• T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII • T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII • T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII • T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII • T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII • T.S. Government • Science- Part 1, Class VIII , Class IX

PHYSICAL SCIENCES

భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు

Part భాగం 1

2025-26

CLASS 10 తరగతి

Published by
The Government of Telangana

Government's Gift for Students' Progress

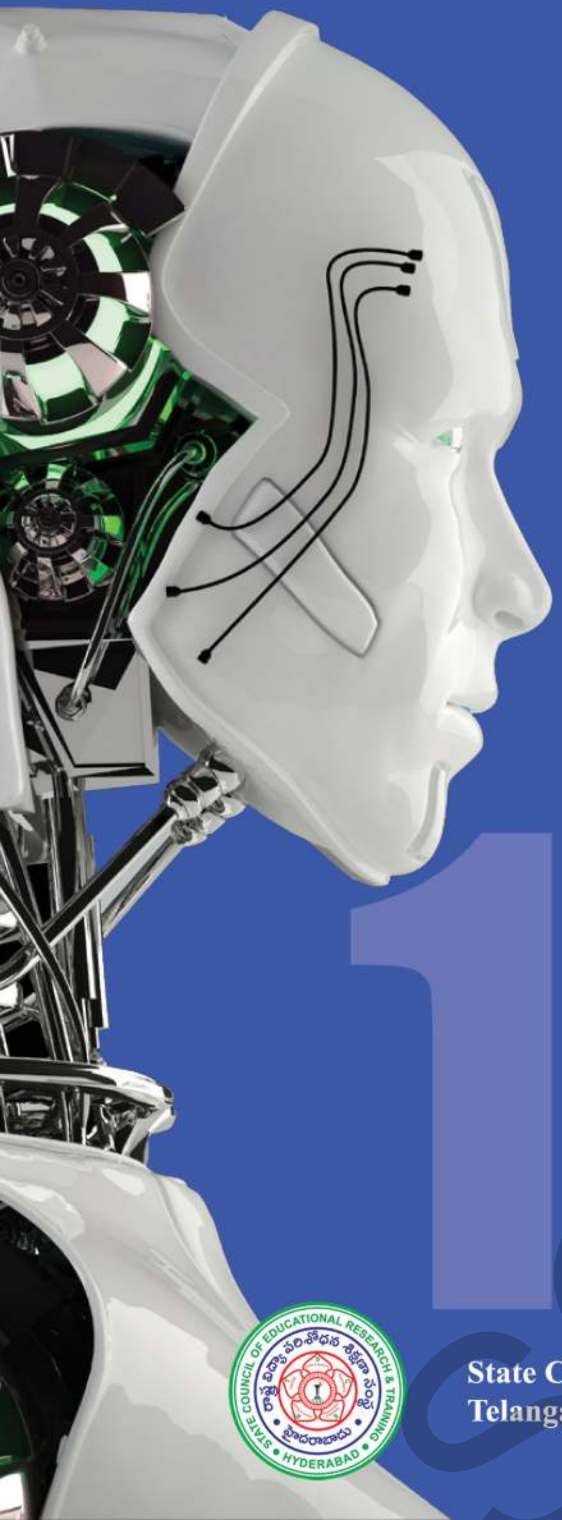
M3A2K7 R6S5W7

PHYSICAL SCIENCES

CLASS X

2025-26

భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలు



State Council of Educational Research and Training
Telangana, Hyderabad

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 X - PART - 1
10వ 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

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

Government's Gift for Students' Progress 2025-26

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

SCERT, TELANGANA

తెలంగాణ ప్రభుత్వం

పాఠశాల విద్యాశాఖ

తెలంగాణ తల్లి

SCERT, TELANGANA

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

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
పల్లవులా 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

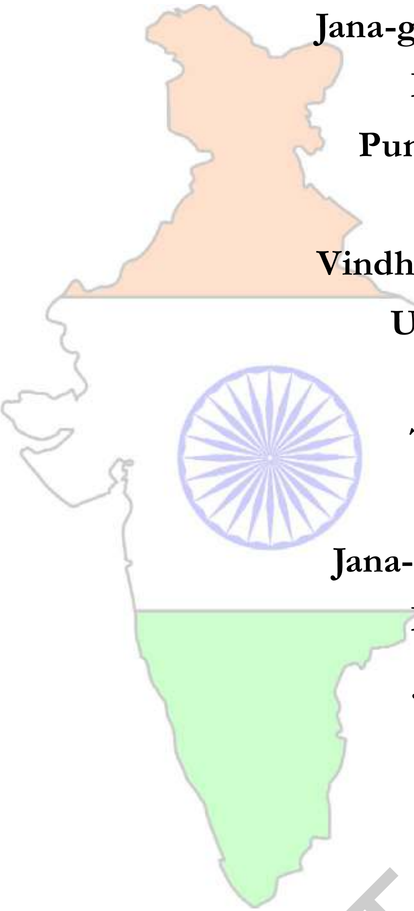
11. సిరి వెలుగులు జిమ్మె సింగరేణి నల్ల బంగారం
అణువణువున ఖనిజాలే నీ తనువున సింగారం
సహజమైన వన సంపద సక్కనైన పువ్వుల పొద
సిరులు పండె సారమున్న మాగాణమె కద నీ యెద
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ
జై తెలంగాణ జై జై తెలంగాణ

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

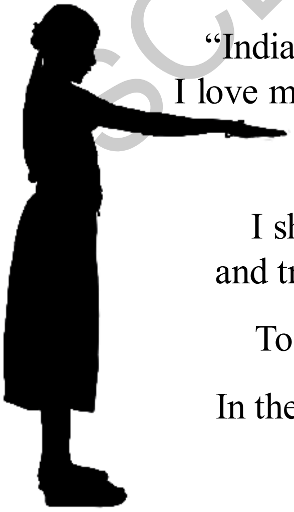


Jana-gana-mana-adhinayaka, jaya he
Bharata-bhagya-vidhata.
Punjab-Sindh-Gujarat-Maratha
Dravida-Utkala-Banga
Vindhya-Himachala-Yamuna-Ganga
Uchchhala-jaladhi-taranga.
Tava shubha name jage,
Tava shubha asisa mage,
Gahe tava jaya gatha,
Jana-gana-mangala-dayaka jaya he
Bharata-bhagya-vidhata.
Jaya he! jaya he! jaya he!
Jaya jaya jaya, jaya he!!

- Rabindranath Tagore

SCERT, TELANGANA

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

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.**

FOREWORD

We believe that class-10 education is a key aspect of school education and a turning point in student's life. The present tenth class Science textbook in your hands is developed in accordance with the National and State Curriculum Framework and the Right to Education Act. The lessons in the textbooks are presented in such way that they help in preparing the student for competitive examinations and also to prepare him/her for intermediate education.

It is mandatory on the part of teacher to implement teaching strategies like, making the student read the content of the textbook, discuss, analyse, do lab activity, go for field trips, prepare reports, etc. Teacher must take special care to avoid the practise of memorisation of scientific information from guides and question banks. Scientific learning is not just confined to the four walls of classroom. It has a definite connection to lab and field as well. Therefore, there is a lot of importance to field experience/ experiments in science teaching.

There is a great need for compulsory implementation of instructions of the National Curriculum Framework-2005 which emphasizes linking of the science teaching with local environment. The Right to Education Act- 2009 also suggested that priority should be given to the achievement of learning competencies among children. Likewise, science teaching should be in such a way that it would help cultivate a new generation with scientific thinking. The key aspect of science teaching is to make the children understand the thinking process of scientists and their efforts behind each discovery. The State Curriculum Framework-2011 stated thatchildren should be able to express their own ideas and opinions on various aspects. These Science Text Books are prepared to meet the set standards of the SCF and thus assist children in becoming self-reliant researchers capable of thinking intensely in scientific terms.

The textbooks are developed to achieve desired learning outcomes. So teachers should develop various teaching learning strategies to make their students to achieve class specific learning outcomes. This book has been energized with QR (Quick Response) codes to facilitate the students in understanding the concepts clearly.

With an intention to help the students 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-1 comprises 1 to 6 lessons and Part-2 comprises 7 to 12 lessons.

We thank the Vidya Bhawan Society, Rajasthan for their cooperation in designing these text books, the writers for preparing the lessons, the editors for checking the textual matters and the DTP group for composing the textbook. 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. We invite suggestions from educationists, teachers, parents, students and others to make this book more meaningful. Teachers play a pivotal role in children's comprehensive use of the text book. We hope, teachers will make their best efforts for proper utilization of the text book so as to inculcate scientific thinking among children and inspire them to be great scientists.

Director,
SCERT, Hyderabad

SCERT, TELANGANA

INDEX

		Periods	Month	Page No.
1	Reflection of light at curved surfaces	6	June	2-42
2	Chemical Equations	5	June	44-68
3	Acids, Bases and Salts	9	July	70-122
4	Refraction of Light at Curved Surfaces	9	July	124-170
5	Human Eye and Colourful world	10	August	172-222
6	Structure of Atom	7	Aug./Sept.	224-256

SCERT, TELANGANA

విషయసూచిక

		పీరియడ్లు	నెల	పేజి నెం.
1	గోళాకార దర్పణాలతో కాంతి పరావర్తనం	6	జూన్	3-43
2	రసాయనిక సమీకరణాలు	5	జూన్	44-68
3	ఆమ్లాలు, క్షారాలు, లవణాలు	9	జూలై	70-122
4	వక్రతలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం	9	జూలై	124-170
5	మానవుని కన్ను-రంగుల ప్రపంచం	10	ఆగష్టు	172-222
6	పరమాణు నిర్మాణం	7	ఆగష్టు/సెప్టెంబర్	224-256

SCERT, TELANGANA

CHAPTER

1 Reflection of light at curved surfaces

E7E8C4

SCERT TELANGANA

In class 7 and 8 you have learnt about the image formation in plane mirrors. You also discussed about the spherical mirrors. You know that why the curved surfaces are known as spherical mirrors.

You might have got many doubts while observing your image in bulged surfaces.

- Is the image formed by a bulged surface same as the image formed by a plane mirror?
- Is the mirror used in automobiles a plane mirror? Why is it showing small images?
- Why does our image appear thin or bulged out in some mirrors?
- Can we see inverted image in any mirror?
- Can we focus sun light at a point using a mirror instead of magnifying glass?
- Are the angle of reflection and angle of incidence also equal for reflection by curved surfaces?

Let us discuss about the reflection of light by spherical mirrors in this lesson to get clarity for the above questions.

అధ్యాయం

1 గోళాకార దర్పణాలతో కాంతి పరావర్తనం

C7D8C8

మీరు 7, 8 తరగతులలో సమతల దర్పణాలతో ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలుసుకున్నారు. అదే విధంగా గోళాకార దర్పణాలకు సంబంధించి కొన్ని అంశాలను చర్చించారు. వక్రతలాలు కలిగిన దర్పణాలను గోళాకార దర్పణాలని ఎందుకు అంటారో కూడా మీరు తెలుసుకున్నారు.

ఉబ్బెత్తుగా ఉన్న తలాలు, గుంటగా ఉన్న తలాలలో మీ ప్రతిబింబాలను గమనించినప్పుడు మీకు అనేక సందేహాలు కలిగి ఉంటాయి.

- ఉబ్బెత్తుగా ఉన్న అద్దంలో ఏర్పడిన ప్రతిబింబం, సమతల దర్పణంలో ఏర్పడిన ప్రతిబింబం రెండూ ఒకే విధంగా ఉంటాయా?
- వాహనాలలో ఉపయోగించే దర్పణం సమతల దర్పణమేనా? దానిలో ప్రతిబింబం చిన్నగా ఎందుకు కనబడుతుంది?
- కొన్ని దర్పణాలలో మన ప్రతిబింబం మనకన్నా సన్నగా లేదా లావుగా ఎందుకు కనబడుతుంది?
- ఏదైనా అద్దంలో మన ప్రతిబింబం తలక్రిందులుగా కనబడుతుందా?
- భూతద్దానికి బదులుగా ఏదైనా దర్పణం వాడి సూర్యకాంతిని ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరించగలమా?
- వక్రతలాలపై కాంతి పరావర్తనం చెందినా పరావర్తన కోణం పతన కోణానికి సమానంగా ఉంటుందా?

పైన తెలిపినటువంటి అనేక సందేహాలను నివృత్తి చేసుకోవడానికి గోళాకార దర్పణాల వలన కాంతి పరావర్తనం చెందే విధానం గురించి వివరంగా ఈ పాఠ్యాంశంలో తెలుసుకుందాం.

SCERT, TELANGANA

1.1 Reflection of light by spherical mirrors

The first law of reflection tells us

A light ray incident at an angle with the normal at the point of incidence will get reflected making equal angle with the normal.

This law is true for all surfaces, be it a plane surface or a curved one. The important words here are 'the angle made with normal at the point of incidence'. If for any surface one can decide the normal and find the incident angle, it is possible to deduce the angle made by the reflected ray. It is very easy to find a normal at any point on the plane surface but for a curved or uneven surface it is not straight forward.

Activity 1

Finding the normal to a curved surface

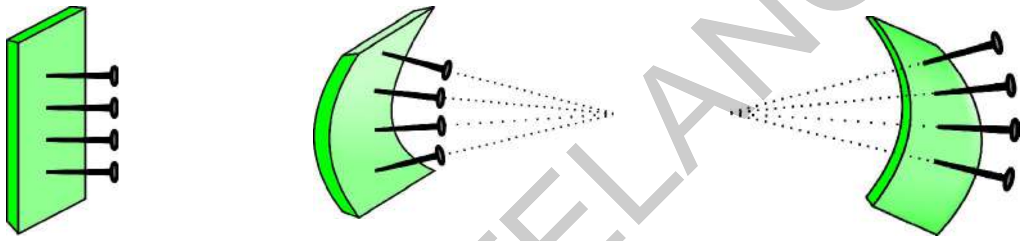


fig-1(a) *fig-1(b)* *fig-1(c)*

Take a small piece of thin foam or rubber (like the sole of a slipper). Put some pins along a straight line on the foam as shown in the fig.-1(*a*).

All these pins are perpendicular to the plane of foam. If the foam is considered as a mirror, each pin would represent the normal at that point. Any ray incident at the point where the pin makes contact with the surface will reflect with the same angle as the incident ray made with the pin-normal.

Now bend the foam piece inwards as shown in fig.-1(*b*), what differences will you observe to the pins?

They still represent the normal at various points, but you will notice that all the pins tend to converge at a point (or intersect at a point).

If we bend the foam piece outwards, we will see that the pins seem to move away from each other or in other words they diverge as shown in fig.-1(*c*).

SCERT, TELANGANA

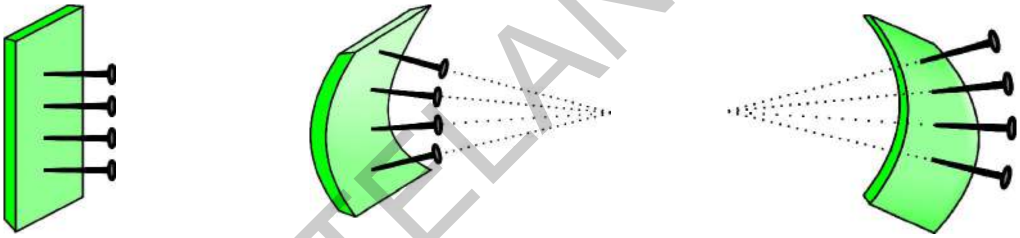
1.1 గోళాకార దర్పణాలతో కాంతి పరావర్తనం

కాంతికిరణం ఏదైనా ఉపరితలంపై పతనమైనప్పుడు అది పతనబిందువు వద్ద గీసిన లంబంతో చేసే కోణానికి (పతనకోణానికి), సమానమైన కోణంతో పరావర్తనం చెందుతుందని మొదటి పరావర్తన నియమం తెలియజేస్తుంది.

ఈ నియమం సమతల ఉపరితలాలకేగాక వక్రతలాలకు కూడా వర్తిస్తుంది. ఇందులో ముఖ్యమైన విషయమేమిటంటే 'పతన బిందువు వద్ద లంబంతో చేసే కోణం'. ఏ ఉపరితలానికైనా లంబాన్ని నిర్ధారించుకొని పతనకోణాన్ని కనుగొంటే తద్వారా పరావర్తనకోణాన్ని లెక్కగట్టవచ్చు. సమతల ఉపరితలంపై ఏదైనా బిందువు వద్ద లంబాన్ని గుర్తించడం చాలా తేలిక. కానీ వక్రతలాలు, క్రమరహిత తలాలపై లంబాన్ని గుర్తించడం అంత సులభమేమీ కాదు.

కృత్యం 1

వక్రతలానికి లంబాన్ని కనుగొనడం



పటం–1(ఎ) పటం–1(బి) పటం–1(సి)

చిన్న రబ్బరుముక్క లేదా 'ఫోమ్'ముక్క (like the sole of a slipper)ను తీసుకోండి. పటం–1(ఎ) లో చూపిన విధంగా దానిపై ఒకే వరుసలో గుండుసూదులను గుచ్చండి. ఆ గుండుసూదులన్నీ రబ్బరుముక్క తలానికి లంబంగా ఉంటాయి. ఆ రబ్బరుముక్కను అద్దంలా భావిస్తే గుండుసూదులు వాటిని గుచ్చిన బిందువుల వద్ద లంబాలను సూచిస్తాయి. గుండుసూది గుచ్చిన బిందువు వద్ద పతనమైన కిరణం గుండుసూది(లంబం) తో ఎంతకోణం చేస్తుందో, అంతేకోణంతో పరావర్తనం చెందుతుంది.

పటం–1(బి) లో చూపినట్లు రబ్బరుముక్కను లోపలివైపుకు వంచండి. గుండుసూదులలో ఏం తేడా గమనించారు?

ఇప్పుడు కూడా గుండుసూదులు వాటిని గుచ్చిన వివిధ బిందువుల వద్ద లంబాలను సూచిస్తాయి. నిశితంగా పరిశీలిస్తే గుండుసూదులన్నీ ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరింపబడుతున్నట్లుగా కనిపిస్తాయి.

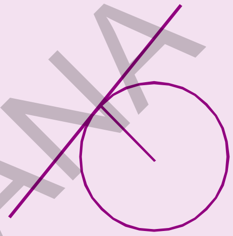
పటం–1(సి)లో చూపినట్లు రబ్బరుముక్కను వెలుపలివైపుకు వంచితే గుండుసూదులు వికేంద్రీకరింపబడుతున్నట్లుగా కనిపిస్తాయి.

SCERT, TELANGANA

This gives us an idea of what is likely to happen with a spherical mirror. A concave mirror will be like the rubber sole bent inwards (fig-1(*b*)) and the convex mirror will be like the rubber sole bent out wards (fig-1(*c*)).

For a concave mirror, like these pins in fig.-1(*b*), all normals will converge towards a point. This point is called **centre of curvature(C)** of the mirror.

Recall a little bit of geometry: while learning about circles and tangents, you have learnt that a radius is always perpendicular to the tangent to the circle drawn at the point.



SCERT, TELANGANA

This gives us a clue about how we can find normal at a point on a spherical mirror. All that we have to do is to draw a line from the point on the mirror to centre of the sphere.

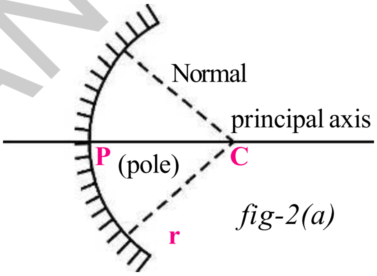


fig-2(a)

It is much easier to imagine this in a two dimensional fig. as shown in fig.-2(*a*). The concave mirror is actually a part of a big sphere. In order to find this centre point (centre of curvature) we have to think of the centre of the sphere to which the concave mirror belongs. The line drawn from C to any point on the mirror gives the normal at that point.

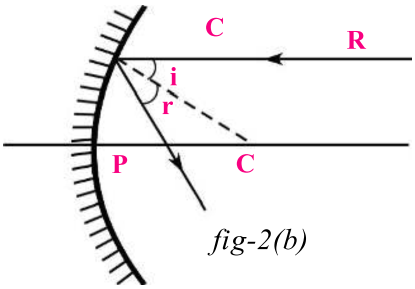


fig-2(b)

For the ray R, the incident angle is the angle it makes with the normal shown as **i** and the reflected angle is shown as **r** in fig.-2(*b*). We know by first law of reflection i = r.

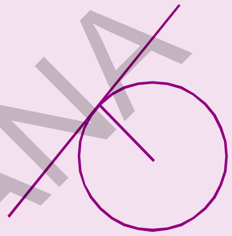
The mid point (Geometrical centre) of the mirror is called **pole (P)** of the mirror. The horizontal line shown in the fig.s which passes through the centre of curvature and pole is called **principal axis** of the mirror. The distance from P to C is **radius of curvature (R)** of the mirror.

Try to construct different reflected rays for any array of rays that are parallel to the principal axis as shown in fig. 2(*b*). What is your observation?

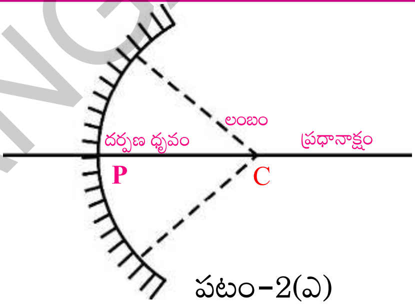
ఈ రబ్బరుముక్కలు గోళాకార దర్పణాల గురించి కొన్ని విషయాలు వివరిస్తాయి. పటం-1(బి)లో లోపలికి వంచిన రబ్బరుముక్క వలె పుటాకారదర్పణం ఉంటుంది. కుంభాకార దర్పణం పటం-1(సి)లో వెలుపలివైపుకు వంచిన రబ్బరుముక్క వలె ఉంటుంది.

పటం-1(బి) లో చూపిన గుండుసూదుల వలె, పుటాకారదర్పణం యొక్క అన్ని లంబాలు ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి. ఆ బిందువును దర్పణం యొక్క **వక్రతా కేంద్రం** C (centre of curvature) అంటాం.

కొంత రేఖాగణితాన్ని గుర్తుచేసుకుందాం: వృత్తాలు - స్పర్శరేఖల గురించి నేర్చుకునేటప్పుడు, వృత్తకేంద్రం నుండి వృత్తంపై గల ఏదేని బిందువుకు గీసిన వ్యాసార్ధం - ఆ బిందువు వద్ద వృత్తానికి గీసిన స్పర్శరేఖకు లంబంగా ఉంటుందని నేర్చుకున్నాం కదా!

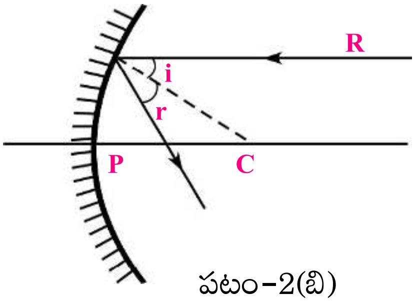


గోళాకార దర్పణం పై ఏదేని బిందువు వద్ద లంబాన్ని కనుగొనడానికి ఈ రేఖాగణిత జ్ఞానం పనికొస్తుంది. మనం చేయవలసిందల్లా, దర్పణంపైనున్న ఏదేని బిందువు వద్ద నుండి ఆ గోళ కేంద్రానికి ఒక రేఖను గీయాలి.



పటం-2(ఎ)

పటం-2(ఎ)లో చూపినట్లు ఒక ద్విమితీయ పటం విషయంలో ఇది చాలా సులభం. కానీ పుటాకారదర్పణం అనేది నిజానికి ఒక గోళంలోని భాగం. కాబట్టి దర్పణవక్రతాకేంద్రాన్ని కనుగొనాలంటే, ఆ దర్పణం ఏ గోళానికి చెందిందో- ఆ గోళం యొక్క కేంద్రాన్ని కనుగొనాలి. గోళకేంద్రం నుండి దర్పణంపై ఏదేని బిందువుకు గీసిన రేఖ దర్పణానికి ఆ బిందువు వద్ద లంబం అవుతుంది.



పటం-2(బి)

పటం-2(బి) లో వ్యాసార్ధం (లంబం)తో కిరణం R చేసే కోణాన్ని (పతనకోణాన్ని) **i** గా సూచించాం. పరావర్తన కోణాన్ని **r** గా సూచించాం. 1వ పరావర్తన నియమం ప్రకారం $i = r$ అని మనకు తెలుసు.

దర్పణం యొక్క మధ్యబిందువు (జ్యామితీయ కేంద్రం)ను **దర్పణధృవం** P (pole) అంటాం. పటాలలో వక్రతాకేంద్రం మరియు దర్పణధృవం గుండా పోతున్నట్లుగా క్షితిజ సమాంతరంగా (horizontal) గీయబడిన రేఖను దర్పణం యొక్క **ప్రధానాక్షం** (principal axis) అంటాం. P నుండి C కు గల దూరాన్ని దర్పణం యొక్క **వక్రతా వ్యాసార్ధం** ('R') (radius of curvature) అంటాం.

పటం-2(బి)లో చూపినవిధంగా దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వివిధ పతనకిరణాలను గీసి వాటికి పరావర్తన కిరణాలను గీయడానికి ప్రయత్నించండి. ఏం గమనించారు?

SCERT, TELANGANA

1.1.1 Verifying your drawing with experiment:

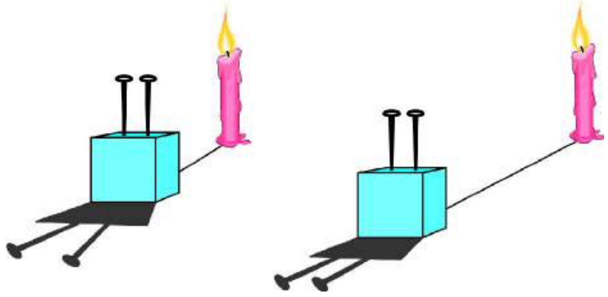


fig-3

To verify this we must first find out some way of obtaining a beam of parallel rays. How do we do that?

First we need to know the situation in which one gets parallel rays of light.

In the fig.-3 we have stuck two pins on a thermocole block. The pins are parallel to each other. As we see in the fig., when a source of light is kept very near, we see the shadows diverging (from the base of the pins). As we move the source away from the pins, the angle of divergence gets reduced. If we move the source far away we will get parallel shadows. But as we move the candle away, the light intensity becomes low. That means to get a beam of parallel rays the source should be at a long distance and it must be of sufficient intensity. Where do we find one such source?

Yes, we have one easily available source, you probably have guessed it: The Sun. Let us do an experiment with sun rays and a concave mirror.

Activity 2

Hold a concave mirror such that sunlight falls on it. Take a small paper and slowly move it in front of the mirror and find out the point where you get the smallest and brightest spot, which will be the image of the sun. (See to it that your paper is small so that it does not obstruct the incoming sun rays.)

The rays coming from the sun parallel to the principal axis of concave mirror converge to a point (see fig.-4). This point is called **Focus or focal point (F)** of the concave mirror.

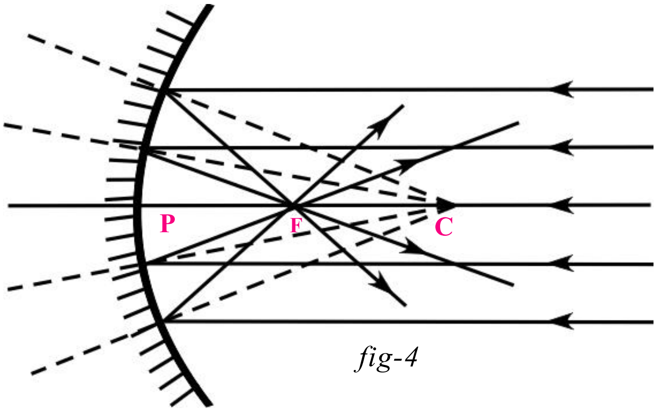
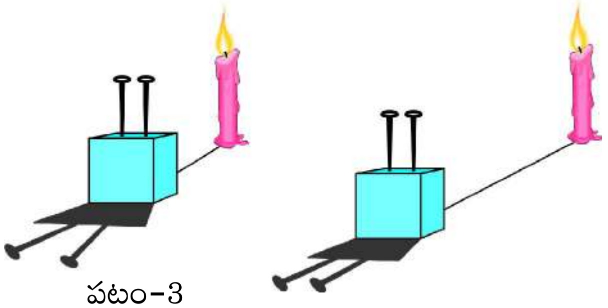


fig-4

SCERT, TELANGANA

1.1.1 మీరు గీసిన పటాన్ని ప్రయోగ ఫలితాలతో సరిచూసుకోవడం

ప్రయోగపూర్వకంగా సరిచూసుకోడానికి, మొదటగా మనకు 'సమాంతరంగా ప్రయాణించే కాంతికిరణాలు (కాంతిపుంజం)' కావాలి. వీటిని ఎలా పొందగలం?



పటం-3

ఏ సందర్భంలో మనం సమాంతర కాంతిపుంజాన్ని పొందగలమో ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం.

పటం-3లో థర్మాకోల్ దిమ్మెకు గుచ్చిన రెండు గుండుసూదులను చూడవచ్చు. అవి పరస్పరం సమాంతరంగా ఉన్నాయి. పటంలో చూపినట్లు ఆ సూదులకు దగ్గరలో కాంతిజనకాన్ని ఉంచితే వాటి నీడలు వికేంద్రీకరించడం గమనించవచ్చు. కాంతిజనకాన్ని కొంచెం దూరంగా జరిపినప్పుడు వాటి నీడలు వికేంద్రీకరింపబడే కోణం తగ్గిపోయింది. కాంతిజనకాన్ని ఇంకా దూరంగా జరిపితే గుండుసూదుల నీడలు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉండేట్లు ఏర్పడతాయి. కానీ కొవ్వొత్తిని మరీ దూరంగా జరుపుతూ పోతే కాంతి తీవ్రత తగ్గుతుంది. అనగా సమాంతర కాంతిపుంజం కావాలంటే కాంతిజనకం చాలా దూరంలో ఉండాలి మరియు అది తగినంత తీవ్రత కలిగినదై ఉండాలి. అటువంటి కాంతిజనకం ఎక్కడ ఉంది?

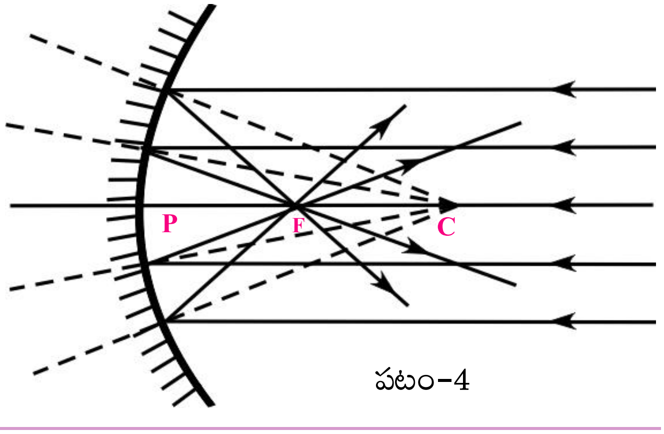
అవును, మనకు చాలా దూరంలో, అధిక తీవ్రత గల కాంతిజనకం సూర్యుడు అని మీరు ఊహించి ఉంటారు. పుటాకారదర్పణం, సూర్యకాంతితో ఇప్పుడు మనమొక ప్రయోగం చేద్దాం.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం 2

ఒక పుటాకారదర్పణాన్ని తీసుకొని, దానిపై సూర్యకాంతి పడేవిధంగా పట్టుకోండి. దర్పణానికి ఎదురుగా ఒక చిన్న కాగితంముక్కను ఉంచి, మెల్లగా వెనుకకు జరుపుతూ ఏ స్థానంలో చిన్నదైన మరియు అధిక తీవ్రత కలిగిన సూర్యుని ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందో గుర్తించండి. (కాగితం పరిమాణం దర్పణంపై పడే కాంతి కిరణాలకు అడ్డుగా ఉండకుండా సాధ్యమైనంత చిన్నదిగా ఉండేట్లు జాగ్రత్త వహించండి.)

సూర్యుని నుండి వచ్చే సమాంతర కాంతికిరణాలు పుటాకారదర్పణం వల్ల ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి. (పటం-4 లో చూడండి). ఈ బిందువును దర్పణం యొక్క **నాభి** 'F' లేదా **నాభీయ బిందువు** (Focus/ focal point) అంటాం.



పటం-4

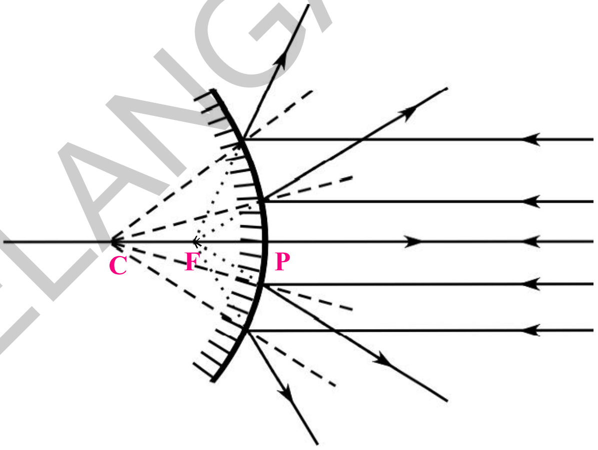
Measure the distance of this spot from the pole of the mirror. This distance is the **focal length (f)** of the mirror. The radius of curvature will be twice this distance (R=2f).

Does the reflected rays converge to a point in the picture you draw with different rays based on fig. 2(b)?

- What happens if you hold the paper at a distance shorter than the focal length from the mirror and move it away?
- Does the image of the sun become smaller or bigger?

You will notice that the image of the sun first keeps on becoming small, beyond the focal point it keeps on becoming enlarged.

Note: while drawing a ray diagram sometimes it is not clear which is the reflecting side of the mirror. Hence we follow a convention of showing lines on the non-reflecting side(coated side).



Can you draw the same diagram for a convex mirror?

See fig.-5. The parallel rays appear to diverge after reflection. If we extend the reflected rays backwards they meet at 'F' i.e. focus of the convex mirror.

SCERT, TELANGANA

Think and discuss

- See fig.-5. A set of parallel rays are falling on a convex mirror. What conclusions can you draw from this?
- Will you get a point image if you place a paper at the focal point?

When parallel rays are incident on a concave mirror, on reflection they meet at the focus.

- Do we get an image with a concave mirror at the focus every time? Let us find out.

దర్పణధృవం 'P' నుండి నాభి కి గల దూరాన్ని కొలవండి. ఈ దూరాన్ని దర్పణం యొక్క **నాభ్యంతరం** 'f' (focal length) అంటాం. దర్పణ వక్రతా వ్యాసార్థం ఈ దూరానికి రెట్టింపు ఉంటుంది. (R=2f).

పటం 2(బి)ఆధారంగా వివిధ కిరణాలతో మీరు గీసిన పటంలో కూడా పరావర్తన కిరణాలు ఇలాగే కేంద్రీకరింపబడ్డాయా?

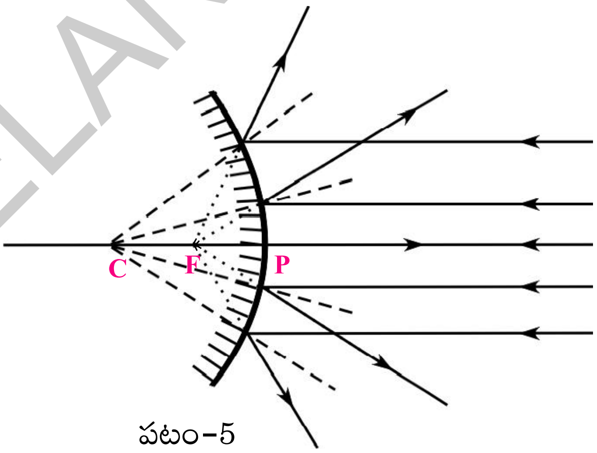
- దర్పణానికి ఎదురుగా నాభ్యంతరం కన్నా తక్కువ దూరంలో కాగితం ముక్కను ఉంచి, మెల్లగా వెనుకకు జరుపుతూ పోతే ఏం జరుగుతుంది?
- సూర్యుని ప్రతిబింబ పరిమాణం పెరుగుతుందా? తగ్గుతుందా?

కాగితం దర్పణనాభిని చేరేంతవరకూ సూర్యుని ప్రతిబింబ పరిమాణం తగ్గి, ఆ తరవాత పెరగడం ప్రారంభిస్తుందని మీరు గమనించవచ్చు.

గమనిక: దర్పణాలకు సంబంధించిన కిరణచిత్రాలను గీసేటప్పుడు దర్పణాల పరావర్తన తలాన్ని గుర్తించడంలో గల ఇబ్బందిని తొలగించేందుకుగానూ దర్పణాల రెండవ తలాన్ని (రంగుపూత ఉండే తలాన్ని) సన్నని గీతలతో సూచించడం పరిపాటి.

పుటాకార దర్పణానికి గీసినట్లుగా కుంభాకార దర్పణానికి కూడా కిరణచిత్రం గీయగలరా?

పటం-5ను పరిశీలించండి. కుంభాకార దర్పణంపై పడిన సమాంతర కాంతికిరణాలు పరావర్తనం చెందాక వికేంద్రీకరింపబడుతున్నాయి. పరావర్తన కిరణాలను మనం వెనుకకు పొడిగిస్తే, అవి కుంభాకార దర్పణనాభి 'F' వద్ద కలుస్తున్నాయి.



పటం-5

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- పటం-5లో కుంభాకార దర్పణంపై సమాంతర కాంతికిరణాలు పతనం చెందుతున్నాయి. వాటిని పరిశీలిస్తే మీరేం చెప్పగలరు?
- ఆ దర్పణం యొక్క నాభి వద్ద తెరను ఉంచితే, దానిపై ఒక బిందు ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందా?

పుటాకారదర్పణంపై పతనమైన సమాంతర కాంతి కిరణాలు పరావర్తనం చెందాక నాభి వద్ద కేంద్రీకరింపబడుతున్నాయి.

- ప్రతిసారి పుటాకారదర్పణం వల్ల ప్రతిబింబం నాభి వద్దనే ఏర్పడుతుందా?

తెలుసుకుందాం

SCERT, TELANGANA

Lab Activity

Aim: Observing the types of images and measuring the object distance and image distance from the mirror.

Material required: A candle, paper, concave mirror (known focal length), V-stand, measuring tape or meter scale.

Procedure: Place the concave mirror on V-stand, arrange a candle and meter scale as shown in fig.-6.

Keep the candle at different distances from the mirror (10cm to 80cm) along the axis and by moving the paper (screen) find the position where you get the sharp image on paper. (Take care that flame is above the axis of mirror, paper is below the axis). Note down your observations in table-1.

Table-1

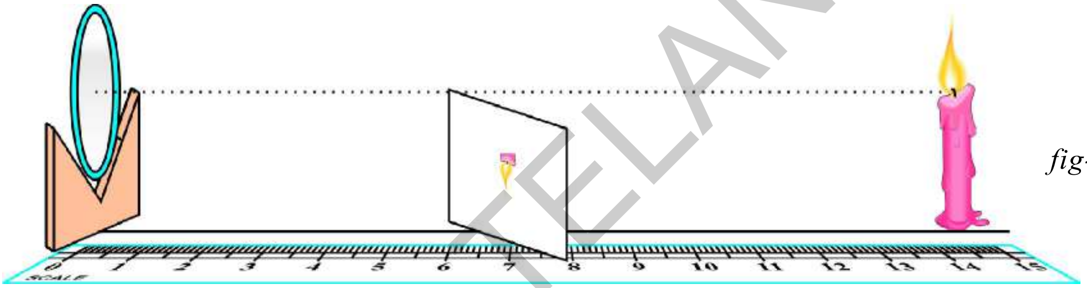


fig-6

Sl. No.	Distance of candle from mirror (object distance-u)	Distance of paper from mirror (image distance-v)	Enlarged/ diminished	Inverted or erected
1				
2				
3				
4				

Group your observations based on the type of image you see (e.g. Image is bigger and inverted). It is possible you may not get any image at some positions, note down that too!

Since we know the focal point and centre of curvature, we can reclassify our above observations as shown in table-2. What do you infer from this table?.

