్థాల మిశ్రమం. అందులోని అనుఘటకాలు సల్ఫర్, ఐరన్ మూలకాలు.

మిశ్రమం దాని అనుఘటకాల ధర్మాలనే కల్గి ఉంది. సమూహం-2 వారు పొందినది సంయోగ పదార్థం. రెండు మూలకాలను తీవ్రంగా వేడిచేయడం వల్ల సంయోగ పదార్థం ఏర్పడింది. ఈ సంయోగ పదార్థ ధర్మం అది తయారవ్వడానికి కలిసిన పదార్థాల ధర్మాలకు భిన్నమైన ధర్మాలను కల్గి ఉంటుంది. సంయోగ పదార్థం ఒకేరకంగా ఉంటుంది. దాని రంగు అంతటా ఏకరీతిగా ఉంటుంది. దానిలో కణాల అమరిక (Texture) కూడా ఏక రీతిగా ఉండడాన్ని మనం గమనించవచ్చు.

పదార్థం (Matter) యొక్క భౌతిక, రసాయన స్వభావాలను క్రిందగల ఫ్లో చార్ట్ (flow Chart) ద్వారా అర్థం చేసుకోవచ్చును.



Key words

శుద్ధపదార్థం, మిశ్రమం, సజాతీయ మిశ్రమం, విజాతీయ మిశ్రమం, ద్రావణం, అవలంబనం, కొల్లాయిడ్ ద్రావణాలు, ద్రావణి, ద్రావితం, ద్రావణం గాఢత, టిండాల్ ప్రభావం, ఇగురుట, అపకేంద్ర యంత్రం, అమిశ్రణీయ ద్రవాలు, మిశ్రణీయ ద్రవాలు, క్రొమటోగ్రఫీ, స్వేదనం, అంశిక స్వేదనం, మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలు, విక్షేపణయానకం, విక్షేపణ ప్రావస్థ.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- A mixture contains more than one substance (element and/or compound) mixed in any proportion.
- 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 in grams present per 100 ml or per 100 g of the solution.
- Materials that are insoluble in a solvent and have particles that are visible to naked eye, is called 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 colloid has 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.

Improve your learning

N9V1R4

I. Reflections on concepts

1. Which separation techniques will you apply for the separation of the following? (AS_1)
   (a) Sodium chloride from its solution in water.
   (b) Ammonium chloride from a mixture containing sodium chloride and ammonium chloride.
   (c) Mixture of oil and water.
   (d) Fine mud particles suspended in water.

2. Explain the following giving examples.(AS_1)
   (a) Saturated solution (b) Pure substance (c) colloid (d) Suspension

3. Classify the following into elements, compounds and mixtures. (AS_1)
   (a) Sodium (b) Soil (c) Sugar solution (d) Silver
   (e) Calcium carbonate (f) Tin (g) Silicon (h) Coal (i) Air
   (j) Methane (k) Carbon dioxide (l) Sea water

SCERT, TELANGANA

మనమేం నేర్చుకున్నాం?

- ఒక మిశ్రమంలో ఒకటి కంటే ఎక్కువ పదార్థాలు (మూలకం/సంయోగ పదార్థం) ఏ అనుపాతంలోనైనా కలిసి ఉంటాయి.
- సరైన పద్ధతిని ఉపయోగించి మిశ్రమాలను శుద్ధ పదార్థాలుగా వేరు చేయవచ్చు.
- రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ పదార్థాల కలయిక వలన ఏర్పడిన సజాతీయ మిశ్రమాన్ని "ద్రావణం" అంటాం. ద్రావణంలో అధిక పరిమాణంలో ఉన్న అంశీభూతాన్ని ద్రావణి అని, తక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అంశీభూతాన్ని ద్రావితం అని అంటాం.
- 100 మి.లీ. లేదా 100 గ్రా.ల ద్రావణంలో ఉన్న ద్రావిత పరిమాణాన్ని ఆ ద్రావణ గాఢత అంటాం.
- ఒక ద్రావణిలో కరగ కుండా ఉండి మన కంటితో చూడగలిగే పదార్థ కణాలతో అవలంబనాలు ఏర్పడతాయి. ఇవి విజాతీయ మిశ్రమాలు.
- కొల్లాయిడ్‌లు విజాతీయ మిశ్రమాలు. వీటి కణాల పరిమాణం చాలా తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ, కాంతి పుంజాన్ని పరిక్షేపించగలిగేంతగా ఉంటాయి. కొల్లాయిడ్‌లు పరిశ్రమలలో, నిత్యజీవితంలో ఎంతో ఉపయోగకరమైనవి. కొల్లాయిడ్ కణాలను విక్షేపణ ప్రావస్థ అని, అవి విస్తరించి ఉన్న యానకాన్ని విక్షేపణయానకం అనిఅంటాం.
- శుద్ధ పదార్థాలు మూలకాలు లేదా సంయోగ పదార్థాలు కావచ్చును. రసాయన చర్యల ద్వారా చిన్న కణాలుగా విడగొట్టలేని పదార్థ రూపాన్ని మూలకం అంటాం. రెండు లేదా అంతకంటే ఎక్కువ భిన్న మూలకాలు స్థిర నిష్పత్తిలో రసాయన సంయోగం వలన ఏర్పడిన పదార్థాన్ని సంయోగ పదార్థం అంటాం.
- సంయోగ పదార్థ ధర్మాలు దాని అనుఘటక మూలకాల ధర్మాలకు భిన్నంగా ఉంటాయి. కాని ఒక మిశ్రమం, దాని అనుఘటక పదార్థాల ధర్మాలను ప్రదర్శిస్తుంది.