SCERT, TELANGANA

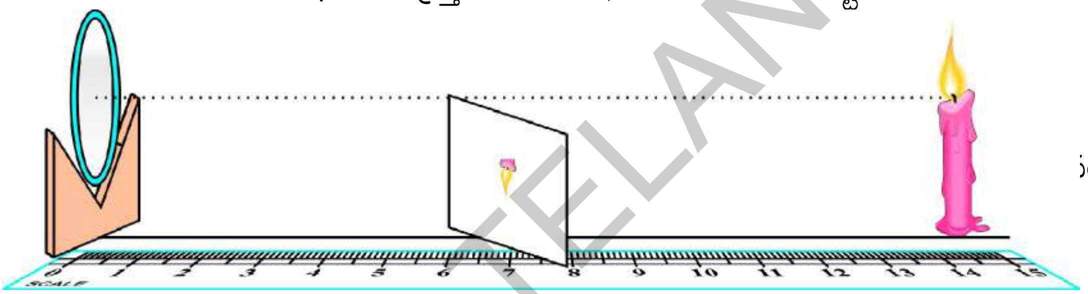
ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం: వివిధ రకాల ప్రతిబింబాలను పరిశీలించడం- వస్తుదూరం, ప్రతిబింబ దూరాలను కొలవడం.

కావలసిన వస్తువులు: కొవ్వొత్తి, తెల్లకాగితం లేదా డ్రాయింగ్ షీట్, నాభ్యంతరం తెలిసిన పుటాకార దర్పణం, V-స్టాండు, కొలత టేపు లేదా మీటరు స్కేలు.

పద్ధతి: పుటాకార దర్పణాన్ని V-స్టాండ్‌పై పెట్టండి. దానికి ఎదురుగా పటం-6లో చూపినట్లు వెలుగుతున్న కొవ్వొత్తి, మీటరు స్కేలును ఉంచండి..

దర్పణం నుండి వివిధ దూరాలలో (10 సెం.మీ. నుండి 80 సెం.మీ. వరకు) ప్రధాన అక్షం వెంబడి కొవ్వొత్తిని ఉంచుతూ, కాగితాన్ని (తెరను) ముందుకు, వెనుకకు కదుపుతూ ప్రతీసారి ఏ స్థానంలో స్పష్టమైన ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందో గుర్తించండి. (కొవ్వొత్తి మంట దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షానికి పైన ఉండేవిధంగా, కాగితం ప్రధానాక్షానికి కింద ఉండేవిధంగా జాగ్రత్త వహించండి.) మీ పరిశీలనలను పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి.



పటం-6

పట్టిక-1

పరిశీలన	దర్పణం నుండి కొవ్వొత్తికి గల దూరం (వస్తుదూరం-u)	దర్పణం నుండి కాగితం/ తెరకు గల దూరం (ప్రతిబింబదూరం-v)	వస్తువు కన్నా పెద్దదా/ చిన్నదా?	నిటారు ప్రతిబింబమా/ తలక్రిందుల ప్రతిబింబమా?
1				
2				
3				
4				

మీ పరిశీలనలలో పెద్ద ప్రతిబింబం ఏర్పడిన సందర్భాలు, చిన్న ప్రతిబింబం ఏర్పడిన సందర్భాలను వేర్వేరుగా రాయండి. కొన్ని సందర్భాలలో ప్రతిబింబం ఏర్పడకపోవచ్చు. అటువంటి సందర్భాలను కూడా గుర్తించి నమోదు చేయండి.

దర్పణం యొక్క నాభ్యంతరం, వక్రతావ్యాసార్ధం మనకు తెలుసు. కావున పై పరిశీలనలను పట్టిక-2లో చూపినవిధంగా వర్గీకరించవచ్చు. దీనినుండి మీరు ఏం నిర్ధారణలు చేయగలరు?

SCERT, TELANGANA

At this point we suggest that you make one more observation. You have been trying to get the image on a paper when the object is at different positions. At the same time also look into the mirror and note your observations about how the image appears.

- Is it inverted or erect? enlarged or diminished?

Table - 2

Position of the candle (object)	Position of the image	Enlarged/ diminished	Inverted or erect	Real or virtual
Between mirror & F				
At focal point				
Between F and C				
At centre of curvature				
Beyond C				

SCERT, TELANGANA

What do you infer from the table-2?

Let us try to draw ray diagrams with concave mirrors and compare them with your inferences.

1.2 Ray diagrams (Image formation by concave mirror)

In activity-2 we saw the ray diagram of sunrays parallel to the concave mirror and the image of the sun was very small at the focal point (See fig.-4). Now we shall develop a technique to draw ray diagrams when an object is placed anywhere on the axis of the mirror and validate the above observations.

Here we will take at least two rays originating from the same point on the object but with different direction, see how they get reflected from the mirror and find out the point where they meet to form the image.

Let us take an example.

As shown in the fig.-7, assume a concave mirror and a candle placed at some distance along the axis of the mirror.

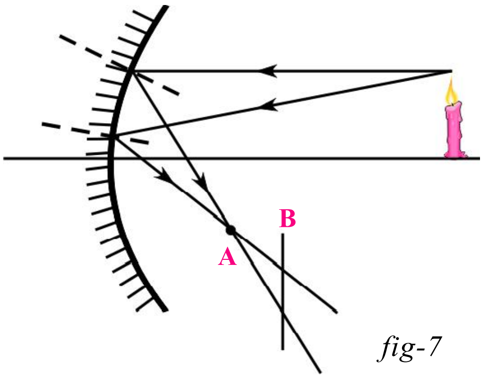


fig-7

ఈ ప్రయోగంలో మీరు మరొక పరిశీలన కూడా చేయవలసి ఉంది. వస్తువును వివిధ స్థానాలలో ఉంచి తెరపై దాని ప్రతిబింబాన్ని పట్టడానికి ప్రయత్నించేటప్పుడు, దర్పణంలో కూడా ప్రతిబింబం ఏర్పడిందేమో వెతకండి.

- ఆ ప్రతిబింబం ఎలా ఉంది? నిటారుగా ఉందా లేక తలక్రిందులుగా ఉందా? పెద్దదిగా ఉందా లేక చిన్నదిగా ఉందా?

పట్టిక-2

కొవ్వొత్తి స్థానం (వస్తువు స్థానం)	ప్రతిబింబ స్థానం	వస్తువు కన్నా పెద్దదా/ చిన్నదా?	నిటారు ప్రతిబింబమా/ తలక్రిందుల ప్రతిబింబమా?	నిజ ప్రతిబింబమా / మిథ్యా ప్రతిబింబమా
దర్పణధ్రువం, నాభి మధ్య				
నాభి వద్ద				
నాభి, వక్రతాకేంద్రం మధ్య				
వక్రతా కేంద్రం వద్ద				
వక్రతాకేంద్రానికి ఆవల				

SCERT, TELANGANA

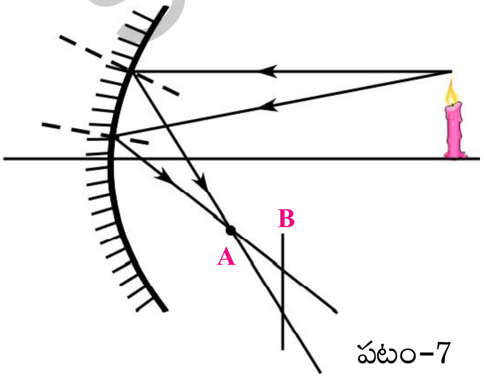
పట్టిక-2లోని వివరాల ఆధారంగా మీరేం నిర్ధారణలు చేయగలరు?

పుటాకార దర్పణంతో ఏర్పడే ప్రతిబింబాలకు సంబంధించిన కిరణచిత్రాలను గీసి, వాటిని మీ పరిశీలనలతో పోల్చి చూద్దాం.

1.2 కిరణచిత్రాలు: (పుటాకార దర్పణంతో ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానం)

కృత్యం-2లో సూర్యుని నుండి వచ్చే సమాంతర కాంతికిరణాలు పుటాకార దర్పణంపై పడినప్పుడు, దర్పణనాభి వద్ద సూర్యుని ప్రతిబింబం అతి చిన్నదిగా ఏర్పడటాన్ని వివరించే కిరణచిత్రాన్ని మనం గమనించాం. (పటం-4 చూడండి.)

దర్పణానికి ఎదురుగా ప్రధాన అక్షంపైన ఏ బిందువు వద్ద వస్తువును ఉంచినా, ఏర్పడే ప్రతిబింబానికి సంబంధించి కిరణచిత్రాన్ని గీయడానికి ఇప్పుడు మనమొక సులువైన పద్ధతిని వాడుదాం. ప్రయోగంలో మన పరిశీలనలను ఈ కిరణచిత్రాలతో పోల్చి చూద్దాం. దీనికిగాను, వస్తువుపై ఏదేని బిందువు నుండి బయలుదేరి వేర్వేరు దిశలలో ప్రయాణించే రెండు కిరణాలను తీసుకుందాం. దర్పణం చేత పరావర్తనం చెందాక ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచడానికి తిరిగి అవి ఎక్కడ కలుస్తాయో పరిశీలిద్దాం.



పటం-7

కింది ఉదాహరణను పరిశీలించండి.

పటం-7లో చూపిన విధంగా ఒక పుటాకారదర్పణం, దాని ప్రధాన అక్షం వెంబడి కొంతదూరంలో వెలుగుతున్న కొవ్వొత్తి ఉందనుకోండి.

The diagram shows two rays coming from the tip of the flame (object). The reflected rays are constructed based on the laws of reflection.They meet at point A. The tip of the flame of the reflected image will be at the point of intersection, A.

- Why only at point A?

If we hold the screen at any point before or beyond point A (for example at point B), we see that the rays will meet the screen at different points. Therefore, the image of the tip of the flame will be formed at different points due to these rays. If we draw more rays emanating from the same tip we will see that at point A they will meet but at point B they won't. So, the image of the tip of the flame will be sharp if we hold the screen at point A and will become blurred (due to overlaping of multiple images) when we move the paper slightly in any direction (forward or backward).

Is this not something that you observed during the previous experiment with sun rays?

However, it is not going to be easy to evaluate the angle of reflection for any arbitrary ray, every time we will have to find the normal, measure the incident angle and construct a ray with equal angle on the other side. This would be a tedious task, can we find any other simpler method?

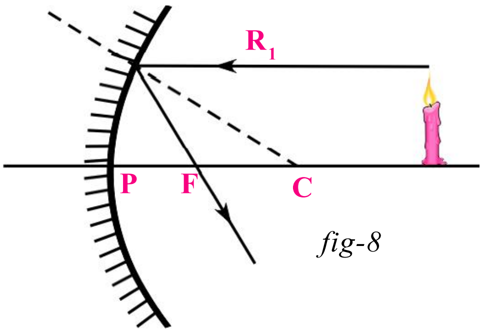


fig-8

Yes, there are a few. Based on our discussion so far, we can identify some appropriate rays which we can take as representative rays to find the point 'A'.

We have seen that all rays that are parallel to the axis get reflected such that they pass through the focal point of the mirror. So, for drawing any diagram the most suitable ray to draw will be the one that comes from the object and goes parallel to the axis of the mirror. The reflected ray will be the line drawn from the point of incidence on the mirror and passes through the focal point of the mirror. To make it more convenient we will always take rays that come from the tip of the object. See the ray R_1 in fig.-8.

The converse situation of previous one is also true; that is, a ray that passes through the focal point of the mirror will travel parallel to the axis after reflection.

SCERT, TELANGANA

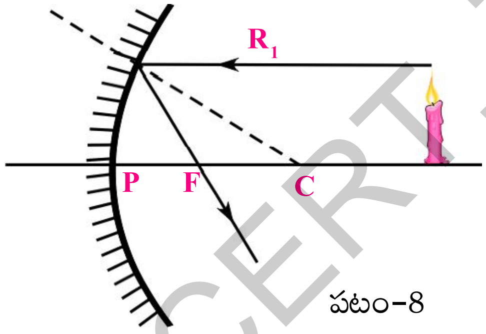
కొవ్వొత్తి మంట (వస్తువు) కొనభాగం నుండి బయలుదేరిన రెండు కిరణాలను పటంలో చూడవచ్చు. పరావర్తన సూత్రాలను ఉపయోగించి ఈ కిరణాలకు పరావర్తన కిరణాలను గీస్తే, అవి A వద్ద కలిసాయి. ఈ ఖండన బిందువు A వద్ద మంటకొనభాగం యొక్క ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.

- ఎందుకు A వద్దనే ఏర్పడుతుంది?

A బిందువుకు ముందు లేదా తరవాత ఏదేని బిందువు (ఉదాహరణకు B బిందువు) వద్ద తెరను ఉంచితే, పరావర్తన కిరణాలు తెరపై వివిధ బిందువులను చేరడం మనం గమనించవచ్చు. కాబట్టి ఈ కిరణాల వల్ల ప్రతిబింబం వివిధ బిందువుల వద్ద ఏర్పడుతుంది. మంట కొనభాగం నుండి మరికొన్ని కిరణాలను గీసినా అవన్నీ A బిందువు వద్ద కలుసుకుంటాయి. కానీ B బిందువు వద్ద ఏకీభవించవు. కాబట్టి తెరను A వద్ద ఉంచితే ప్రతిబింబం స్పష్టంగా ఏర్పడుతుంది. A నుండి కొంచెం ముందుకు లేదా వెనుకకు తెరను జరిపితే వివిధ ప్రతిబింబాలు అన్ని కలిసి (అధ్యారోపణం చెంది) ఫలితంగా ఏర్పడే ప్రతిబింబం మసకబారినట్లుగా ఉంటుంది.

మీరు ఇంతకు ముందు సూర్యకిరణాలతో చేసిన ప్రయోగంలో కూడా ఇదే విషయాన్ని గమనించారు కదా!

అయితే, గోళాకార దర్పణంపై పడిన ప్రతి కాంతికిరణానికి పరావర్తన కిరణం గీయడం ఏమంత సులభం కాదు. ప్రతీసారి పతనబిందువు వద్ద స్పర్శరేఖ గీసి, లంబాన్ని గుర్తించి పతనకోణాన్ని కనుగొనాలి. ఆ కోణానికి సమానమైన కోణంతో పరావర్తన కోణం గీయాలి. ఇదంతా శ్రమతో కూడిన అంశం. మరి దీనికేదైనా సులభమైన పద్ధతి ఉందా?



పటం-8

ఇప్పటివరకు మనం చర్చించిన బిందువు 'A' (పరావర్తన కిరణాల ఖండన బిందువు)ను కనుగొనడానికి తగిన కిరణాలు కొన్ని ఉన్నాయి.

ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వచ్చిన కిరణాలు పరావర్తనం చెందాక నాభిగుండా ప్రయాణిస్తాయని మనకు తెలుసు. కాబట్టి ఏ కిరణచిత్రం గీయాలన్నా వస్తువు నుండి బయలుదేరి దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించి దర్పణాన్ని చేరే కిరణమే మనం గీయవలసిన మొదటి కిరణం. అప్పుడు దర్పణంపై గల పతనబిందువు నుండి నాభిగుండా గీసిన రేఖ పరావర్తన కిరణం అవుతుంది. కిరణచిత్రాలను మరింత సులభంగా గీయడానికి, వస్తువు యొక్క పైకొన నుండి బయలుదేరే కిరణాలనే తీసుకుందాం. పటం-8లోని కిరణం R_1ను పరిశీలించండి.

ఇప్పటివరకు చర్చించిన సందర్భానికి పూర్తిగా వ్యతిరేక సందర్భం కూడా సరియైనదే. అంటే దర్పణనాభిగుండా ప్రయాణిస్తూ దర్పణంపై పతనం చెందిన కిరణం పరావర్తనం చెందాక ప్రధాన అక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

This gives us our second ray. This will be the ray coming from the tip of the flame and going through the focal point and falling on the mirror. After reflection, this ray travels parallel to the axis. So we draw the reflected ray as a line parallel to the axis coming from the point where the incident ray meets the mirror. See R_2 in fig.-9.

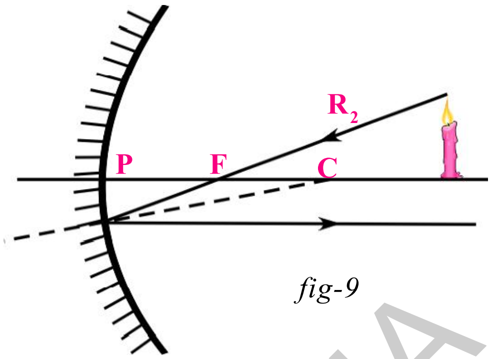


fig-9

Using the rays R_1, R_2 and finding the point where they intersect we know the point where the image of the tip is formed.

There is one more ray which is convenient to draw.

We have seen earlier that any ray that is normal to the surface, on reflection, will travel along the same path but in the opposite direction. Which ray can such a one be for a spherical mirror?

We know that a line drawn from the centre of curvature to the mirror is perpendicular to the tangent at the point where the line meets the curve. So if we draw a ray coming from the tip of the object going through the centre of curvature to meet the mirror, it will get reflected along the same line. This ray is shown as R_3 in the fig.-10. In general, a ray travelling along normal retraces its path.

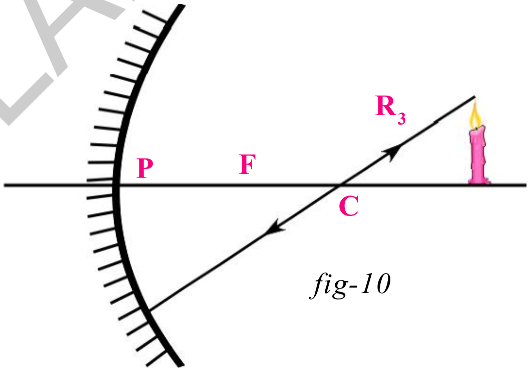


fig-10

Along with these three rays 'the ray which comes from the object and reaches the pole of the mirror' is also useful in drawing ray diagrams. For this ray, the principal axis is the normal.

If we have our object (candle) placed as shown in fig.-11, we can draw the ray diagram to get the point of intersection A, of any two rays coming from the top of the object

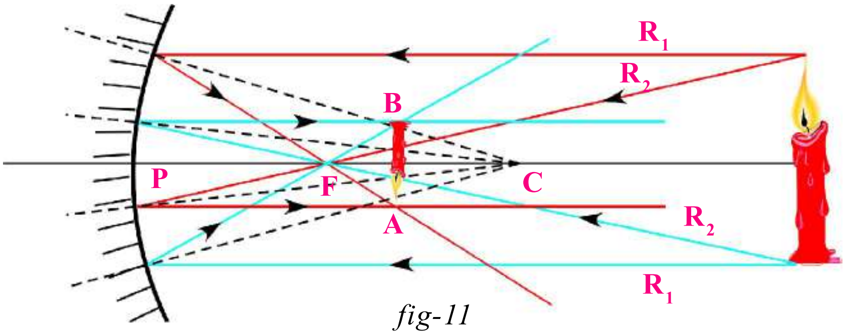
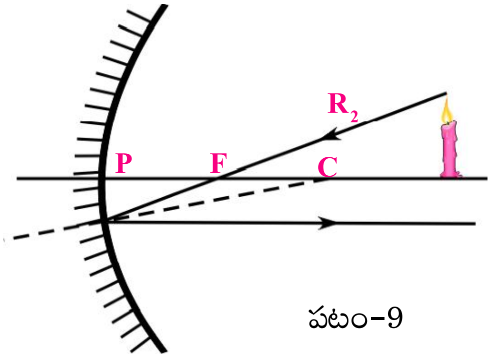


fig-11

SCERT, TELANGANA

ఇలా ప్రయాణించే కిరణమే మనం గీయవలసిన రెండో కిరణం. ఈ కిరణం వస్తువు పైకొనభాగం నుండి బయలుదేరి నాభిగుండా ప్రయాణిస్తూ దర్పణంపై పతనమవుతుంది. పరావర్తనం చెందాక ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది. కాబట్టి పతనబిందువు నుండి బయలుదేరి ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ఉండేవిధంగా మనం పరావర్తనకిరణం గీయాలి. పటం-9లో కిరణం R_2ను గమనించండి.



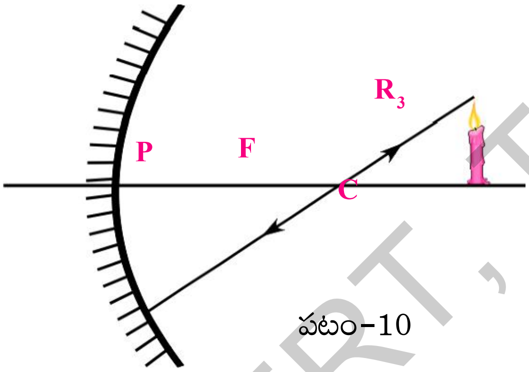
పటం-9

R_1, R_2 కిరణాలను ఉపయోగించి వాటి ఖండనబిందువును కనుగొంటే వస్తువు పైకొనభాగం యొక్క ప్రతిబింబం ఎక్కడ ఏర్పడుతుందో తెలుస్తుంది.

కిరణచిత్రాలను గీయడానికి అనుకూలమైన మరొక కిరణం కూడా ఉంది.

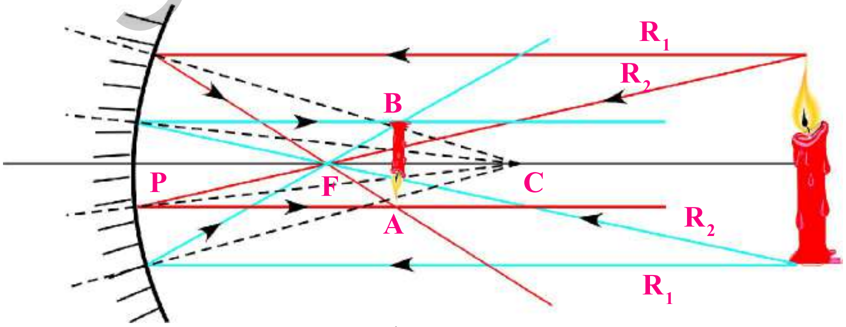
ఒక తలంపై లంబంగా పతనమైన కిరణం పరావర్తనం చెందాక తిరిగి అదే మార్గంలో (వ్యతిరేక దిశలో) వెళ్తుందని మనకు తెలుసు. గోళాకార దర్పణంపై అలా లంబంగా పడే కిరణం ఏది?

దర్పణవక్రతాకేంద్రం 'C' నుండి దర్పణంపైకి గీయబడిన రేఖ, పతనబిందువు వద్ద గీసిన స్పర్శరేఖకు లంబంగా ఉంటుందని మనకు తెలుసు. కాబట్టి వస్తువు యొక్క పైకొనభాగం నుండి బయలుదేరి వక్రతాకేంద్రంగుండా ప్రయాణిస్తూ దర్పణాన్ని చేరే కిరణాన్ని గీస్తే, అది పరావర్తనం చెందాక తిరిగి అదే మార్గంగుండా వెనుకకు వెళ్తుంది. అంటే లంబం వెంబడి ప్రయాణించే కాంతి కిరణం పరావర్తనం చెందాక కూడా లంబం వెంబడే ప్రయాణిస్తుంది. ఈ కిరణం R_3 ని పటం-10లో పరిశీలించండి.



పటం-10

ఈ మూడు కిరణాలతోపాటు వస్తువు నుండి బయలుదేరి దర్పణధ్రువం(pole)ను చేరే కిరణం కూడా కిరణచిత్రాలను గీయడానికి ఉపయోగపడుతుంది. ఈ కిరణానికి ప్రధానాక్షమే లంబం అవుతుంది.



పటం-11

పటం-11లో చూపిన విధంగా వస్తువు (కొవ్వొత్తి) ఉంటే, వస్తువుపైభాగం నుండి వచ్చే ఏవేని రెండు కిరణాల ఖండనబిందువు మరియు A ను,

SCERT, TELANGANA

and point of intersection B, of any two rays coming from the bottom of the object. We notice that point B is exactly at the same distance from mirror as point A. Hence the image is vertical and inverted.

- Where is the base of the candle expected to be in the image when the candle is placed on the axis of the mirror?

Since any ray coming from any point on the axis and travelling along the axis will get reflected on the axis itself, we can conclude that the base of the image is going to be on the axis. Using the knowledge, that if the object is placed vertically on the axis, the image is going to be vertical, all that we need to do, is to draw a perpendicular from point A to the axis. The intersection point is the point where the base of the image of the candle is likely to be formed. See fig.-12. Hence, as shown in the diagram the image will be inverted and diminished.

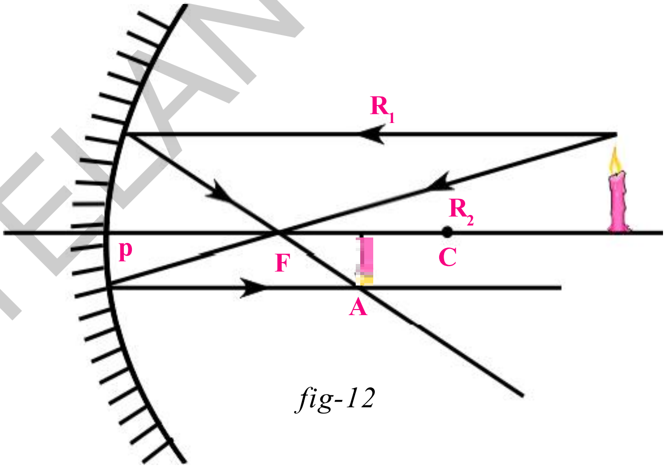


fig-12

Fig.-12 is drawn for the case where the object is placed beyond the centre of curvature. Does this conclusion match with your observations? (Lab Activity)

Draw similar diagrams for other cases and verify that they match with your observations.

- During the experiment, did you get any positions where you could not get an image on the screen?

Consider the case shown in the fig.-13. The candle object (O) is placed at a distance less than the focal length of the mirror.

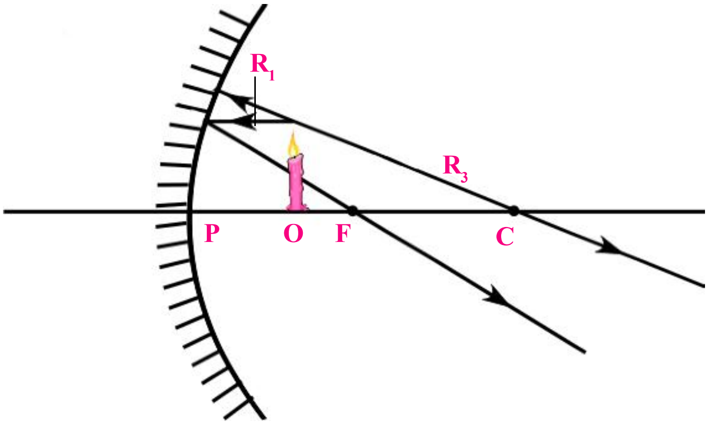


fig-13

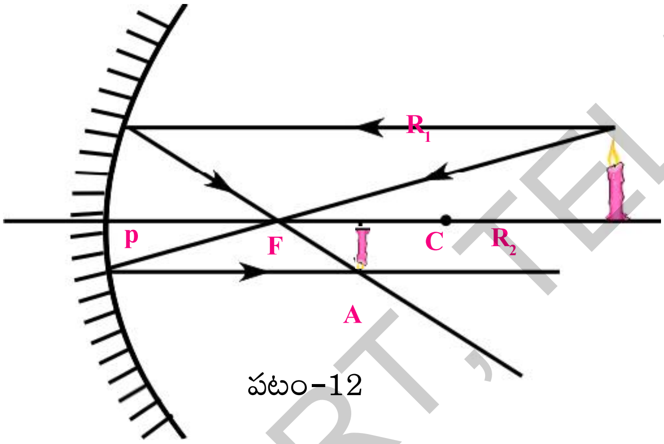
The first ray (R_1) will start from tip of the object and run parallel to axis to get reflected so as to pass through the focal point.

SCERT, TELANGANA

వస్తువు కిందిభాగం నుండి వచ్చే ఏవేని రెండు కిరణాల ఖండన బిందువు B ను కిరణచిత్రం గీయడం ద్వారా పొందవచ్చు. దర్పణం నుండి A ఎంత దూరంలో ఉంటుందో, B కూడా అంతే దూరంలో ఉంటుంది. కాబట్టి ప్రతిబింబం పటంలో చూపినట్లు ప్రధానాక్షానికి లంబంగా ఉంటుంది. ఈ సందర్భంలో ప్రతిబింబం తలకిందులుగా ఉంది.

- కొవ్వొత్తిని దర్పణప్రధానాక్షంపై ఉంచితే, కొవ్వొత్తి కిందిభాగం (ఆధారం) యొక్క ప్రతిబింబం ఎక్కడ ఏర్పడుతుంది?

ప్రధానాక్షం పైనున్న ఏదేని బిందువు నుండి బయలుదేరి ప్రధానాక్షం వెంట ప్రయాణించిన కిరణం పరావర్తనం చెందాక తిరిగి ప్రధానాక్షం వెంబడే ప్రయాణిస్తుంది. అనగా కొవ్వొత్తి ఆధారం యొక్క ప్రతిబింబం ప్రధానాక్షంపైనే ఏర్పడుతుందని చెప్పవచ్చు. కొవ్వొత్తిని ప్రధానాక్షంపై లంబంగా ఉంచినప్పుడు ప్రతిబింబం కూడా అక్షానికి లంబంగా ఏర్పడుతుందని తెలుస్తుంది. అయితే, మనం చేయవలసిందల్లా A బిందువు నుండి ప్రధానాక్షం మీదకు ఒక లంబాన్ని గీయాలి. లంబం, ప్రధానాక్షం ఖండించుకునే బిందువు వద్ద కొవ్వొత్తి ఆధారంయొక్క ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. పటం–12 చూడండి. పటంలో చూపినవిధంగా ప్రతిబింబం తలక్రిందులుగానూ, వస్తువుకన్నా చిన్నదిగానూ ఏర్పడుతుంది.

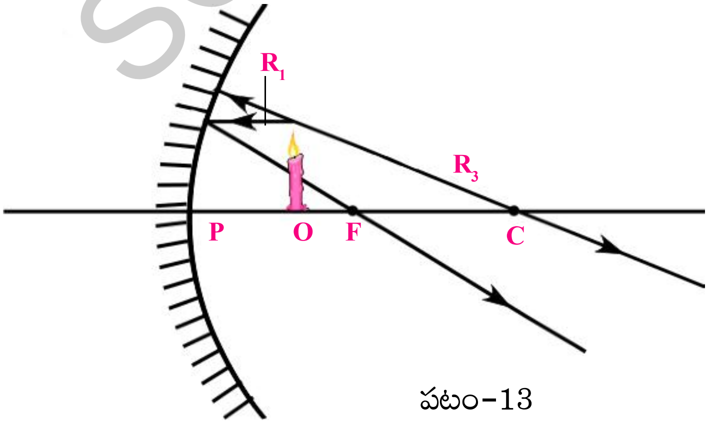


పటం–12

పటం–12 అనేది, వస్తువును దర్పణవక్రతాకేంద్రానికి ఆవల ఉంచిన సందర్భానికి సంబంధించినది. మీరు ప్రయోగపూర్వకంగా తెలుసుకున్న విషయం ఇదేవిధంగా ఉందా? (ప్రయోగశాల కృత్యం)

మీరు చేసిన ప్రయోగంలోని వివిధ సందర్భాలకు అనుగుణంగా కిరణచిత్రాలు గీయండి. మీ ప్రయోగ పరిశీలనలతో పోల్చి చూడండి.

- మీరు ప్రయోగం చేసినప్పుడు ఏదైనా ప్రదేశంలో వస్తువును ఉంచినప్పుడు తెరపై ప్రతిబింబం ఏర్పడకపోవడాన్ని గుర్తించారా?



పటం–13

పటం–13లోని సందర్భాన్ని పరిశీలించండి. ఇందులో వస్తువు O (కొవ్వొత్తి)ని దర్పణనాభ్యంతరం కన్నా తక్కువ దూరంలో ఉంచాం.

మొదటి కిరణం (R_1) వస్తువు పైకొన నుండి బయలుదేరి ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వెళ్ళి దర్పణాన్ని తాకి, పరావర్తనం చెందాక నాభి (F) గుండా వెళ్తుంది.

This one is easy to draw. The second ray that we chose for earlier ray diagrams is the ray coming from the tip of the object and going through the focal point but it is not possible as such a ray will not meet the mirror. So we must use the third ray, a ray coming from the tip of the object and going through the centre of curvature. But that to does not seem to be possible. So we make a small change.

Instead of drawing a ray from the candle tip to centre of curvature, we consider a ray that comes from the tip and goes in such a direction that it would go through the centre of curvature if extended backwards. This ray is normal to the surface and so will be reflected along the same line in opposite direction and will go through centre of curvature.

We notice that the two reflected rays (fig.-13) diverge and will not meet. While doing the experiments for a case such as this we were unable to find any place where we get a sharp image on the screen. This ray diagram tells us that since the reflected rays are diverging we will not get an image anywhere. So even if we had moved the screen much away from the mirror, we would not have found an image.

In such situations, however, we do see an image when we look in the mirror. Is it possible to explain this image with a ray diagram?

Remember what we did to find the image in a plane mirror. To decide the position of image we extended the reflected rays backwards till they meet. We will do the same here. When we look in the mirror we are looking at these diverging reflected rays. They appear to be coming from one point. We can get this point by extending the rays backwards as shown in fig.-14. The image does not really exist the way we see in other cases, but it is visible to us. As seen in the fig.-14, the image will be erect and enlarged. Does this match with your observations?

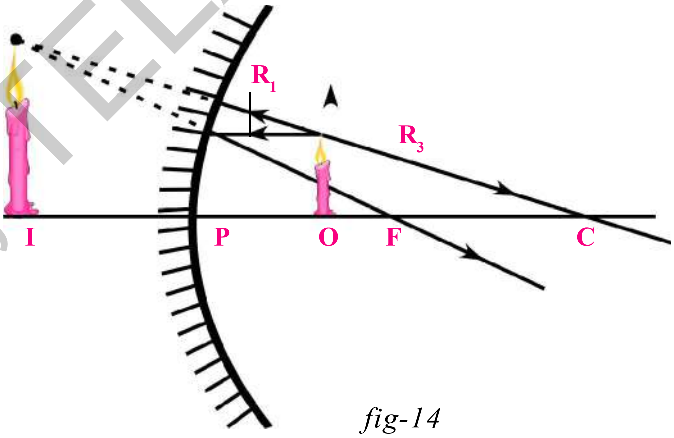


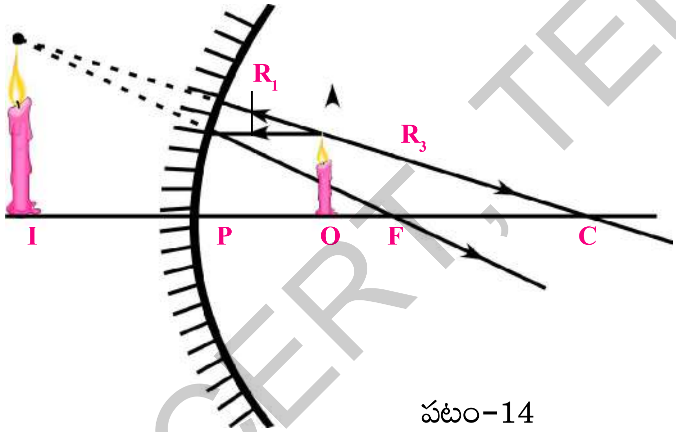
fig-14

This image that we get by extending the rays backwards is called a **virtual image.** We cannot get this on a screen like a **real image**.

SCERT, TELANGANA

ఈ కిరణాన్ని గీయడం తెలిసే. ఇంతకు ముందు కిరణ చిత్రాలను గీయడానికి మనం ఎన్నుకున్న కిరణాలలో రెండవ కిరణం వస్తువు పైకొన నుండి బయలుదేరి నాభిగుండా వెళ్ళాలి. కానీ అలా వెళ్ళే కిరణం దర్పణాన్ని తాకదు. కాబట్టి వస్తువు పైకొన నుండి బయలుదేరి దర్పణవక్రతాకేంద్రం గుండా వెళ్ళే మూడవ కిరణాన్ని వాడాలి. కానీ ఇది కూడా దర్పణాన్ని తాకే అవకాశం లేదు. కాబట్టి మనమొక చిన్నమార్పు చేద్దాం. వస్తువు పైకొన నుండి బయలుదేరి దర్పణవక్రతాకేంద్రం గుండా పోయే కిరణానికి బదులుగా వస్తువు పైకొన నుండి బయలుదేరి దర్పణంవైపుగా వెళ్ళే కిరణాలలో ఏ కిరణాన్ని వెనుకకు పొడిగిస్తే అది వక్రతాకేంద్రంగుండా పోతుందో, ఆ కిరణాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకుందాం. ఈ కిరణం పతనబిందువు వద్ద దర్పణానికి లంబంగా ఉండటం వల్ల పరావర్తనం చెందాక వక్రతాకేంద్రంగుండా ప్రయాణిస్తుంది.

పటం-13లో మనం చూసిన రెండు కిరణాలు పరావర్తనం చెందాక వికేంద్రీకరిస్తున్నాయి. కాబట్టి అవి ఖండించుకోవని తెలుస్తుంది. ఈ సందర్భంలాగానే మనం ప్రయోగం చేసేటప్పుడు కూడా కొన్ని సందర్భాలలో ప్రతిబింబాన్ని తెరపై పట్టడం సాధ్యంకాదు. పరావర్తన కిరణాలు వికేంద్రీకరించుకోవడం వలన మనం ప్రతిబింబాన్ని పొందలేకపోతున్నామని పటం-13లోని కిరణచిత్రం తెలియజేస్తుంది. కాబట్టి మనం తెరను దర్పణం నుండి ఎంతదూరం జరిపినా కూడా ప్రతిబింబాన్ని గుర్తించలేము.



పటం-14

కానీ ఇటువంటి సందర్భాలలో ప్రతిబింబాన్ని దర్పణంలో చూడవచ్చు. ఈ విషయాన్ని కిరణచిత్రంతో వివరించగలమా?

సమతల దర్పణంలో ప్రతిబింబాన్ని గుర్తించడానికి ఏం చేశామో గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. పరావర్తన కిరణాలను ఖండించుకునేంతవరకు వెనుకకు పొడిగించి ప్రతిబింబ స్థానాన్ని గుర్తించాం. ఇప్పుడు కూడా అలాగే చేద్దాం. మనం అద్దంలోకి చూసినప్పుడు వికేంద్రీకరిస్తున్న పరావర్తన కిరణాలనే చూస్తున్నాం. అవి ఒకే బిందువు నుండి బయలుదేరి వస్తున్నట్లు కనిపిస్తాయి. పటం-14లో చూపినట్లు వికేంద్రీకరిస్తున్న పరావర్తన కిరణాలను వెనుకకు పొడిగించి వాటి ఖండనబిందువును గుర్తించవచ్చు. మిగిలిన సందర్భాలలో మనం ప్రతిబింబం చూసినవిధంగా ఇక్కడ ప్రతిబింబం ఉండదు. కానీ దర్పణంలో ప్రతిబింబం కనిపిస్తుంది. పటం-14లో చూపినట్లు ప్రతిబింబం నిటారుగానూ, వస్తువు కంటే పెద్దదిగానూ ఉంటుంది. మీ ప్రయోగంలోని పరిశీలనలు దీనిని పోలి ఉన్నాయా?

ఈవిధంగా కిరణాలను వెనుకకు పొడిగించి పొందిన ప్రతిబింబాన్ని **మిథ్యాప్రతిబింబం** (virtual image) అంటాం. దీనిని **నిజప్రతిబింబం** (real image)లాగా తెరమీద పట్టలేము.

SCERT, TELANGANA

The case in which the object is at the centre of curvature is another interesting situation. See fig.-15.

From the ray diagram (fig.-15) we conclude that the image of the object will be formed at the same distance as the object and it will be inverted and of the same size.

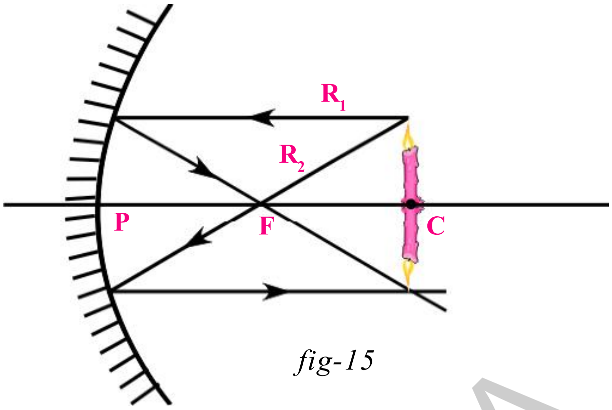


fig-15

What is your observation?

Think and discuss

- Do you get an image when object is placed at F?
- Draw a ray diagram. Do the experiment.

From the ray diagrams and the observations you may have noticed some peculiar properties of concave mirrors. They enlarge the image when the object is held close to the mirror (less than the focal length). Also, the image is erect. This property is used at many places and most commonly in shaving mirrors and mirrors used by dentists. Another property is the way that it can converge the rays to its focal point. This is extensively used in many places. Look at the shape of TV dish antennas.

If you look around you will see many curved surfaces but all surfaces are not concave, many of these are convex.

Have you observed the rare view mirrors of a car?

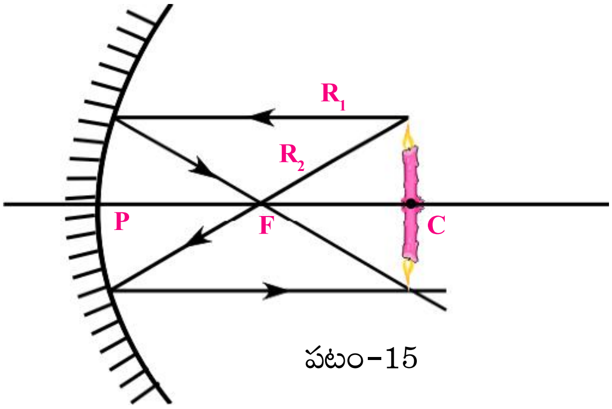
What type of surface do they have?

Have you observed images formed on the rear and window glasses of a car? What type of surfaces are these? See fig. -16.

fig-16

Can we draw ray diagrams for convex surfaces?

SCERT, TELANGANA



పటం-15

దర్పణవక్రతా కేంద్రం C వద్ద వస్తువునుంచడం మరొక ఆసక్తికరమైన సందర్భం. పటం-15 చూడండి.

పటం-15లోని కిరణచిత్రాన్ని పరిశీలిస్తే ప్రతిబింబపరిమాణం వస్తుపరిమాణానికి సమానంగా ఉందని, వస్తువు దర్పణానికి ఎంతదూరంలో ఉందో ప్రతిబింబం కూడా అంతేదూరంలో ఏర్పడుతుందని నిర్ధారించవచ్చు. అంతేగాక పై సందర్భంలో ప్రతిబింబం తలక్రిందులుగా ఏర్పడటం గమనించవచ్చు.

మీ ప్రయోగంలో మీరేం గమనించారు?

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- నాభివద్ద వస్తువును ఉంచితే ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందా?
- కిరణచిత్రాన్ని గీయండి. ప్రయోగం చేసి చూడండి.

కిరణచిత్రాలను, ప్రయోగపరిశీలనలనుబట్టి పుటాకార దర్పణానికి కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలున్నాయని మీరు గుర్తించి ఉంటారు. పుటాకార దర్పణానికి దగ్గరలో (నాభ్యంతరం కన్నా తక్కువ దూరంలో) వస్తువునుంచినప్పుడు ఏర్పడే ప్రతిబింబపరిమాణం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ లక్షణాన్ని మన నిత్యజీవితంలో వివిధ పనులలో, ఉదాహరణకు షేవింగ్ అద్దాలు, దంతవైద్యులు ఉపయోగించే అద్దాల తయారీలో వినియోగిస్తాం. పుటాకార దర్పణం యొక్క మరొక లక్షణమేమంటే, ఇది సమాంతర కాంతికిరణాలను నాభి వద్ద కేంద్రీకరిస్తుంది. ఈ లక్షణాన్ని కూడా విరివిగా వినియోగిస్తాం. ఉదాహరణకు మీ గ్రామంలోని టి.వి డిష్‌లను పరిశీలించండి.

పటం-16

మీ చుట్టూ పరిసరాలలో వివిధ రకాల వక్రతలాలను, ఆసక్తికరమైన పరావర్తనాలను చూడవచ్చు. కానీ అన్ని వక్రతలాలు పుటాకారమైనవి కావు. అందులో చాలా వరకు కుంభాకారంగా ఉంటాయి.

వాహనాల 'రియర్ వ్యూ మిర్రర్స్' మీరెప్పుడైనా పరిశీలించారా? వాటిలో ఎటువంటి వక్రతలం ఉంటుంది?

కార్ల కిటికీల అద్దాలపై, వెనుక అద్దంపై ఏర్పడిన ప్రతిబింబాలను మీరెప్పుడైనా పరిశీలించారా? ఈ అద్దాల ఉపరితలాలు ఎలా ఉంటాయి? పటం-16 చూడండి.

కుంభాకార ఉపరితలాలకు సంబంధించిన కిరణచిత్రాలను గీయగలమా?

SCERT TELANGANA

1.3 Ray Diagrams: (Image formation by convex mirror)

One can draw ray diagrams for a convex mirror too. The ‘easy’ rays that we identified earlier can be used in this case with small modification. Here there are three rules which describe these rays. The procedure for drawing the diagram is similar and is not repeated here.

Rule 1: A ray parallel to the axis, on meeting the convex mirror will get reflected so as to appear as if it is coming from the focal point. See fig.-17.

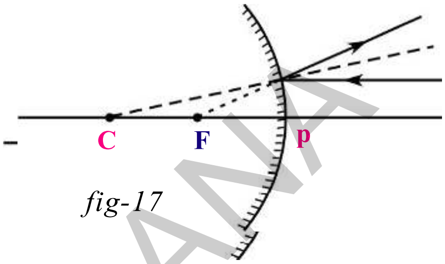


fig-17

Rule 2: This is converse of Rule 1. A ray travelling in the direction of the focal point, after reflection, will become parallel to the axis. See fig.-18.

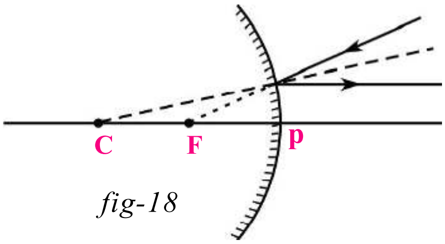


fig-18

Rule 3: A ray travelling in the direction of the centre of curvature will, on reflection, travel in the opposite direction and appears to be coming from the centre of curvature. See fig.-19.

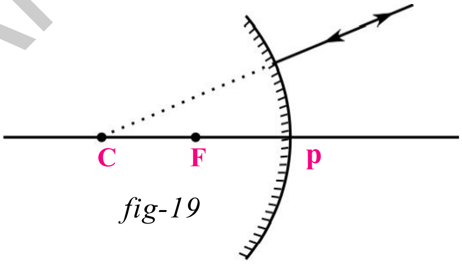


fig-19

Now let us use these rules to show the formation of images when the object is placed at different places infront of the convex mirror (see fig.-20)

AB is the object placed at any point on the principal axis infront of the convex mirror. Using Rule (1) and Rule (3), we get an erected, diminished, and virtual image between P and F on the back side of the mirror. This image can not be caught on screen and visible only in the mirror. Hence this is a virtual image. Verify this with an experiment.

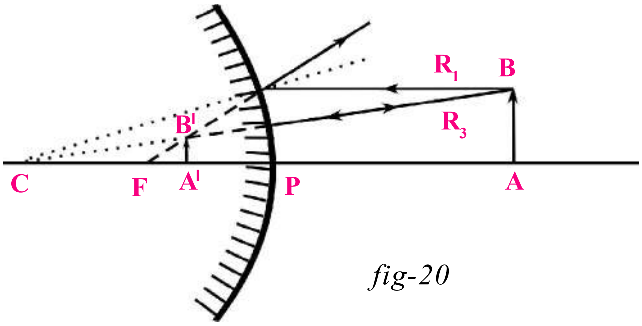


fig-20

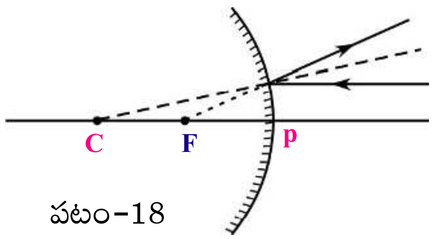
Using these rules, draw ray diagrams to show formation of images when an object is placed at different positions and note down your conclusions. Verify your results experimentally.

SCERT, TELANGANA

1.3 కిరణచిత్రాలు: (కుంభాకార దర్పణంతో ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానం)

కుంభాకార దర్పణానికి కూడా కిరణచిత్రాలు గీయవచ్చు. పుటాకార దర్పణానికి కిరణచిత్రాలు గీసినప్పుడు ఉపయోగించిన మూడు రకాల కిరణాలనే ఇప్పుడు కూడా వినియోగించాలి. కానీ కొద్ది మార్పులు చేయాల్సి ఉంటుంది. గీసే విధానం ఒకటే కావున, తిరిగి ఇక్కడ వివరించడం లేదు.

నియమం-1: ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వచ్చి దర్పణంపై పతనమైన కిరణం పరావర్తనం చెందాక నాభి F నుండి బయలుదేరి వస్తున్నట్లు కనిపిస్తుంది. పటం-17 చూడండి.



పటం-18

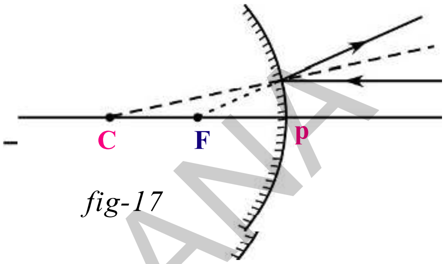
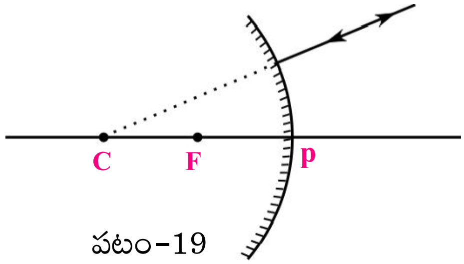


fig-17

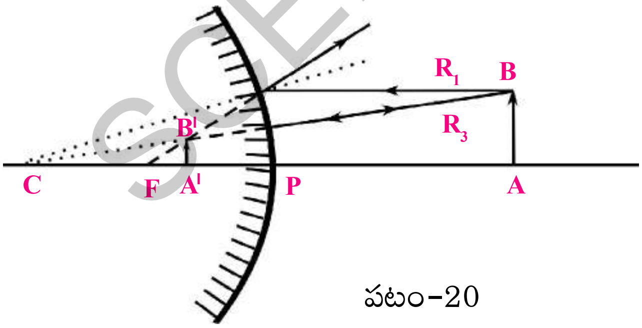
నియమం-2: ఇది నియమం-1కి విపర్యయ నియమం. నాభి దిశలో ప్రయాణిస్తున్న కిరణం పరావర్తనం చెందాక ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వెళ్తుంది. పటం-18 చూడండి.



పటం-19

నియమం-3: వక్రతా కేంద్రం వైపుగా ప్రయాణిస్తున్న కిరణం పరావర్తనం చెందాక తిరిగి అదే దిశలో వెనుకకు ప్రయాణిస్తూ, వక్రతాకేంద్రం నుండి బయలుదేరి వస్తున్నట్లుగా కనబడుతుంది. పటం-19 చూడండి.

ఈ నియమాలను ఉపయోగించి కుంబాకార దర్పణానికి ఎదురుగా ఒక వస్తువును ఉంచినప్పుడు ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలియజేసే కిరణ చిత్రాన్ని పటం - 20లో పరిశీలించవచ్చు.



పటం-20

AB అనే వస్తువును కుంభాకార దర్పణం ఎదురుగా ప్రధానాక్షంపై కొంతదూరంలో ఉంచి R_1, R_3 కిరణాలను ఉపయోగించి కిరణ చిత్రాన్ని గీస్తే P, F ల మధ్య A^IB^I అనే ప్రతిబింబం దీనిని ప్రయోగం చేసి గమనించండి. వస్తువు కంటే చిన్నదిగా నిటారుగా ఏర్పడడం గమనించవచ్చు. ఇది దర్పణానికి వెనుకభాగంలో ఏర్పడినట్లుగా కనిపిస్తుంది. దీనిని తెరపై పట్టలేము. దీనిని దర్పణంలో మాత్రమే చూడగలము. కావున ఇది మిథ్యా ప్రతిబింబం.

అదే విధంగా వివిధ స్థానాలలో వస్తువును ఉంచినప్పుడు ఏర్పడే ప్రతిబింబ స్థానాలను గుర్తించేందుకు కిరణచిత్రాలను గీయండి. మీ నిర్ధారణలను నమోదు చేయండి. ప్రయోగంచేసి, వాటితో పోల్చిచూడండి.

SCERT, TELANGANA

You may get the image at a particular distance when you place the object at a certain distance. Do you find any relation between the object distance(u) and the image distance(v)?

1.4 Derivation of mirror formula for spherical mirrors

Observe fig. 21.

The ray from the tip (B) of the object AB is emanating parallel to principle axis and striking the mirror at X. This ray passes through F after reflection. Another ray starting from B, passes through centre of curvature (C) and strikes the mirror at Y. This ray returns back in the same direction after reflection.

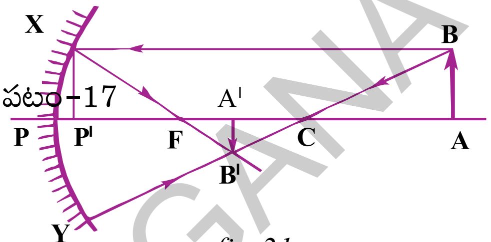


fig-21

There two rays XB^I and YB^I are meeting at B^I. So B^I is the image of B. Hence the image of AB is A^IB^I.

From the above fig. - 21.

ΔABC and ΔA^IB^IC are similar triangles

$$\frac{AB}{A^IB^I} = \frac{AC}{A^IC} \quad ..... (1)$$

Draw a line XP^I perpendicular to the principle axis.

Similar ΔP^IXF and ΔA^IB^IF are similar triangles

$$\frac{P^IX}{A^IB^I} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad ..... (2)$$

From the fig. - 21, we can say that $P^IX = AB$

$$\frac{AB}{A^IB^I} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad ..... (3)$$

from the equations (1), (3) we can write

$$\frac{AC}{A^IC} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad ..... (4)$$

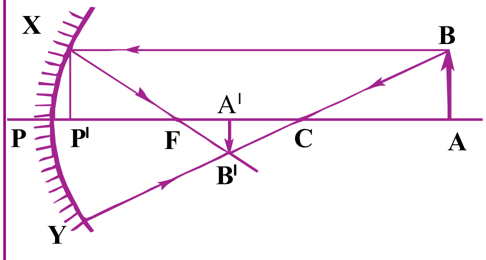
If the paraxial rays (rays which are travelling very near to principal axis) are considered, we can say that P^I coincides with P

SCERT, TELANGANA

మీరు ఒకానొక ప్రదేశంలో వస్తువునుంచినప్పుడు, ఆ స్థానానికి అనుగుణంగా ఒక నిర్దిష్ట స్థానంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. వస్తువు దూరం (u) ప్రతిబింబదూరం (v)ల మధ్య ఏదైనా సంబంధాన్ని మీరు గుర్తించారా?

1.4 గోళాకారదర్పణాలకు సబంధించిన దర్పణసూత్రం - ఉత్పాదన

పటం-21ను పరిశీలించండి.



పటం-21

AB అనే వస్తువు యొక్క పై బిందువు B నుండి బయలుదేరి ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించిన కాంతి కిరణం దర్పణంపై 'X' అనే బిందువు వద్ద పతనం చెంది పరావర్తనం తర్వాత నాభి (F) గుండా ప్రయాణిస్తుంది. B నుండి బయలు దేరిన మరొక కాంతికిరణం వక్రతా కేంద్రం 'C' గుండా ప్రయాణించి దర్పణంపై 'Y' బిందువు వద్ద పతనం చెంది పరావర్తనం తర్వాత తిరిగి అదే మార్గంలో వెనుకకు ప్రయాణించింది.

ఈ రెండు పరావర్తన కిరణాలు B^I వద్ద కలుసుకున్నాయి. కనుక B బిందువు యొక్క ప్రతిబింబం B^I వద్ద ఏర్పడుతుంది. దీనిని బట్టి AB అనే వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబం A^IB^I అని చెప్పవచ్చు.

పటంలోని ΔABC మరియు ΔA^IB^IC లు సరూప త్రిభుజాలు. కావున

$$\frac{AB}{A^IB^I} = \frac{AC}{A^IC} \quad \text{.... (1)}$$

X నుండి ప్రధాన అక్షంపైకి XP^I అనే లంబాన్ని గీయండి.

అప్పుడు $\Delta P^I X F$, ΔA^IB^IF లు సరూప త్రిభుజాలు.

$$\frac{P^IX}{A^IB^I} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad \text{.... (2)}$$

పటాన్ని పరిశీలించి $P^IX = AB$ అని చెప్పవచ్చు. దీనిని పై సమీకరణంలో రాయగా

$$\frac{AB}{A^IB^I} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad \text{... (3)}$$

(1), (3) సమీకరణాల నుండి

$$\frac{AC}{A^IC} = \frac{P^IF}{A^IF} \quad \text{.... (4)}$$

ప్రధానాక్షానికి అతిదగ్గరగా ప్రయాణించే కిరణాలను (పారాక్సియల్ కిరణాలను) మాత్రమే పరిగణనలోకి తీసుకున్నప్పుడు P^I బిందువు P తో ఏకీభవిస్తుందని భావించవచ్చు.

Then $P^{I}F = PF$

$$\frac{AC}{A^{I}C} = \frac{PF}{A^{I}F} \qquad ..... (5)$$

We can observe from fig. 21, that

$$AC = PA - PC$$

$$A^{I}C = PC - PA^{I}$$

$$A^{I}F = PA^{I} - PF$$

by substituting these in equation (5)

$$\frac{PA - PC}{PC - PA^{I}} = \frac{PF}{PA^{I} - PF} \qquad ..... (6)$$

we know that $PA = u$, $PC = R = 2f$, $PA^{I} = v$, $PF = f$

$$\frac{u - 2f}{2f - v} = \frac{f}{v - f}$$

$$(u - 2f)(v - f) = f(2f - v)$$

$$uv - uf - 2vf + 2f^2 = 2f^2 - vf$$

$$uv = 2f^2 - vf + uf + 2vf - 2f^2$$

$$uv = uf + vf \qquad ..... (7)$$

Divide equation (7) with uvf

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

The relation is $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$ which is known as mirror formula. While using this formula, we have to use sign convension in every situation.

1.5 Sign convention for the parameters related to the mirror equation

1. All distances should be measured from the pole.
2. The distances measured in the direction of incident light, to be taken positive and those measured in the direction opposite to incident light to be taken negative.
3. Height of object (h_o) and height of image (h_i) are positive if measured upwards from the axis and negative if measured downwards.

SCERT, TELANGANA

అప్పుడు $P^{I}F = PF$ గా రాయవచ్చును. ఈ విలువను సమీకరణం (4) లో రాయగా

$$\frac{AC}{A^{I}C} = \frac{PF}{A^{I}F} \quad .... (5)$$

పటాన్ని పరిశీలిస్తే ....

$$AC = PA - PC$$

$$A^{I}C = PC - PA^{I}$$

$$A^{I}F = PA^{I} - PF$$ అని తెలుస్తుంది.

ఈ విలువను సమీకరణం (5) లో ప్రతిక్షేపిస్తే

$$\frac{PA - PC}{PC - PA^{I}} = \frac{PF}{PA^{I} - PF} \quad .... (6)$$

$PA = u$, $PC = R = 2f$, $PA^{I} = v$, $PF = f$ అని మనకు తెలుసు. ఈ విలువను సమీకరణం (6) లో రాయగా

$$(u - 2f)(v - f) = f(2f - v)$$
$$uv - uf - 2vf + 2f^2 = 2f^2 - vf$$
$$uv = 2f^2 - vf + uf + 2vf - 2f^2$$
$$uv = uf + vf \quad .... (7)$$

పై సమీకరణాన్ని ఇరువైపులా uvf చే భాగించగా

$$\frac{uv}{uvf} = \frac{uf}{uvf} + \frac{vf}{uvf} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$ ను దర్పణ సూత్రం అంటాము. దీనిని వినియోగించే ప్రతీ సందర్భంలో అందులోని విలువలను సరైన గుర్తులతో (ధన, ఋణం) వాడేందుకు గాను కింద తెలియపరచిన సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని (Sign convention) పాటించాలి.

1.5 దర్పణ సూత్రంలోని వివిధ అంశాలకు పాటించవలసిన సంజ్ఞా సాంప్రదాయం

1. అన్ని దూరాలను దర్పణధృవం (P) నుండే కొలవాలి.
2. పతనకాంతి ప్రయాణించిన దిశలో కొలిచిన దూరాలను ధనాత్మకంగాను, పతనకాంతి ప్రయాణదిశకు వ్యతిరేక దిశలో కొలిచిన దూరాలను ఋణాత్మకంగాను పరిగణించాలి.
3. వస్తువు ఎత్తు (h_O), ప్రతిబింబం ఎత్తు (h_i) లను ప్రధానాక్షానికి పైవైపు ఉన్నప్పుడు ధనాత్మకంగాను, ప్రధానాక్షానికి కిందివైపు ఉన్నప్పుడు ఋణాత్మకంగాను పరిగణించాలి.

SCERT, TELANGANA

Now let us understand magnification, i.e. the relation between the size of the object and the size of the image.

1.6 Magnification (m)

The image formed by a spherical mirror varies in size, here we discuss the variation in height only.

Observe fig. 22.

A ray coming from O^{I} is incident at pole with an angle of incidence θ, and get reflected with same angle θ.

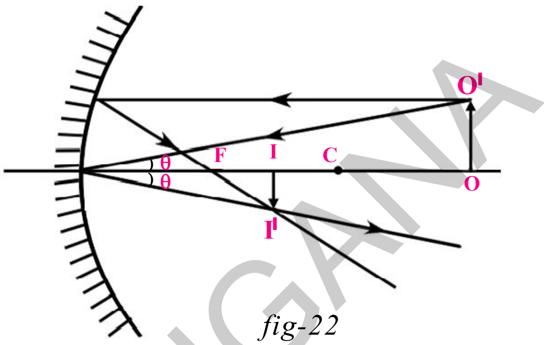


fig-22

From fig. 22 we can say that ΔPOO^{I} and ΔPII^{I}

are similar triangles. So

$$\frac{II^{I}}{OO^{I}} = \frac{PI}{PO} \quad ....(1)$$

according to sign convention

$PO = -u$; $PI = -v$; $OO^{I} = h_0$; $II^{I} = -h_i$

Substuting the above values in equation (1).

$$\frac{-h_i}{h_o} = \frac{-v}{-u} \Rightarrow \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$$

$$\therefore \text{ Magnification } \mathbf{m} = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$$

We define the magnification, $m = \dfrac{\text{height of image}(h_i)}{\text{height of object }(h_0)}$

In all cases it can be shown that

$$m = -\frac{\text{image distance (v)}}{\text{object distance (u)}}$$

Calculate the magnifications with the information you have in table-2, for all the five cases.

Example

An object 4cm in size, is placed at 25cm infront of a concave mirror of focal length 15cm. At what distance from the mirror whould a screen be placed in order to obtain a sharp image?Find the nature and the size of the image.

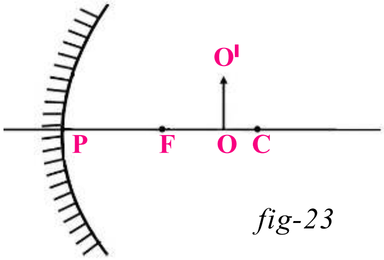


fig-23

Solution

Accordint to sign convention:

focal length (f) = –15cm

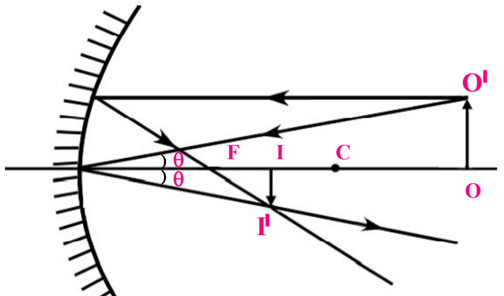
SCERT TELANGANA

వస్తుపరిమాణం, ప్రతిబింబపరిమాణాల మధ్య సంబంధాన్ని తెలియజేసే 'ఆవర్ధనం' (magnification) గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం.

1.6 ఆవర్ధనం (magnification)

గోళాకార దర్పణం వలన ఏర్పడిన ప్రతిబింబ పరిమాణం మారుతుంది. ఇక్కడ పొడవులో కలిగే మార్పును మాత్రమే చర్చిస్తున్నాం.

పటం-22ను పరిశీలించండి.



పటం-22

O' నుండి బయలుదేరిన కిరణం P వద్ద θ కోణంతో పతనమై అంతేకోణంతో పరావర్తనం చెందింది.

పటాన్ని పరిశీలించి

ΔPOO', ΔPII' లు సరూప త్రిభుజాలు అని చెప్పవచ్చు.

కావున $\frac{II'}{OO'} = \frac{PI}{PO}$ ....(1)

సంజ్ఞాసాంప్రదాయం ప్రకారం

$PO = -u$; $PI = -v$; $OO' = h_0$; $II' = -h_i$

ఈ విలువలను సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{-h_i}{h_o} = \frac{-v}{-u} \Rightarrow \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$$

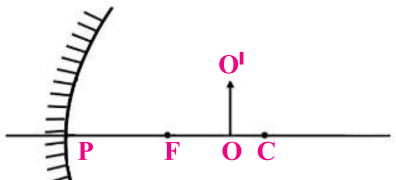
$\therefore$ ఆవర్ధనం $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$

ఆవర్ధనాన్ని ఈ విధంగా నిర్వచించవచ్చు. $m = \frac{\text{ప్రతిబింబ ఎత్తు}(h_i)}{\text{వస్తువు ఎత్తు}(h_0)}$

అన్ని సందర్భాలలోనూ ఆవర్ధనాన్ని వస్తుదూరం, ప్రతిబింబ దూరాల మధ్య సంబంధంగా కూడా వ్యక్తపరుస్తాం. $m = -\frac{\text{ప్రతిబింబ దూరం}(v)}{\text{వస్తు దూరం}(u)}$

పట్టిక-2లో నమోదు చేసిన ఐదు సందర్భాల విలువలతో ఆవర్ధనాలను లెక్కగట్టండి. అన్ని సందర్భాలలో విలువలను సంజ్ఞాసాంప్రదాయానికి అనుగుణంగా వినియోగించండి.

ఉదాహరణ : 15 సెం.మీ. నాభ్యాంతరం గల పుటాకారదర్పణం ముందు 25 సెం.మీ. దూరంలో 4 సెం.మీ. ఎత్తుగల వస్తువును ఉంచాం. దర్పణానికి ఎంత దూరంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది? ప్రతిబింబ లక్షణాలను తెలపండి.



పటం- *E*

సాధన : సంజ్ఞాసాంప్రదాయం ప్రకారం;

దర్పణనాభ్యంతరం $f = -15$ సెం.మీ.

వస్తుదూరం $u = -25$ సెం.మీ.

SCERT, TELANGANA

object height (h_o) = +4cm

image distance (v) = ?

image height (h_i) = ?

Substitute the above values in the equation

$$\left(\frac{1}{f}\right)=\left(\frac{1}{u}\right)+\left(\frac{1}{v}\right)$$

$$\left(\frac{1}{-15}\right)=\frac{1}{v}+\frac{1}{-25} \quad \Rightarrow \frac{1}{v}=\left(\frac{1}{25}\right)-\frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{-2}{75}$$

$\Rightarrow$ v = –37.5cm

So the screen should be placed at 37.5cm from the pole of the mirror. The image is real.

magnification $m=\frac{h_i}{h_o}=-\frac{v}{u}$

by substituting the above values $\frac{h_i}{4}=-\frac{(-37.5)}{(-25)}$

$$h_i=-\frac{(37.5\times 4)}{(25)}$$

$$h_i=-6\text{cm}$$

So, the image is inverted and enlarged.

We have learnt the phenomenon of reflection of light by curved mirrors. Let us make use of it in our daily life.

1.7 Making of solar cooker

You might have heard the story of **Archimedes** burning ships using mirrors.

Can we at least heat up a vessel using a mirror?

Let us try:

We have already learnt that a concave mirror focuses parallel sun rays at the focal point of the mirror. So with a small concave mirror we can heat up and burn paper as shown in the fig.-23. (Try this with convex mirror also. What do you observe?)

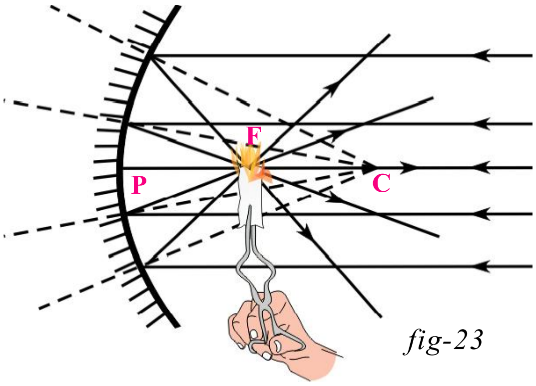


fig-23

SCERT, TELANGANA

వస్తువు ఎత్తు $h_o = +4$ సెం.మీ.

ప్రతిబింబదూరం $v = ?$

ప్రతిబింబంఎత్తు $h_i = ?$

పై విలువలను $\left(\frac{1}{f}\right) = \left(\frac{1}{u}\right) + \left(\frac{1}{v}\right)$ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\left(\frac{1}{-15}\right) = \frac{1}{v} + \frac{1}{-25} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{v} = \left(\frac{1}{25}\right) - \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-2}{75}$$

$\Rightarrow$ $v = -37.5$ సెం.మీ.

కావున, దర్పణానికి ముందు 37.5 సెం.మీ. దూరంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. ఇది నిజప్రతిబింబం.

ఆవర్ధనం $m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$

ఈ సమీకరణంలో పై విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{h_i}{4} = -\frac{(-37.5)}{(-25)}$$

$$h_i = -\frac{(37.5 \times 4)}{(25)}$$

$h_i = -6$ సెం.మీ

కావున, ప్రతిబింబం తలక్రిందులుగా ఏర్పడుతుంది.

వస్తువు కంటే పెద్దగా ఉంటుంది.

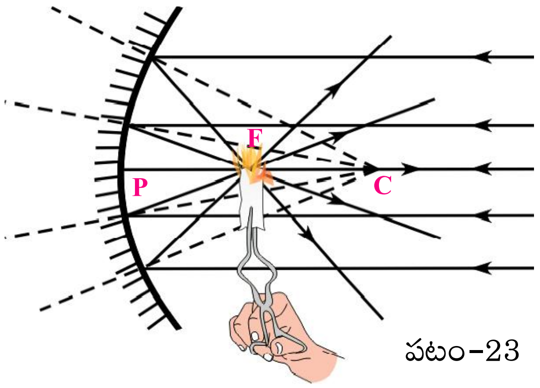
ఇప్పటివరకు మనం వక్రతలాలపై కాంతి పరావర్తనం గురించి తెలుసుకున్నాం. ఈ జ్ఞానాన్ని మన నిత్యజీవితంలో వినియోగించుకునే ప్రయత్నం చేద్దాం.

1.7 సోలార్ కుక్కర్ తయారీ

'ఆర్కిమెడిస్' అనే శాస్త్రవేత్త అద్దాలను ఉపయోగించి శత్రువుల ఓడలను తగులబెట్టగలిగాడు అనే కథ గురించి మీరు వినే ఉంటారు.

మరి మనం దర్పణాలను ఉపయోగించి కనీసం ఒక పాత్రను వేడిచేయగలమా? ప్రయత్నిద్దాం.

పుటాకార దర్పణం సమాంతర సూర్యకిరణాలను నాభివద్ద కేంద్రీకరిస్తుందని మనం ఇదివరకే తెలుసుకున్నాం. కాబట్టి పటం-23లో చూపినవిధంగా పుటాకార దర్పణంతో ఒక చిన్న కాగితం ముక్కను మండించవచ్చు. (ఇలాగే కుంభాకార దర్పణంతో కూడా ప్రయత్నించండి. ఏం గమనించారు?)



పటం-23

SCERT, TELANGANA

In the same way make a big concave mirror to heat up a vessel.

fig-24

You might have observed the TV dish antenna. Make a wooden/ iron frame in the shape of TV dish. Cut acrylic mirror sheets in to 8 or 12 pieces in the shape of isosceles triangles with a height equal to the radius of your dish antenna. The bases of 8 or 12 triangles together make the circumference of the dish. Stick the triangle mirrors to the dish as shown in fig.-24. Your solar heater/ cooker is ready.

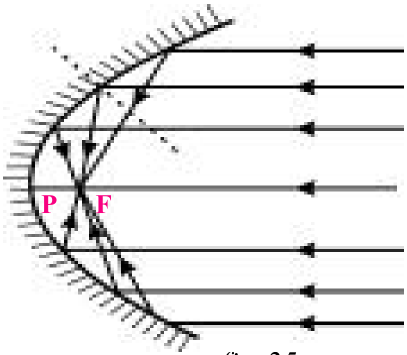


fig-25

Arrange it so that concave part faces sun. Find its focal point and place a vessel at that point. The vessel gets heated enough to cook rice.

In practical applications (like in car-headlights), concave mirrors are of parabolic shape (see fig. 25)

Key words

centre of curvature, radius of curvature, principal axis, pole, focus/focal point, focal length, object distance, image distance, virtual image, real image, magnification

What we have learnt

- Normal to the curved surface at a point on it is the line joining the centre of curvature and that point.
- **Mirror formula:** $\left(\frac{1}{f}\right) = \left(\frac{1}{v}\right) + \left(\frac{1}{u}\right)$
- Magnification $m = \left(\frac{\text{size of the image}}{\text{size of the object}}\right) = \left(\frac{h_i}{h_o}\right)$

(or)

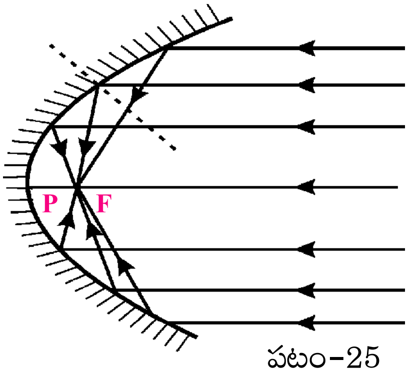
$$m = -\left(\frac{\text{image distance}}{\text{object distance}}\right) = -\left(\frac{v}{u}\right)$$

SCERT, TELANGANA

ఇదేవిధంగా పాత్రను వేడి చేయడానికి ఒక పెద్ద పుటాకార దర్పణాన్ని తయారు చేయండి.

పటం-24

మీరు టి.వి డిష్ యాంటెన్నాలను చూసి ఉంటారు కదా! కర్ర లేదా ఇనుపబద్దలతో టి.వి డిష్ ఆకారంలో 'ఫ్రేమ్' తయారు చేయండి. 'అక్రలిక్ అద్దం షీట్'ను సేకరించి మీ డిష్ యొక్క వ్యాసార్థానికి సమానమైన 'ఎత్తు' ఉండేవిధంగా అక్రలిక్ అద్దాలను 8 లేదా 12 సమద్విబాహు త్రిభుజాలుగా కత్తిరించండి. (ఈ సమద్విబాహు త్రిభుజాల భూముల మొత్తం పొడవు మీ డిష్ పరిధికి సమానంగా ఉండాలి.) పటం-24లో చూపిన విధంగా త్రిభుజాకార అద్దాలను మీ డిష్ ఫ్రేమ్‌పై అంటించండి. మీ సోలార్ కుక్కర్ తయారైంది.



పటం-25

దీనిని సూర్యునికి అభిముఖంగా ఉంచి, దాని నాభిని కనుగొనండి. ఆ నాభి వద్ద పాత్రను ఉంచితే అది వేడెక్కుతుంది. ఆ పాత్రలో మీరు అన్నం వండవచ్చు.

కారు హెడ్‌లైట్స్ వంటి వివిధ పరికరాలలో పటం-25లో చూపిన విధంగా పుటాకారదర్పణాలను పరావలయ ఆకారంలో అమర్చుతారు.

కీలక పదాలు

వక్రతాకేంద్రం, వక్రతావ్యాసార్థం, ప్రధానాక్షం, దర్పణధృవం, నాభి, నాభ్యాంతరం, వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం, మిథ్యాప్రతిబింబం, నిజప్రతిబింబం, ఆవర్ధనం.

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- దర్పణం పైనున్న ఏదేని బిందువు నుండి వక్రతా కేంద్రాన్ని కలిపే విధంగా గీసిన రేఖ ఆ బిందువు వద్ద దర్పణానికి లంబాన్ని సూచిస్తుంది.
- **దర్పణ సూత్రం:** $\left(\frac{1}{f}\right) = \left(\frac{1}{v}\right) + \left(\frac{1}{u}\right)$
- **ఆవర్ధనం:** $m = \frac{\text{ప్రతిబింబ పరిమాణం (ఎత్తు)}}{\text{వస్తు పరిమాణం (ఎత్తు)}} = \left(\frac{h_i}{h_0}\right)$

లేదా

$$m = -\left(\frac{\text{ప్రతిబింబ దూరం}}{\text{వస్తుదూరం}}\right) = -\left(\frac{v}{u}\right)$$

SCERT, TELANGANA

- The image formed by actual intersection of reflection rays is called real image. This can be caught on screen.
- The image formed by controlled rays of reflection is called virtual image. It can not be caught on screen.

Position of the candle (object)	Position of the image	Enlarged?/ diminished?	Inverted or erect	Real or virtual
Between mirror & F	Behind the mirror	Enlarged	Erect	Virtual
On focal point	At infinity	-	-	-
Between F and C	Beyond C	Enlarged	Inverted	Real
On centre of curvature	At C	Same size	Inverted	Real
Beyond C	Between F and C	Diminished	Inverted	Real
At infinity	At focus	point	-	Real

Improve your learning

P8F3V4

I. Reflections on concepts

1. Where will the image be formed when we place an object on the principal axis of a concave mirror at a point between focus and centre of curvature?(AS_1)
2. State the differences between convex and concave mirrors? (AS_1)
3. Distinguish between real and virtual images. (AS_1)
4. How do you get a virtual image using a concave mirror? (AS_1)
5. What do you know about the terms given below related to spherical mirrors? (AS_1)

   a) Pole　　b) Centre of curvature　　c) Focus

   d) Radius of curvature　　e) Focal length　　f) Principal axis

   g) Object distance　　h) Image distance　　i) Magnification
6. What do you infer from the experiment which you did to measure the object distance and image distance? (AS_3)

II. Application of concepts

1. Find the distance of the image when an object is placed on the principal axis at a distance of 10 cm infront of a concave mirror whose radius of curvature is 8 cm. (AS_1)
2. The magnification product by a mirror is +1. What does it mean?(AS_1)

SCERT, TELANGANA

- పరావర్తన కిరణాలు ఖండించుకున్న ప్రదేశంలో ఏర్పడిన ప్రతిబింబాన్ని నిజ ప్రతిబింబం అంటాం. దీనిని తెరపై పట్టవచ్చు.
- పరావర్తన కిరణాలను వెనుకకు పొడిగించినప్పుడు ఏర్పడిన ప్రతిబింబాన్ని మిథ్యా ప్రతిబింబం అంటాం. దీనిని తెరపై పట్టలేము.