అభ్యసనాన్ని మెరుగు పరుచుకుందాం

D1D6H9

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. కింది వాటిని వేరు చేయడానికి ఏవిధమైన పద్ధతులను వాడతారు? (AS_1)

   ఎ. సోడియం క్లోరైడ్ జల ద్రావణం నుండి సోడియం క్లోరైడ్

   బి. సోడియం క్లోరైడ్, అమ్మోనియం క్లోరైడ్ మిశ్రమం నుండి అమ్మోనియం క్లోరైడ్

   సి. నీరు మరియు నూనెల మిశ్రమం

   డి. నీటిలో అవలంబనం చెందిన బురద కణాలు

2. సరైన ఉదాహరణలతో ఈ క్రింది వాటిని వివరించండి. (AS_1)

   ఎ. సంతృప్త ద్రావణం బి. శుద్ధపదార్థం సి. కొల్లాయిడ్ డి. అవలంబనం

3. ఈ కింది వానిని మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలు మరియు మిశ్రమాలుగా వర్గీకరించండి.(AS_1)

ఎ. సోడియం	బి. మట్టి	సి. చక్కెర ద్రావణం	డి. వెండి
ఇ. కాల్షియం కార్బొనేట్	ఎఫ్. టిన్	జి. సిలికాన్	హెచ్. నేల బొగ్గు
ఐ. గాలి	జె. మీథేన్	కె. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్	ఎల్. సముద్రపు నీరు

SCERT TELANGANA

II. Application of concepts

1. Determine the mass by mass percentage of solute concentration of a 100g salt solution which contains 20g salt? (AS_1) Ans: (20%)

2. Calculate the concentration interms of mass by volume percentage of the solute containing 2.5g potassium chloride in 50ml of potassium chloride (KCl) solution? (AS_1)

   Ans: (5%)

3. Classify the following substances in the below given table. (AS_1)

   Ink, soda water, brass, fog, blood, aerosol sprays, fruit salad, black coffee, oil and water, boot polish, air, nail polish, starch solution, milk.

Solution	Suspension	Colloidal dispersion

SCERT, TELANGANA

III. Higher Order Thinking Questions

1. Use the words given below and write the steps for making tea (AS_7)

   Solution, solvent, solute, dissolve, soluble, insoluble, filtrate and residue.

Multiple choice questions

1. The machine used to separate the masive particles and light particles from a mixture is [ ]

   a) Atwood machine b) Centrifuge c) Filter paper d) Separating funnel

2. Which is not formed by the physical mixing of two substances [ ]

   a) Mixture b) Compound c) Colloid d) Suspension

3. The substance which is relatively less in quantity in a solution is [ ]

   a) Solute b) Solvent c) Dispersion phase d) Dispersion medium

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. 100గ్రాముల ఉప్పు ద్రావణంలో 20గ్రాముల ఉప్పు కరిగి ఉంది. ఈ ద్రావిత ద్రవ్యరాశి శాతం ఎంత? (AS_1) (జవాబు: 20%)

2. 50 మి.లీ. పొటాషియం క్లోరైడ్ (KCl) ద్రావణంలో 2.5 గ్రా. పొటాషియం క్లోరైడ్ ఉంటే ఈ ద్రావణం యొక్క ద్రావిత ద్రవ్యరాశి / ఘనపరిమాణ శాతం కనుక్కోండి. (AS_1) [జవాబు: 5%]

3. ఇచ్చిన పదార్థాలను పట్టికలో చూపినట్లు వర్గీకరించి నమోదు చేయండి. (AS_1)
సిరా, సోడానీరు, ఇత్తడి, పొగమంచు, రక్తం, ఎరోసాల్ స్ప్రేలు, ఫ్రూట్ సలాడ్, బ్లాక్ కాఫీ, నూనె నీరు, షూ పాలిష్, గాలి, గోళ్ళ పాలిష్, ద్రవరూపంలో ఉన్న గంజి (Starch Solutions), పాలు.

ద్రావణం	అవలంబనం	కొల్లాయిడ్

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. ఈ కింద పేర్కొన్న పదాలను ఉపయోగించి తేనీరు తయారీ విధానాన్ని నుండి. (AS_7)
ద్రావణం, ద్రావణి, ద్రావితం, కరగడం, కరిగినది, కరిగేది, కరగనిది, వడపోయబడిన పదార్థం, వడపోయగా మిగిలిన పదార్థం.