కొవ్వొత్తి స్థానం (వస్తువు స్థానం)	ప్రతిబింబ స్థానం	వస్తువు కన్నా పెద్దదా/ చిన్నదా?	నిటారు ప్రతిబింబమా/ తలక్రిందుల ప్రతిబింబమా?	నిజ ప్రతిబింబమా / మిథ్యా ప్రతిబింబమా
దర్పణం, నాభి మధ్య	దర్పణం వెనుక	పెద్దది	నిటారు ప్రతిబింబం	మిథ్యా ప్రతిబింబం
నాభి వద్ద	అనంతదూరంలో	–	–	–
నాభి, వక్రతాకేంద్రం మధ్య	వక్రతాకేంద్రం ఆవల	పెద్దది	తలక్రిందుల ప్రతిబింబం	నిజ ప్రతిబింబం
వక్రతా కేంద్రం వద్ద	వక్రతాకేంద్రం వద్ద	సమాన పరిమాణం	తలక్రిందుల ప్రతిబింబం	నిజ ప్రతిబింబం
వక్రతాకేంద్రానికి ఆవల	నాభి, వక్రతాకేంద్రం మధ్య	చిన్నది	తలక్రిందుల ప్రతిబింబం	నిజ ప్రతిబింబం
అనంతదూరంలో	నాభి వద్ద	బిందు రూపం	–	నిజ ప్రతిబింబం

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

W7F1P1

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. పుటాకార దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షంపై నాభి, వక్రతాకేంద్రం మధ్య ఒక వస్తువును ఉంచితే ప్రతిబింబం ఎక్కడ ఏర్పడుతుంది? (AS_1)
2. పుటాకార, కుంభాకార దర్పణాల మధ్య భేదాలను తెలపండి. (AS_1)
3. నిజ ప్రతిబింబం, మిథ్యా ప్రతిబింబం మధ్య భేదాలను తెల్పండి. (AS_1)
4. పుటాకార దర్పణంతో మిథ్యా ప్రతిబింబాన్ని ఎలా ఏర్పరుస్తారు? (AS_1)
5. గోళాకార దర్పణాలకు సంబంధించిన, కింద ఇవ్వబడిన పదాలను వివరించండి.(AS_1)
   (ఎ) దర్పణధృవం బి) వక్రతాకేంద్రం (సి) నాభి (డి) వక్రతా వ్యాసార్థం
   (ఇ) నాభ్యంతరం (ఎఫ్) ప్రధానాక్షం (జి) వస్తుదూరం (హెచ్) ప్రతిబింబ దూరం (ఐ) ఆవర్ధనం
6. వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం కొలిచినటువంటి పుటాకార దర్పణం ప్రయోగం ద్వారా మీరు ఏం నిర్ధారించారు?(AS_3)

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. 8 సెం.మీ. వక్రతావ్యాసార్థం గల పుటాకార దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షంపై దర్పణం నుండి 10 సెం.మీ. దూరంలో ఒక వస్తువును ఉంచితే ప్రతిబింబం ఎంతదూరంలో ఏర్పడుతుంది? (AS_1)
2. ఒక దర్పణ ఆవర్ధనం +1 అని ఇవ్వబడింది. దీనిని బట్టి మీరు ఏంగ్రహించారు? (AS_1)

SCERT, TELANGANA

3. If the spherical mirrors were not known to human beings, guess the consequences.(AS_2)
4. Draw suitable rays by which we can guess the position of image formed by a concave mirror? (AS_5)
5. Show the formation of image with a ray diagram when an object is placed on the principal axis of a concave mirror away from the centre of curvature? (AS_5)
6. Why do prefer a convex mirror as a rear-view mirror in the vehicles? (AS_7)

III. Higher Order Thinking Questions

1. A convex mirror with a radius of curvature of 3 m is used as rear view mirror for a vehicle. If a bus is located at 5 m from this mirror, find the position, nature and size of the image? (AS_7)
2. To form the image on the object itself, how should we place the object infront of a concave mirror? Explain with a ray diagram? (AS_5)

Multiple choice questions

SCERT, TELANGANA

1. If an object is placed at C on the principal axis in front of a concave mirror, the position of the image is [ ]

   a) at infinity b) between Focus and Centre of curvature

   c) at Centre of curvature d) beyond Centre of curvature

2. We get a diminished image with a concave mirror when the object is placed [ ]

   a) at Focus b) between the pole and Focus

   c) at Centre of curvature d) beyond Centre of curvature

3. We get a virtual image in a concave mirror when the object is placed [ ]

   a) at Focus b) between the pole and Focus

   c) at Centre of curvature d) beyond Centre of curvature

4. Which of the following represents magnification 'm' for the case of mirrors?

   i) $\frac{v}{u}$ ii) $\frac{-v}{u}$ iii) $\frac{h_i}{h_0}$ iv) $\frac{h_0}{h_i}$ [ ]

   a) (i) & (ii) b) (ii) & (iii) c) (iii) & (iv) d) (iv) & (i)

5. Ray which seems to be travelling through the focus of a convex mirror, path of the reflected ray of an incident [ ]

   a) parallel to the axis b) along the same path in opposite direction

   c) through Focus d) through Centre of curvature

3. గోళాకార దర్పణాలు లేకపోతే దైనందిన జీవితం ఎలా ఉంటుందో ఊహించండి. (AS_2)

4. పుటాకార దర్పణం వలన ఏర్పడే ప్రతిబింబ స్థానాన్ని గుర్తించడానికి అవసరమయ్యే కాంతి కిరణాలను గీయండి. (AS_5)

5. పుటాకార దర్పణం యొక్క ప్రధానాక్షాంపై వక్రతాకేంద్రానికి ఆవల వస్తువును ఉంచినప్పుడు ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని వివరించే పటం గీయండి. (AS_5)

6. వాహనాల 'రియర్ వ్యూ మిర్రర్స్' గా కుంభాకారదర్పణాలనే ఎందుకు వాడతాం? (AS_7)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. 3 మీ. వక్రతావ్యాసార్థం గల కుంభాకారదర్పణాన్ని ఒక వాహనానికి రియర్ వ్యూ మిర్రర్‌గా ఉపయోగించారు. ఈ దర్పణానికి 5 మీ. దూరంలో ఒక బస్ ఉంటే, అప్పుడు ఏర్పడే ప్రతిబింబస్థానాన్ని, పరిమాణాన్ని లెక్కించండి. ఈ ప్రతిబింబం నిటారుప్రతిబింబమా, తలక్రిందుల ప్రతిబింబమా తెల్పండి. (AS_7)

2. వస్తువు పైనే ప్రతిబింబం ఏర్పడాలంటే పుటాకార దర్పణం ముందు వస్తువును ఎలా ఉంచాలి? పటం గీసి వివరించండి? (AS_5)

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. పుటాకారదర్పణ ప్రధానాక్షంపై C వద్ద వస్తువునుంచినపుడు ప్రతిబింబం _____ వద్ద ఏర్పడుతుంది. [ ]

ఎ) అనంతదూరం బి) నాభి, వక్రతాకేంద్రం మధ్య

సి) వక్రతాకేంద్రం డి) వక్రతాకేంద్రం ఆవల

2. ఏ వస్తు స్థానంలో పుటాకారదర్పణంతో ఏర్పడే ప్రతిబింబ పరిమాణం వస్తు పరిమాణం కంటే తక్కువగా ఉంటుంది. ఏది? [ ]

ఎ) దర్పణ నాభివద్ద బి) దర్పణధృవానికి, నాభికి మధ్య

సి) వక్రతాకేంద్రం వద్ద డి) వక్రతాకేంద్రానికి ఆవల

3. పుటాకారదర్పణంతో మిథ్యాప్రతిబింబాన్ని వస్తువును ఏ స్థానంలో ఉంచిన పొందగలం? [ ]

ఎ) దర్పణ నాభివద్ద బి) దర్పణ ధృవానికి, నాభికి మధ్య

సి) వక్రతాకేంద్రం వద్ద డి) వక్రతాకేంద్రానికి ఆవల

4. దర్పణాల విషయంలో క్రిందివాటిలో ఆవర్ధనాన్ని సూచించునది

i) $\frac{v}{u}$ ii) $-\frac{v}{u}$ iii) $\frac{h_i}{h_o}$ iv) $\frac{h_o}{h_i}$ [ ]

ఎ) (i) & (ii) బి) (ii) & (iii) సి) (iii) & (iv) డి) (iv) & (i)

5. కుంభాకారదర్పణనాభి దిశలో ప్రయాణిస్తూ, దర్పణంపై పడిన కాంతికిరణం పరావర్తనం చెందాక __ [ ]

ఎ) ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా వెళ్తుంది బి) అదే దిశలో వెనుకకు వెళ్తుంది

సి) F గుండా వెళ్తుంది డి) C గుండా వెళ్తుంది

SCERT, TELANGANA

6. Size of image formed by a convex mirror is always [ ]

a) enlarged than object size

b) diminished than object size

c) equal to the size of object

d) depends on position of object

7. An object is placed at a certain distance on the principal axis of a concave mirror. The image is formed at a distance of 30 cm from the mirror. Find the object distance if radius of curvature R = 15 cm [ ]

a) 15 cm b) 10 cm c) 30 cm d) 7.5 cm

8. All the distances related to spherical mirrors will be measured from [ ]

a) object b) focus c) pole d) image

9. The minimum distance froma real object to a real image is a concave mirror [ ]

a) 2f b) f c) 0 d) f/2

Suggested Experiments

1. Conduct an experiment to find the focal length of concave mirror.
2. Find the nature and position of images, when an object is placed at different places on the principal axis of a concave mirror.

Suggested Project Works

1. Collect information about the history of spherical mirrors in human civilization, write a report on it.
2. Think about the objects which acts as concave or convex mirrors in your surroundings? Make a table of these objects and display in your classroom.
3. Collect photographs from your daily life where you use convex and concave mirrors and display in your class room.

SCERT, TELANGANA

6. కుంభాకార దర్పణంలో ఏర్పడే ప్రతిబింబ పరిమాణం ఎల్లప్పుడూ [ ]

ఎ) వస్తువు పరిమాణం కన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది

బి) వస్తు పరిమాణం కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది

సి) వస్తు పరిమాణంతో సమాన పరిమాణం కలిగి ఉంటుంది

డి) వస్తు స్థానాన్ని బట్టి మారుతుంది.

7. 15 సెం.మీ. వక్రతా వ్యాసార్ధం గల పుటాకార దర్పణం ప్రధానాక్షంపై కొంత దూరంలో ఒక వస్తువును ఉంచాము. అప్పుడు ప్రతిబింబం దర్పణం నుండి 30 సెం.మీ. దూరంలో ఏర్పడితే వస్తుదూరం ఎంత? [ ]

ఎ) 15 సెం.మీ. బి) 10 సెం.మీ సి) 30 సెం.మీ. డి) 7.5 సెం.మీ.

8. గోళాకార దర్పణంలో కొలిచే దూరాలన్నింటిని ..... నుండి కొలుస్తారు. [ ]

ఎ) వస్తువు బి) దర్పణ నాభి సి) దర్పణ ధృవం డి) ప్రతిబింబం

9. పుటాకార దర్పణంలో నిజవస్తువుకి, నిజ ప్రతిబింబానికి మధ్యగల కనిష్ఠ దూరం [ ]

ఎ) 2f బి) f సి) 0 డి) f/2

ప్రయోగాలు

1. పుటాకార దర్పణ నాభ్యాంతరాన్ని ప్రయోగ పూర్వకంగా కనుగొనండి.
2. ప్రధానాక్షంపై వస్తువును వివిధ ప్రదేశాలలో ఉంచినప్పుడు పుటాకార దర్పణం వలన ఏర్పడే ప్రతిబింబ లక్షణాలను ప్రయోగపూర్వకంగా కనుగొనండి.

ప్రాజెక్టులు

1. మానవ నాగరికతలో గోళాకార దర్పణాల పాత్ర గురించి సమాచారాన్ని సేకరించి ఒక నివేదిక తయారు చేయండి.
2. మీ పరిసరాలలో ఉన్న వివిధ వస్తువులలో కుంభాకార, పుటాకారదర్పణాలుగా పనిచేసే వాటిని పట్టిక రూపొందించి మీ తరగతి గదిలో ప్రదర్శించండి.
3. నిత్యజీవితంలో గోళాకార దర్పణాలను వినియోగించే వివిధ సందర్భాలకు సంబంధించిన ఫోటోలను సేకరించి తరగతి గదిలో ప్రదర్శించండి.

SCERT, TELANGANA

CHAPTER

2 Chemical Equations

J5P5P4

SCERT, TELANGANA

We had discussed in the previous classes on different changes that occur around us and we have classified those changes into Physical and Chemical changes.

Now, just think about the changes involved in the following processes in our daily life.

- The process of digestion.
- Burning of the crackers.
- The process of Respiration.
- Powdered lime added to water.
- Ripening of the Mango.
- Exposing iron nails to moisture in air for longer period.

What changes do you notice? Are they physical changes or chemical changes ? Are they temporary changes or permanent changes?

In all the above processes, the nature of original substance would be changed. If new substances are formed with properties completely unlike to those of the original substances, we say that a chemical change has taken place.

- How do we know that a chemical reaction has taken place?

Let us perform some activities to know this.

అధ్యాయం

2 రసాయనిక సమీకరణాలు

M8E3V8

మన చుట్టూ జరిగే వివిధ రకాల మార్పులను గురించి గత తరగతులలో చర్చించుకున్నాం. అదే విధంగా ఆ మార్పులను భౌతిక మరియు రసాయన మార్పులుగా విభజించటం నేర్చుకున్నాం.

మీ నిత్యజీవితంలో వివిధ ప్రక్రియలలో జరిగిన కింద సూచించిన మార్పుల గురించి ఆలోచించండి.

- మన శరీరంలో ఆహార జీర్ణక్రియ
- టపాకాయలు కాల్చటం
- శ్వాసక్రియ
- సున్నానికి నీరు కలుపుట
- మామిడికాయ పండుగా మారటం
- ఇనుప మేకులు తేమ వాతావరణంలో ఎక్కువ కాలం వుండటం.

పై సందర్భాలలో ఎలాంటి మార్పులు మీరు గమనించారు? అవి భౌతిక మార్పులా? లేక రసాయన మార్పులా? అవి తాత్కాలిక మార్పులా? లేక శాశ్వత మార్పులా?

పైన పేర్కొన్న అన్ని సందర్భాలలో మనం తీసుకున్న పదార్థ స్వభావం పూర్తిగా మారిపోయింది. తీసుకున్న పదార్థ స్థానంలో పూర్తిగా కొత్త లక్షణాలతో ఉన్న పదార్థం ఏర్పడితే, రసాయన మార్పు జరిగిందని చెపుతాం.

- రసాయన చర్య జరిగిందని మనకు ఎలా తెలుస్తుంది?

ఇది తెలుసుకోవడానికి ఇప్పుడు కొన్ని కృత్యాలను నిర్వహిద్దాం.

SCERT, TELANGANA

Activity 1

Take about 1 g of quick lime (calcium oxide) in a beaker. Add 10 ml of water to this. Touch the beaker with your finger.

- What do you notice?

You notice that the beaker is hot. The reason is that the calcium oxide (quick lime) reacts with water with the liberation of heat energy. Calcium oxide dissolves in water producing colourless solution. Test the nature of solution with litmus papers.

- What is the nature of the solution?

A red litmus paper turns blue when dipped in the above solution. A blue litmus does not change its colour. Hence, the solution is a basic solution.

Activity 2

Take about 100 ml of water in a beaker and dissolve a small quantity of sodium sulphate (Na_2SO_4).

Take about 100ml of water in another beaker and dissolve a small quantity of barium chloride ($BaCl_2$). Observe the colours of the solutions obtained.

- What are the colours of the above solutions?
- Can you name the solutions obtained?

Add Na_2SO_4 solution to $BaCl_2$ solution and observe.

- Do you observe any change on mixing these solutions?

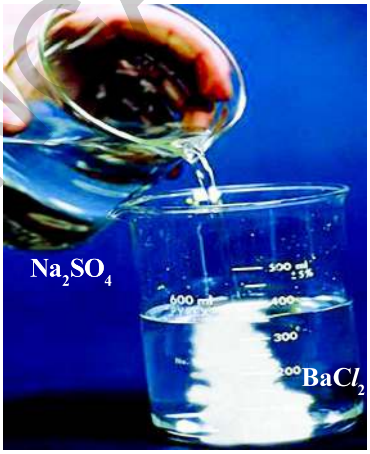


fig-1:Formation of barium sulphate precipitate

Activity 3

Take some zinc granules in a conical flask. Add about 20 ml of dilute hydrochloric acid to the zinc granules in the conical flask.

Observe the changes in the conical flask.

- What changes do you notice?

Now keep a burning match stick near the mouth of the conical flask.

- What happens to burning match stick?
- Touch the bottom of the conical flask with your fingers. What do you notice?
- Is it hot?

From the above activities you can conclude that during a chemical change:

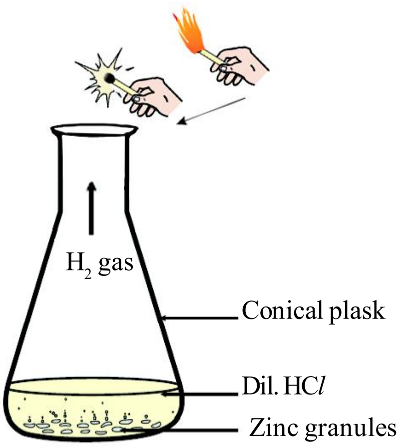


fig-2:Formation of hydrogen gas by the action of dilute HCl on zinc and testing of H_2 gas

SCERT TELANGANA

కృత్యం 1

సుమారు 1 గ్రాము పొడిసున్నాన్ని (కాల్షియం ఆక్సైడ్) ఒక బీకరులో తీసుకోండి. దానికి 10 మి.లీ. నీటిని కలపండి. బీకరును మీ చేతితో తాకి చూడండి.

- మీరు ఏం గమనించారు?

  పై కృత్యంలో మీరు బీకరును తాకినప్పుడు వేడిగా ఉన్నట్లు గమనించారు కదా! దీనికి కారణం కాల్షియం ఆక్సైడ్ (పొడి సున్నం) నీటితో చర్య జరిపి ఉష్ణం విడుదల చేసింది. కాల్షియం ఆక్సైడ్ నీటిలో కరిగినప్పుడు రంగులేని ద్రావణాన్ని ఇస్తుంది. ఈ ద్రావణాన్ని లిట్మస్ పేపర్లతో పరీక్షిద్దాం.

- ఆ ద్రావణం ఆమ్లమా? క్షారమా?

ఈ ద్రావణం ఎరుపు లిట్మస్ కాగితాన్ని నీలి రంగులోకి మారుస్తుంది. నీలి లిట్మస్ కాగితపు రంగును మార్చదు. కాబట్టి ఈ ద్రావణం క్షారస్వభావం కలిగి ఉందని చెప్పవచ్చు.

కృత్యం 2

ఒక బీకరులో 100 మి.లీ.ల నీటిని తీసుకోండి. దానిలో కొద్దిగా సోడియం సల్ఫేట్ (Na_2SO_4)ను కలపండి. మరొక బీకరులో 100 మి.లీ.ల నీటిని తీసుకొని కొద్దిగా బేరియం క్లోరైడ్($BaCl_2$)ను కలపండి. పై రెండు బీకర్లలో ద్రావణాల రంగును పరిశీలించండి.

- అవి ఏ రంగులో ఉన్నాయి?
- పైన ఏర్పడిన ద్రావణాల పేర్లు చెప్పగలవా?

  సోడియం సల్ఫేట్ ద్రావణాన్ని బేరియం క్లోరైడ్ ద్రావణానికి కలపండి.

- రెండు ద్రావణాలను కలిపిన తరవాత ఏదైనా మార్పును గమనించారా?

పటం-1 : బేరియం సల్ఫేట్ అవక్షేపం ఏర్పడుట

కృత్యం 3

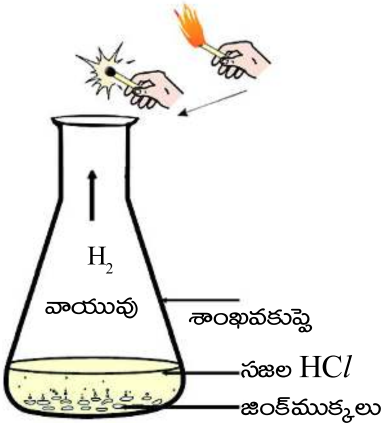
ఒక శాంఖవ కుప్పెలో కొన్ని జింక్‌ముక్కలను తీసుకోండి. దానికి సుమారు 20 మి.లీ.ల సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం కలపండి.

ఆ శాంఖవ కుప్పెలో మార్పులను గమనించండి.

- మీరు ఏమి మార్పులు గమనించారు?

  గాజు కుప్పె మూతి దగ్గర ఒక మండుతున్న అగ్గిపుల్లను ఉంచండి. ఏమి గమనించారు?

- మండుతున్న అగ్గిపుల్లకు ఏమి జరిగింది?
- శాంఖవ కుప్పెను చేతితో తాకి చూడండి. ఏం జరిగింది?
- అది వేడిగా ఉందా?



పటం-2: జింక్ లోహం పై సజల HCl చర్యలో ఏర్పడిన హైడ్రోజన్ వాయువును పరీక్షించుట

పై కృత్యాలను బట్టి ఒక రసాయన చర్య జరిగినప్పుడు వివిధ రకాల మార్పులు జరుగుతాయని నిర్ధారించ వచ్చు.

SCERT, TELANGANA

1. The original substances lose their characteristic properties. Hence these may be products with different physical states and colours.
2. Chemical changes may be exothermic or endothermic i.e, heat may be liberated or absorbed.
3. They may form an insoluble substance known as precipitate.
4. Gas may be evolved

In our daily life we observe variety of changes taking place around us. In this chapter we study various types of chemical reactions and their symbolic representation.

2.1 Chemical Equations

In activity 1, when calcium oxide reacts with water a new substance is formed which is unlike to either calcium oxide or water. The description of chemical reactions in a sentence in activity-1 is quite long. It can be written in shorter form as a word equation.

The word equation of the above reaction is,

calcium oxide + water → calcium hydroxide .... (1)

(Reactants) (Product)

The substances which undergo chemical change in the reaction are called *reactants* and the new substances formed are called *products*.

A chemical reaction written in the form of word equation shows the change of reactants to products by an arrow placed between them. The **reactants,** are written on the left side of the arrow and the final substances, or **products** are written on the right side of the arrow. The arrow head point faces the products showing the direction of the reaction.

If there is more than one reactant or product involved in the reaction, they are indicated with a plus (+) sign between them.

2.1.1 Writing a Chemical Equation

- Can you write a chemical reaction in any other shorter way other than the way we discussed above?

Chemical equations can be made more precise and useful if we use chemical formulae instead of words.

SCERT, TELANGANA

1. తొలి పదార్థాలు వాటి గుణాత్మక ధర్మాలను కోల్పోతాయి. రంగు మరియు స్థితిలో మార్పు చెందిన క్రియాజన్యాలు ఏర్పడతాయి.
2. రసాయన చర్యలు ఉష్ణమోచక లేదా ఉష్ణ గ్రాహక చర్యలు కావచ్చు. అంటే ఉష్ణం విడుదల కావడం లేదా ఉష్ణం గ్రహించడం జరుగుతుంది,
3. కరగని అవక్షేపాన్ని ఏర్పరుస్తూ చర్య జరగవచ్చు.
4. రసాయన మార్పులో కొన్ని సందర్భాలలో వాయువు విడుదల కావచ్చు.

మనచుట్టూ ఉన్న వాతావరణంలో ఇలాంటి మార్పులను గమనిస్తూనే ఉంటాం. ఈ పాఠంలో రసాయన చర్యలను సమీకరణాల రూపంలో తెలియజేసే విధానాల గురించి పరిశీలిద్దాం.

2.1 రసాయన సమీకరణాలు (Chemical Equations)

కృత్యం-1లో, కాల్షియం ఆక్సైడ్ నీటితో చర్య జరిపినప్పుడు, కాల్షియం ఆక్సైడ్ లక్షణాలుగాని, నీటి లక్షణాలుగాని లేనటువంటి కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ అనే కొత్త పదార్థం ఏర్పడింది. ఈ చర్యలో కాల్షియం ఆక్సైడ్ నీటిలో కరిగి కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్‌ను ఏర్పరుస్తుందని చెప్తాం. ఒక చర్యను ఇలా తెలపడం చాలా పొడవుగా అనిపిస్తుంది. దీనినే సూక్ష్మరూపంలో 'పదసమీకరణం'గా తెలపవచ్చు.

పై చర్య యొక్క పద సమీకరణం,

కాల్షియం ఆక్సైడ్ + నీరు $\rightarrow$ కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ .... (1)
(క్రియాజనకాలు) (క్రియాజన్యాలు)

ఒక రసాయనిక చర్యలో ఏ పదార్థాలు రసాయన మార్పుకు గురవుతాయో వాటిని 'క్రియాజనకాలు' (reactants) అంటారు. కొత్తగా ఏర్పడిన పదార్థాలను 'క్రియాజన్యాలు' (products) అంటారు.

పద సమీకరణ రూపంలో రాసిన పై రసాయన చర్యలో క్రియాజనకాలు క్రియాజన్యాలుగా మారడాన్ని బాణపు గుర్తుతో సూచిస్తారు. క్రియాజనకాలను బాణపు గుర్తుకు ఎడమవైపున, క్రియాజన్యాలు బాణపు గుర్తుకు కుడివైపున రాయాలి. బాణపు గుర్తు తల క్రియాజన్యాల వైపు ఉంటూ రసాయనిక చర్య దిశను తెలుపుతుంది.

ఒకవేళ చర్యలో ఒక్కటి కంటే ఎక్కువ క్రియాజనకాలుగాని, క్రియాజన్యాలుగాని ఉన్నట్లయితే వాటి మధ్యలో '+' కూడిక గుర్తును ఉంచుతాం.

ఒక రసాయన చర్యను అతి సూక్ష్మరూపంలో లేదా సంకేతాలతో తెలియజేస్తే దానినే 'రసాయన సమీకరణం' అంటారు.

2.2.1 రసాయన సమీకరణం రాయడం

- ఒక రసాయన చర్యను పైన తెలిపిన విధంగా కాకుండా మరేదైనా సూక్ష్మరూపంగా చూపవచ్చా?

రసాయన చర్యలను పైన తెలిపిన విధంగా పదాలతో కాకుండా సాంకేతికాలతో సూచిస్తే ఇంకా సూక్ష్మంగా మరియు ఉపయోగకరంగా ఉంటుంది.

SCERT, TELANGANA

Generally, a compound is written by giving its **chemical formula**, which lists the symbols of the constituent elements and uses the subscript to indicate the number of atoms of each element present in the compound. If no subscript is written the number 1 is understood. Thus we can write calcium oxide as CaO, water as H_2O and the compound formed by the reaction of these two compounds is calcium hydroxide $Ca(OH)_2$.

Now the reaction of calcium oxide with water can be written as:

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \quad ....\ (2)$$

In the above chemical equation, count the number of atoms of each element on left side and right side of arrow.

- Is the number of atoms of each element are equal on both sides?

Observe the following reactions and their chemical equations. Zinc metal reacts with dilute HC*l* to yield $ZnCl_2$ and liberates Hydrogen gas.

$$Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \quad ....\ (3)$$

Sodium sulphate reacts with barium chloride to give white precipitate, barium sulphate and sodium chloride.

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + NaCl \quad ....\ (4)$$

- Do the atoms of each element on left side equal to the atoms of the element on the right side of the equation?
- Do the atoms of all the elements of the reactants also there on the product side?

THINK AND WRITE

You have brushed the wall with an aqueous suspension of $Ca(OH)_2$. After two days the wall turned to white colour.

- Write the balanced chemical reactions for the above changes using the appropriate symbols and formulae?.

2.1.2 Balancing Chemical Equations

According to the law of conservation of mass, the total mass of the products formed in chemical reaction must be equal to the total mass of reactants consumed. You know that an atom is the smallest particle of an element that takes part in a chemical reaction. It is the atom which accounts for the mass of any substance. As per the law of conservatioin of mass the number of atoms of each element before and after reaction must be the same.

SCERT, TELANGANA

సాధారణంగా ఒక సమ్మేళనాన్ని ఒక రసాయన సాంకేతికం(ఫార్ములా)తో సూచిస్తారు కదా! రసాయనిక ఫార్ములా ఆ సమ్మేళనంలోని మూలక పరమాణువుల సంకేతాలను, పరమాణువుల సంఖ్యను తెలియజేస్తుంది. సాంకేతికంలో దిగువకు రాసిన సంఖ్య దానిలోని పరమాణువుల సంఖ్యను తెలుపుతుంది. ఒకవేళ ఎలాంటి సంఖ్య లేకుండా ఉంటే దానిని ఒకటిగా తీసుకోవాలి. ఉదాహరణకు కాల్షియం ఆక్సైడ్‌ను 'CaO' అని, నీటిని 'H_2O' అని, అవి రెండు చర్య పొందడం వల్ల ఏర్పడిన సమ్మేళనాన్ని కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ $Ca(OH)_2$ అని రాస్తాం.

కాల్షియం ఆక్సైడ్ మరియు నీటి మధ్య చర్యను కింది విధంగా రాస్తాం.

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ .... (2)

పై రసాయన సమీకరణంలో బాణపు గుర్తుకు ఇరువైపులా గల మూలక పరమాణువుల సంఖ్యను లెక్కించండి.

- ఇరువైపులా ఉన్న మూలక పరమాణువుల సంఖ్య సమానంగా ఉన్నదా?

కింది రసాయన చర్యలను వాటి సమీకరణాలను గమనించండి.

జింక్ లోహం సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంతో చర్య జరిపి జింక్ క్లోరైడ్‌ను ($ZnCl_2$) మరియు హైడ్రోజన్ వాయువును విడుదల చేస్తుంది.

$Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ .... (3)

సోడియం సల్ఫేట్ ద్రావణం, బేరియం క్లోరైడ్ ద్రావణంతో చర్య జరిపి తెల్లని బేరియం సల్ఫేట్ అవక్షేపాన్ని మరియు సోడియం క్లోరైడ్‌ను ఏర్పరుస్తుంది.

$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + NaCl$ .... (4)

- పై సమీకరణంలో బాణం గుర్తుకు ఎడమవైపున వున్న ప్రతి మూలక పరమాణువుల సంఖ్య కుడివైపున వున్న మూలక పరమాణువుల సంఖ్యకు సమానంగా ఉన్నదా?
- క్రియాజనకాల వైపు గల అన్ని మూలకాలకు చెందిన పరమాణువులు క్రియాజన్యాల వైపు కూడా ఉన్నాయా?

ఆలోచించండి - రాయండి.

ఇంటి గోడలకు కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణం ($Ca(OH)_2$) తో వెల్లవేస్తే రెండు రోజుల తరువాత గోడ తెల్లగా మారింది.

- పై మార్పులకు సరైన సంకేతాలు ఉపయోగిస్తూ రసాయన చర్యలు రాసి తుల్యం చేయండి.

2.1.2 రసాయన సమీకరణాలను తుల్యం చేయుట (Balancing Chemical Equations)

ద్రవ్యనిత్యత్వ నియమం ప్రకారం, ఒక రసాయన చర్యలో పాల్గొనే పదార్థాల మొత్తం ద్రవ్యరాశి చర్యకు ముందు, తరువాత సమానంగా ఉండాలి. ఒక మూలకానికి చెందిన పరమాణువు రసాయన చర్యలో పాల్గొనే అతి చిన్న కణం అని మీకు తెలుసు. ఈ పరమాణువే ద్రవ్యరాశికి కారణమని కూడా తెలుసు. ద్రవ్యనిత్యత్వ నియమం ప్రకారం కాబట్టి చర్య జరగక ముందు మరియు చర్య జరిగిన తరవాత మూలక పరమాణువుల సంఖ్య సమానంగా ఉండాలి.

SCERT, TELANGANA

All the chemical equations must be balanced, because atoms are neither created nor destroyed in chemical reactions. A chemical equation in which the number of atoms of different elements on the reactant side (left side) are same as those on product side (right side) is called a *balanced reaction*.

Formula units:

Balancing a chemical equation involves finding out how many formula units of each substance take part in the reaction.as the name implies, is one unit – whether atom, ion or molecule – corresponding to a given formula. One formula unit of NaC*l* for example is one Na^+ (Sodium ion) and one Cl^- (Chlorine ion); one formula unit of $MgBr_2$ is one Mg^{2+} ion and two Br^- ions and one formula unit of water is one H_2O molecule.

Now let us balance the chemical equation using a systematic method. For this take the example of hydrogen reacting with oxygen to form water.

Step 1**:** Write the equation with the correct chemical formulae for each reactant and product.

For example, in the reaction of hydrogen with oxygen to yield water, you can write chemical equations as follow:

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ ......(5)

Step 2**:** After writing the molecular formulae of the substances the equation is to be balanced. For this we should not touch the ratio of atoms in the molecules of the susbtances but we may assign suitable numbers as the coefficients before the formulae.

Element	No of atoms	
	LHS	RHS
H	2	2
O	2	1

In the above equation write '2' before the molecular formula of hydrogen and also '2' before the molecular formula of water. Observe whether atoms of both the elements hydrogen and oxyen are same (or) different on both the sides. They are in the same number on both sides. Therefore, the equation is balanced.

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ....(6)

Step 3**:** Sometimes there is a possibility that the coefficients of all the substances getting divided with a suitable number. Since we require the lowest ratio of coefficient for reactants and products the above operation is to be done. If no common factor is there, there is no need to divide the equation. The above equation needs no division of the coefficients of the substances.

SCERT, TELANGANA

ఒక రసాయన చర్యలో పరమాణువులు సృష్టించబడవు లేదా నాశనం చేయబడవు. కాబట్టి ఒక రసాయన సమీకరణం ఖచ్చితంగా తుల్యం చేయబడాలి. ఏ రసాయన సమీకరణంలో అయితే క్రియాజనకాల వైపు గల మూలక పరమాణువుల సంఖ్య క్రియాజన్యాల వైపు గల మూలక పరమాణువుల సంఖ్యకు సమానంగా ఉంటుందో అలాంటి రసాయన సమీకరణాన్ని 'తుల్య రసాయన సమీకరణం' (Balanced chemical equation) అంటారు.

ఫార్ములా యూనిట్

రసాయన సమీకరణాన్ని తుల్యం చేయడంలో వివిధ పదార్థాలకు సంబంధించిన ఎన్ని సాంకేతిక ప్రమాణాలు (Formula units) పాల్గొంటున్నాయి అనేది అవసరం. ఇక్కడ ఫార్ములా యూనిట్‌ను ఒక విభాగంగా పరిగణిస్తాం. ఇది ఇచ్చిన ఫార్ములాకు సంబంధించిన ఒక పరమాణువు లేదా అయాన్ లేదా అణువు కావచ్చు. NaCl యొక్క ఫార్ములా యూనిట్, ఒక Na^+ సోడియం అయాన్ మరియు ఒక Cl^- క్లోరిన్ అయాన్. $MgBr_2$ యొక్క ఫార్ములా యూనిట్, ఒక Mg^+ అయాన్ మరియు రెండు Br^- అయాన్‌లు, నీటి యొక్క ఫార్ములా యూనిట్ ఒక H_2O అణువు.

రసాయన సమీకరణాలను ఒక పద్ధతి ప్రకారం తుల్యం చేయవలసి వుంటుంది. ఇప్పుడు ఒక రసాయన చర్యను తుల్యం చేద్దాం. ఉదాహరణకు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్‌తో చర్యజరిపి నీటి అణువు ఏర్పడడాన్ని తెలిపే సమీకరణాన్ని తుల్యం చేద్దాం.

సోపానం1: ముందుగా రసాయన చర్యలో పాల్గొనే ప్రతి పదార్థం యొక్క సరియైన సాంకేతికాన్ని (క్రియాజనకాల మరియు క్రియాజన్యాలను) రాయాలి. అంటే తుల్యం కాని రసాయన సమీకరణం రాయాలి.

ఉదాహరణకు హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ చర్య పొంది నీరు ఏర్పడే చర్యను, కిందివిధంగా రాయాలి.

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ .... (5)

మూలకం	పరమాణువుల సంఖ్య	
	ఎడమ వైపు	కుడి వైపు
H	2	2
O	2	1

సోపానం2: సరియైన గుణకాన్ని కనుగొనడం : సాంకేతికానికి ముందురాసే గుణకం, సమీకరణాన్ని తుల్యం చేయడానికి ఎన్ని ఫార్ములా యూనిట్లు అవసరమో తెలుపుతుంది. సమీకరణాన్ని తుల్యం చేసే సందర్భంలో కేవలం గుణకాన్ని మాత్రమే మార్చాలి తప్ప ఫార్ములాను మార్చకూడదు.

పై సమీకరణం తుల్యం చేయుటకు H_2Oకు మరియు H_2కు ముందు '2' గుణకాన్ని రాయాలి. ఈవిధంగా చేయడం వలన బాణపు గుర్తుకు రెండువైపులా హైడ్రోజన్, ఆక్సిజన్ పరమాణువులు సమానంగా ఉన్నాయో లేవో పరిశీలించండి. దీనిని బట్టి సమీకరణం తుల్యం అయింది అని చెప్పవచ్చు.

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ …………..(6)

సోపానం3: గుణకాలు కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలుగా ఉండాలి. అవసరమైతే అన్ని గుణకాలను ఒకే సంఖ్యచే భాగించి కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలను ఉంచాలి. పై సమీకరణంలో క్రియాజన్యాల, క్రియాజనకాల గుణకాలు కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలుగా వున్నాయి కాబట్టి ఎలాంటి భాగాహారం అవసరం లేదు.

SCERT, TELANGANA

Step 4: Verify the equation for the balancing of atoms on both sides of the equations. The above equation (6) is a balanced equation.

Let us work out some more examples to see how equations are balanced.

Eg-1: Combustion of propane (C_3H_8) in presence of oxygen

Propane, C_3H_8 is a colourless, odourless gas often used as a heating and cooking fuel. Write the chemical equation for the combustion reaction of propane. The reactants are propane and oxygen and the products are carbon dioxide and water. Write the reaction in terms of symbols and formulae of the substances involved and follow the four steps described in previous discussion.

Step 1: Write the unbalanced equation using correct chemical formulae for all substances.

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ ....(7), (Skeleton equation)

Note: Unbalanced chemical equation containing molecular formulae of the substances is known as *skeleton equation.*

Step 2: Compare number of atoms of each element on both sides. Find the coefficients to balance the equation. It is better to start with the most complex substance – in this case C_3H_8. Look at the skeleton equation, (7) and note that there are 3 carbon atoms on the left side of the equation but only 1 on the right side. If we add a coefficient of 3 to CO_2 on the right side the carbon atoms get balanced.

Element	No of atoms	
	LHS	RHS
C	3(in C_3H_8)	1 (in CO_2)
H	8 (in C_3H_8)	2(in H_2O)
O	2 (in O_2)	3 (in CO_2, H_2O)

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + H_2O$ .... (8)

Now, look at the number of hydrogen atoms. There are 8 hydrogens on the left but only 2 on the right side. By adding a coefficient of 4 to the H_2O on the right, the hydrogen atoms get balanced.

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ ....(9)

Finally, look at the number of oxygen atoms. There are 2 on the left side but 10 on the right side, by adding a coefficient of 5 to the O_2 on the left, the oxygen atoms get balanced.

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ ....(10)

SCERT, TELANGANA

సోపానం4: బాణపు గుర్తుకు ఇరువైపులా మూలక పరమాణువులన్నీ సమానంగా ఉన్నాయో లేదో సరిచూసుకోవాలి. దీంతో రసాయన సమీకరణం తుల్యమైనదని భావించవచ్చు.

రసాయన సమీకరణాలను తుల్యం చేయడంలో మరికొన్ని ఉదాహరణలు చూద్దాం.

ఉదాహరణ - 1: ప్రొపేన్‌ను (C_3H_8) ఆక్సిజన్ సమక్షంలో మండించుట.