బహుళైచ్ఛిక ప్రశ్నలు

1. ఒక మిశ్రమంలోని భారయుత కణాలు తేలికపాటి కణాలను వేరు చేయడానికి ఉపయోగించే యంత్రం [ ]
 a) అట్‌వుడ్ యంత్రం b) అపకేంద్ర యంత్రం c) వడపోత కాగితం d) అభికేంద్ర యంత్రం

2. పదార్థాల భౌతిక కలయిక వలన ఏర్పడనిది [ ]
 a) మిశ్రమం b) సంయోగ పదార్థం c) కొల్లాయిడ్ d) అవలంబనం

3. ద్రావణంలో తక్కువ పరిమాణంలో గల పదార్థం [ ]
 a) ద్రావితం b) ద్రావణి c) విక్షేపణ ప్రావస్థ d) విక్షేపణ యానకం

SCERT, TELANGANA

4. The amount of solute present in a saturated in 100g. at constant temperature is known as its [ ]
   a) Solubility b) Concentration c) Volume percentage d) Weight percentage

5. If the quantity of solute is more in a solution then the solution is said to be [ ]
   a) Saturated solution b) Dilute Solution
   c) Concentrated solution d) Unsaturated Solution

6. The phenomenon of scattering of a visible light by the particles of colloid is known as [ ]
   a) Tyndall effect b) Chromotography c) Sublimation d) Reflection

7. Immiscible liquids can be separated by [ ]
   a) Distillation process b) Fractional distillation
   c) Chromotography d) Separating funnel

8. Miscible liquids can be separated by [ ]
   a) Distillation process b) Fractional distillation
   c) Chromotography d) Separating funnel

Suggested Experiments

1. Which of the following will show Tyndall effect? How can you observe the Tyndall effect in them?

a) salt solution b) milk c) solution of copper sulphate d) starch solution

2. Take a solution, a colloid, and a suspension in three different beakers. Pass a light beam from the side of the beaker and test whether they show Tyndall effect or not?

Suggested Projects

1. Make a list of solids, liquids and gases from your surroundings. (These substance may be organic or chemical). Separate mixtures from them and classify them into solutions, colloids and suspensions.

SCERT, TELANGANA

4. స్థిరఉష్ణోగ్రత వద్ద సంతృప్త ద్రావణంలో కరిగిఉన్న 100 గ్రాముల ద్రావితం [ ]

a) ద్రావణీయత
b) గాఢత
c) ఘనపరిమాణ శాతం
d) భారశాతం

5. ద్రావిత పరిమాణం ఎక్కువగా గల ద్రావణం [ ]

a) సంతృప్త ద్రావణం
b) విలీన ద్రావణం
c) గాఢ ద్రావణం
d) అసంతృప్త ద్రావణం

6. కొలాయిడ్‌లలో ఉండే కణాలు దృశ్యకాంతి పుంజాన్ని పరిక్షేపణం చెందించే ప్రక్రియ [ ]

a) టిండాల్ ప్రభావం
b) క్రొమటోగ్రఫి
c) ఉత్పతనం
d) పరావర్తనం

7. అమిశ్రణీయ ద్రవాలను వేరు చేయడానికి ఉపయోగించేది [ ]

a) స్వేదన ప్రక్రియ
b) అంశిక స్వేదన ప్రక్రియ
c) క్రొమటోగ్రఫి
d) వేర్పాటు గరాటు

8. మిశ్రణీయ ద్రవాలను వేరు చేయడానికి .... ను ఉపయోగిస్తాం. [ ]

a) స్వేదన ప్రక్రియ
b) అంశిక స్వేదన ప్రక్రియ
c) వేర్పాటు గరాటు
d) క్రొమటోగ్రఫి

ప్రయోగాలు

1. ఈ కింది వాటిలో ఏవి టిండాల్ ప్రభావంను ప్రదర్శిస్తాయి? వాటిలో టిండాల్ ప్రభావాన్ని మీరెలా పరిశీలిస్తారు.
   ఎ. లవణ ద్రావణం　　బి. పాలు　　సి. కాపర్ సల్ఫేట్ ద్రావణం　　డి. గంజి ద్రావణం

2. ఒక ద్రావణం, అవలంబనం, కొలాయిడల్ విక్షేపణాలను వివిధ బీకర్లలో తీసుకోండి. బీకరు పక్క భాగం నుండి కాంతి పడేటట్లు చేసి ప్రతీ మిశ్రమం టిండాల్ ప్రభావాన్ని చూపుతుందో లేదో పరీక్షించండి. నివేదిక రాయండి.

ప్రాజెక్టులు

1. మీ పరిసరాలలో ఉన్న ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాల జాబితా రాయండి. (ఇవి జీవ సంబంధమైనవి లేదా రసాయనికమైనవి కావచ్చు) వీటి నుండి మిశ్రమాలను వేరు చేసి వాటిని ద్రావణాలు, కొలాయిడ్ ద్రావణం, అవలంబనాలుగా వర్గీకరించండి.