ప్రొపేన్ (C_3H_8) రంగు, వాసన లేని ఒక వాయువు. సాధారణంగా దీనిని ఇంధనంగా వాడుతాం. ప్రొపేన్ దహన చర్యకు రసాయన సమీకరణం రాయండి. ఈ చర్యలో ప్రొపేన్ మరియు ఆక్సిజనులు క్రియాజనకాలు కాగా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ మరియు నీరు క్రియాజన్యాలుగా ఉంటాయి. పైన ఉదహరించిన నాలుగు సోపానాలను అనుసరిస్తూ రసాయనిక చర్యను తుల్య సమీకరణ రూపంలో రాయండి.

సోపానం1: చర్యలో పాల్గొన్న, చర్యలో ఏర్పడిన అన్ని పదార్థాల సరియైన సాంకేతికాలను సమీకరణ రూపంలో రాయాలి.

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$..........(7), (ప్రాథమిక సమీకరణం)

గమనిక : అణు ఫార్ములాలు మాత్రమే వుండి, తుల్యం చేయని రసాయన సమీకరణంను 'ప్రాథమిక సమీకరణం' అంటాం.

సోపానం2: ఇరువైపులా ఉండే మూలక పరమాణువుల సంఖ్యను పోల్చడానికి ముందుగా సమీకరణం తుల్యం చేయడానికికావాల్సిన గుణ కాలను ఎన్నుకోవాలి. తుల్యం చేయడంలో అన్నింటికంటే ముందుగా ఎక్కువ మూలకాలు గల పదార్థాన్ని ఎంపిక చేసుకోవాలి. ఈ సమీకరణంలో C_3H_8 ఒక సంక్లిష్ట పదార్థం కాబట్టి దానిలో ఉండే ఒక్కొక్క మూలకాన్ని ఒక్కోసారి ఎన్నుకొని తుల్యం చేయాలి.

మూలకం	పరమాణువుల సంఖ్య	
	ఎడమ వైపు	కుడి వైపు
C	3(C_3H_8లో)	1 (CO_2లో)
H	8 (C_3H_8లో)	2 (H_2O లో)
O	2 (O_2లో)	3 ($CO_2$$H_2O$ లో)

ప్రాథమిక సమీకరణాన్ని (7) గమనించండి. దానిలో బాణపు గుర్తుకు ఎడమవైపున మూడు కార్బన్ పరమాణువులు, కుడివైపున ఒక కార్బన్ పరమాణువు ఉంది.. కాబట్టి CO_2కు '3' అనే గుణకాన్ని కలిపితే రెండువైపులా కార్బన్ పరమాణువులు సమానమవుతాయి.

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + H_2O$ .... (8)

ఇప్పుడు రెండువైపులా ఉన్న హైడ్రోజన్ పరమాణవులను గమనించండి. ఎడమవైపు 8 హైడ్రోజన్ పరమాణువులు, కుడివైపు 2 హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉన్నాయి. కాబట్టి H_2O కు '4' అనే గుణకాన్ని కలిపితే రెండువైపులా సమానమవుతాయి.

$C_3H_8 + O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ ....(9)

చివరగా రెండువైపులా ఆక్సిజన్ పరమాణువులను గమనించండి. ఎడమవైపున '2' ఆక్సిజన్ పరమాణువులు కుడివైపున 10 ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఉన్నాయి కదా! ఇరువైపులా ఆక్సిజన్ పరమాణువులను సమానం చేయడానికి ఎడమవైపున 'O_2' కు ఎంత కలపాలో ఆలోచించండి. '5' గుణకాన్ని కలిపితే బాణానికి రెండువైపులా ఉన్న ఆక్సిజన్ పరమాణువులు కూడా సమానమవుతాయి.

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ ....(10)

SCERT TELANGANA

Step 3: Make sure the coefficients are reduced to their smallest whole-number values. In fact, the equation (10) is already with the coefficients in smallest whole number. There is no need to reduce its coefficients, but this might not be achieved in each chemical reaction.

Let us assume that you have got chemical equation as shown below:

$2C_3H_8 + 10O_2 \rightarrow 6CO_2 + 8H_2O$ .... (11)

- Is it a balanced equation as per rules?
- How do you say?

Though the equation (11) is balanced, the coefficients are not the smallest whole numbers. It would be necessary to divide all coefficients of equation (11) by 2 to reach the final equation.

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ .... (12)

Step 4: Check the answer. Count the numbers and kinds of atoms on both sides of the equation to make sure they are the same.

Eg-2: Iron oxide reacts with Aluminum to form iron and Aluminum trioxide. Write the chemical equation to show the reaction and balance it.

Step 1: Write the equation using the correct chemical symbols and formulae for all the reactants and products.

$Fe_2O_3 + Al \rightarrow Fe + Al_2O_3$ .... (13)

Step 2: Find the suitable coefficient for the reactants and products, to equate the number of atoms of each element on both sides.

(i) Examine the number of atoms of each element present in equation (13) on both sides.

Elements	No. of atoms in reactants	No. of atoms in products
Fe	2 (in Fe_2O_3)	1 (in Fe)
O	3 (in Fe_2O_3)	3 (in Al_2O_3)
Al	1 (in Al)	2 (in Al_2O_3)

In the above equation (13), Number of oxygen atoms is equal on both sides. We have to balance the remaining atoms.

(ii) There are 2 Fe atoms on left side(on reactant side). There is one Fe atom on right side(on products side). To equate number of Fe atoms, multiply Fe by 2 on product side.

Now the partially balanced equation is:

$Fe_2O_3 + Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$ .... (14)

(iii) In the above equation(14) number of Aluminum atoms still unbalanced.

There is one 'Al' atom on left side and 2 'Al' atoms on the right side (in Al_2O_3), to balance 'Al' atoms on both sides multiply 'Al' by 2 on left side of arrow mark.

SCERT TELANGANA

సోపానం3: చివరగా అన్ని గుణకాలను కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలకు తగ్గించాలి. అయితే తుల్యం చేసిన పై సమీకరణ గుణకాలు కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలుగానే ఉన్నాయి కాబట్టి వాటిని మార్చాల్సిన అవసరం లేదు. అయితే అన్ని సందర్భాలలో ఇది సాధ్యం కాదు.

ఉదాహరణకు ఒక సమీకరణం కింది విధంగా ఉంది అనుకుందాం.

$2C_3H_8 + 10O_2 \rightarrow 6CO_2 + 8H_2O$ .... (11)

- నియమాల ప్రకారం ఇది తుల్య సమీకరణమేనా?
- నీవు ఎలా చెప్పగలవు?

సమీకరణం (11) తుల్య సమీకరణం అయినప్పటికీ గుణకాలన్నీ కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలు కావు. కాబట్టి గుణకాలన్నింటినీ '2' చే భాగించి కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలలోనికి మార్చాలి.

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ .... (12)

సోపానం4: సమీకరణం సరిచూసుకోవాలి. బాణపు గుర్తుకు కుడి, ఎడమలలో ఉన్న మూలక పరమాణువులను లెక్కించి సమానంగా ఉన్నాయో లేదో నిర్ధారణకు రావాలి.

ఉదా–2: ఐరన్ ఆక్సైడ్ అల్యూమినియంతో చర్య పొంది ఇనుము, అల్యూమినియం ట్రై ఆక్సైడ్ ఏర్పడే చర్యకు సమీకరణం రాసి తుల్యం చేయండి.

సోపానం1: ముందుగా సరైన సాంకేతికాలతో క్రియాజనకాలు మరియు క్రియాజన్యాలను సూచిస్తూ సమీకరణం రాయాలి.

$Fe_2O_3 + Al \rightarrow Fe + Al_2O_3$ .... (13)

సోపానం2: రెండువైపులా ఉన్న ఒకే మూలక పరమాణువులను తగిన గుణకాలతో సమానం చేయాలో కన్గొనాలి.

(i) దీని కోసం సమీకరణం (13) ఇరువైపులా గల ఒకే మూలక పరమాణువులను లెక్కించాలి.

మూలకాలు	క్రియా జనకాల పరమాణువుల సంఖ్య	క్రియా జన్యాల పరమాణువుల సంఖ్య
Fe	2 (Fe_2O_3లో)	1 (Fe లో)
O	3 (Fe_2O_3లో)	3 (Al_2O_3లో)
Al	1 (Al లో)	2 (Al_2O_3లో)

సమీకరణం (13) లో Fe_2O_3 మరియు Al_2O_3లలో ఎక్కువ సంఖ్యలో పరమాణువులు ఉన్నాయి. ఇరువైపులా ఆక్సిజన్ పరమాణువుల సంఖ్య సమానంగా ఉంది కాబట్టి మిగతా పరమాణువులను సమానం చేయాలి.

(ii) బాణపు గుర్తుకు ఎడమవైపున రెండు Fe పరమాణువులు కుడివైపున ఒక Fe పరమాణువు ఉన్నాయి. ఇరువైపులా గల 'Fe' పరమాణువులను సమానం చేయడానికి కుడివైపున గల 'Fe'ని 2 చే గుణించాలి.

$Fe_2O_3 + Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$ .... (14)

(iii) సమీకరణం(14)లో అల్యూమినియం పరమాణువులు ఇంకా తుల్యం కాలేదు. బాణపు గుర్తుకు ఎడమవైపున ఒకటి , కుడివైపున రెండు అల్యూమినియం పరమాణువులు న్నాయి.. ఇరువైపులా గల అల్యూమినియం పరమాణువులను తుల్యం చేయడానికి ఎడమవైపున గల Alను 2తో గుణించాలి.

SCERT TELANGANA

Fe_2O_3 + $2Al$ → $2Fe$ + Al_2O_3 .... (15)

The above equation(15), the number of atoms of each element is same on both sides of arrow mark. This is a balanced chemical equation.

Step 3: The above equation(15) is balanced and coefficients are also smallest whole numbers.

Step4: Finally to check the correctness of balanced equation, count the number of atoms of each element on both sides of equation.

Fe_2O_3 + $2Al$ → $2Fe$ + Al_2O_3 .... (16)

Elements	No of Atoms of Reactants	No. of Atoms in products
Fe	2 (in Fe_2O_3)	2(in Fe)
O	3 (in Fe_2O_3)	3(in Al_2O_3)
Al	2 (in 2 Al)	2(in Al_2O_3)

(Note: The above method of balancing is called trial and error method only. Sometimes you may have to take more care to balance the equation.)

2.2 Making Chemical Equations more informative:

Chemical equations can be made more informative by expressing following characteristics of the reactants and products.

1. Physical state
2. Heat changes (exothermic or endothermic change)
3. Gas evolved (if any)
4. Precipitate formed (if any)

2.2.1 Expressing the physical state

To make the chemical equation more informative, the physical states of the substances may be mentioned along with their chemical formulae. The different states ie., gaseous, liquid, and solid states are represented by the notations (g), (l) and (s) respectively. If the substance is present as a solution in water, the word 'aqueous' is written. In the short form it is written as (aq).

The balanced equation(16) is written along with the physical states as:

$Fe_2O_{3(s)}$ + $2Al_{(s)}$ → $2Fe_{(s)}$ + $Al_2O_{3\ (s)}$ ...... (17)

Δ represents heating.

SCERT, TELANGANA

$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$ .... (15)

సమీకరణం (15)లో అన్ని మూలకాల చెందిన పరమాణువుల సంఖ్య ఇరువైపులా సమానంగా ఉంది. కాబట్టి దీనిని తుల్య రసాయన సమీకరణం అంటాం.

సోపానం3: సమీకరణం (15) తుల్య సమీకరణం మరియు గుణకాలన్నీ కనిష్ఠ పూర్ణాంకాలుగా ఉన్నవి.

సోపానం4: చివరగా రెండువైపులా మూలక పరమాణువులన్నీ సమానంగా ఉన్నాయో లేదో సరిచూసుకోవాలి.

$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$ .... (16)

మూలకాలు	క్రియా జనకాల పరమాణువుల సంఖ్య	క్రియా జన్యాల పరమాణువుల సంఖ్య
Fe	2 (Fe_2O_3లో)	2(Fe లో)
O	3 (Fe_2O_3లో)	3(Al_2O_3 లో)
Al	2 (2 Alలో)	2(Al_2O_3 లో)

గమనిక: పైన చెప్పిన విధానం కేవలం యత్నదోష పద్ధతి (trial and error method) ద్వారా మాత్రమే తుల్యం చేయడం జరిగింది. ఒక్కొక్కసారి రసాయన సమీకరణం తుల్యం చేయడానికి చాలా జాగ్రత్తలు తీసుకోవాలి.

2.2 రసాయన సమీకరణంలో అదనపు సమాచారం

రసాయన సమీకరణాల ద్వారా మరింత సమాచారం తెలుసుకోవడానికి క్రియాజనకాలు, క్రియాజన్యాలకు సంబంధించిన కింద సూచించిన లక్షణాలు తెలియజేయడం ఎంతగానో ఉపయోగపడుతుంది.

1. భౌతిక స్థితి
2. ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులు (ఉష్ణగ్రాహక లేదా ఉష్ణమోచక చర్యలు)
3. ఏదైనా వాయువు వెలువడడం
4. ఏదైనా అవక్షేపం ఏర్పడడం

2.2.1 భౌతిక స్థితిని తెలియజేయుట

ఒక రసాయన సమీకరణంలో మరింత సమాచారం కోసం క్రియాజనకాల మరియు క్రియాజన్యాల భౌతిక స్థితులను తెలియజేయాలి. పదార్థాలు ప్రధానంగా ఘన, ద్రవ, వాయు స్థితులతో ఉంటాయి అని మనకు తెలుసు. వీటిని వరుసగా (ఘ), (ద్ర), (వా) లాంటి గుర్తులతో రసాయన సమీకరణాలలో సూచిస్తాం. ఏదైనా పదార్థం నీటిలో కరిగి ఉన్నట్లయితే వాటిని 'జల ద్రావణాలు' (Aqueous solutions) అంటారు. వాటిని (జ.ద్రా)తో సూచిస్తాం.

భౌతిక స్థితులతో కలిపి సమీకరణం (16)ను కిందివిధంగా రాయవచ్చు.

$Fe_2O_{3(ఘ)} + 2Al_{(ఘ)} \rightarrow 2Fe_{(ఘ)} + Al_2O_{3\,(ఘ)}$ ....(17)

Δ అనే గుర్తు వేడి చేయడాన్ని సూచిస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

2.2.2 Expressing the heat changes

Heat is liberated in exothermic reactions and heat is absorbed in endothermic reactions. See the following examples.

1. $C_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + Q$ (exothermic reaction)
2. $N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} - Q$ (endothermic reaction)

'Q' is *heat energy* which is shown with *plus* (+) sign on product side for exothermic reactions and *minus* (–) sign on product side for endothermic reactions.

2.2.3 Expressing the gas evolved

If a gas is evolved in a reaction, it is denoted by an upward arrow (↑) or (g)

Eg: $Zn_{(s)} + H_2SO_{4\,(aq)} \rightarrow ZnSO_{4\,(aq)} + H_{2\,(g)} \uparrow$

2.2.4 Expressing precipitate formed

If a precipitate is formed in the reactions it is denoted by a downward arrow (↓).

Eg: $AgNO_{3\,(aq)} + NaCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} \downarrow + NaNO_{3\,(aq)}$

Sometimes the reaction conditions such as temperature, pressure, catalyst etc., are indicated above and/or below the arrow in the equation.

For example,

$$2AgCl_{(s)} \xrightarrow{\text{sunlight}} 2Ag_{(s)} + Cl_{2(g)}$$

$$6CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)} \xrightarrow[\text{Chlorophyll}]{\text{Sunlight}} \underset{\text{(glucose)}}{C_6H_{12}O_{6\,(s)}} + 6O_{2\,(g)}$$

2.3 Interpreting a balanced chemical equation

i) A chemical equation gives information about the reactants and products through their symbols and formulae.

ii) It gives the ratio of molecules of reactants and products.

iii) As molecular masses are expressed in 'Unified Masses' (U), the relative masses of reactants and products are known from the equation.

iv) If the masses are expressed in grams then the equation also gives the molar ratios of reactants and products.

v) If gases are involved, we can equate their masses to their volumes and calculate the volumes or those gases liberated at given condition of temperature and pressure using molar mass and molar volume relationship.

SCERT, TELANGANA

2.2.2 ఉష్ణ మార్పులను తెలియజేయుట

ఉష్ణాన్ని విడుదల చేస్తూ జరిగే చర్యలను ఉష్ణమోచక చర్యలు (exothermic reactions), ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తూ జరిగే చర్యలను ఉష్ణగ్రాహక చర్యలు (endothermic reactions) అంటారని మీరు కింది తరగతుల్లో నేర్చుకున్నారు. కింది ఉదాహరణలు గమనించండి.

1. $C_{(ఘ)} + O_{2\,(వా)} \rightarrow CO_{2\,(వా)} + Q$ (ఉష్ణమోచక చర్య)
2. $N_{2\,(వా)} + O_{2\,(వా)} \rightarrow 2NO_{(వా)} - Q$ (ఉష్ణ గ్రాహక చర్య)

సమీకరణంలో 'Q' ఉష్ణ శక్తిని సూచిస్తుంది. క్రియాజన్యాల వైపు కూడిక గుర్తు (+) ఉష్ణమోచక చర్యలను, తీసివేత గుర్తు (–) ఉష్ణగ్రాహక చర్యలను సూచిస్తుంది.

2.2.3 వాయువు విడుదలను సూచించడం

ఒక రసాయన చర్యలో వాయువు విడుదలైతే, దానిని పైకి చూపిస్తున్న ఒక బాణపు ('↑'లేదా వా.) గుర్తుతో సూచిస్తాం.

ఉదా: $Zn_{(ఘ)} + H_2SO_{4\,(ద్ర)} \rightarrow ZnSO_{4\,(ద్ర)} + H_{2\,(వా)} \uparrow$

2.2.4 అవక్షేపం ఏర్పడడాన్ని సూచించడం

ఒక రసాయన చర్యలో అవక్షేపం ఏర్పడితే దానిని కింది వైపుకు చూపిస్తున్న బాణపు గుర్తుతో (↓) సూచిస్తాం.

ఉదా: $AgNO_{3\,(జ.ద్రా)} + NaCl_{(జ.ద్రా)} \rightarrow AgCl_{(ఘ)} \downarrow + NaNO_{3\,(జ.ద్రా)}$

కొన్నిసార్లు ఆ చర్య జరగడానికి అవసరమైన ఉష్ణోగ్రత, పీడనం, ఉత్ప్రేరకం మొదలైనవి బాణపు గుర్తు కిందగాని, పైనగాని సూచించడం జరుగుతుంది.

ఉదాహరణకు,

$$2AgCl_{(ఘ)} \xrightarrow{\text{సూర్యకాంతి}} 2Ag_{(ఘ)} + Cl_{2(వా)}$$

$$6CO_{2\,(వా)} + 6H_2O_{(ద్ర)} \xrightarrow[\text{క్లోరోఫిల్}]{\text{సూర్యకాంతి}} \underset{(\text{గ్లూకోజు})}{C_6H_{12}O_{6\,(ఘ)}} + 6O_{2\,(వా)}$$

2.3 తుల్య రసాయన సమీకరణం తెలియజేసే అంశాలు

i) రసాయన సమీకరణం క్రియాజనకాలు మరియు క్రియాజన్యాలకు సంబంధించిన గుర్తులు, ఫార్ములాలకు సంబంధించిన సమాచారం తెలియజేస్తుంది

ii) ఏఏ మూలకాలకు చెందిన పరమాణువులు చర్యలో పాల్గొన్నాయో, ఏఏ మూలకాలకు చెందిన క్రియాజన్యాలు ఏర్పడ్డాయో తెలుపుతుంది.

iii) క్రియాజనకాలు మరియు క్రియాజన్యాలకు సంబంధించిన సాపేక్ష ద్రవ్యరాశుల గురించిన సమాచారం తెలుపుతుంది.మోలార్ ద్రవ్యరాశులను 'యూనిఫైడ్ ద్రవ్యరాశి'(U) గా వ్యక్తపరుస్తాము.

iv) ఒకవేళ సమీకరణంలో క్రియాజన్యాల, క్రియజనకాల ద్రవ్యరాశులను గ్రాములలో వ్యక్తపరిస్తే, అది వాటి మోలార్ నిష్పత్తులను తెలుపుతుంది.

v) ఒకవేళ రసాయన చర్యలో వాయువులు వెలువడితే, వాటి ద్రవ్యరాశులను, ఘనపరిమాణాలను సమానం చేసి వాటి ఘనపరిమాణాలను గణించాలి. లేదా స్థిర ఉష్ణోగ్రతా పీడనాల(STP) వద్ద విడుదలైన వాయువుల మోలార్ ద్రవ్యరాశి మరియు మోలార్ ఘనపరిమాణాల మధ్యగల సంబంధం ద్వారా లెక్కించాలి.

SCERT, TELANGANA

vi) Using molar mass and Avagadro's number we can calculate the number of molecules and atoms of different substances from the equation.

It gives information about relative masses of reactants and products. from the equation we get,

a) mass - mass relationship

b) mass - volume relationship

c) volume - volume relationship

d) mass - volume - number of molecules relationship etc.,

Example-1: $Al_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)} + Fe_{(s)}$

(atomic masses of Al = 27U, Fe = 56U, and O = 16U)

$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3\,(s)} \rightarrow Al_2O_{3\,(s)} + 2Fe_{(s)}$, (is a balanced equation.)

(2x27)U + (2x56+3x16)U → (2x27+3x16)U + (2x56)U

54 U + 160 U → 102 U + 112 U (in Atomic mss units.)

or 2 mol + 1 mol → 1 mol + 2 mol (in Atomic mss units.)

54 g + 160 g → 102 g + 112 g (in Atomic mss units.)

Suppose that you are asked to calculate the amount of aluminium, required to get 1120 kg of iron by the above reaction.

Solution: As per the balanced equation

Aluminium → Iron

54 g → 112 g

xg → (1120 x 1000)g

$$\therefore\ x\,g = \frac{(1120x1000)g \times 54\ g}{112\ g}$$

= 10000 x 54 g

= 540000 g or 540 kg

∴ to get 1120 kg of iron we have to use 540 kg of aluminium.

Example-2: Calculate the volume, mass and number of molecules of hydrogen liberated when 230 g of sodium reacts with excess of water at STP.(atomic masses of Na = 23U, O = 16U, and H = 1U)

The balanced equation for the above reaction is,

$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2\,(g)}\uparrow$

(2x23)U + 2(2x1+1x16)U → 2(23+16+1)U + (2x1)U

SCERT, TELANGANA

vi) మోలార్ ద్రవ్యరాశి మరియు అవగాడ్రో సంఖ్యను ఉపయోగించి సమీకరణంలోని వివిధ పదార్థాల అణువులు, పరమాణువుల సంఖ్యను లెక్కించవచ్చు.

ఇది క్రియాజనకాల మరియు క్రియాజన్యాల సాపేక్ష ద్రవ్యరాశుల గురించిన సమాచారం ఇస్తుంది. అంటే రసాయనిక సమీకరణం ద్వారా కింది సంబంధాలను గురించి తెలుసుకోవచ్చు.

ఎ) ద్రవ్యరాశి – ద్రవ్యరాశి సంబంధం

బి) ద్రవ్యరాశి–ఘనపరిమాణం సంబంధం

సి) ఘనపరిమాణం – ఘనపరిమాణం సంబంధం

డి) ద్రవ్యరాశి – ఘనపరిమాణం, అణువుల సంఖ్యల మధ్య సంబంధం మొ॥నవి

ఉదాహరణ 1: $Al_{(ఘ)} + Fe_2O_{3(ఘ)} \rightarrow Al_2O_{3(ఘ)} + Fe_{(ఘ)}$

(పరమాణు ద్రవ్యరాశులు Al = 27U, Fe = 56U, మరియు O = 16U)

$2Al_{(ఘ)} + Fe_2O_{3(ఘ)} \rightarrow Al_2O_{3(ఘ)} + 2Fe_{(ఘ)}$ (ఇది ఒక తుల్య సమీకరణం)

(2x27)U + (2x56+3x16)U → (2x27+3x16)U + (2x56)U

54 U + 160 U → 102 U + 112 U (పరమాణు ద్రవ్యరాశి యూనిట్లలో)

or 2 mol + 1 mol → 1 mol + 2 mol (పరమాణు ద్రవ్యరాశి మోలులో)

54 గ్రా. + 160 గ్రా. → 102 గ్రా. + 112 గ్రా. (పరమాణు ద్రవ్యరాశి గ్రాములలో)

ఉదాహరణకు 1120 కి.గ్రా ఇనుమును రాబట్టేందుకు ఎంత పరిమాణంగల అల్యూమినియం అవసరమవుతుందో పై సమీకరణం ఆధారంగా లెక్కించండి.

సాధన : తుల్య సమీకరణం ప్రకారం,

అల్యూమినియం → ఇనుము

54 గ్రా → 112 గ్రా

x గ్రా → (1120 x 1000) గ్రా

$$\therefore x \text{ గ్రా} = \frac{(1120 \times 1000)g \times 54 \text{ గ్రా}}{112 \text{ గ్రా}}$$

$$= 10000 \times 54 \text{ గ్రా}$$

$$= 540000 \text{ గ్రా లేదా } 540 \text{ కి.గ్రా}$$

∴ 1120 కి.గ్రా. ఇనుము రాబట్టేందుకు 540 కి.గ్రా. అల్యూమినియం అవసరమవుతుందన్నమాట.

ఉదాహరణ 2: STP వద్ద 230 గ్రా సోడియం అధిక నీటితో చర్య పొందినప్పుడు విడుదలైన హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం, ద్రవ్యరాశి మరియు అణువుల సంఖ్యను గణించండి. (Na పరమాణు ద్రవ్యరాశి 23U, O పరమాణు ద్రవ్యరాశి 16U, మరియు H పరమాణు ద్రవ్యరాశి 1U)

పై చర్యకు తుల్యసమీకరణం,

$2Na_{(ఘ)} + 2H_2O_{(ద్ర)} \rightarrow 2NaOH_{(ద్రా)} + H_{2(వా)}\uparrow$

(2x23)U + 2(2x1+1x16)U → 2(23+16+1)U + (2x1)U

SCERT, TELANGANA

46 U	+	36 U	→	80 U	+	2 U
or 46 g	+	36 g	→	80 g	+	2 g

Solution: As per the balanced equation:

46 g of Na gives 2g of hydrogen

230g of Na gives ______? g of hydrogen.

$$\frac{230 \text{ g x } 2\text{g}}{46 \text{ g}} = 10\text{g of hydrogen}$$

1 gram molar mass of any gas at STP i.e, standard temperature 273K and standard pressure 1 bar (760 mm of Hg) occupies 22.4 litres known as *gram molar volume.*

∴ 2.0g of hydrogen occupies 22.4 litres at STP.

10.0g of hydrogen occupies ....? litres at STP.

$$\frac{10.0\text{g x } 22.4 \text{ litres}}{2.0\text{g}} = 112 \text{ litres}$$

2 g of hydrogen i.e, 1 mole of H_2 contains 6.02×10^{23} (N_A) molecules

10 g of hydrogen contain ....?

$$\frac{10.0\text{g x } 6.02\text{x}10^{23} \text{ molecules}}{2.0\text{g}}$$

$= 30.10 \times 10^{23}$ molecules

$= 3.01 \times 10^{24}$ molecules

Example 3 : Calculate the volume and No. of molecules of CO_2 liberated at STP. If 50 g. of $CaCO_3$ is treated with dilute hydrochloric acid which contains 7.3 g of dissolved HC*l* gas.

The Chemical equation for the above the reaction is

$$CaCO_{3(S)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

As per the metric staichio equation 100g of $CaCO_3$ reacts with 73g of HC*l* to liberate 44 g of CO_2

In the above problem the amount of $CaCO_3$ taken is 50g and HC*l* availble is 7.3g.

100g of $CaCO_3$ require 73g of HC*l* and 50g of $CaCO_3$ required 36.5g of HC*l* but, only 7.3g of HC*l* is available.

Hence the product CO_2 formed depends only on the amount of HC*l* which is in the least amount but not on the amount of $CaCO_3$ which is an excess.

The reactant available in less amount is called *limiting reagent* as it limits the amount of product formed.

SCERT, TELANGANA

46 U+ 36 U → 80 U + 2 U

లేదా 46 గ్రా. + 36 గ్రా. → 80 గ్రా. + 2 గ్రా.

సాధన : తుల్య సమీకరణం ప్రకారం,

46 గ్రా సోడియం 2గ్రా హైడ్రోజన్‌ను ఇస్తే,

230గ్రా సోడియం _____ ? గ్రా. ల హైడ్రోజన్‌ను ఇస్తుంది?

$$\frac{230 \text{ గ్రా} \times 2\text{గ్రా}}{46 \text{ గ్రా}} = 10 \text{ గ్రా హైడ్రోజనం}$$

స్థిర ఉష్ణోగ్రతా పీడనాలు అనగా 273K, 1 బార్ (760 మీ.మీ) పీడనం వద్ద 1 గ్రాము మోలార్ ద్రవ్యరాశి గల ఏదైనా వాయువు 22.4 లీ ఘనపరిమాణం కలిగి ఉంటుంది. దీనినే 'గ్రామ్ మోలార్ ఘన పరిమాణం' (Gram molar volume) అంటారు.

∴ 2.0 గ్రా హైడ్రోజను 22.4 లీ ఆక్రమిస్తుంది. (STP వద్ద)

10.0 గ్రా హైడ్రోజన్ ....లీ ఆక్రమిస్తుంది (STP వద్ద)

$$\frac{10.0\text{గ్రా} \times 22.4 \text{ లీ}}{2.0\text{గ్రా}} = 112 \text{ లీ}$$

2 గ్రా హైడ్రోజను, అంటే 1 మోల్ హైడ్రోజన్ వాయువు 6.02×10^{23} అణువులను (N_A) కలిగి ఉంటుంది. 10 గ్రా హైడ్రోజను ....?

$$\frac{10.0\text{గ్రా} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ అణువులు}}{2.0\text{గ్రా}} = 30.10 \times 10^{23} \text{ వులు} = 3.01 \times 10^{24} \text{ వులు}$$

ఉదాహరణ 3 : 50 గ్రాముల కాల్షియం కార్బోనేట్ ($CaCO_3$) 7.3 గ్రాముల సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంతో స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద చర్య జరిపినప్పుడు వెలువడిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఘనపరిమాణం, అణువుల సంఖ్యను లెక్కగట్టండి.

సాధన : పైన ఇవ్వబడిన రసాయన చర్యకు సమీకరణం.

$$CaCO_{3\,(\text{ఘ})} + 2HCl_{(\text{జ.ద్రా})} \rightarrow CaCl_{2\,(\text{జ.ద్రా})} + H_2O_{(\text{ద్రా})} + CO_{2\,(\text{వా})}$$

స్టైక్యో మెట్రిక్ సమీకరణంను అనుసరించి 100 గ్రా. $CaCO_3$, 73 గ్రా. HCl తో చర్య జరిపి 44 గ్రా. CO_2 వెలువడుతుంది.

పైన ఇవ్వబడిన సమస్యలో 50 గ్రా. కాల్షియం కార్బోనేట్‌తో చర్య జరపడానికి 7.3 గ్రాముల HC*l* అందుబాటులో ఉంది.

100 గ్రాముల కాల్షియం కార్బోనేట్‌తో చర్య జరపడానికి 73 గ్రాముల HC*l* అవసరం. కాని 7.3 గ్రాముల HC*l* అందుబాటులో ఉంది. అంటే HC*l* తక్కువగా ఉన్నది. కాల్షియం కార్బోనేట్ ఎక్కువగా ఉన్నది. HC*l* ను మితకారకం అంటారు. రసాయన చర్య ద్వారా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఏర్పడటం కేవలం HC*l* పరిమాణం మీద ఆధాపడి ఉంది.

SCERT, TELANGANA

73 g of $HCl \rightarrow$ release 44 g of CO_2

7.3 g of HCl - ?

$$\frac{7.3g \times 44g}{73g} = 4.4\ g$$

44 g of CO_2 occupies 22.4 L volume at STP

How much valume does 4.4 g of CO_2 occupies - ?

$$\frac{4.4g \times 22.4\ \text{litres}}{44g} = 2.24\ \text{litres}$$

44 g of CO_2 contain 6.022×10^{23} molecules of CO_2

4.4 g Contains - ?

$$\frac{4.4g \times 6.022 \times 10^{23}}{44\ g} = 6.022 \times 10^{22}\ \text{molecules}$$

Key words

Reactants, products, exothermic reaction, endothermic reaction Physical and chemical changes Primary or skelton Equation unit forumula, Precipitation, Co-efficient, atomic mass, standard temperature and pressure (STP) molar mass, avagadro's number, gram molar volume.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- A Chemical equation is the symbolic representation of a chemical change.
- A balanced chemical equation explains about reactants, products and their physical states during the reaction.
- A chemical equation should always be balanced according to the Law of conservation of mass.
- The chemical reaction in which heat is absorbed are called endothermic reactions and in which heat is evolved are exothermic reactions.
- A chemical equation containing simply symbols of elements and molecular formulae of the substances without balancing is known as primary or skeleton equation.
- The symbols of elements and formulae of the compounds should not be changed but only their co-efficient should be altered while balancing the chemical equation.
- Co-efficient should be least possible whole numbers.

73 గ్రాముల $HCl \rightarrow$ 44 గ్రాముల CO_2 ను విడుదల చేస్తుంది.

7.3 గ్రాముల HCl ?

$$\frac{7.3 \times 44}{73} = 4.4 \text{ గ్రా.}$$

44 గ్రాముల CO_2 22.4 లీ. ఆక్రమిస్తుంది. (స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద)

4.4 గ్రాములు CO_2 ఎంత ఘన పరిమాణం ఆక్రమిస్తుంది?

$$\frac{4.4 \text{ గ్రా} \times 22.4 \text{ లీ}}{44 \text{ గ్రా}} = 2.24 \text{ లీ.}$$

44 గ్రాముల CO_2 లో 6.022×10^{23} అణువులు ఉంటాయి.

4.4 గ్రాముల CO_2 లో ఎన్ని అణువులు ఉంటాయి?

$$\frac{4.4 \text{ గ్రా} \times 6.022 \times 10^{23}}{44 \text{ గ్రా}} = 6.022 \times 10^{22} \text{ అణువులు.}$$

కీలక పదాలు

క్రియాజనకాలు, క్రియాజన్యాలు, ఉష్ణమోచక చర్య, ఉష్ణగ్రాహక చర్య, భౌతిక మరియు రసాయన మార్పులు, ప్రాథమిక సమీకరణం, ఫార్ములా యూనిట్, అవక్షేపం, గుణకం, పరమాణు ద్రవ్యరాశి, స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాలు (STP) , మోలార్ ద్రవ్యరాశి, అవగాడ్రో సంఖ్య, గ్రాము మోలార్ ఘనపరిమాణం.

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- రసాయన సమీకరణం రసాయన మార్పును సూచిస్తుంది.
- ఒక రసాయన సమీకరణం తుల్యమైనదని చెప్పడానికి, దానిలోని వివిధ మూలక పరమాణువుల సంఖ్య ఇరువైపులా సమానంగా ఉండాలి.
- ద్రవ్యనిత్యత్వ నియమం అనుసరించి రసాయన సమీకరణం ఎల్లప్పుడూ తుల్యమై ఉండాలి.
- ఒక రసాయన చర్యలో వేడిని గ్రహిస్తే 'ఉష్ణగ్రాహక చర్య', ఉష్ణాన్ని కోల్పోతే 'ఉష్ణమోచక చర్య' అంటారు.
- రసాయన చర్యలో కేవలం మూలక సంకేతాలు మరియు అణుఫార్ములాలు మాత్రమే ఉంటే అది సాధారణ రసాయన సమీకరణం.
- రసాయన చర్యలో మూలక సంకేతాలు మరియు అణు ఫార్ములాలను మార్చకూడదు. కేవలం వాటి గుణకాలను మాత్రమే సరిచేయాలి
- గుణకం సాధ్యమైనంతవరకు కనిష్ఠ పూర్ణాంకంగా ఉండాలి.

SCERT, TELANGANA

Improve your learning

I1C9J3

I. Reflections on concepts

1. What information do you get from a balanced chemical equation? (AS_1)
2. Why should we balance a chemical equation? (AS_1)
3. Balance the following chemical equations. (AS_1)

   (a) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

   (b) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

   (c) $Hg(NO_3)_2 + KI \rightarrow HgI_2 + KNO_3$

4. Mention the physical states of the reactants and products of the following chemical reactions and balance the equations. (AS_1)

   (a) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + CO_2$

   (b) $NH_3 + Cl_2 \rightarrow N_2 + NH_4Cl$

   (c) $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$

II. Application of Concepts

1. Balance the following chemical equation after writing the symbolic representation. (AS_1)

   (a) Calcium hydroxide (s) + Nitric acid (aq) → Water (l) + Calcium Nitrate (aq)

   (b) Magnesium (s) + Iodine (g) → Magnesium Iodide (s)

2. Write the following chemical reactions including the physical states of the substances and balance chemical equations. (AS_1)

   (a) Sodium Hydroxide reacts with Hydrochloric acid to form Sodium Chloride and Water.

   (b) Barium Chloride reacts with liquid Sodium Sulphate to leave Barium Sulphate as a precipitate and also form liquid Sodium Chloride.

III. Higher Order Thinking Questions

1. 2 moles of Zinc reacts with a cupric choloride solution containing 6.023×10^{22} formula units of $CuCl_2$ Calculate the moles of copper obtained (AS_1)

$$Zn_{(s)} + CuCl_{2(aq)} \rightarrow ZnCl_{2(aq)} + Cu_{(s)}$$

2. 1 mole of propane (C_3H_8) on combustion at STP gives 'A' kilo joules of heat energy. Caliculate the heat libarated when 2.4 ltrs of propane on combustion at STP. (AS_1)

3. Caliculate the mass and volume of oxygen required at STP to convert 2.4 kg of graphite into carbon dioxide. (AS_1)

SCERT, TELANGANA

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

T7H6D4

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. తుల్య రసాయన సమీకరణం ఎలాంటి సమాచారం ఇస్తుంది? (AS_1)
2. రసాయన సమీకరణాలను ఎందుకు తుల్యం చేయాలి? (AS_1)
3. కింది రసాయన సమీకరణాలను తుల్యం చేయండి. (AS_1)

   ఎ) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

   బి) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

   సి) $Hg(NO_3)_2 + KI \rightarrow HgI_2 + KNO_3$
4. క్రింది రసాయన సమీకరణాల భౌతిక స్థితి చూపుతూ సమీకరణాలను తుల్యం చేయండి. (AS_1)

   ఎ) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + CO_2$

   బి) $NH_3 + Cl_2 \rightarrow N_2 + NH_4Cl$

   సి) $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. కింది వాటికి తుల్య రసాయన సమీకరణం రాయండి. (AS_1)

   ఎ) కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్$_{(జ.ద్రా)}$ + నైట్రిక్ ఆమ్లం$_{(జ.ద్రా)}$ $\rightarrow$ నీరు$_{(ద్ర)}$ + కాల్షియం నైట్రేట్$_{(జ.ద్రా)}$

   బి) మెగ్నీషియం$_{(ఘ)}$ + అయోడిన్$_{(వా)}$ $\rightarrow$ మెగ్నీషియం అయోడైడ్$_{(ఘ)}$
2. కింది రసాయన చర్యల భౌతిక స్థితి చూపుతూ సమీకరణాలను రాసి తుల్యం చేయండి. (AS_1)

   ఎ) సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంతో చర్య జరిపి సోడియం క్లోరైడ్ మరియు నీటిని ఏర్పరుస్తుంది.

   బి) బేరియం క్లోరైడ్ మరియు ద్రవ సోడియం సల్ఫేట్ చర్య నొంది బేరియం సల్ఫేట్ అవక్షేపం మరియు ద్రవ సోడియం క్లోరైడ్‌లను ఏర్పరుస్తుంది.