SCERT TELANGANA

ACADEMIC STANDARDS

S.No.	Academic Standard	Explanation
1.	**Conceptual understanding**	Children are able to explain, cite examples, give reasons, and give comparison and differences, explain the process of given concepts in the textbook. Children are able to develop their own brain mappings.
2.	**Asking questions and making hypothesis**	Children are able to ask questions to understand concepts, to clarify doubts about the concepts and to participate in discussions. They are able to guess the results of on issue with proper reasoning, able to predict the results of experiments.
3.	**Experimentation and field investigation.**	Children are able to do the experiments given in the text book and developed on their own. Able to arrange the apparatus, record the observational findings, suggest alternative apparatus, takes necessary precautions while doing the experiments, able to do to alternate experiments by changing variables. They are able to participate in field investigation and prepare reports.
4.	**Information skills and Projects**	Children are able to collect information related to the concepts given in the text book by using various methods (interviews, checklist questionnaire) analyse the information and interpret it. Able to conduct project works.
5.	**Communication through drawing, model making**	Children are able to communicate their conceptual understanding by the way of drawing pictures labelling the parts of the diagram by drawing graphs, flow charts and making models.
6.	**Appreciation and aesthetic sense, values**	Children are able to appreciate the nature and efforts of scientists and human beings in the development of science and have aesthetic sense towards nature. They are also able to follow constitutional values.
7.	**Application to daily life, concern to bio diversity.**	Children are able to apply the knowledge of scientific concept they learned, to solve the problem faced in daily life situations. Recognise the importance of biodiversity and takes measures to protect the biodiversity.

SCERT, TELANGANA

విద్యాప్రమాణాలు

క్ర.సం.	విద్యాప్రమాణాలు	వివరణ
1.	విషయావగాహన	పాఠ్యాంశాలలోని భావనలను అర్థంచేసుకొని సొంతంగా వివరించడం, ఉదాహరణలివ్వడం, పోలికలు భేదాలు చెప్పడం, కారణాలు వివరించడం, విధానాలను విశదీకరించగలుగుతారు. మానసిక చిత్రాలను ఏర్పరచుకో గలుగుతారు.
2.	ప్రశ్నించడం, పరికల్పన చేయడం	విషయాన్ని అర్థం చేసుకోవడానికి, భావనలకు సంబంధించిన సందేహాలను నివృత్తి చేసుకోవడానికి, చర్చను ప్రారంభించడానికి పిల్లలు ప్రశ్నించ గలుగుతారు. ఒక అంశానికి చెందిన ఫలితాన్ని సహేతుక కారణాలతో ఊహించగలుగుతారు. ప్రయోగ ఫలితాలు ఊహించగలుగుతారు.
3.	ప్రయోగాలు, క్షేత్రపరిశీలనలు	భావనలను అర్థంచేసుకోవడానికి పాఠ్యపుస్తకంలో సూచించిన ప్రయోగాలు, సొంత ప్రయోగాలు చేయగలుగుతారు. పరికరాలను అమర్చగలుగుతారు, పరిశీలనలు నమోదు చేయగలుగుతారు, ప్రత్యామ్నాయ పరికరాలను సూచించగలుగుతారు, జాగ్రత్తలు తీసుకోగలుగుతారు, చరరాశులను మార్చి ప్రత్యామ్నాయ ప్రయోగాలు చేయగలుగుతారు. క్షేత్రపరిశీలనలలో పాల్గొని నివేదికలు తయారు చేయగలుగుతారు.
4.	సమాచార నైపుణ్యాలు, ప్రాజెక్టు పనులు	పాఠ్యపుస్తకంలోని విభిన్న భావనలను అర్థం చేసుకోవడానికి అవసరమైన సమాచారాన్ని వివిధ పద్ధతులలో (ఇంటర్వ్యూ, చెక్‌లిస్ట్, ప్రశ్నావళి .....) సేకరించగలుగుతారు. సమాచారాన్ని విశ్లేషించి వ్యాఖ్యానించగలుగుతారు. ప్రాజెక్టు పనులు నిర్వహించగలుగుతారు.
5.	బొమ్మలు గీయడం, నమూనాలు తయారు చేయడం ద్వారా భావ ప్రసారం	విజ్ఞానశాస్త్ర భావనలకు సంబంధించిన చిత్రాలను గీయడం, భాగాలను గుర్తించి వివరించడం, గ్రాఫ్‌లు, ఫ్లోచార్ట్‌లు గీయడం, నమూనాలు తయారు చేయడం ద్వారా అవగాహనను వ్యక్తం చేయగలుగుతారు.
6.	అభినందించడం, సౌందర్యాత్మక స్పృహ కలిగి ఉండటం, విలువలు పాటించడం	విజ్ఞానశాస్త్రాన్ని నేర్చుకోవడం ద్వారా ప్రకృతిని, మానవశ్రమను గౌరవించడం, అభినందించడంతో పాటు సౌందర్యాత్మక స్పృహ కలిగి ఉంటారు. రాజ్యాంగ విలువలను పాటించగలుగుతారు.
7.	నిజజీవిత వినియోగం, జీవవైవిధ్యం పట్ల సానుభూతి కలిగి ఉండటం	దైనందిన జీవితంలో ఎదురయ్యే సమస్యల పరిష్కారానికి నేర్చుకున్న విజ్ఞానశాస్త్ర భావనలను సమర్థవంతంగా వినియోగించుకోగలుగుతారు. జీవవైవిధ్య ప్రాధాన్యతను గుర్తించి, దానిని కాపాడటానికి కృషిచేయగలుగుతారు.