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. 2 మోల్‌ల జింక్ 6.023×10^{22} ఫార్ములా యూనిట్‌ల క్యూప్రిక్ క్లోరైడ్ ద్రావణం ($CuCl_2$) తో చర్య జరిపినప్పుడు వెలువడే కాపర్ లెక్కగట్టండి. (AS_1)

   $$Zn_{(ఘ)} + CuCl_{2\,(జ.ద్రా)} \rightarrow ZnCl_{2\,(జ.ద్రా)} + Cu_{(ఘ)}$$
2. 1 మోల్ ప్రొపేన్ (C_3H_8) ను మండించినప్పుడు 'A' కిలో జౌల్స్ ఉష్ణశక్తి విడుదలయ్యింది. 2.4 లీటర్ల ప్రొపేన్‌ను స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద మండించినప్పుడు వెలువడే ఉష్ణశక్తిని లెక్కగట్టండి. (AS_1)
3. స్థిర ఉష్ణోగ్రత పీడనాల వద్ద 2.4 Kg ల గ్రాఫైట్‌ను కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌గా మార్చడానికి కావలసిన ఆక్సిజన్ ద్రవ్యరాశిని మరియు ఘనపరిమాణాలను లెక్కించండి. (AS_1)

SCERT, TELANGANA

CHAPTER

3 Acids, Bases and Salts

H7C3N1

SCERT, TELANGANA

In class VII you learnt about acids, bases and salts.

You know that acids are sour to taste and turn blue litmus to red, bases are soapy to touch and turn red litmus to blue.

You noticed that the person suffering from a problem of acidity, takes antacid tonic or chewing tablets.

- What checmical reaction takes place ?

There are many natural materials like litmus, extract of red cabbage, turmeric solution and extracts of coloured petals of some flowers contain dye molecules which are weak acids or bases. These can be used as acid-base indicators to detect the nature of the solution for acidity or basicity. In adition to the above natural acid-base indicators, there are some synthetic indicators such as methyl orange and phenolphthalein that can be used to test for acids and bases.

In this chapter you study the reactions of acids and bases. How do acids neutralize bases? Many more interesting activities that we use and see in our day-to-day life are also studied.

Do you know?

Litmus solution is a dye extracted from lichen, a plant belonging to the division of Thallophyta and is used as indicator. In neutral solution litmus colour is purple. Coloured petals of some flowers such as Hydrangea, Petunia and Geranium are also used as indicators.

అధ్యాయం

3 ఆమ్లాలు, క్షారాలు, లవణాలు

H5N5P8

SCERT, TELANGANA

ఆమ్లాలు, క్షారాలు మరియు లవణాల గురించి మీరు 7వ తరగతిలో నేర్చుకుని ఉన్నారు.

ఆమ్లాలు రుచికి పుల్లగా ఉంటాయి, మరియు నీలి లిట్మస్‌ను ఎర్రగా మారుస్తాయి. క్షారాలు జారుడు స్వభావాన్ని కలిగి ఉండి, ఎరుపు లిట్మస్‌ను నీలి రంగుకు మారుస్తాయి అని మీకు తెలుసు.

ఎసిడిటి (acidity) సమస్యతో బాధపడుతుండేవారు యాంటాసిడ్ ద్రావణం తాగడం లేదా మాత్రలు చప్పరించడాన్ని మీరు గమనించే ఉంటారు కదా.

- ఈ సందర్భంలో ఏ రసాయన చర్య జరుగుతుందని మీరు భావిస్తున్నారు?

ప్రకృతిలో సహజసిద్ధంగా లభించే లిట్మస్, రెడ్ క్యాబేజి రసం, పసుపు నీరు మరియు రంగు పుష్పాల ఆకర్షక పత్రాల రసాలు మొదలగునవి బలహీన ఆమ్ల లేదా క్షార సంబంధమైన జీవ అణువులను కలిగి ఉంటాయి. వీటిని ద్రావణాల ఆమ్ల, క్షార స్వభావాన్ని పరీక్షించడానికి ఆమ్ల–క్షార సూచికలుగా ఉపయోగించుకోవచ్చు. వీటితోపాటు మిథైల్ ఆరెంజ్, ఫినాఫ్తలీన్ వంటి రసాయనిక సూచికలు (synthetic indicators) కూడా ఆమ్ల, క్షార స్వభావాన్ని పరీక్షించడానికి ఉపయోగపడతాయి.

ఈ పాఠంలో మీరు ఆమ్లాలు, క్షారాల చర్యలను గురించి, ఆమ్లాలు ఏ విధంగా క్షారాలను తటస్థీకరిస్తాయనే అంశం గురించి దైనందిన జీవితంలో మనం ఉపయోగించే, గమనించే అనేక ఆసక్తికర కృత్యాల గురించి తెలుసుకుంటారు.

మీకు తెలుసా?

లైకెన్ అనే (Lichen) మొక్క థాలోఫైటా వర్గానికి చెందినది. దీని నుండి సేకరించిన రంజనమే (dye) లిట్మస్. తటస్థ ద్రావణంలో దీని రంగు ముదురు ఊదా (purple). హైడ్రాంజియా (Hydrangea), పిటూనియా (Petunia) మరియు జెరేనియం (Geranium) వంటి మొక్కల యొక్క రంగు పూల ఆకర్షక పత్రాలు కూడా సూచికలుగా ఉపయోగపడతాయి.

3.1 Chemical properties of Acids and Bases

Response of various laboratory substances with indicators.

Activity 1

Collect the following samples from the science laboratory; hydrochloric acid (HCl), sulphuric acid (H_2SO_4), nitric acid (HNO_3), acetic acid (CH_3COOH), sodium hydroxide ($NaOH$), calcium hydroxide [$Ca(OH)_2$], magnesium hydroxide [$Mg(OH)_2$],ammonium hydroxide (NH_4OH) and potassium hydroxide (KOH), prepare dilute solutions of the respective substances.

Take four watch glasses and put one drop of the first solution in each one of them and test the solution as follows.

i. dip the blue litmus paper in the first watch glass.

ii. dip the red litmus paper in the second watch glass.

iii. add a drop of methyle organge to the third watch glass, and

iv. add a drop of phenolphthalein to the fourth watch glass.

Observe the respective colour changes and note down in Table-1. Do the same with all the above dilute solutions.

Table-1

S.No.	Sample solution	Red litmus paper	Blue litmus paper	Phenolphthalein solution	Methyl orange solution
1	HCl				
2	H_2SO_4				
3	HNO_3				
4	CH_3COOH				
5	$NaOH$				
6	KOH				
7	$Mg(OH)_2$				
8	NH_4OH				
9	$Ca(OH)_2$				

- What do you conclude from the observations noted in table-1?
- Identify the sample as acidic or basic solution.

SCERT, TELANGANA

3.1 ఆమ్లాలు, క్షారాల రసాయన ధర్మాలు (Chemical Properties of Acids and Bases)

సూచికలతో వివిధ రసాయన పదార్థాల ప్రతిస్పందన ఏవిధంగా ఉంటుందో పరిశీలిద్దాం.

కృత్యం 1

మీ సైన్స్ ప్రయోగశాల నుండి హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం (HC*l*), సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లం (H_2SO_4), నత్రికామ్లం (HNO_3), ఎసిటిక్ ఆమ్లం (CH_3COOH), సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ (NaOH), కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ ($Ca(OH)_2$), మెగ్నీషియం హైడ్రాక్సైడ్ $Mg(OH)_2$, అమ్మోనియం హైడ్రాక్సైడ్ (NH_4OH), పొటాషియం హైడ్రాక్సైడ్ (KOH) లను సేకరించి వాటి యొక్క సజల ద్రావణాలను తయారు చేయండి.

నాలుగు వాచ్‌గ్లాసు (watch glass)లను తీసుకొని ప్రతి వాచ్‌గ్లాసుపై ఒక్కొక్క చుక్క చొప్పున ఒక ద్రావణాన్ని తీసుకొని వాటిని కింద సూచించిన విధంగా పరీక్షించండి.

i. మొదటి వాచ్‌గ్లాసులో ఉన్న ద్రావణపు బిందువును నీలి లిట్మస్ పేపరుతో అద్దండి.

ii. రెండవ వాచ్‌గ్లాసులో ఉన్న ద్రావణపు బిందువును ఎర్ర లిట్మస్ పేపరుతో అద్దండి.

iii. మూడవ వాచ్‌గ్లాసులోని ద్రావణానికి ఒక్క చుక్క మిథైల్ ఆరెంజ్‌ను కలపండి.

iv. నాల్గవ వాచ్‌గ్లాసులోని ద్రావణానికి ఒక చుక్క ఫినాఫ్తలీన్‌ను కలపండి.

ఆయా సందర్భాలలో రంగులలో వచ్చే మార్పులను గమనించి, పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి. ఇదే విధంగా మీరు తయారు చేసిన సజల ద్రావణాలన్నింటిని పరీక్షించండి.

పట్టిక-1

క్ర. సం.	నమూనా ద్రావణం	నీలి లిట్మస్	ఎర్ర లిట్మస్	మిథైల్ ఆరెంజ్ ద్రావణం	ఫినాఫ్తలీన్ ద్రావణం
1	HC*l*				
2	H_2SO_4				
3	HNO_3				
4	CH_3COOH				
5	NaOH				
6	KOH				
7	$Mg(OH)_2$				
8	NH_4OH				
9	$Ca(OH)_2$				

- పట్టిక-1లో నమోదు చేసిన పరిశీలనల నుండి మీరేమి నిర్ధారిస్తారు?
- పై ద్రావణాల్లో ఆమ్ల, క్షార ద్రావణాలను గుర్తించండి.

SCERT TELANGANA

There are some substances whose odour changes in acidic or basic media. These are called olfactory indicators. Let us work with some of such indicators.

Activity 2

Put some finely chopped onions in a plastic bag along with some clean cloth. Tie up the bag tightly and keep it overnight in the fridge. The cloth strips can now be used to test for acid or base.

- Check the odour of the cloth strips.
- Keep two strips on a clean surface and put a few drops of dilute HC*l* on one strip and a few drops of dilute NaOH on the other.
- Rinse both the strips separately with distilled water and again check their odour and note the observation.
- Take some clove oil and vanilla essence.
- Take some dilute HC*l* in one test tube and dilute NaOH in another test tube.
- Add a drop of dilute vanilla essence to both test tubes and stirr well with glass rod. Check the odour and record your observations.
- Test the change of odour with clove oil using dilute HC*l* and dilute NaOH and record your observations.

Suggest which of these- onion, vanilla essence and clove oil, can be used as olfactory indicators on the basis of your observations.

- What do you conclude from above activity?
- Why pickles and sour substances are not stored in brass and copper vessels?

Think and discuss

- Can you give example for use of olfactory indicators in daily life? Discuss with your teacher.

SCERT, TELANGANA

కొన్ని పదార్థాలు ఆమ్ల మరియు క్షార యానకంలో వేర్వేరు వాసనలను ప్రదర్శిస్తాయి. వాటిని సువాసన (Olfactory) సూచికలు అంటాం. అటువంటి సూచికలతో కింది కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం 2

సన్నగా తరిగిన ఉల్లిపాయ ముక్కలను కొన్నింటిని శుభ్రమైన చిన్న గుడ్డముక్కలతో సహా ఒక ప్లాస్టిక్ సంచిలో ఉంచండి. సంచి మూతిని బిగుతుగా కట్టి రాత్రంతా ఫ్రిజ్ (fridge) లో పెట్టండి. మరుసటి రోజు బయటకు తీయండి. ఆమ్ల, క్షార స్వభావాలను పరీక్షించడానికి ఈ చిన్న గుడ్డముక్కలు ఉపయోగపడతాయి.

- గుడ్డముక్కల వాసనను పరిశీలించండి.
- రెండు గుడ్డముక్కలను, రెండు వాచ్‌గ్లాసులపై ఉంచండి. ఒక ముక్కపై కొన్ని చుక్కల సజల HC*l* ను, మరొక ముక్కపై కొన్ని చుక్కల సజల NaOH ను పోయండి.
- రెండు గుడ్డముక్కలను వేర్వేరుగా స్వేదన జలంతో ఉతికి (wash), నలిపి (rinse) వాటి వాసనలు పరిశీలించి నమోదు చేయండి.
- కొద్ది పరిమాణంలో లవంగ నూనె (clove oil) మరియు వెనీలా ఎసెన్స్ (vanilla essence) లను తీసుకోండి.
- రెండు వేర్వేరు పరీక్షనాళికలలో, ఒక దానిలో కొన్ని చుక్కలు సజల NaOH, మరొకదానిలో సజల HC*l* లను వేయండి.
- రెండు పరీక్ష నాళికలలోను ఒక్కొక్క చుక్క చొప్పున సజల వెనీలా ఎసెన్స్ కలిపి పూర్తిగా కరుగునట్లు గాజు కడ్డీతో కదుపుతూ వాటి వాసనలను పరిశీలించి నమోదు చేయండి.
- అదేవిధంగా లవంగ నూనె యొక్క వాసనలోని మార్పులను కూడా సజల HC*l* మరియు సజల NaOH లతో పరిశీలించి నమోదు చేయండి.

మీరు నమోదు చేసిన పరిశీలనల ఆధారంగా – ఉల్లిపాయ, వెనీలా ఎసెన్స్, లవంగ నూనెలలో వేటిని ఓల్ఫ్యాక్టరీ సూచికలుగా ఉపయోగించవచ్చో తెలపండి.

- పై కృత్యం ద్వారా మీరేమి నిర్ణయిస్తారు?
- ఊరగాయలను, పుల్లని పదార్థాలను ఇత్తడి, రాగి వంటి పాత్రలలో ఎందుకు నిలువ ఉంచరాదు?

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- నిత్య జీవితంలో సువాసన సూచికల ఉపయోగాన్ని తెలిపే మరికొన్ని ఉదాహరణలివ్వండి. వాటి గురించి మీ ఉపాధ్యాయుడితో చర్చించండి.

SCERT, TELANGANA

3.1.1 Reaction of Acids and Bases with Metals

Lab Activity

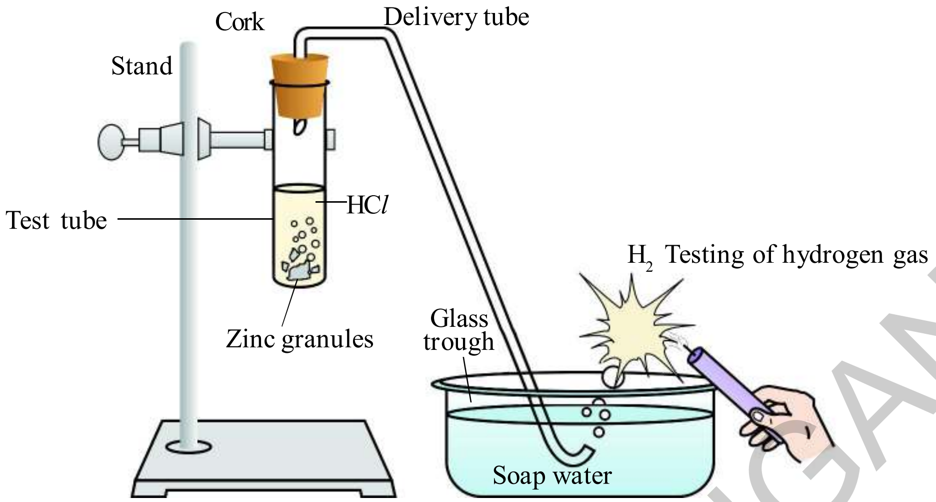


fig-1: Reaction of zinc granules with dil. HCl and testing hydrogen gas by a burning candle

Aim: To observe the reaction of Acids with Metals.

Materials required: test tube, delivery tube, glass trough, candle, soap water, dil. HC*l*, and zinc granules, cork.

Procedure: Set the apparatus as shown in fig. 1.

- Take about 10ml of dilute HC*l* in a test tube and add a few zinc granules to it.
- What do you observe on the surface of the zinc granules?
- Pass the gas being evolved through the soap water.
- Why are bubbles formed in the soap solution?
- Bring a burning candle near the gas filled bubble.
- What do you observe?

You will notice the gas evolved burns with a pop sound indicating H_2 .

The chemical reaction of the above activity is:

Acid + Metal → Salt + Hydrogen

$2\,HCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow ZnCl_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)}$

Repeat the above experiment with some other acids like H_2SO_4 and HNO_3.

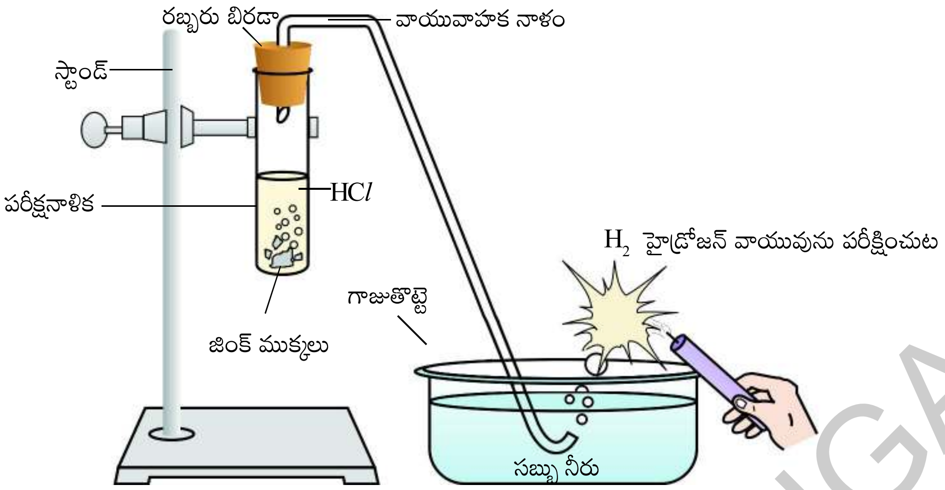
- What do you observe in all these cases?

From the above activities you can conclude that generally H_2 gas is evolved when acid reacts with metal.

SCERT, TELANGANA

3.1.2 లోహాలతో ఆమ్లాలు మరియు క్షారాల చర్య

ప్రయోగశాల కృత్యం



పటం-1 విలీన HCl తో జింక్‌ముక్కల చర్య మరియు మండుతున్న కొవ్వొత్తితో హైడ్రోజన్ వాయువును పరీక్షించుట

ఉద్దేశ్యం: లోహాలతో ఆమ్లాల చర్య.

కావలసిన పరికరాలు: పరీక్షనాళిక, వాయు వాహకనాళం, గాజుతొట్టె, కొవ్వొత్తి, సబ్బు నీరు, సజల HCl, జింక్ ముక్కలు, రబ్బరు బిరడా, స్టాండ్.

పద్ధతి: పరికరాలను పటం-1 లో చూపిన విధంగా అమర్చండి.

- పరీక్షనాళికలో 10 మి.లీ. సజల HClను తీసుకోండి. దానికి కొన్ని జింకుముక్కలను కలపండి.
- జింక్‌ముక్కల ఉపరితలాలపై మీరేమి గమనించారు?
- పరీక్షనాళికలో వెలువడిన వాయువును సబ్బు నీటిగుండా పంపండి.
- సబ్బు నీటిలో బుడగలు ఎందుకు ఏర్పడ్డాయి?
- సబ్బు నీటిగుండా వచ్చే వాయు బుడగల దగ్గరకు వెలుగుతున్న కొవ్వొత్తిని తీసుకురండి.
- మీరేమి గమనించారు?

వెలువడిన వాయువును మండించినపుడు 'టప్'మనే శబ్దం రావడాన్ని మీరు గమనిస్తారు దీనిని బట్టి వెలువడిన వాయువు హైడ్రోజన్ (H_2) వాయువని చెప్పవచ్చు.

పై కృత్యం యొక్క రసాయన చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

ఆమ్లం + లోహం → లవణం + హైడ్రోజన్

$$2HCl_{(జ.ద్రా)} + Zn_{(ఘ)} \rightarrow ZnCl_{2(జ.ద్రా)} + H_{2(వా)}$$

పై కృత్యాన్ని H_2SO_4, HNO_3 వంటి ఆమ్లాలతో నిర్వహించండి.

- వివిధ ఆమ్లాలతో చర్య నిర్వహించిన సందర్భాలలో మీరేమి గుర్తించారు?

పై కృత్యాన్నిబట్టి సాధారణంగా ఆమ్లాలు, లోహాలతో చర్యజరిపి హైడ్రోజన్ వాయువును విడుదల చేస్తాయని నిర్ధారించవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

Activity 3

Place a few granules of zinc metal in one of the test tubes and add 10 ml of sodium hydroxide (NaOH) solution and warm the contents of the test tube.

Repeat the rest of the steps as in activity-2 and record your observations.

In this activity also you will notice that evolved gas is hydrogen (H_2) and salt formed is sodium zincate. The reaction is written as follows.

$$2\,NaOH_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Na_2ZnO_{2\,(aq)} + H_{2\,(g)}\uparrow$$

(Sodium zincate)

From the above activity you can conclude that generally H_2 gas is evolved when base reacts with metal.

3.1.2 Reaction of acids with carbonates and metal hydrogen carbonates

Activity 4

- Take two test tubes; label them as A and B. Take about 0.5 gm of sodium carbonate (Na_2CO_3) in test tube A and about 0.5 gm of sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$) in test tube B.
- Add about 2 ml of dilute HC*l* to both the test tubes.
- What do you observe?
- Pass the gas produced in each case through lime water (calcium hydroxide solution) as shown in Fig-2 and record your observations.

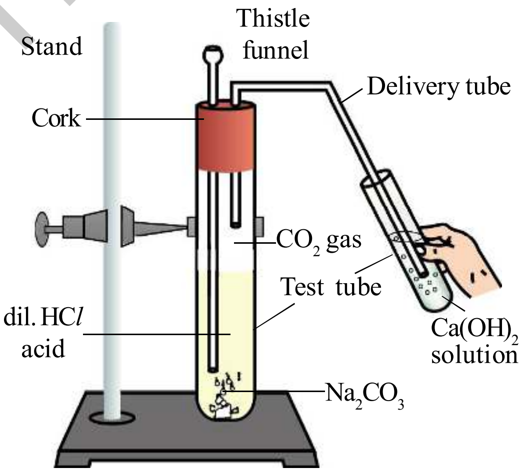


fig-2: Passing CO_2 gas through $Ca(OH)_2$ solution

The reactions occurring in the above activities are as follows:

$$Na_2CO_{3\,(S)} + 2\,HCl_{(aq)} \rightarrow 2\,NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}\uparrow$$

SCERT, TELANGANA

కృత్యం 3

శుభ్రపరచిన ఒక ఖాళీ పరీక్షనాళికలో కొన్ని జింక్‌ముక్కలను తీసుకొని దానికి 10 మి.లీ. సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ (NaOH) ద్రావణాన్ని కలపండి. పరీక్షనాళికను వేడిచేయండి.

ప్రయోగశాల కృత్యంలో సూచించిన విధంగా మిగిలిన సోపానాలను నిర్వహించండి. మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి. ఈ కృత్యంలో వెలువడిన వాయువు హైడ్రోజన్ (H_2) అనీ ఏర్పడిన లవణం సోడియం జింకేట్ అని మీరు గుర్తిస్తారు. ఈ కృత్యంలో జరిగిన రసాయన చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$2\,NaOH_{(జ.ద్రా.)} + Zn_{(ఘ)} \rightarrow Na_2\,ZnO_{2(జ.ద్రా.)} + H_{2(వా)}\uparrow$$

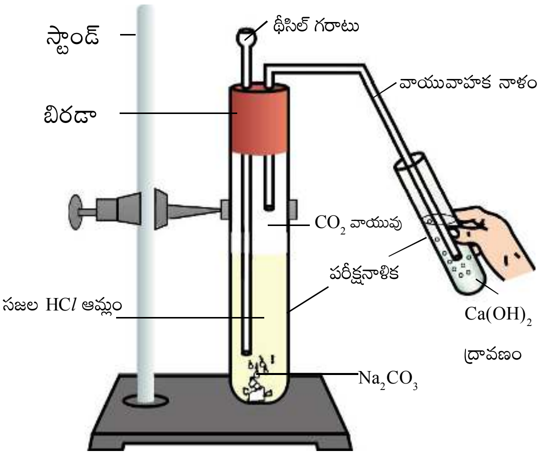
(సోడియం జింకేట్)

పై కృత్యాన్నిబట్టి సాధారణంగా క్షారాలు, లోహాలతో చర్యజరిపి హైడ్రోజన్ వాయువును విడుదల చేస్తాయని నిర్ధారించవచ్చు.

3.1.2 కార్బొనేట్లు మరియు లోహ హైడ్రోజన్ కార్బొనేట్లతో ఆమ్లాల చర్య (Reaction of acids with carbonates and metal hydrogen carbonates)

కృత్యం 4

- రెండు పరీక్షనాళికలను తీసుకొని వాటిపై A మరియు B అక్షరాలను రాసిన కాగితాలను అతికించండి. 'A' పరీక్షనాళికలో 0.5 గ్రా. సోడియం కార్బోనేట్ (Na_2CO_3) ను, B పరీక్షనాళికలో 0.5 గ్రా. సోడియం బైకార్బోనేట్ ($NaHCO_3$)ను తీసుకోండి.
- రెండు పరీక్షనాళికలకు 2 మి.లీ. చొప్పున సజల HCl ద్రావణాన్ని కలపండి.
- మీరేమి గమనించారు?
- రెండు పరీక్షనాళికలలో నుండి వెలువడిన వాయువులను వేర్వేరుగా సున్నపుతేట (కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్) ద్వారా పంపి మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి.



పటం–2 CO_2వాయువును $Ca(OH)_2$ద్రావణం గుండా పంపటం

పై కృత్యాలలో జరిగిన చర్యలను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

$$Na_2CO_{3(ఘ)} + 2HCl_{(జ.ద్రా)} \rightarrow 2NaCl_{(జ.ద్రా)} + H_2O_{(ద్ర)} + CO_{2(వా)}\uparrow$$

SCERT TELANGANA

$$NaHCO_{3\ (S)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\ (g)}\uparrow$$

Pass the gas evolved through lime water.

$$Ca(OH)_{2\ (aq)} + CO_{2\ (g)} \rightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O_{(l)}$$

(White precipitate)

On passing excess carbon dioxide the following reaction takes place:

$$CaCO_{3\ (S)} + H_2O_{(l)} + CO_{2\ (g)} \rightarrow Ca(HCO_3)_{2\ (aq)}$$

(Soluble in water)

Thus from above activities you can conclude that the reaction of metal carbonates and hydrogen carbonates with acids give a corresponding salt, carbon dioxide and water. We can write generalized form of these chemical reactions as shown below:

metal carbonate + acid → salt + carbon dioxide + water

metal hydrogen carbonate + acid → salt + carbon dioxide + water

3.2 Neutralization reaction

Activity 5

Acid – base Neutralization reaction

Take about 2 ml of dilute NaOH solution in a test tube and add one drop of phenolphthalein indicator. Observe the colour of the solution.

- Add dilute HC*l* solution to the above solution drop by drop. Is there any change of colour of the solution?

• Why did the colour of the solution change after adding the HC*l* solution?

- Now add one or two drops of NaOH to the above mixture.

• Does the Pink colour reappear?

• Do you guess the reason for reappearance of pink colour?

In the above activity you observe that the pink colour disappears on adding HC*l* because NaOH is completely reacted with HC*l*. The effect of base is nullified by an acid. Pink colour reappears on adding a drop of NaOH because the solution becomes basic once again. The reaction occuring between acid and base in the above activity can be written as:

SCERT, TELANGANA

$$NaHCO_{3(ఘ)} + HCl_{(జ.ద్రా)} \rightarrow NaCl_{(జ.ద్రా)} + H_2O_{(ద్ర)} + CO_{2(వా)} \uparrow$$

వాయువును సున్నపుతేట ద్వారా పంపినప్పుడు,

$$Ca(OH)_{2(జ.ద్రా)} + CO_{2(వా)} \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O_{(ద్ర)}$$

(తెల్లని అవక్షేపం)

కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువును అధికంగా పంపినప్పుడు కాల్షియం హైడ్రోకార్బోనేట్ ఏర్పడుతుంది.

$$CaCO_{3(ఘ)} + H_2O_{(ద్ర)} + CO_{2(వా)} \rightarrow Ca(HCO_3)_{2(జ.ద్రా)}$$

(నీటిలో విలీన మవుతుంది)

పై కృత్యం నుండి, అన్ని లోహ కార్బోనేట్లు మరియు లోహ హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్లు ఆమ్లాలతో చర్య జరిపి ఆయా లోహ లవణాలతోపాటు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ వాయువు మరియు నీరులను ఏర్పరుస్తాయని మీరు నిర్ధారించగలరు. పై రసాయన చర్యల సాధారణ రూపాలను కింద చూపినవిధంగా రాయవచ్చు.

లోహ కార్బోనేట్ + ఆమ్లం → లవణం + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ + నీరు

లోహ హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్ + ఆమ్లం → లవణం + కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ + నీరు

3.2 తటస్థీకరణ చర్య (Nuetralization reaction)

కృత్యం 5

ఆమ్ల-క్షార తటస్థీకరణ చర్య (Acid - base nuetralization reaction)

శుభ్రపరిచిన పరీక్షనాళికలో 2 మి.లీ.ల సజల NaOH ద్రావణాన్ని తీసుకొని దానికి ఒక చుక్క ఫినాప్తలీన్ ద్రావణాన్ని కలపండి. ద్రావణం రంగును పరిశీలించండి.

- ఈ రంగు ద్రావణానికి సజల HCl ద్రావణాన్ని చుక్కలుగా కలుపుతూ మార్పులను గమనించండి. ద్రావణం రంగులో ఏదైనా మార్పు గమనించారా?

● HCl ను కలిపినప్పుడు ద్రావణం రంగు ఎందుకు మారింది?

- పై మిశ్రమానికి ఇప్పుడు మరల ఒకటి లేదా రెండు చుక్కలు NaOH ను కలపండి.

● ద్రావణం తిరిగి పింక్ (గులాబి) రంగులోకి మారిందా?

● ద్రావణం మరలా పింక్ రంగులోకి మారడానికి గల కారణాలను ఊహించగలరా?

పై కృత్యంలో పరీక్ష నాళికలోని ద్రావణానికి HCl ద్రావణంను కలిపినపుడు ఆ ద్రావణం పింక్ (గులాబి) రంగును కోల్పోతుంది. దీనికి కారణం ద్రావణంలోని HCl తో NaOH పూర్తిగా చర్యనొందడం. ఈ చర్యలో క్షారం యొక్క ప్రభావం ఆమ్లం చేత తటస్థీకరించబడుతుంది. ఈ స్థితిలో ఉన్న ద్రావణానికి కొన్ని చుక్కల NaOH ద్రావణంను కలిపితే, ఆ ద్రావణం తిరిగి క్షార లక్షణాన్ని పొంది మరలా పింక్ రంగులోనికి మారుతుంది. పై కృత్యంలోని రసాయనిక చర్యను సమీకరణ రూపంలో కింది విధంగా రాయవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

$$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

The reaction of an acid with a base to give a salt and water is known as a neutralization reaction. In general, a neutralization reaction can be written as:

Base + Acid → Salt + Water

Think and discuss

- Is the substance present in antacid tablet acidic or basic?
- What type of reaction takes place in stomach when an antacid tablet is consumed?

3.2.1 Reaction of Acids with metal oxides

Acivity 6

- Take a small amount of copper oxide (CuO) in a beaker and slowly add dilute hydrochloric acid while stirring. Observe the changes in the solution. Note the colour of the solution.
- What do you observe in the above reaction?
- You will notice that the copper oxide present in the beaker dissolves in dilute HC*l* and the colour of the solution becomes blueish-green. The reason for this change is the formation of copper (II) chloride in the reaction. The general reaction between a metal oxide and an acid can be written as:

  Metal oxide + Acid → Salt + Water
- Write the chemical equation for the reaction between copper oxide and HC*l* and balance it.

In above reaction metal oxide reacts with acid to give salt and water. This reaction is similar to the reaction of a base with an acid that we have observed in activity - 5.

- What do you conclude from the Activity-5 and 6?

In both the reactions salt and water are the products. Both metallic oxides and metallic hydrides give salt and water when they react with an acid. Thus we can conclude that metal oxides are basic in nature like the metal hydroxides.

3.2.2 Reaction of base with non-metal oxide

You saw the reaction between carbon dioxide and calcium hydroxide (lime water) in activity-4.

SCERT, TELANGANA

$NaOH_{(జ.ద్రా)} + HCl_{(జ.ద్రా)} \rightarrow NaCl_{(జ.ద్రా)} + H_2O_{(ద్ర)}$

క్షారంతో ఒక ఆమ్లం చర్య జరిపి లవణాన్ని, నీటిని ఏర్పరచే చర్యను తటస్థీకరణ చర్య అంటాం. సాధారణంగా తటస్థీకరణ చర్యను కింది విధంగా రాయవచ్చు.

క్షారం + ఆమ్లం → లవణం + నీరు

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- ఆంటాసిడ్ గుళిక (టాబ్లెట్)లో ఉన్న పదార్థం ఆమ్లమా? క్షారమా?
- ఆంటాసిడ్ టాబ్లెట్ తీసుకున్నప్పుడు కడుపులో ఎటువంటి చర్య జరుగుతుంది?

3.2.1 లోహ ఆక్సైడ్‌లతో ఆమ్లాల చర్య

కృత్యం 6

- కొద్ది పరిమాణంలో కాపర్ ఆక్సైడ్‌ను (CuO) గాజు బీకరులోకి తీసుకోండి. దీనిని గాజు కడ్డీతో కలియబెడుతూ నెమ్మదిగా సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లాన్ని కలపండి. మార్పులను పరిశీలించండి. ద్రావణపు రంగును నమోదు చేయండి.
- పై చర్యలో మీరేం గమనించారు?
- బీకరులోగల కాపర్ ఆక్సైడ్, సజల HCl (హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం)లో కరుగుతుందని, ద్రావణపు రంగు నీలి-ఆకు పచ్చ రంగులోకి మారుతుందని మీరు గమనిస్తారు. ఈ చర్యలో కాపర్ క్లోరైడ్ ఏర్పడటమే ఈ మార్పుకుగల కారణం.

లోహ ఆక్సైడ్ + ఆమ్లం → లవణం + నీరు

- కాపర్ ఆక్సైడ్, సజల HCl ల మధ్య జరిగే చర్యకు సమీకరణం రాసి తుల్యం చేయండి.

పై రసాయనిక చర్యలో లోహ ఆక్సైడ్ ఆమ్లంతో చర్య జరిపి నీటిని, లవణాన్ని ఇస్తుంది. ఈ రసాయనిక చర్య కృత్యం-5లో ఆమ్ల క్షారాల మధ్య చర్య వల్ల లవణం, నీరు ఏర్పడే చర్యను పోలి ఉంటుంది.

- కృత్యం-5, 6ల నుండి మీరేం నిర్ధారిస్తారు?

రెండు చర్యలలోనూ నీరు, లవణాలను క్రియాజన్యాలుగా పొందుతాం. లోహ ఆక్సైడ్‌లు, లోహ హైడ్రాక్సైడ్‌లు ఆమ్లంతో చర్య జరిపి లవణాన్ని, నీటిని ఇస్తాయి. కావున లోహ ఆక్సైడ్‌లు, లోహ హైడ్రాక్సైడ్‌ల వలె క్షార స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయని మనం నిర్ధారించవచ్చు.

3.2.1 అలోహ ఆక్సైడ్‌లతో క్షారాల చర్య

కృత్యము-4లో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ (సున్నపునీరు)ల మధ్య చర్యను మీరు గమనించారు.

SCERT, TELANGANA

Calcium hydroxide, which is a base, reacts with carbon dioxide to produce a salt and water. This reaction is similar to the reaction between a base and an acid. Thus we can conclude that carbon dioxide which is a non metal oxide is acidic in nature. In general all non-metal oxides are acidic in nature.

Think and discuss

- You are provided with three test tubes containing distilled water, an acid and a base solution respectively. If you are given only blue litmus paper, how do you identify the contents of each test tube?
- A compound of Calcium reacts with dilute hydrochloric acid to produce effervescence. The gas evolved extinguishes a burning candle; turns lime water milky. Write a balanced chemical equation for the reaction if one of the compounds formed is calcium chloride.

Common properties of Acids

What do acids have in common?

In previous sections you have seen that acids have similar chemical properties. In lab activity you have observed that acids generate hydrogen gas on reacting with metals, so hydrogen seems to be common element to all acids. Let us perform an activity to investigate whether all compounds containing hydrogen are acids or not.

Activity 7

Prepare solutions of glucose, alcohol, hydrochloric acid and sulphuric acid etc.,

Connect two different coloured electrical wires to graphite rods separately in a 100 ml beaker as shown in figure.

Connect free ends of the wire to 230 volts AC plug and complete the circuit as shown in the fig-3 by connecting a bulb to one of the wires.

Now pour some dilute HCl in the beaker and switch on the current.

SCERT, TELANGANA

క్షార స్వభావం గల కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌తో చర్య పొంది నీరు, లవణాలను ఇస్తుంది. ఈ చర్య ఆమ్ల, క్షారాల మధ్య జరిగే చర్యను పోలి ఉంటుంది. కనుక, అలోహ ఆక్సైడ్ అయిన కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ ఆమ్ల స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటుందని మనం నిర్ధారించవచ్చు. సాధారణంగా అన్ని అలోహ ఆక్సైడ్‌లు ఆమ్ల స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- మీకు ఒక్కొక్క దానిలో వేర్వేరుగా స్వేదన జలం, ఆమ్లం మరియు క్షారం గల మూడు పరిక్షనాళికలు ఇవ్వబడినాయి. ఒకవేళ మీకు నీలి లిట్మస్ కాగితం మాత్రమే ఇస్తే, దాని సహాయంతో ఆ మూడు పరిక్షనాళికలలో ఉండే ద్రావణాలను ఎలా గుర్తిస్తావు?
- కాల్షియం సమ్మేళనం, సజల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంతో చర్య జరిగినపుడు బుస బుస పొంగుతూ బుడగల రూపంలో వాయువు విడుదల అవుతుంది. ఈ చర్యలో విడుదలైన వాయువు మండుచున్నకొవ్వొత్తిని ఆర్పుతుంది. మరియు సున్నపు నీటిని పాలవలె మారుస్తుంది. ఈ చర్యలో ఏర్పడిన   ఒక సమ్మేళనం కాల్షియం క్లోరైడ్ అయితే

ఆమ్లాల ఉమ్మడి ధర్మాలు

ఆమ్లాలలో ఉమ్మడిగా ఉన్నది ఏమిటి?

ఇంత వరకు మీరు ఆమ్లాలన్నీ ఒకే విధమైన రసాయన ధర్మాలను కలిగి ఉంటాయని గమనించారు. ప్రయోగశాల కృత్యం, కృత్యం-3లలో లోహాలతో ఆమ్లాలు చర్య జరిపి హైడ్రోజన్ వాయువును విడుదల చేస్తాయని తెలుసుకున్నారు. అనగా హైడ్రోజన్ అనేది ఆమ్లాలన్నిటిలోను ఉండే సామాన్య మూలకంగా కనిపిస్తుంది. హైడ్రోజన్‌ను కలిగి యున్న సమ్మేళనాలన్నీ ఆమ్లాలో కాదో కనుక్కోవడానికి ఇప్పుడు మనం ఒక కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం 7

గ్లూకోజ్, ఆల్కహాల్, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లం మొదలైన సమ్మేళనాల ద్రావణాలను తయారు చేయండి.

రెండు వేర్వేరు రంగులు గల విద్యుత్ తీగలకు గ్రాఫైట్ కడ్డీలను కలపండి. వీటిని 100 మి.లీ.ల గాజు బీకరులో పటం-3 లో చూపిన విధంగా ఉంచండి.

ఈ తీగల స్వేచ్ఛ కొనలను 230 వోల్ట్‌ల AC ప్లగ్‌కు కలపండి. పటం-3 లో చూపిన విధంగా బల్బును కలిపి విద్యుత్ వలయాన్ని పూర్తి చేయండి.

బీకరులో సజల HCl ద్రావణాన్ని పోసిన తరువాత, వలయంలో విద్యుత్‌ను ప్రవహింప జేయండి.

SCERT, TELANGANA

- What do you notice?

Repeat activity with dilute sulphuric acid and glucose and alcohol solutions separately.

- What do you observe?
- Does the bulb glow in all cases?

You will notice that the bulb glows only in acid solutions but not in glucose and alcohol solutions. Glowing of bulb indicates that there is flow of electric current through the solution. Acid solutions have ions and the moment of these ions in solution helps for flow of electric current through the solution.

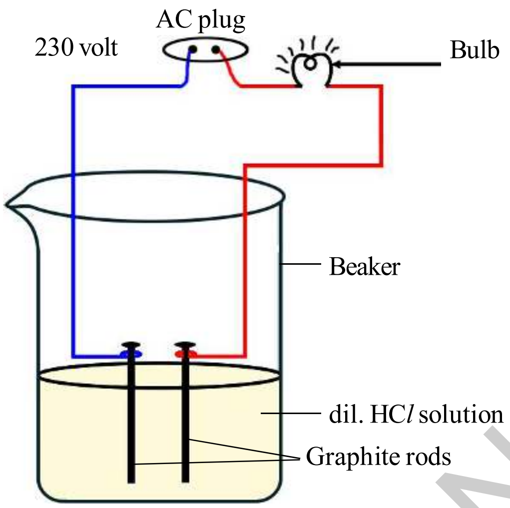


fig-3: Acid solution in water conducts electricity

The positive ion (cation) present in HC*l* solution is H^+. This suggests that acids produce hydrogen ions H^+ in solution, which are responsible for their acidic properties. In glucose and alcohol solution the bulb did not glow indicating the absence of (H^+) hydrogen ions in these solutions. The acidity of acids is attributed to the (H^+) hydrogen ions produced by them in solutions.

3.3 Properties of Bases

Repeat the Activity-7 using alkalis such as sodium hydroxide, calcium hydroxide solutions etc., instead of acid solutions.

- Does the bulb glow?
- What do you conclude from the results of this activity?

In electrolysis blub glows as bases gives hydroxide (OH^-) a negative ion (Anion)

3.4 Do acids produce ions only in aqueous solution? Let us test this.

Activity 8

- Take about 1.0g of solid NaC*l* in a clean and dry test tube.
- Add some concentrated sulphuric acid to the test tube.

- What do you observe? Is there a gas coming out of the delivery tube?

Let us write chemical equation for the above reaction.

$$2NaCl_{(s)} + H_2SO_{4(l)} \rightarrow 2HCl_{(g)}\uparrow + Na_2SO_{4(s)}$$

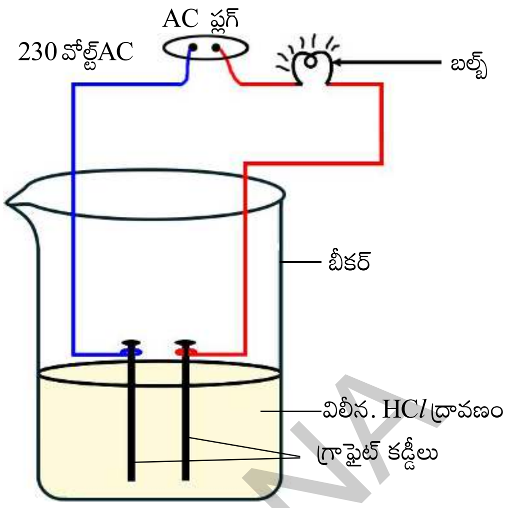
SCERT, TELANGANA

- మీరేం గమనించారు?

ఇదే కృత్యాన్ని సజల సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లం, గ్లూకోజ్, ఆల్కహాల్ ద్రావణాలతో వేర్వేరుగా నిర్వహించండి.

- మీరేమి గమనించారు?
- అన్ని సందర్భాలలోను బల్బు వెలిగిందా?

ఆమ్ల ద్రావణాలలో మాత్రమే బల్బు వెలగటాన్ని మీరు గమనిస్తారు. గ్లూకోజ్ మరియు ఆల్కహాల్ ద్రావణాలలో బల్బు వెలగక పోవడాన్ని గమనిస్తారు. బల్బు వెలుగు తుందంటే ఆ ద్రావణం గుండా విద్యుత్ ప్రసరిస్తుందని తెలుస్తుంది. ఆమ్లద్రావణాలలో ఆయానులుంటాయి. ఈ అయానుల చలనం వల్లే ఆ ద్రావణాలలో విద్యుత్ ప్రసారం జరుగుతుంది.



పటం–3 నీటితో కలిసిన ఆమ్ల ద్రావణం విద్యుద్వాహకతను కలిగిస్తుంది

HC*l* ద్రావణంలో ఉన్న ధన అయాను (కాటయాన్), H^+ కనుక ఆమ్ల ద్రావణాలు ఆమ్ల ధర్మాలకు కారణమైన హైడ్రోజన్ అయాన్‌లను ఇస్తాయి. గ్లూకోజ్, ఆల్కహాల్ ద్రావణాల్లో బల్బు వెలగదు. దీనిని బట్టి ఈ ద్రావణాల్లో (H^+) హైడ్రోజన్ అయానులు ఉండవని అర్థమవుతుంది. ద్రావణాల్లో విడుదలైన (H^+) హైడ్రోజన్ ఆయాన్లు, ఆమ్లాల యొక్క ఆమ్ల స్వభావాన్ని నిర్ధారిస్తాయి.

3.3 క్షారాల ధర్మాలు

ఆమ్ల ద్రావణాలకు బదులు సోడియం హైడ్రాక్సైడ్, కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ మొదలైన క్షార ద్రావణాలతో కృత్యం 7ను అదే పద్ధతిలో నిర్వహించండి.

- ఈ సందర్భాలలో బల్బు వెలిగిందా ?
- ఈ కృత్యం ఫలితాల నుండి మీరు నిర్ధారించినదేమిటి?

క్షారాలు విద్యుత్ విశ్లేషణంలో హైడ్రాక్సైడ్ (OH^-) ఋణఅయానులను (ఆనయాన్) ఇవ్వటం వలన బల్బు వెలుగుతుంది.

3.4 ఆమ్లాలు జల ద్రావణంలో మాత్రమే ఆయాన్లను ఏర్పరుస్తాయా ? ఇప్పుడు పరీక్షిద్దాం.

కృత్యం 8

- 1.0 గ్రా॥ ఘన NaCl ను శుభ్ర పరచిన పొడి పరీక్ష నాళికలోకి తీసుకోండి.
- కొద్దిగా గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లాన్ని పరీక్ష నాళిక లోని NaCl కు కలపండి.
- మీరేం గమనించారు? ఏదైనా వాయువు వెలువడుతుందా?

పై చర్యను కింది సమీకరణం ద్వారా రాద్దాం.

$$2NaCl_{(ఘ)} + H_2SO_{4(ద్ర)} \rightarrow 2HCl_{(వా)} \uparrow + Na_2SO_{4(ఘ)}$$

SCERT, TELANGANA

Test the gas evolved successively with dry and wet blue litmus paper. In which case does the litmus paper change colour?

- What do you infer from the above observation?

You can conclude that dry HC*l* gas (Hydrogen chloride) is not an acid because you have noticed that there is no change in colour of dry litmus paper but HC*l* aqueous solution is an acid because wet blue litmus paper turned into red.

Note to teachers: If the climate is very humid, pass the gas produced thr-ough a guard tube (drying tube) containing calcium chloride to dry the gas.

- Can you write the chemical equation for the reaction takes place at the mouth of delivery tube?

Laboratory precautions : *Observe the following pictures. Did you find any problems with this? When ever you work with concentrated solutions it is very important to use test tube holder. It is very dangerous to work with bare hands in the laboratory.*

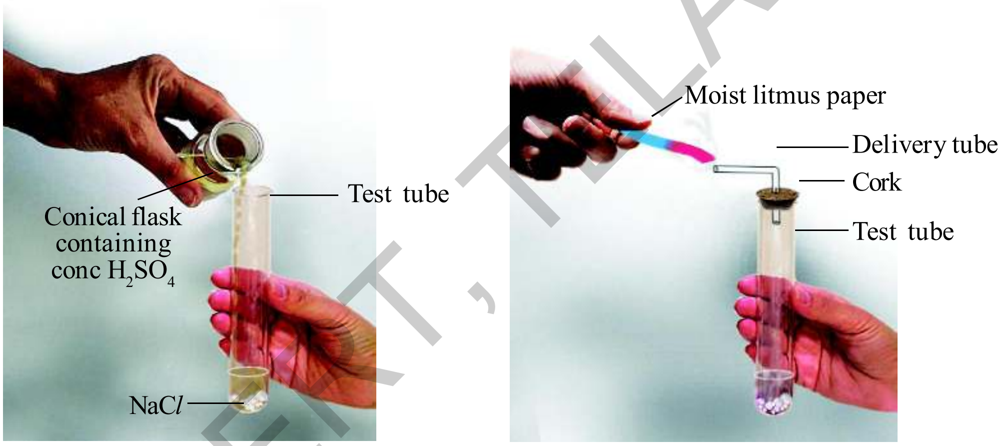


fig-4: Preparation of HCl gas

The HC*l* gas evolved at delivery tube dissociates in presence of water to produce hydrogen ions. In the absence of water dissociation of HC*l* molecules do not occur.

The dissociation of HC*l* in water is shown below.

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

Hydrogen ions cannot exist as bare ions. They associate with water molecules and exist as hydrated ions with each H^+ attached by 4 to 6 water molecules. For this we represent H^+ as hydronium ion, H_3O^+.

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

You have learnt that acids give H_3O^+ or H^+ ion in water.

SCERT, TELANGANA

వెలువడిన వాయువును ముందుగా పొడి నీలి లిట్మస్ కాగితంతోను పిదప తడి నీలి లిట్మస్ కాగితంతోను పరీక్షించండి. లిట్మస్ కాగితం రంగు ఏ సందర్భంలో మారింది?

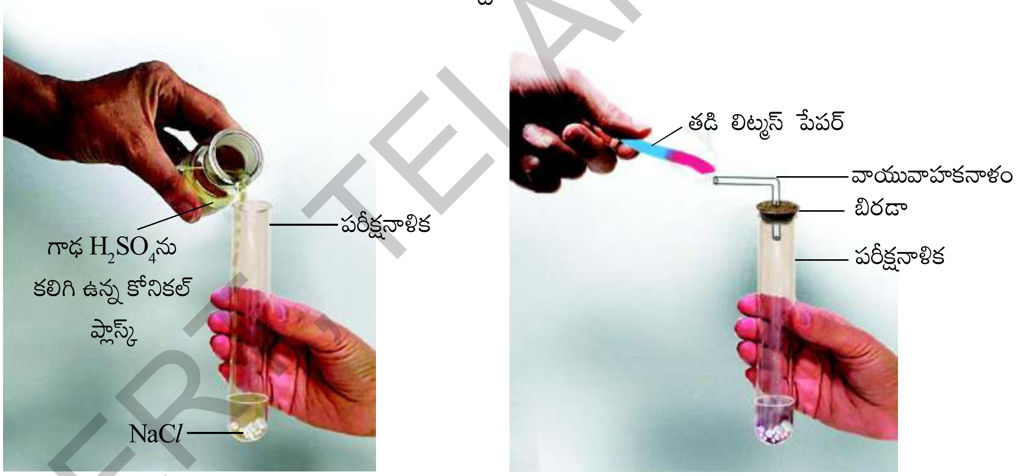
- పై కృత్యం పరిశీలనల ద్వారా మీరేమి నిర్ధారణ చేస్తారు?

పొడి HCl వాయువు (హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్) ఆమ్లం కాదని మీరు నిర్ధారించగలరు ఎందుకంటే పొడి లిట్మస్ కాగితం రంగులో ఎటువంటి మార్పులేదని మీరు గమనిస్తారు. కాని సజల HCl ద్రావణం ఒక ఆమ్లం ఎందుకంటే తడిగా ఉండే నీలిలిట్మస్ కాగితం ఎరుపు రంగులోనికి మారుతుంది.

ఉపాధ్యాయులకు సూచన : వాతావరణంలో తేమ ఎక్కువగా ఉంటే వెలువడిన వాయువును పొడి చేయడానికి దానిని కాల్షియం క్లోరైడ్ గల నిర్జలీకరణ గొట్టం (Guard tube) ద్వారా పంపవలెను.

- వాయునాళం మూతి వద్ద జరిగే చర్య రసాయన సమీకరణాన్ని రాయగలరా?

ప్రయోగశాల జాగ్రత్తలు: క్రింది చిత్రాన్ని గమనించండి. ఏదైనా సమస్యలు ఉత్పన్నమయ్యాయా? ప్రయోగశాలలో ఘాఢ ఆమ్లాలతో పనిచేసేటపుడు పరీక్షనాళిక హోల్డర్‌ను ఉపయోగించాలి. నేరుగా చేతులతో పట్టుకోవడం ప్రమాధకరం.



పటం– 4 HCl వాయువు తయారీ

ఈ ప్రయోగాన్ని బట్టి నీటి సమక్షంలో HCl వియోగం చెంది హైడ్రోజన్ అయాన్‌లను ఏర్పరుస్తుంది. కాని నీరు లేనప్పుడు వియోగం చెందదు అని మనకు తెలుస్తుంది.

నీటిలో HCl వియోగం కింది విధంగా జరుగుతుంది.

$$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

హైడ్రోజన్ అయాన్‌లు స్వేచ్ఛా ఆయాన్‌లుగా ఉండలేవు. అవి 4 నుండి 6 నీటి అణువులతో కలిసి హైడ్రోనియం అయానులుగా (H_30+) ఏర్పడతాయి. అందువల్ల H^+ను హైడ్రోనియం అయాన్ H_30+ గా సూచిస్తాము.

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$

ఆమ్లాలు నీటిలో H_3O^+ లేదా H^+ అయానులను ఇస్తాయని మనం నేర్చుకున్నాం.

SCERT TELANGANA

Let us see what happens when a base is dissolved in water.

$$NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

$$KOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

$$Mg(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$

On dissolving bases in water produces hydroxide (OH^-) ions. Bases which are soluble in water are called alkalis. All bases do not dissolve in water. $Be(OH)_2$ is slightly soluble in water.

Reaction of Acids - bases with water

3.5 What do you observe when water is mixed with acid or base?

Activity 9

- Take 10 ml water in a test tube.
- Add a few drops of concentrated H_2SO_4 to it and swirl the test tube slowly. Touch the bottom of the test tube.

- What do you feel?
- Is it an exothermic or endothermic process?

Carry out the above activity with sodium hydroxide pellets instead of H_2SO_4 and record your observation.

The process of dissolving an acid or a base in water is an exothermic process. Care must be taken while mixing concentrated nitric acid or sulphuric acid with water. The acid must always be added slowly to water with constant stirring. If water is added to a concentrated acid, the heat generated may cause the mixture to splash out and cause burns.

fig-5: Warning sign displayed on containers containing concentrated Acids and Bases

SCERT, TELANGANA

ఒక క్షారాన్ని నీటిలో కరిగించినప్పుడు ఏమి జరుగుతుందో పరిశీలిద్దాం.

$$NaOH_{(ఘ)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(జ.ద్రా)} + OH^{-}_{(జ.ద్రా)}$$

$$KOH_{(ఘ)} \xrightarrow{H_2O} K^{+}_{(జ.ద్రా)} + OH^{-}_{(జ.ద్రా)}$$

$$Mg(OH)_{2(ఘ)} \xrightarrow{H_2O} Mg^{2+}_{(జ.ద్రా)} + 2OH^{-}_{(జ.ద్రా)}$$

క్షారాలను నీటిలో కలిపినప్పుడు హైడ్రాక్సైడ్ (OH^-)అయాన్‌లను ఇస్తాయి. నీటిలో కరిగే క్షారాలను క్షారయుత ద్రావణాలు (ఆల్కలీలు) అంటారు. అన్ని క్షారాలు నీటిలో కరుగవు. $Be(OH)_2$ కొద్ది పరిమాణంలో నీటిలో కరుగుతుంది.

నీటితో ఆమ్లక్షారాలు జరిపే చర్య

3.5 నీటికి ఆమ్లాలు లేదా క్షారాలను కలిపినపుడు ఏం జరుగుతుంది?

కృత్యం 9

- ఒక పరీక్ష నాళికలో 10 మి.లీ. ల నీటిని తీసుకోండి.
- కొన్ని చుక్కలు గాఢ H_2SO_4 ను పరీక్ష నాళికలోని నీటికి కలపండి. పరీక్ష నాళికను నెమ్మదిగా కదిలించండి. పరీక్ష నాళిక అడుగు భాగాన్ని చేతితో తాకండి.

- ఏమి గమనించారు?
- ఇది ఉష్ణ మోచక చర్యా ? లేక ఉష్ణ గ్రాహక చర్యా?

ఇదే కృత్యాన్ని H_2SO_4 కు బదులు సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ పలుకుల (NaOH Pellets)ను ఉపయోగించి నిర్వహించండి. మీ పరిశీలనలను నమోదు చేయండి.

ఆమ్లాన్ని లేదా క్షారాన్ని నీటిలో కరిగించే ప్రక్రియ ఒక ఉష్ణ మోచక చర్య. గాఢ నత్రికామ్లాన్ని లేదా గాఢసల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లాన్ని నీటితో కలిపేటప్పుడు తగు జాగ్రత్త తీసుకోవాలి. ఆమ్లాన్ని కొద్ది కొద్దిగా నీటికి కలుపుతూ ఆగకుండా కలియ బెట్టాలి. అలా కాకుండా నీటిని నేరుగా గాఢ ఆమ్లానికి కలిపినట్లయితే, వెలువడే అధిక ఉష్ణం పాత్ర నుండి పైకి చిమ్మడం వలన చర్మం మీద, కళ్ళల్లో పడి ప్రమాదం సంభవిస్తుంది.

పటం-5 గాఢ ఆమ్లాలు, క్షారాలను కలిగి ఉండే పాత్రలపై ఉండే హెచ్చరిక గుర్తు

SCERT, TELANGANA

The glass container may also break due to excessive local heating. Look out for the warning sign (shown in Fig.5) on the can of concentrated sulphuric acid and on the bottle of sodium hydroxide pellets.

Mixing an acid or base with water result in decrease in the concentration of ions (H_3O^+/OH^-) per unit volume. Such a process is called dilution and the acid or the base is said to be diluted.

Think and discuss

- Why do HC*l*, HNO_3 etc., show acidic characters in aqueous solutions while solutions of compounds like alcohol and glucose do not show acidic character?
- While diluting an acid, why is it recommended that the acid should be added to water and not water to the acid?

Can you decide the strength of an acid or base solutions?
Let us find.

3.6 Strength of acids or bases

Activity 10

A test to know whether the Acid is strong or weak.

- Take two beakers A and B.
- Fill the beaker A with dil. CH_3 COOH (acetic acid) and beaker B with dil. HC*l* (Hydrochloric Acid)
- Arrange the apparatus as used in activity-7, and pass electric current through the solutions in separate beakers.

- What do you observe?
- Can you guess the reason for the changes you observed?

You notice that the bulb glows brightly in HC*l* solution while the intensity of the bulb is low in acetic acid solution. This indicates that there are more ions in HC*l* solution and fewer ions are present in acetic acid solution. More ions in HC*l* solution mean more H_3O^+ions.Therfore it is a strong acid. Whereas acetic acid has fewer H_3O^+ions and hence it is weak acid.

SCERT, TELANGANA

ఒక్కొక్కసారి అధిక వేడి వలన గాజుపాత్ర పగిలిపోవచ్చు. పటం. 5 లో సూచించిన ప్రమాద హెచ్చరిక గుర్తును గాఢ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్ల మరియు సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ సీసాలపై చూడండి.

ఆమ్లాన్ని లేదా క్షారాన్ని నీటికి కలపడంవల్ల ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలోగల (H_3O^+/OH^-) అయానుల గాఢత తగ్గుతుంది. ఈ ప్రక్రియను విలీనం చేయడం (dilution) అంటాం. మరియు వాటిని విలీన ఆమ్లం లేదా విలీన క్షారం అంటాం.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- జల ద్రావణాలలో HC*l*, HNO_3 మొదలైనవి ఆమ్ల స్వభావాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. కాని ఆల్కహాల్, గ్లూకోజ్ వంటి ద్రావణాలు ఆమ్ల స్వభావాన్ని ప్రదర్శించవు. ఎందుకు?
- గాఢ ఆమ్లాన్ని సజల ఆమ్లంగా మార్చడానికి ఆమ్లాన్ని నీటికి చుక్కలుగా కలపాలి కాని నీటిని ఆమ్లానికి కలుపకూడదని సలహానిస్తారు - ఎందుకు ?

ఆమ్ల ద్రావణం లేదా క్షార ద్రావణం బలాన్ని మీరు ఎలా నిర్ధారించగలరు? మనం కనుగొందాం.

3.6 ఆమ్ల, క్షారాల బలాలు

కృత్యం 10

ఒక ఆమ్లం బలమైనదో లేదా బలహీనమైనదో తెలుసుకోవటానికి ఒక పరీక్ష చేద్దాం.

- A , B అనే రెండు బీకర్లను తీసుకోండి.
- 'A' బీకరులో సజల CH_3COOH (ఎసిటిక్ ఆమ్లం) ను, 'B' బీకరు లో సజల HC*l*(హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం)ను తీసుకోండి.
- కృత్యం-7 లో సూచించినట్లు పరికరాలను అమర్చి రెండు ద్రావణాల ద్వారా ఒకేసారి విద్యుత్‌ను పంపి పరిశీలించండి.

- మీరేం గమనించారు ?
- మీరు గమనించిన మార్పులకు గల కారణం ఏమై ఉంటుందనుకుంటున్నారు?

HC*l* ద్రావణాన్ని ఉపయోగించినపుడు బల్బు ఎక్కువ ప్రకాశవంతంగాను, CH_3COOH ద్రావణాన్ని ఉపయోగించినపుడు బల్బు తక్కువ ప్రకాశవంతంగా వెలగడం గమనించారా? దీనిని బట్టి HC*l* ద్రావణంలో ఎక్కువ అయాన్‌లు ఉన్నాయని, ఎసిటిక్ ఆమ్ల ద్రావణంలో తక్కువ అయాన్లు ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. HC*l* ద్రావణంలో ఎక్కువ అయాన్‌లు (H_3O^+) ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. కావున ఇది బలమైన ఆమ్లం. అదే విధంగా ఎసిటిక్ ఆమ్లంలో తక్కువ H_3O^+ అయాన్‌లు ఉంటాయి. కాబట్టి ఇది ఒక బలహీన ఆమ్లం అని చెప్పవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

Carry out the above experiment by taking bases like dil. NaOH (sodium hydroxide) and dil. NH_4OH (ammonium hydroxide) instead of acids.

- What do you observe? Explain your observations.

The universal indicator can also be used to know the strength of acid or base. Universal indicator is a mixture of several indicators. The universal indicator shows different colours at different concentrations of hydrogen ions in a solution.

3.6.1 pH scale

A scale for measuring hydrogen ion concentration in a solution is called pH scale. (The 'p' in pH stands for 'Potenz'. In German Language 'Potenz' is power). pH value of a solution is simply a number which indicates the acidic or basic nature of a solution.

The pH of neutral solutions is 7. Values less than 7 on the pH scale represent an acidic solution. As the pH value increases from 7 to 14, it represents a decrease in H_3O^+ ion concentration or an increase in OH^- ion concentration in the solution. pH value of a solution above '7' represents a basic solution. Observe the following fig-6.

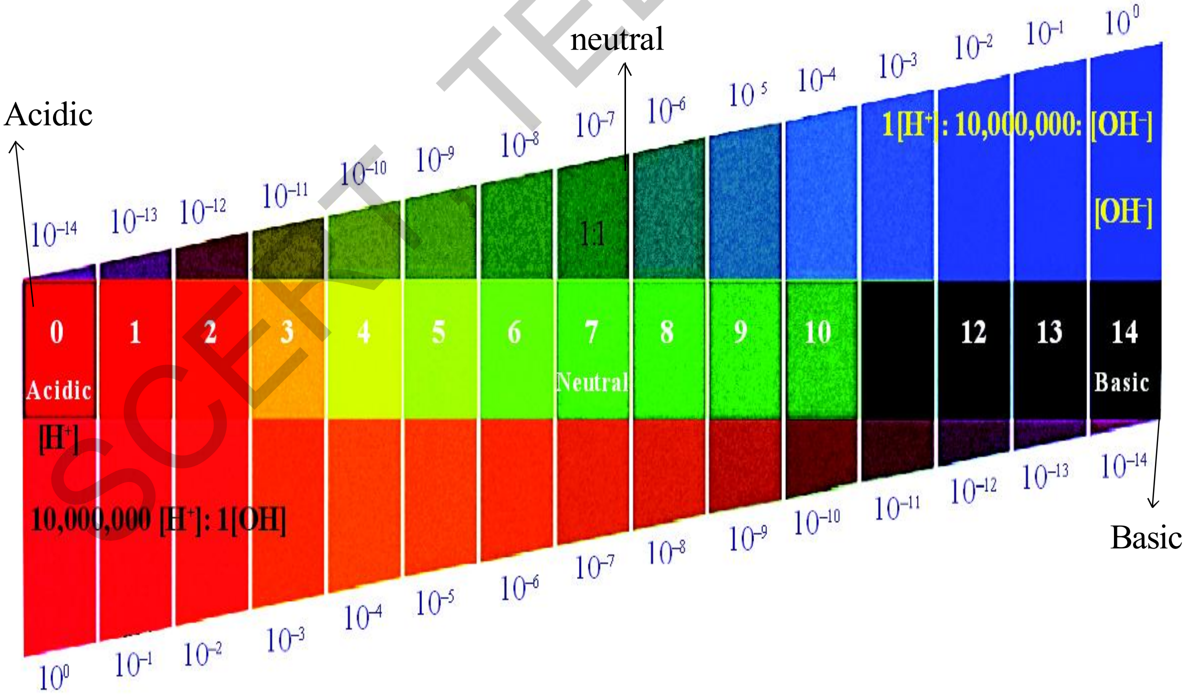


fig. - 6: Changes in pH values with charge in the concentration of H^+, OH^- ions.

SCERT TELANGANA

పై కృత్యాన్ని ఆమ్లాలకు బదులు సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ (NaOH) మరియు సజల అమ్మోనియం హైడ్రాక్సైడ్ (NH_4OH) వంటి క్షారాలతో నిర్వహించండి.

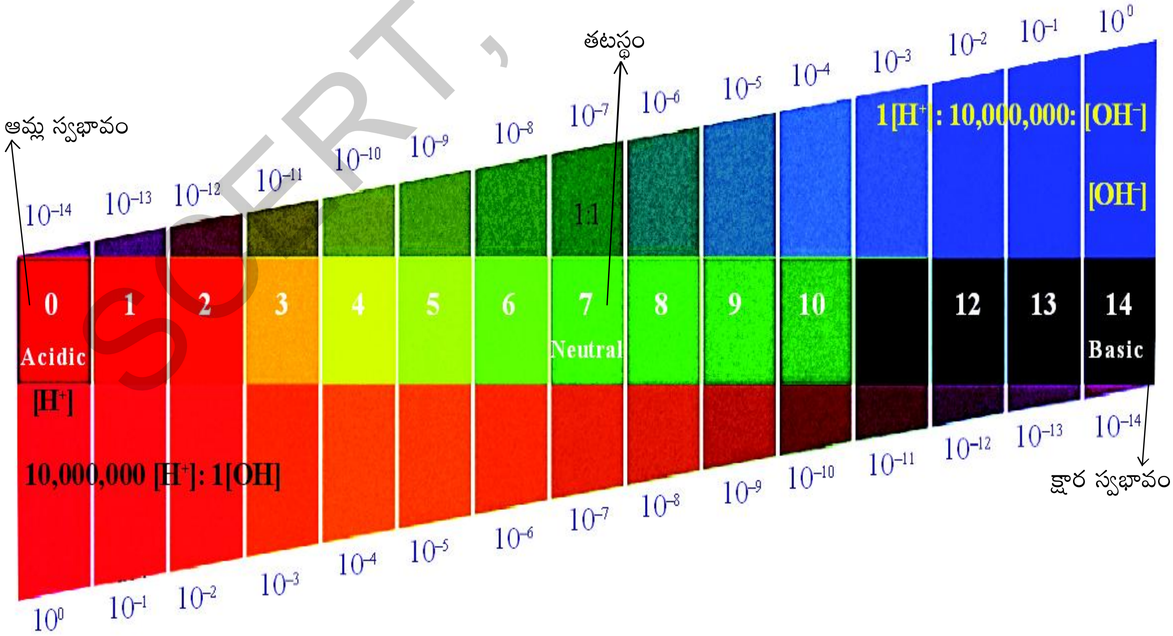
- ఇప్పుడేమి గమనించారు ? మీ పరిశీలనను వివరించండి.

సార్వత్రిక ఆమ్ల-క్షార సూచిక (Universal acid-base indicator) ను ఉపయోగించి కూడా బలమైన, బలహీనమైన ఆమ్ల-క్షారాలను గుర్తించవచ్చు. సార్వత్రిక ఆమ్ల-క్షార సూచిక అనేక సూచికల మిశ్రమం. ఇది ద్రావణంలో ఉండే వేర్వేరు హైడ్రోజన్ అయాన్‌ల గాఢతలను బట్టి వేర్వేరు రంగులను చూపుతుంది.

3.6.1 pH స్కేలు

ద్రావణంలోని హైడ్రోజన్ అయాన్ గాఢతను లెక్కించడానికి వాడే స్కేలును "pH స్కేలు" అంటాం. (pH లో pఅనే అక్షరం 'పొటెన్జ్' అనే పదాన్ని సూచిస్తుంది. జర్మన్ బాషలో పొటెన్జ్ అంటే సామర్థ్యం అని అర్థం) ఒక ద్రావణం pH విలువ దాని ఆమ్ల లేదా క్షార స్వభావాన్ని సూచించడానికి ఉపయోగించే ఒక సంఖ్య మాత్రమే.

తటస్థ ద్రావణపు pH విలువ 7. pH స్కేల్‌పై 7 కంటే తక్కువ విలువలు కల్గి ఉండే ద్రావణాలను ఆమ్ల ద్రావణాలు అంటాం. pH విలువ 7 నుండి 14కు పెరుగుతుంటే, అది ఆ ద్రావణంలో H_3O^+ అయాన్‌ల గాఢత తగ్గడాన్ని, OH^- అయాన్‌ల గాఢత పెరగడాన్ని సూచిస్తుంది. అనగా ద్రావణంలో క్షారస్వభావం పెరుగుతుంది. ద్రావణ pH విలువ 7 కంటే ఎక్కువైతే ఆ ద్రావణాన్ని క్షారం అంటాం. సాధారణంగా సార్వత్రిక ఆమ్ల-క్షారసూచికను pH ను లెక్కించడానికి వినియోగిస్తారు. పటం-6 ను గమనించండి.



పటం- 6: H^+, OH^- అయాన్‌ల గాఢతలోని మార్పుతో మారే pH విలువలు

SCERT, TELANGANA

Activity 11

- Test the pH value of solutions given in table using pH paper.
- Record your observations in column three of Table – 2.
- Write approximate pH values in column 4 using Universal Indicator solution, based on your observations write the nature of each substance.

Table-2

S.No.	Solution	Colour pH paper	Approximate pH value	Nature of substances
1	HC*l*			
2	CH_3COOH			
3	NH_4Cl			
4	CH_3COONa			
5	$NaHCO_3$			
6	Na_2CO_3			
7	NaOH			
8	Distilled water			
9	Lemon juice			
10	Carrot juice			
11	Coffee			
12	Tomato juice			
13	Tap water			
14	Banana juice			
15	Colourless aerated drink			
16	Saliva (before meal)			
17	Saliva (after meal)			

SCERT, TELANGANA

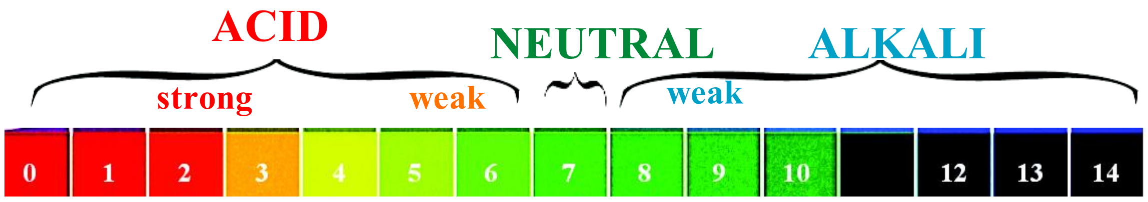


fig -7: pH value as shown by different colour in universal indicator

కృత్యం 11

- pH పేపర్‌ను ఉపయోగించి పట్టిక-2లో ఇవ్వబడిన ద్రావణాల pH విలువలను కనుక్కోండి.
- మీ పరిశీలనలను పట్టిక-2లోని 3వ నిలువు వరుసలో నమోదు చేయండి.
- సార్వత్రిక సూచికను ఉపయోగించి పట్టిక-2లోని 4వ నిలువు వరుసలో pH యొక్క రమారమి విలువలను మీ పరిశీలనల ఆధారంగా నమోదుచేసి ఇచ్చిన ప్రతీ పదార్థం యొక్క స్వభావాన్ని తెలపండి.

పట్టిక-2

వరుస సంఖ్య	ద్రావణం	pH సూచిక రంగు	రమారమి pH విలువ	పదార్థ స్వభావం
1	HCl			
2	CH_3COOH			
3	NH_4Cl			
4	CH_3COONa			
5	$NaHCO_3$			
6	Na_2CO_3			
7	$NaOH$			
8	స్వేదన జలం			
9	నిమ్మరసం			
10	క్యారట్ రసం			
11	కాఫి			
12	టమాట రసం			
13	కుళాయి నీరు			
14	అరటిపండు రసం			
15	రంగులేని సోడానీరు			
16	లాలాజలం (భోజనానికి ముందు)			
17	లాలాజలం (భోజనానికి తరువాత)			

SCERT, TELANGANA

పటం-7 pH విలువను వివిధ రంగులలో చూపుతున్న సార్వత్రిక సూచిక

The strength of acid or base depends on the concentraction of H_3O^+ ions or OH^- produced in solution. If we take hydrochloric acid and acetic acid of the same concentration then they produce different concentration of hydrogen ions. Acids that give more H_3O^+ ions are said to be strong acids that give fewer H_3O^+ ions are said to be weak acid. Can you now predict what weak and strong bases are?

- What is the nature of each substance on the basis of your observations?

Do you know?

To avoid the negative powers of H^+ concentration in dilute acid and base solutions Sorensen introduced the concept of pH. Due to this pH concept may be restricted for solutions of $[H^+]$ less than 1 molar.

Distribution of pH - How to read?

The pH scale is from 0-14. The pH is an indication of concentration of H^+. For example, at a pH of zero the hydronium ion concentration is one molar. Typically the concentrations of H^+ in water in most solutions fall between a range of 1 M (pH=0) and 10^{-14} M (pH=14). Figure 8 depicts the pH scale with common solutions.

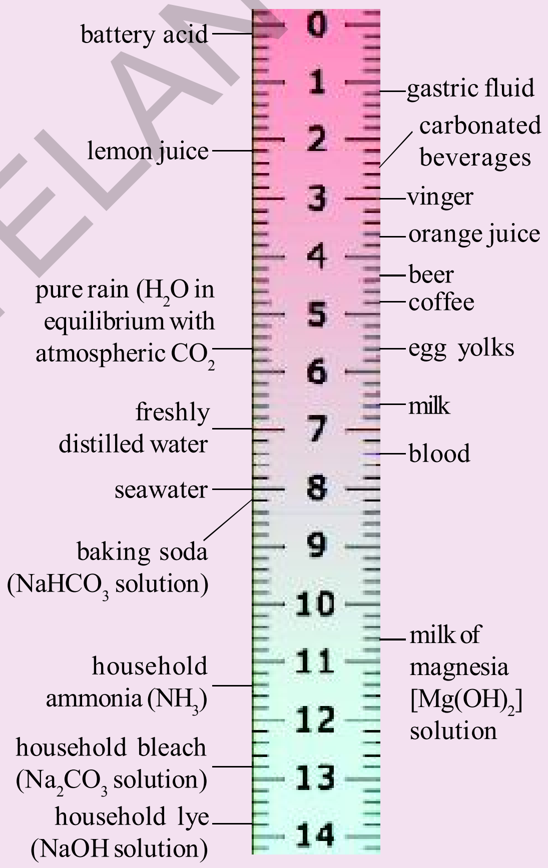


fig -8: Solutions and the placement of them on pH scale

SCERT, TELANGANA

ఒక ఆమ్లం లేదా క్షారం యొక్క బలం ద్రావణ రూపంలో ఉన్నప్పుడు వాటిలో H_3O^+ లేదా OH^- అయాన్‌ల గాఢత మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు ఒకే గాఢతగల హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం మరియు ఎసిటిక్ ఆమ్లాలను తీసుకుంటే వాటిలో ఉండే H_3O^+ అయాన్‌ల గాఢతలు వేరువేరుగా ఉంటాయి. ఏ ఆమ్లాలైతే ఎక్కువ సంఖ్యలో H_3O^+ అయాన్‌లనిస్తాయో వాటిని బలమైన ఆమ్లాలని, అలాగే తక్కువ సంఖ్యలో H_3O^+ అయాన్‌లనిచ్చే ఆమ్లాలను బలహీనమైన ఆమ్లాలని అంటాం.

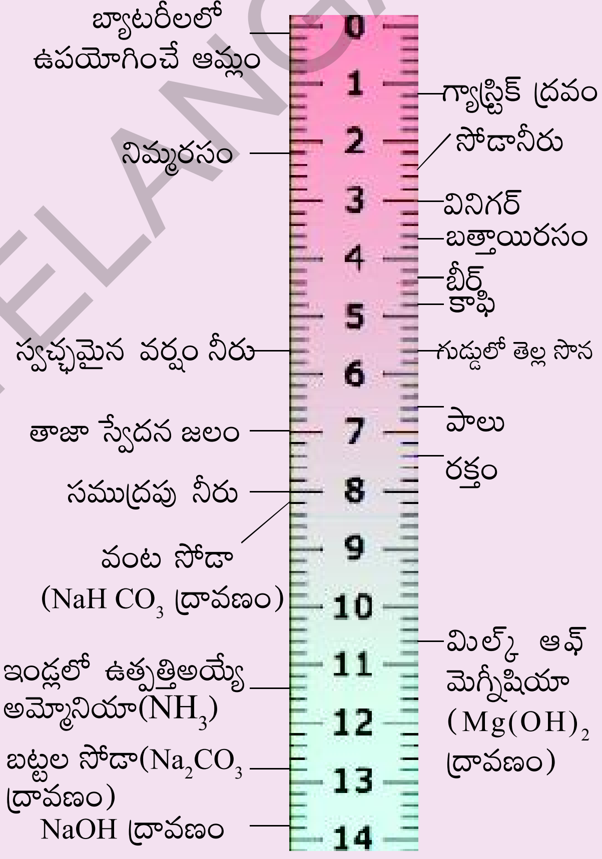
- బలమైన క్షారం, బలహీనమైన క్షారం అంటే ఏమిటో మీరు ఊహించగలరా?

మీకు తెలుసా?

సజల ఆమ్లాలు, క్షారాలలో H^+ అయాన్‌ల గాఢతలో ఋణ ఘాతాన్ని తొలగించేందుకు సోరెన్‌సెన్ pH విలువలను ప్రవేశపెట్టాడు. 1 మోల్ కంటే తక్కువ H^+ అయాన్లగాఢత గల ద్రావణాలకు ఈ pH స్కేలు పరిమితమవుతుంది.

pH వ్యాప్తి – ఎలా చదవాలి ?

pH స్కేలు సాధారణంగా 0 నుండి 14 వరకు వ్యాప్తి చెంది ఉంటుంది. ఈ pH విలువ H^+ అయానుల గాఢతను సూచిస్తుంది. ఉదాహరణకు pH విలువ సున్న వద్ద, హైడ్రోనియం అయాన్ గాఢత ఒక మోలార్ ఉంటుంది. నీటిలో చాలా ద్రావణాల H^+ అయాన్ల గాఢత 1 M (pH=0) నుండి 10^{-14} M (pH=14) వరకు విస్తరించి ఉంటుంది. pH స్కేలులో కొన్ని సాధారణ ద్రావణాల స్థానాలు పటం-8లో చూపబడినాయి.