SCERT, TELANGANA

LEARNING OUTCOMES

The learner...

- Differentiates material, objects, phenomena and processes based on properties or characteristics.

  Eg: (i) Mixtures and compounds, (ii) Speed and velocity, (iii) Weight and mass.
- Classifies material, objects, phenomena and process based on properties or characteristics.

  Eg: (i) Solids, liquids and gases, (ii) Mixtures, compounds and colloids.
- Plans and conducts simple investigations and experiments to arrive at and verify the facts, principles, phenomena or to seek answers to queries on their own. Also Concludes and Communicates the findings

  Eg: (i) Refractive index of glass slab, (ii) Identifies the gases eveolved in the reactions. (iii) writing reports.
- Relates processes and phenomena with causes and effects.

  Eg: (i) Brilliance of diamond, formation of mirages, (ii) Tindal effect.
- Explains processes and phenomena.

  Eg: (i) Refraction of light, (ii) Corrosion.
- Calculates, analyses using the data given .

  Eg: (i) Problem solving based on equations of motion and Newton's laws. (ii) Calculate weight percentage.
- Draws labelled diagrams, flow charts, concept maps, graphs.

  Eg: (i) Diagram of heating $CaCO_3$ and evolution of CO_2 gas,
- Applies learning to hypothitical situations.

  Eg: (i) What happens if the rusting of iron articles is not prevanted?,
- Use scientific conventions, symbols and equations to represent various qualities, elements and units.

  Eg: (i) Chemical equation for different types of reactions, (ii) Units for the quantities like, speed, velocity, accelaration and density.
- Measures physical quantities using appropriate apparatus, instruments and devices.

  Eg: (i) Thermameter, (ii) Measuring Jar, (iii) Stop clock, (iv) Weighing machine.
- Applies Scientific concepts in daily life and solving problems.

  Eg: (i) Application of Newton's laws, (ii) Application of refraction of light.
- Derives formulae, equations and laws.

  Eg: (i) Newton's laws, (ii) Chemical equations, formulas.
- Describes Scientific discoveries and inventions.

  Eg: (i) Theories on atomic structure.
- Designs models using eco-friendly resources.

  Eg: (i) Calorie meter, (ii) Lacto meter.
- Exhibits values of honesty, objectivity, rational thinking, freedom from myths, superstitious beliefs while taking decisions, respect for life etc.

SCERT, TELANGANA

అభ్యసన ఫలితాలు

విద్యార్థులు...

- పదార్థాలు, వస్తువులు, దృగ్విషయాలు మరియు ప్రక్రియల మధ్య బేధాలను వాటి ధర్మాలు లేదా లక్షణాల ఆధారంగా తెలుపుతారు.
  ఉదా॥ (i) మిశ్రమాలు – సంయోగ పదార్థాలు, (ii) వడి మరియు వేగం, (iii) భారం మరియు ద్రవ్యరాశి.
- పదార్థాలు, వస్తువులు, దృగ్విషయాలు మరియు ప్రక్రియలను వాటి ధర్మాలు లేదా లక్షణాల ఆధారంగా వర్గీకరిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) ఘన, ద్రవ & వాయు పదార్థాలు, (ii) మిశ్రమాలు, సంయోగ పదార్థాలు మరియు కొల్లాయిడ్‌లు.
- వాస్తవాలు, దృగ్విషయాలను తెలుసుకోవడానికి మరియు ధృవీకరించడానికి లేదా వారి స్వంత ప్రశ్నలకు సమాధానాలు వెతకడానికి ప్రణాళికలు రచిస్తారు మరియు ప్రయోగాలు నిర్వహిస్తారు. నిర్ధారణలు, భావ ప్రసారం చేస్తారు.
  ఉదా॥ (i) గాజు దిమ్మె యొక్క వక్రీభవన గుణకమును కనుగొనుట, (ii) రసాయన చర్యలలో వెలువడిన వాయువును గుర్తిస్తారు, (iii) నివేదికలు రాస్తారు.
- ప్రక్రియలు మరియు దృగ్విషయాలకు గల కార్యకారణ సంబంధాన్ని వివరిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) వజ్రం మెరవడానికి, ఎండమావులు ఏర్పడటం, (ii) టిండాల్ ప్రభావము.
- ప్రక్రియలు మరియు దృగ్విషయాలను వివరిస్తారు. ఉదా॥ (i) కాంతి వక్రీభవనం, (ii) తుప్పుపట్టడం.
- ఇచ్చిన సమాచారం ఆధారంగా లెక్కిస్తారు. దత్తాంశాన్ని విశ్లేషిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) చలన సమీకరణాలు, న్యూటన్ నియమాలకు సంబంధించిన సమస్యల సాధన, (ii) భారశాతాన్ని లెక్కించుట.
- ఫ్లో చార్టులు, కాన్సెప్ట్ మ్యాప్‌లు, గ్రాఫ్‌లు, బొమ్మలు గీసి భాగాలు గుర్తిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) $CaCO_3$ ను వేడిచేసిన CO_2 వాయువు విడుదలను చూపే పటం గీయుట
- పరికల్పనలకు అభ్యసనాన్ని వినియోగిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) ఇనుప వస్తువుల తుప్పును నిరోధించకపోతే ఏమి జరుగును?
- వివిధ పరిమాణాలు, మూలికాలు మరియు యూనిట్లను సూచించడానికి శాస్త్రీయ సంకేతాలు, చిహ్నాలు మరియు సమీకరణాలను ఉపయోగిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) వివిధ రకాల రసాయన చర్యలకు సమీకరణాలు రాస్తారు, (ii) వడి, వేగం, త్వరణం మరియు సాంద్రతల వంటి భౌతిక రాశుల యొక్క ప్రమాణాలు.
- ప్రయోగశాల ఉపకరణాలు, సాధనాలు మరియు పరికరాలను సరిగా ఉపయోగించి కొలుస్తారు.
  ఉదా॥ (i) థర్మామీటర్, (ii) కొలజాడి, (iii) స్టాప్‌వాచ్, (iv) వెయింగ్ మిషన్.
- శాస్త్రీయ భావనలను సమస్యా పరిష్కారానికి నిజజీవితానికి అన్వయిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) న్యూటన్ గమన నియమాల అన్వయం, (ii) కాంతి వక్రీభవన అనువర్తనాలు.
- రసాయన సమీకరణాలను, సూత్రాలను సూత్రీకరించడం.
  ఉదా॥ (i) న్యూటన్ నియమాలు, (ii) రసాయన సమీకరణాలు, ఫార్ములాలు.
- శాస్త్రీయ అన్వేషణలు, ఆవిష్కరణలు మరియు పరిశోధనల గురించి తెలుసుకొనుటకు చొరవ తీసుకుంటారు.
  ఉదా॥ (i) పరమాణు నిర్మాణానికి సంబంధించిన సిద్ధాంతాలు.
- పర్యావరణ అనుకూల వనరులను ఉపయోగించి నమూనాలను రూపొందించి సృజనాత్మకతను ప్రదర్శిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) కెలోరి మీటర్, (ii) లాక్టోమీటర్.
- నిజాయితీ, లక్ష్యాత్మక, హేతుబద్ధమైన ఆలోచన, నిర్ణయాలు తీసుకునేటప్పుడు అపోహలకు, మూఢనమ్మకాలకు దూరంగా ఉండటం, జీవితాన్ని గౌరవించడం మొదలైన విలువలను ప్రదర్శిస్తారు.

SCERT, TELANGANA

Dear teachers...

New Science Text Books are prepared in such a way that they develop children's observation power and research enthusiasm. It is a primary duty of teachers to devise teaching- learning processes which arouse children's natural interest of learning things. The official documents of National & State Curriculum Frameworks and Right to Education Act are aspiring to bring grass root changes in science teaching. These textbooks are adopted in accordance with such an aspiration. Hence, science teachers need to adapt to the new approach in their teaching. In view of this, let us observe certain **Do**s and **Don't**s:

- Read the whole text book and analyze each and every concept in it indepth.
- Develop/Plan activities for children which help them to understand concepts presented in text.
- Textual concepts are presented in two ways: one as the classroom teaching and the other as the laboratory performance.
- Lab activities are part and parcel of a lesson. So, teachers must make the children conduct all such activities during the lesson itself, but not separately.
- 'Ask your teacher, collect information from library or internet'- such items must also be considered as compulsory.
- In the text some special activities as boxed items- 'think and discuss, let us do, conduct interview, prepare report, display in wall magazine, participate in Theatre Day, do field observation, organize special days' are presented. To perform all of them is compulsory.
- Children have to be instructed to follow scientific steps while performing lab activities and relevant reports can be prepared and displayed.
- If any concept from any other subject got into this text, the concerned subject teacher has to be invited into the classroom to elucidate it.
- Collect information of relevant website addresses and pass on to students so that they can utilize internet services for learning science. Let there be science magazines and science books in the school library.
- Motivate every student to go through each lesson before it is being actually taught and encourage everyone to understand and learn independently, with the help of activities such as Mind Mapping and exciting discussions.
- Plan and execute activities like science club, elocution, drawing, writing poetry on science, making models *etc.* to develop positive attitude among children environment, biodiversity, ecological balance *etc.*
- As a part of continuous comprehensive evaluation, observe and record children's learning abilities during various activities conducted in classroom, laboratory and field.
- We believe, you must have realized that the learning of science and scientific thinking are not mere drilling of the lessons but, in fact, a valuable exercise in motivating the children to explore solutions to problems all around by themselves systematically and preparing them to meet life challenges properly.

SCERT, TELANGANA

ఉపాధ్యాయులారా...

నూతన విజ్ఞానశాస్త్ర పాఠ్యపుస్తకాలు పిల్లలలో పరిశీలనా శక్తిని, పరిశోధనాభిలాషను పెంపొందించేవిగా రూపొందించారు. వారిలో సహజంగా ఉండే జ్ఞానకాంక్షకు మరింత పదును పెట్టేలా తరగతి గది బోధనాభ్యసన ప్రక్రియలు రూపొందించడం ఉపాధ్యాయుల కర్తవ్యం. జాతీయ, రాష్ట్ర విద్యా ప్రణాళికా పత్రాలు, విద్యా హక్కు చట్టం మొదలైనవన్నీ విజ్ఞాన శాస్త్ర బోధనలో సమూల మార్పులను కాంక్షిస్తున్నాయి. దానికి అనుగుణంగానే ఈ పాఠ్యపుస్తకాలు రూపొందాయి. కాబట్టి ఉపాధ్యాయలోకం తమ బోధనా విధానంలో నూతన పంథా అవలంబించడం అవసరం. ఇందుకోసం **ఏమేమి చేయాలో ఏమేమి చేయరాదో** పరిశీలిద్దాం.

- పాఠ్యపుస్తకాన్ని ఆమూలాగ్రం చదివి ప్రతి భావనను లోతుగా విశ్లేషించాలి.
- పాఠ్యపుస్తకంలోని విషయాన్ని పిల్లలు అర్థం చేసుకునేందుకు అనుబంధ కృత్యాలు రూపొందించుకోవాలి.
- తరగతి గది బోధన, ప్రయోగశాల కృత్యాలు అని రెండుగా విభజించి ఉంటుంది.
- ప్రయోగశాల కృత్యాలు తప్పనిసరిగా పిల్లలతో చేయించాలి. ఇవి పాఠంలో అంతర్భాగంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి పాఠం పూర్తయిన తర్వాత చేయించవచ్చునని భావించకూడదు.
- పాఠ్యపుస్తకంలో ఆలోచించండి, చర్చించండి, ఇవిచేయండి, నివేదికలు తయారుచేయండి, ఇంటర్వ్యూ నిర్వహించండి, గోడ పత్రికలో ప్రదర్శించండి. థియేటర్ డేలో పాల్గొనండి. క్షేత్ర పరిశీలన చేయండి, ప్రత్యేక దినాలను నిర్వహించండి. అను శీర్షికలలో ఇచ్చిన కృత్యాలు తప్పనిసరిగా నిర్వహించాలి.
- ఉపాధ్యాయులను అడిగి తెలుసుకోండి, పాఠశాల గ్రంథాలయం, ఇంటర్నెట్‌లో పరిశీలించండి అనే అంశాలు బోధనలో తప్పని సరి భాగంగా పరిగణించాలి తప్ప వదిలివేయరాదు.
- ప్రయోగశాల కృత్యాలు నిర్వహించేటపుడు శాస్త్రీయ పద్ధతిలోని సోపానాలు అనుసరించేలా పిల్లలకు తర్ఫీదునివ్వాలి. ప్రతి ప్రయోగ కృత్యానికి పిల్లలతో నివేదికలు రూపొందించి ప్రదర్శింపజేయాలి.
- ఇతర సబ్జక్టులతో సంబంధం కలిగిన అంశాలున్నపుడు ఆయా సబ్జక్టుల ఉపాధ్యాయులను కూడా తరగతికి ఆహ్వానించి బోధన చేయాలి.
- ఇంటర్నెట్ వంటి సాంకేతిక పరిజ్ఞానం విస్తృతంగా పిల్లలు ఉపయోగించుకోవడానికి పాఠ్యాంశానికి అవసరమైన వెబ్‌సైట్ల వివరాలు సేకరించి అందించాలి. పాఠశాల గ్రంథాలయంలో విజ్ఞానశాస్త్ర మాగజైన్‌లు ఉండేలా శ్రద్ధ తీసుకోవాలి.
- పాఠ్యాంశాన్ని ముందుగా పిల్లలతో చదివించి ఆలోచింపజేయాలి. మైండ్ మాపింగ్ వంటి కృత్యాలు చేయడం ద్వారా, ఉత్తేజం కలిగించే చర్చల ద్వారా పిల్లలు స్వయంగా నేర్చుకునేందుకు ప్రోత్సహించాలి.
- పర్యావరణం, జీవ వైవిధ్యం మొదలైన అంశాల పట్ల అభిరుచులను కలిగిచేందుకు సారస్వత సంఘకార్యక్రమాలను, వక్తృత్వం, చిత్ర లేఖనం, కవిత్వం, నమూనాల తయారీ వంటి కృత్యాలు రూపొందించి నిర్వహించాలి.
- నిరంతర సమగ్ర మూల్యాంకనంలో భాగంగా పిల్లల అభ్యసన స్థాయిని ప్రయోగశాలలోనూ, తరగతిలోనూ, క్షేత్ర పర్యటనలలోనూ నిశితంగా పరిశీలించి నమోదు చేసుకోవాలి.
- సైన్స్ అంటే పుస్తకంలో ఉన్న పాఠం చెప్పడం కాదు. పిల్లలను ఒక క్రమ పద్ధతిలో పరిష్కారాలు కనుగొనేవారిగా తీర్చిదిద్దడమేనని గుర్తిస్తారు కదూ...

SCERT, TELANGANA

Dear Students...

Learning science does not mean scoring good marks in the subject. Competencies like thinking logically and working systematically, learned through it,have to be practiced in daily life. To achieve this, instead of memorizing the scientific theories by rote, one must be able to study them analytically. That means, in order to understand the concepts of science, you need to proceed by discussing, describing, conducting experiments to verify, making observations, confirming with your own ideas and drawing conclusions. This text helps you to learn in that way.

What you need to do to achieve such things:

- Thoroughly go through each lesson before the teacher actually deals with it.
- Note down the points you came across so that you can grasp the lesson better.
- Think of the principles in the lesson. Identify the concepts you need to know further, to understand the lesson in depth.
- Do not hesitate to discuss analytically about the questions given under the sub-heading 'Think and Discuss' with your friends or teachers.
- You may get some doubts while conducting an experiment or discussing about a lesson. Express them freely and clearly.
- Plan to implement experiment/lab periods together with teachers, to understand the concepts clearly. While learning through the experiments you may come to know many more things.
- Find out alternatives based on your own thoughts.
- Relate each lesson to daily life situations.
- Observe how each lesson is helpful to conserve nature. Try to do so.
- Work as a group during interviews and field trips. Preparing reports and displaying them is a must.
- List out the observations regarding each lesson to be carried through internet, school library and laboratory.
- Whether in note book or exams, write analytically,expressing your own opinions.
- Read books related to your text book, as many as you can.
- You organize yourself the Science Club programs in your school.
- Observe problems faced by the people in your locality and find out what solutions you can suggest through your science classroom.
- Discuss the things you learned in your science class with farmers, artisans *etc.*

SCERT, TELANGANA

Chief Advisor & Editor

Prof. Kamal Mahendroo, Vidya Bhawan Education Resource Centre, Udaipur, Rajasthan.

Editors

Dr.B. Krishnarajulu Naidu, Retd., Professor of Physics, Osmania University, Hyderabad.

Dr.M. Adinarayana, Retd., Professor of Chemistry, Osmania University, Hyderabad.

Dr. Nannuru Upendar Reddy, Professor & Head C&T Dept.,SCERT., Hyderabad.

Writers

Dr. TVS Ramesh, C&T Dept., SCERT, Hyderabad.

Sri M. Ramabrahmam, Lecturer, Govt. IASE, Masabtank & Coordinator, SCERT, Hyderabad

Dr. P. Shankar, Asst. Professor, IASE, O.U., Hyderabad & Coordinator, SCERT, Hyderabad

Dr.K. Suresh, SA, ZPHS Pasaragonda, Warangal.

Sri V. Gurunadha Rao, SA, ZPPSS Parvathagiri, Warangal.

Sri Dandala Madhusudhana Reddy, SA, ZPHS Munagala, Nalgonda.

Sri R. Ananda Kumar, SA, ZPHS Laxmipuram, Visakhapatnam.

Sri K.V.K. Srikanth, SA, GTWAHS S.L.Puram, Srikakulam.

Sri M. Eswara Rao, SA, GHS Sompeta, Srikakulam

Sri S. Naushad Ali, SA, ZPHS G.D. Nellore, Chittoor.

Sri Y. Venkat Reddy, SA, ZPHS Chivemla, Nalgonda.

Sri A. Nagaraja Sekhar, SA, ZPHS, Chathakonda, Khammam.

SCERT, TELANGANA

Academic Support

Prof. V. Sudhakar, Dept of Education, EFLU, Hyderabad.

Miss. Preeti Misra, Vidya Bhawan Education Resource Centre, Udaipur, Rajastan.

Mr Kishore Darak, Vidya Bhawan Education Resource Centre, Udaipur, Rajastan.

Illustrator, Layout and Cover Page Designers

Sri K. Sudhakara Chary, SGT, UPS Neelikurthy, Warangal.

Sri Kishan Thatoju, Graphic Designer, C&T Dept.,SCERT, Hyderabad.

Sri Kurra Suresh Babu, B.Tech, MA., MPhill., Mana Media Graphics, Hyderabad.

Sri Md. Ayyub Ahmed, S.A., Z.P. H.S U/M, Atmakur, Mahbubnagar.

Textbook Publication Team

Director, SCERT, Hyderabad.

Director, Govt. Text Book Press, Hyderabad.

Prof. & HoD, Dept. of Curriculum & Textbooks, SCERT, Hyderabad.

QR CODE TEAM

C6G6D3

SCERT, TELANGANA