పటం-8 : pH స్కేల్‌పై ద్రావణాల స్థానం

SCERT, TELANGANA

3.6.2 Importance of pH in everyday life

1. Are plants and animals pH sensitive?

Living organisms can survive only in a narrow range of pH change. When pH of rain water is less than 5.6, it is called acid rain. When acid rain flows in to the rivers, it lowers the pH of the river water, the survival of aquatic life in such rivers becomes difficult.

Think and discuss

- What will happen if the pH value in our body increases?
- Why do living organism have narrow pH range?

2. Is pH change cause of tooth decay?

Tooth decay starts when the pH of the mouth is lower than 5.5. Tooth enamel, made of calcium phosphate is the hardest substance in the body. It does not dissolve in water, but is corroded when the pH in the mouth is below 5.5. Bacteria present in the mouth produce acids by degradation of sugar and food particles remaining in the mouth. The best way to prevent this is to clean the mouth after eating food. Using tooth pastes, which are generally basic neutralize the excess acid and prevent tooth decay.

3. pH in our digestive system:

It is very interesting to note that our stomach produces hydrochloric acid. It helps in the digestion of food without harming the stomach. During indigestion the stomach produces too much acid and this causes pain and irritation. To get rid of this pain, people use bases called antacids. These antacids neutralize the excess acid in the stomach. Magnesium hydroxide (milk of magnesia), a mild base, is often used for this purpose.

SCERT, TELANGANA

3.6.2 నిత్య జీవితంలో pH యొక్క ప్రాముఖ్యత

1. మొక్కలు మరియు జంతువులు pH లోని మార్పుకు ప్రభావిత మవుతాయా?

ప్రాణులన్నీ pH విలువలలోని అతిస్వల్ప మార్పులకు లోబడి మాత్రమే జీవించగలవు. వర్షపునీటి pH విలువ 5.6 కంటే తక్కువైతే దానిని ఆమ్ల వర్షం అంటాం. ఈ ఆమ్ల వర్షపు నీరు నదీజలాలతో కలిసినప్పుడు నదీజలాల pH విలువలు తగ్గుతాయి. అటువంటి తక్కువ pH విలువలు గల నదీజలాలలో ఉండే జలచరాల జీవనం సంకటంలో పడుతుంది.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- మన శరీరంలో ఉండే రసాయనాల pH విలువ పెరిగితే ఏం జరుగుతుంది?
- జీవులకు pH పరిధి అతి స్వల్పంగా ఎందుకుంది?

2. pH లోని మార్పు దంత క్షయానికి కారణమవుందా?

pH విలువ 5.5 కంటే తక్కువ అయితే దంతక్షయం ప్రారంభమవుతుంది. దంతాలపై పింగాణీ పొర ఉంటుంది. ఇది మానవ శరీరంలో అత్యంత ధృడమైనది. ఇది కాల్షియం ఫాస్ఫేట్ తో తయారవుతుంది. ఇది నీటిలో కరగదు, కాని నోటిలో pH విలువ 5.5 కంటే తక్కువైనప్పుడు దంతాలు క్షయానికి గురవుతాయి. నోటిలో ఉన్న బాక్టీరియా దంతాల మధ్య చిక్కుకొని ఉన్న చక్కెర వంటి ఆహార కణాలను వియోగం చెందించి ఆమ్లాలను ఉత్పత్తిచేస్తాయి. కావున pH విలువ తగ్గుతుంది. ఆహారం తిన్న తరువాత నోటిని క్షార స్వభావం ఉండే టూత్‌పేస్ట్ ఉపయోగించి శుభ్రపరచుట వలన ఉత్పత్తి అయిన ఆమ్లాలను తటస్థీకరించడం ద్వారా దంత క్షయం నివారించవచ్చు.

3. మన జీర్ణ వ్యవస్థలో pH పాత్ర.

జీర్ణక్రియలో మన జీర్ణాశయం హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లాన్ని విడుదల చేస్తుంది. ఇది జీర్ణాశయానికి నష్టం కలగకుండా మనం తిన్న ఆహారాన్ని జీర్ణం చేయడంలో ఉపయోగపడుతుంది. అజీర్తి సందర్భంలో మన జీర్ణాశయం అధిక పరిమాణంలో ఆమ్లాన్ని ఉత్పత్తి చేయుట వలన కడుపులో మంట, అసహనం కలుగుతాయి. ఈ దుష్ప్రభావం నుండి విముక్తిని పొందడానికి, మనం యాంటాసిడ్‌లుగా పిలువబడే క్షారాలను తీసుకుంటాం. ఈ యాంటాసిడ్‌లు కడుపులో అధికమైన ఆమ్లాన్ని తటస్థీకరిస్తాయి. ఇందుకోసం సాధారణంగా మెగ్నీషియం హైడ్రాక్సైడ్ (మిల్క్ ఆఫ్ మెగ్నీషియా) అనే బలహీన క్షారాన్ని ఉపయోగిస్తారు.

SCERT, TELANGANA

Activity 12

- Take dil. HC*l* in a beaker and add two to three drops methyl orange indicator. Note the colour of the solution
- Mix antacid tablet powder to the above solution in the beaker. Now observe the change in colour of solution.

- What is the reason for the change in colour of solution?
- Can you write the chemical equation for this reaction?

4. What is the pH of the soil in your garden?

Plants require a specific pH range for their healthy growth. To find out the pH required for the healthy growth of a plant, you can collect the soil samples from various places and check the pH in the manner described below in the following activity. Also you can note down what type of plants are growing in the region from which you have collected the soil.

Activity 13

Put about 2g soil in a test tube and add 5ml water to it. Shake the contents of the test tube. Filter the contents and collect the filtrate in a test tube.

Check the pH of this filtrate with the help of universal indicator paper.

Think and discuss

- What can you conclude about the ideal soil pH for the growth of plants in your region?
- Under what soil conditions a farmer would treat the soil of his fields with quicklime or calcium carbonate?

3.6.3 . Self defense by animals and plants through chemical war fare?

Have you ever been stung by a honey-bee? Bee sting leaves an acid which causes pain and irritation. Use of a mild base like baking soda on the stung area gives relief.

SCERT, TELANGANA

కృత్యం 12

- బీకరులో కొద్దిగా సజల HCl ను తీసుకొని దానికి 2 లేదా 3 చుక్కలు మిథైల్ ఆరెంజ్ సూచికను కలపండి. ద్రావణం రంగును నమోదు చేయండి.
- ద్రావణానికి ఏదైనా ఏంటాసిడ్ మాత్రను పౌడర్ చేసి కలపండి. మరల ద్రావణం రంగులోని మార్పును నమోదు చేయండి.

- రంగులోని మార్పుకు కారణం ఏమిటి ?
- ఈ చర్యకు మీరు రసాయన సమీకరణాన్ని రాయగలరా?

4. మీ పెరడులోని మట్టి యొక్క pH ఎంత ?

మొక్కలు ఆరోగ్య వంతంగా పెరగడానికి నిర్దిష్ట పరిమితిలో pH ను కలిగియున్న మట్టి అవసరం. మొక్కల పెరుగుదలకు అవసరమైన pH ను తెలుసుకోవడానికి, వేరు వేరు ప్రాంతాల నుండి మట్టి నమూనాలను సేకరించి, కింది కృత్యంలో సూచించినట్లు వాటి pH విలువలను నిర్ణయించండి.

మీరు మట్టి నమూనాలను సేకరించిన చోట ఏరకమైన మొక్కలు పెరుగుతున్నాయో కూడా నమోదు చేయండి.

కృత్యం 13

కొద్ది పరిమాణంలో మట్టిని ఒక పరీక్షనాళికలోనికి తీసుకొని దానికి 5.మీ.లీ. నీటిని కలపండి. పరిక్షనాళిక మూతిని మూసి నాళికను కుదపండి. ద్రావణాన్ని వడపోయండి. అవక్షేపాన్ని (Filtrate) మరొక పరీక్ష నాళికలోకి తీసుకోండి.

సార్వత్రిక సూచిక లేదా pH పేపర్ సహాయంతో అవక్షేపం (Filtrate) యొక్క pH ను పరీక్షించండి.

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- మీ ప్రాంతంలో మొక్కల పెరుగుదల కోసం ఉపయోగించే మట్టి pH విలువను గూర్చి నీవేమి నిర్ధారిస్తావు?
- రైతులు వ్యవసాయ క్షేత్రంలో ఏ విధమైన మట్టి ఉన్నపుడు దానికి సున్నపు పొడిని లేదా కాల్షియం కార్బొనేట్‌ను కలుపుతారు?

3.6.3 స్వీయరక్షణ కోసం మొక్కలు, కీటకాలు, జంతువులు రసాయనాలను ఉపయోగించుకుంటాయా ?

నిన్ను ఎప్పుడైనా తేనెటీగ కుట్టిందా ? తేనెటీగ కుట్టినప్పుడు దాని కొండి ద్వారా ఆమ్లాన్ని మనశరీరంలోకి పంపుట వలన మనకు తీవ్రమైన నొప్పి, దురద కలుగుతాయి. బేకింగ్ సోడా వంటి బలహీనమైన క్షారాన్ని తేనెటీగ కుట్టిన ప్రదేశంలో రుద్దితే నొప్పి తీవ్రత తగ్గుతుంది.

SCERT, TELANGANA

Stinging hair of leaves of nettle plant, inject methanoic acid (formic acid) causing burning pain. A traditional remedy is rubbing the area with the base natured leaf of the dock plant, which often grows besides the nettle in the wild.

3.7 Salts

In the previous sections you have studied the formation of salts by the neutralization reaction of base with an acid. Let us understand more about the preparation, properties and uses of salts.

3.7.1 Family of salts

Activity 14

- Write the formulae of the following salts.
- Potassium sulphate, sodium sulphate, calcium sulphate, magnesium sulphate, copper sulphate, sodium chloride, sodium nitrate, sodium corbonate and ammonium chloride.
- Identify the acids and bases from which the above salts are obtained.
- Salts having the same positive or negative radicals belong to a family. For example, $NaCl$ and Na_2SO_4 belong to the family of sodium salts. Similarly, $NaCl$, and KCl belong to the family of chloride salts.

- How many families can you identify among the salts given above?

3.7.2 pH of Salts

Activity 15

- Collect the salt samples like, sodium chloride, aluminum chloride, copper sulphate, sodium acetate, ammonium chloride, sodium hydrogen carbonate and sodium carbonate.
- Dissolve them in distilled water. Check the action of these solutions with litmus papers.
- Find the pH using pH paper (universal indicator).

SCERT, TELANGANA

కీటకం కొండి నుండి మిథనోయిక్ ఆమ్లం (ఫార్మిక్ ఆమ్లం) విడుదలై చర్మం కిందకు చేరుతుంది. దాని ప్రభావం వలన తీవ్రమైన మంట, దురద కలుగుతాయి. ఆకులపై ముండ్లు ఉండే దూలగొండి మొక్క (Nettle plant) మనకు గుచ్చుకున్నపుడు అది మిథనోయిక్ ఆమ్లాన్ని శరీరంలోనికి ప్రవేశపెడుతుంది. దానివలన తీవ్రమైన మంట కలుగుతుంది. సాధారణంగా ఇలాంటి సందర్భాలలో క్షారస్వభావం గల దుష్టిపాకు (dock plant) ఆకులతో రుద్దితే ఉపశమనం కలుగుతుంది.

3.7 లవణాలు

ఆమ్ల, క్షార తటస్థీకరణ చర్యవలన లవణాలు ఏర్పడతాయని మీరు నేర్చుకున్నారు. లవణాల తయారీ, వాటి ధర్మాలు, ఉపయోగాల గురించి అవగాహన చేసుకుందాం.

3.7.1 లవణాల కుటుంబం (Family of salts)

కృత్యం 14

- కింది లవణాల సాంకేతికాలను రాయండి.
- పొటాషియం సల్ఫేట్, సోడియం సల్ఫేట్, కాల్షియం సల్ఫేట్, మెగ్నీషియం సల్ఫేట్, కాపర్ సల్ఫేట్, సోడియం క్లోరైడ్, సోడియం నైట్రేట్, సోడియం కార్బోనేట్ మరియు అమ్మోనియం క్లోరైడ్.
- పై లవణాలు ఏఏ ఆమ్ల, క్షార జంటల మధ్య చర్య వలన ఏర్పడతాయో గుర్తించండి.
- ఒకే విధమైన ధన అయాన్లను లేదా ఋణావేశ రాడికల్స్‌ను కలిగియున్న లవణాలను ఒకే కుటుంబానికి చెందినవిగా పరిగణిస్తాం. ఉదా: $NaCl$, Na_2SO_4 లను సోడియం లవణాల కుటుంబానికి చెందినవిగా పరిగణిస్తాం.

  అదే విధంగా $NaCl$, KCl లను క్లోరైడ్ లవణాల కుటుంబానికి చెందినవిగా పరిగణిస్తాం.

- పైన ఇవ్వబడిన లవణాల నుండి మీరు ఎన్ని లవణ కుటుంబాలను గుర్తించగలరు?

3.7.2 లవణాల pH విలువ

కృత్యం 15

- సోడియం క్లోరైడ్, అల్యూమినియం క్లోరైడ్, కాపర్ సల్ఫేట్, సోడియం ఎసిటేట్, అమ్మోనియం క్లోరైడ్, సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్ మరియు సోడియం కార్బోనేట్ లవణాలను సేకరించి పెట్టుకోండి.
- వాటిని విడివిడిగా స్వేదన జలంలో కరిగించి ఏర్పడిన ద్రావణం యొక్క స్వభావాన్ని లిట్మస్ కాగితాల సహాయంతో కనుక్కొని నమోదు చేయండి.
- pH కాగితం లేదా సార్వత్రిక సూచికను ఉపయోగించి వాటి pH విలువలు కూడా నమోదు చేయండి.

SCERT TELANGANA

- Classify them into acidic, basic and neutral salts based on pH. Record your observations in Table-3 given below used to form the above salts.

Table - 3

Salt	pH	Acidic	Basic	Neutral

Salts of a strong acid and a strong base are neutral and the pH value is 7. The salts of a strong acid and weak base are acidic and the pH value is less than 7. The salts of a strong base and weak acid are basic in nature and the pH value is more than 7.

- What do you say about salts of both weak acid and weak base?

In such cases the pH depends on the relative strengths of acid and base.

3.7.3 Chemicals from common salt

Salts are the ionic compounds which are produced by the neutralization of acid with base. Salts are electrically neutral. There are number of salts but sodium chloride is the most common among them. Sodium chloride is also known as table salt or common salt. Sodium chloride is used to enhance the taste of food.

Sea water contains many salts dissolved in it. Sodium chloride is the predominant component and it is separated from these salts. Deposits of solid salt are also found in several parts of the world. These deposits of large crystals are often brown due to impurities. This is called rock salt. Beds of rock salt were formed when seas of bygone ages dried up. Rock salt is mined like coal.

SCERT, TELANGANA

- pH విలువల ఆధారంగా వాటిని ఆమ్ల, క్షార మరియు తటస్థ లవణాలుగా వర్గీకరించి పట్టిక-3లో రాయండి.
- ఆయా లవణాలు ఏర్పడడానికి ఉపయోగించిన ఆమ్ల, క్షార జంటలను గుర్తించండి.

పట్టిక-3

లవణం	pH	ఆమ్లస్వభావం	క్షారస్వభావం	తటస్థం

బలమైన ఆమ్లం, బలమైన క్షారాల మధ్య చర్యవలన ఏర్పడిన లవణాలు తటస్థ స్వభావం కలిగి ఉంటాయి. వాటి pH విలువ 7 కు సమానం. బలమైన ఆమ్లం, బలహీనమైన క్షారాల నుండి పొందే లవణాలు ఆమ్ల స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వాటి pH విలువ 7 కంటే తక్కువ. బలమైన క్షారం, బలహీనమైన ఆమ్లాల నుండి పొందే లవణాలు క్షార స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వీటి pH విలువ 7 కంటే ఎక్కువ.

- ఆమ్లాలు, క్షారాలు రెండు కూడా బలహీనమైనవి అయినప్పుడు వాటి లవణాల స్వభావం ఎలా ఉంటుంది?

  అలాంటి సందర్భాల్లో, pH విలువ ఆమ్ల, క్షార సాపేక్ష సామర్థ్యాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

3.7.3 సామాన్య లవణం నుండి ఏర్పడే రసాయనాలు

ఒక ఆమ్లం ఏదైన క్షారంతో తటస్థీకరణ చర్య జరిపినప్పుడు ఏర్పడే అయానిక సమ్మేళనాన్ని లవణం అంటాం. లవణాలు విద్యుత్ పరంగా తటస్థంగా ఉంటాయి. ఎన్నో రకాల లవణాలున్నప్పటికీ సోడియం క్లోరైడ్ వాటిలో అతి సామాన్యమైన లవణం. సోడియం క్లోరైడ్‌ను సామాన్య ఉప్పు లేదా ఉప్పు అంటాం. ఆహార పదార్థాల రుచిని పెంచడానికి సోడియం క్లోరైడ్‌ను ఉపయోగిస్తాం.

సముద్రపు నీటిలో అనేక లవణాలు కరిగి ఉంటాయి. వాటిలో సోడియం క్లోరైడ్ అధిక పరిమాణంలో ఉంటుంది, దీనిని మిగిలిన లవణాల నుంచి వేరు చేయడం ద్వారా పొందుతాం. ప్రపంచంలోని అనేక ప్రాంతాలలో ఘన సోడియం క్లోరైడ్ నిక్షేపాలు ఉన్నాయి. ఈ నిక్షేపాలలో ఉండే సోడియం క్లోరైడ్ స్ఫటికాలు మలినాలతో కలిసి ఉండడం వలన ముదురు గోధుమ (జేగురు) రంగులో ఉంటాయి. ఈ సోడియం క్లోరైడ్‌ను రాతి ఉప్పు (rock salt) అంటాం. గడిచిపోయిన కాలాలలో సముద్ర జలాలు ఎండిపోవుట వలన ఈ రాతి ఉప్పు మేటలు ఏర్పడ్డాయి. రాతి ఉప్పును, బొగ్గు వలే గనుల నుండి తవ్వి తీస్తారు.

SCERT, TELANGANA

3.7.4 Common salt – A raw material for chemicals

The common salt is an important raw material for various materials of daily use, such as sodium hydroxide, baking soda, washing soda, bleaching powder and many more.

Let us see how one substance is used for making all these different substances.

3.7.5 Sodium hydroxide from common salt

When electricity is passed through an aqueous solution of sodium chloride (called brine), it decomposes to form sodium hydroxide. The process is called the chloro-alkali process – because of the products formed chloro for chlorine and alkali for sodium hydroxide.

Do you know?

Salt – a symbol of freedom struggle: You know common salt as a substance which enhances the taste of food; it also has played a remarkable role in motivating the people towards freedom struggle. The tax levied by the British government on common food substance (salt), for both the poor and the rich, made them to become unite in the freedom struggle.

You must have heard about Mahatma Gandhi's Dandi March and about 'salt satyagraha' in the struggle for freedom of India.

SCERT, TELANGANA

3.7.4 రసాయనాలకు ముడిపదార్థంగా సాధారణ ఉప్పు

మనం నిత్య జీవితంలో ఉపయోగించే సోడియం హైడ్రాక్సైడ్, బేకింగ్ సోడా, బట్టల సోడా, బ్లీచింగ్ పౌడర్ వంటి ఎన్నో రకాల పదార్థల తయారీకి సాధారణ ఉప్పు ముడిపదార్థంగా ఉపయోగపడుతుంది.

ఇప్పుడు మనం ఈ పదార్థం (ఉప్పు) వివిధ రకాలైన పదార్థాల తయారీకి ఏ విధంగా ఉపయోగపడుతుందో తెలుసుకుందాం.

3.7.5 సాధారణ ఉప్పు నుండి సోడియం హైడ్రాక్సైడ్‌ను తయారు చేయడం

సోడియం క్లోరైడ్ జల ద్రావణం (బ్రైన్ ద్రావణం) గుండా విద్యుత్‌ను ప్రసరింపజేస్తే అది వియోగం చెంది సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ ఏర్పడుతుంది. ఈ ప్రక్రియను క్లోరో ఆల్కలీ ప్రక్రియ అంటాం. ఈ ప్రక్రియలో ఏర్పడే క్రియాజన్యాలు క్లోరిన్ (క్లోరో) మరియు సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ (ఆల్కలీ) కావడం చేత దీనిని ఆ పేరుతో పిలుస్తాం.

మీకు తెలుసా?

ఉప్పు స్వాతంత్ర్య పోరాటానికి ఒక సంకేతం

మనం తినే ఆహార పదార్థాలకు రుచిని కలిగించే పదార్థంగా సామాన్య ఉప్పు మీకు పరిచయం. కాని ఇది స్వాతంత్ర్య ఉద్యమానికి ప్రజలను ప్రేరేపించడంలో ఒక గొప్ప పాత్రను పోషించింది. సామాన్య ఉప్పుపై బ్రిటీష్ ప్రభుత్వం విధించిన పన్ను ధనికులు, పేదవారు అనే బేధం లేకుండా అందరినీ ఏకం చేసి స్వాతంత్ర్య పోరాటానికి కార్యోన్ముఖులను చేసింది.

మహాత్మా గాంధీ నిర్వహించిన "దండి సత్యాగ్రహ కవాతు" గురించి వినే ఉంటారు. ఇది ఉప్పు సత్యాగ్రహంగా పిలవబడుతూ స్వాతంత్ర్య సంగ్రామంలో ఒక ముఖ్య ఘట్టంగా నిలిచింది.

SCERT TELANGANA

$$2\,NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2\,NaOH_{(aq)} + Cl_{2\,(g)} + H_{2\,(g)}$$

Chlorine gas is given off at the anode and hydrogen gas at the cathode, sodium hydroxide solution is formed near the cathode the three products produced in this process are all useful Fig.-9 shows the different uses of these products

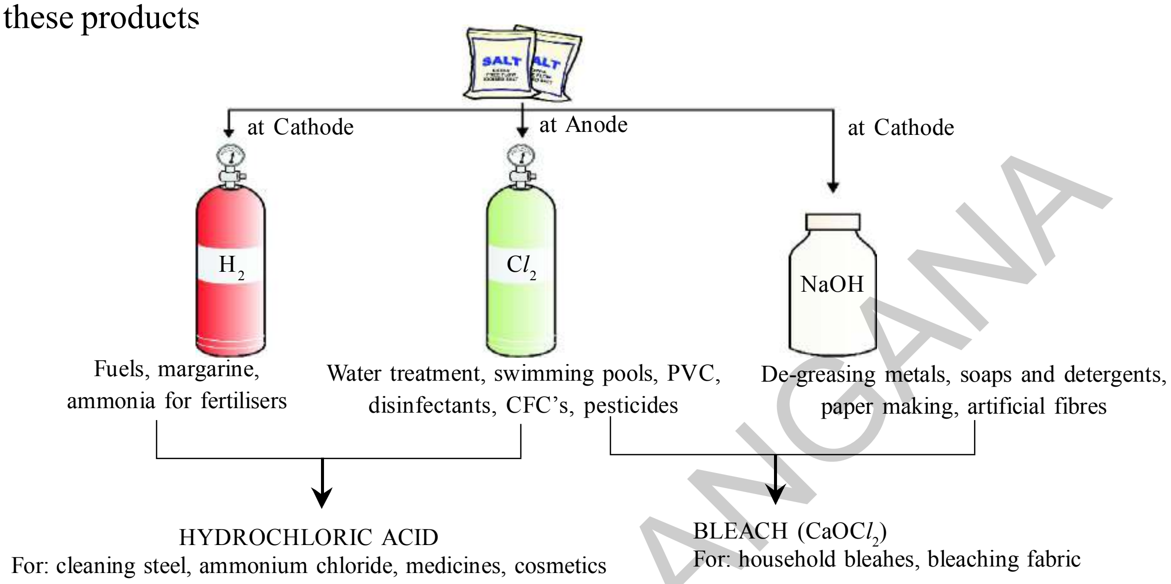


fig-9: Important product from chloro-alkali process

3.7.6 Bleaching Powder

You know that chlorine is produced during the electrolysis of aqueous sodium chloride (brine). This chlorine gas is used for the manufacture of bleaching powder. Bleaching powder is produced by the action of chlorine on dry slaked lime [$Ca(OH)_2$]. Bleaching powder is represented by formula $CaOCl_2$, though the actual composition is quite complex.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

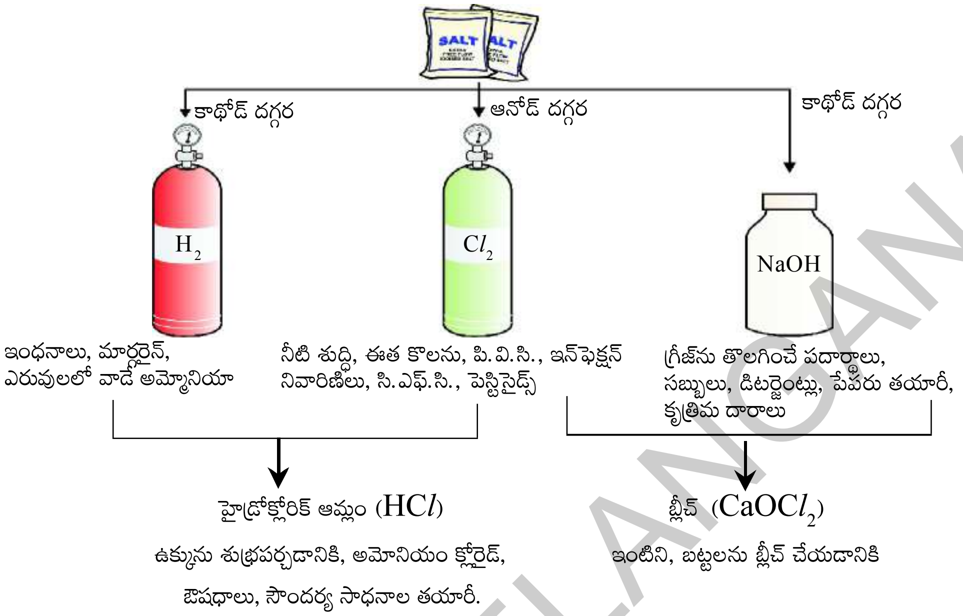
3.7.7 Uses of Bleaching Powder:

1. It is used for bleaching cotton and linen in the textile industry for bleaching wood pulp in paper industry and for bleaching washed clothes in laundry.
2. Used as an oxidizing agent in many chemical industries.
3. Used for disinfecting drinking water to make it free of germs.
4. Used as a reagent in the preparation of chloroform.

SCERT, TELANGANA

$$2\,NaCl_{(జ.ద్రా)} + 2H_2O_{(ద్ర)} \rightarrow 2\,NaOH_{(జ.ద్రా)} + Cl_{2\,(వా)} + H_{2\,(వా)}$$

క్లోరిన్ వాయువు ఆనోడ్ వద్ద, హైడ్రోజన్ వాయువు కాథోడ్ వద్ద విడుదలవుతాయి. కాథోడ్ వద్ద సోడియం హైడ్రాక్సైడ్ ద్రావణం ఏర్పడుతుంది. పటంలో చూపిన విధంగా ఈ చర్యలో వెలువడే ఉత్పన్నాలు అనేక రకాలుగా ఉపయోగపడుతున్నాయి.



పటం-9 క్లోరో - ఆల్కలీ ప్రక్రియలో ఏర్పడే ముఖ్య ఉత్పన్నాలు

3.7.6 విరంజన చూర్ణం (బ్లీచింగ్ పౌడర్)

సజల సోడియం క్లోరైడ్ ద్రావణాన్ని (బ్రైన్ ద్రావణం) విద్యుత్ విశ్లేషణ చేయడం వలన క్లోరిన్ వాయువు లభిస్తుందని మీరు తెలుసుకున్నారు. ఈ క్లోరిన్ వాయువు బ్లీచింగ్ పౌడర్ తయారీలో ఉపయోగించబడుతుంది. తేమలేని కాల్షియం హైడ్రాక్సైడ్ [(Slaked lime) $Ca(OH)_2$] పై క్లోరిన్ వాయువు చర్య వలన బ్లీచింగ్ పౌడర్ ఏర్పడుతుంది. దీనిని (కాల్షియం ఆక్సీక్లోరైడ్) $CaOCl_2$ అనే సాంకేతికంతో సూచిస్తారు. దీని యొక్క ఖచ్చితమైన సంఘటనం మిక్కిలి సంక్లిష్టమైనది.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

3.7.7 బ్లీచింగ్ పౌడర్ ఉపయోగాలు

1. వస్త్ర పరిశ్రమలలో కాటన్ మరియు నారలను విరంజనం చేయడానికి, కాగితం పరిశ్రమలో కలప గుజ్జును విరంజనం చేయడానికి, బట్టలను విరంజనం చేయడానికి దీనిని ఉపయోగిస్తారు.
2. రసాయన పరిశ్రమలలో దీనిని ఆక్సీకారిణిగా ఉపయోగిస్తారు.
3. తాగే నీటిలోని క్రిములను సంహరించడానికి క్రిమి సంహారిణిగా ఉపయోగిస్తారు.
4. క్లోరోఫాం తయారీలో కారకంగా (reagent) ఉపయోగిస్తారు.

SCERT TELANGANA

3.7.8 Baking soda

Baking soda is sometimes added for faster cooking. The chemical name of the compound is sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$). It is prepared as follows:

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

- Can you find the pH of sodium hydrogen carbonate as you have done in activity-14?
- Can you predict the reason for using $NaHCO_3$ to neutralize an acid?

  Baking soda is a mild non-corrosive base.

  The following reaction takes place when it is heated during cooking.

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{Heat}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Uses of sodium hydrogen carbonate

1 Baking powder mainly contains $NaHCO_3$ and its other components are $Ca(H_2PO_4)_2$ and starch. $NaHCO_3$ produces CO_2 which rises through bubling dough into cake or bread. This results cake and bread are smooth and spongy.

2 Sodium hydrogen carbonate is also an ingredient in antacids. Being alkaline, it neutralizes excess acid in the stomach and provides relief.

3 It is also used as soda-acid in fire extinguishers

4 It acts as mild antiseptic.

3.7.9 Washing soda (sodium carbonate)

Another chemical that can be obtained from sodium chloride is Na_2CO_3. 10 H_2O(washing soda).

You have seen above that sodium carbonate can be obtained by heating baking soda. Recrystallisation of sodium carbonate gives washing soda. It is also a basic salt.

SCERT, TELANGANA

3.7.8 బేకింగ్ సోడా లేదా వంట సోడా (సోడియం బై కార్బోనేట్)

కొన్ని సందర్భాలలో పదార్థాలను తొందరగా ఉడికించడానికి బేకింగ్ సోడాను ఉపయోగిస్తారు. దీని రసాయన నామం సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్ ($NaHCO_3$). దీనిని ఈ కింది విధంగా తయారు చేస్తారు.

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \rightarrow NH_4Cl + NaHCO_3$$

- కృత్యం 15లో మాదిరిగా సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్ యొక్క pH ను మీరు నిర్ణయించగలరా?
- ఒక ఆమ్లాన్ని తటస్థీకరించడానికి $NaHCO_3$ ఎందుకు ఉపయోగించామో కారణం చెప్పగలరా?

వంటసోడా ఒక క్షయం చెందని (non-corrosive) బలహీనమైన క్షారం.

ఆహారాన్ని ఉడికించేటప్పుడు ఆహారంతో పాటు దీనిని వేడి చేసినప్పుడు ఈ కింది రసాయనక చర్య జరుగుతుంది.

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{ఉష్ణం}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

ఇండ్లలో సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బొనేట్ అనేక రకాలుగా ఉపయోగపడుతుంది.

సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్ ఉపయోగాలు

1 బేకింగ్ పౌడర్ ప్రధాన అనుఘటకం $NaHCO_3$. దీనితో పాటు ఆమ్ల కాల్షియం డై హైడ్రోజన్ పాస్ఫేట్ $Ca(H_2PO_4)_2$ మరియు పిండి పదార్థాలు బేకింగ్ పౌడర్‌లో ఉంటాయి. సోడియం బైకార్బోనేట్ బ్రెడ్, కేక్ తయారీలో (బేకింగ్‌లో) CO_2 విడుదల చేయుటం ద్వారా పిండి పొంగటానికి మరియు మృదువుగా మారటానికి ఉపయోగపడుతుంది.

2 సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్‌ను ఏంటాసిడ్‌లలో ఒక ముఖ్య అనుఘటకంగా ఉపయోగిస్తాం. ఇది బలహీనమైన క్షారం కాబట్టి జీర్ణాశయంలో విడుదలైన ఆమ్లాన్ని తటస్థీకరించి ఉపశమనం కలగచేస్తుంది.

3 అగ్నిమాపక యంత్రాలలో దీనిని సోడా ఆమ్లంగా ఉపయోగిస్తాం.

4 బలహీనమైన ఏంటిసెప్టిక్ (గాయాన్ని కుళ్ళి పోకుండా చేసేది) గా కూడా ఇది ఉపయోగపడుతుంది.

3.7.9 వాషింగ్ సోడా (సోడియం కార్బోనేట్)

సోడియం క్లోరైడ్ (సాధారణ ఉప్పు) నుండి తయారు చేయగల మరొక రసాయనం వాషింగ్‌సోడా లేదా బట్టల సోడా. ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)

బేకింగ్ సోడాను వేడి చేస్తే సోడియం కార్బోనేట్ ఏర్పడటం మీరు గమనించారు. సోడియం కార్బోనేట్‌ను పున: స్ఫటికీకరణం (Recrystallisation) చేస్తే వాషింగ్ సోడా లభిస్తుంది. ఇది కూడా ఒక క్షార స్వభావం గల లవణమే.

SCERT, TELANGANA

$$Na_2CO_3 + 10\,H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$$

Sodium carbonate and sodium hydrogen carbonate are useful chemicals for many industrial processes.

Uses of Washing soda

1 Sodium carbonate (washing soda) is used in glass, soap and paper industries.
2 It is used in the manufacture of sodium compounds such as borax.
3 Sodium carbonate can be used as a cleaning agent for domestic purposes.
4 It is used for removing permanent hardness of water.

What does 10 H_2O signify from the above equation?

Does it make Na_2CO_3 wet?

Are the crystals of salts really dry?

Let us find

3.8 Removing water of crystallisation

Activity 16

- Take a few crystals of copper sulphate in a dry test tube and heat the test tube.

- What change did you notice in the colour of the copper sulphate after heating?
- Did you notice water droplets on sides of the test tube? Where did they come from?

Add 2-3 drops of water on the sample of copper sulphate obtained after heating.

- What do you observe? Is the blue colour of copper sulphate restored?

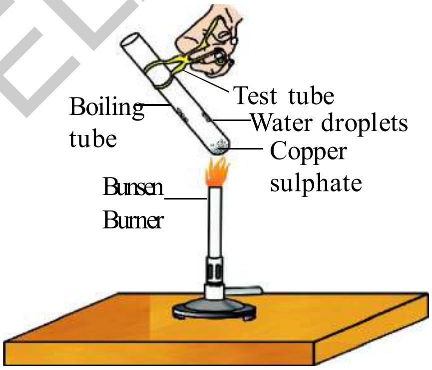


fig-10: Removing water of crystallisation

In the above activity copper sulphate crystals which seem to be dry contain the water of crystallization, when these crystals are heated, water present in crystals is evaporated and the salt turns white.

When the crystals are moistened with water, the blue colour reappears.

Water of crystallization is the fixed number of water molecules present in one formula unit of a salt. Five water molecules are present in one formula unit of copper sulphate. Chemical formula for hydrated copper sulphate is $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$.

SCERT, TELANGANA

$$Na_2CO_3 + 10H_2O \rightarrow Na_2CO_3 \cdot 10\,H_2O$$

సోడియం కార్బోనేట్, సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్‌లు అనేక పారిశ్రామిక ప్రక్రియలలో ఉపయోగ పడే ముఖ్యమైన రసాయనాలుగా ఉపయోగపడతాయి.

వాషింగ్ సోడా ఉపయోగాలు.

1 గాజు, సబ్బులు, కాగితం పరిశ్రమలలో సోడియం కార్బోనేట్ (వాషింగ్ సోడా) ఉపయోగిస్తారు.

2 బొరాక్స్ (borax) వంటి సోడియం సమ్మేళనాల తయారీకి దీనిని ఉపయోగిస్తారు.

3 గృహావసరాలలో, సొడియం కార్బోనేట్‌ను వస్తువులను శుభ్రపరచడానికి ఉపయోగిస్తారు.

4 నీటి యొక్క శాశ్వత కాఠిన్యతను తొలగించడానికి కూడా దీనిని ఉపయోగిస్తారు.

పై సమీకరణంలోని లవణం సంకేతంలో $10H_2O$ దేనిని సూచిస్తుంది ?

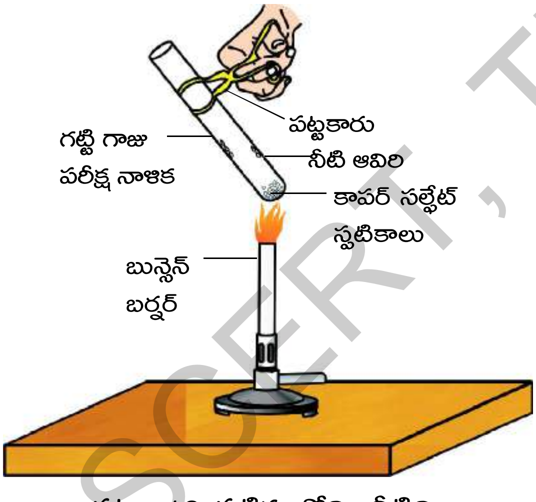
$10H_2O$ అనేది Na_2CO_3 ని తడిగా మారుస్తుందా ?

లవణ స్పటికాలు నిజంగా పొడిగా ఉంటాయా?

3.8 స్పటికీకరణం- నీటిని తొలగించడం

కృత్యం 16

– కొన్ని కాపర్ సల్ఫేట్ స్పటికాలను ఒక పొడి పరీక్ష నాళికలోకి తీసుకొని వేడి చేయండి.



పటం-10: స్పటికంలోని నీటిని తొలగించడం

- వేడి చేసిన పిదప కాపర్ సల్ఫేట్ స్పటికాల రంగులో ఏం మార్పును గమనించారు ?
- పరీక్ష నాళిక లోపల గోడలపై నీటి బిందువులు ఏర్పడటం గుర్తించారా? ఆ నీటి బిందువులు ఎక్కడి నుండి వచ్చాయి?

వేడి చేసిన తరువాత లభించిన కాపర్ సల్ఫేట్ కు 2-3 చుక్కలు నీటిని కలపండి.

- మీరేమి గమనించారు ? కాపర్ సల్ఫేట్ యొక్క రంగు తిరిగి పూర్వస్థితిలోని నీలి రంగుకు మారిందా?

పొడిగా కనిపించే కాపర్ సల్ఫేట్ స్పటికాలు స్పటిక జలాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వేడి చేసినప్పుడు ఈ స్పటిక జలం ఆవిరగుట వలన అది తెల్లగా మారుతుంది.

తెల్లని లవణానికి నీటిని కలిపినప్పుడు మరల నీలి రంగు స్పటికాలు ఏర్పడి ఆర్ద్రలవణం (hydrated salt) గా మారింది.

ఒక లవణం యొక్క ఫార్ములా యూనిట్‌లో నిర్దిష్ట సంఖ్యలో ఉండే నీటి అణువులను స్పటిక జలం అంటాం. కాపర్ సల్ఫేట్ ఫార్ములా యూనిట్ ఐదు నీటి అణువులను కలిగి ఉంటుంది. ఆర్ద్ర కాపర్ సల్ఫేట్ రసాయన ఫార్ములా $CuSO_4 \cdot 5\,H_2O$.

SCERT, TELANGANA

- Now you would be able to answer the question whether the molecule of $Na_2\,CO_3 \cdot 10\,H_2O$ is wet or not.

Another salt which possesses water of crystallisation is gypsum. It has two water molecules in its crystals and the formula is $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Let us see the use of this salt.

3.8.1 Plaster of paris ($CaSO_4 \cdot ½\,H_2O$)

On careful heating of gypsum ($CaSO_4$ 2 H_2O) at 373 K it loses water molecules partially to become calcium sulphate hemihydrate ($CaSO_4 \cdot ½\,H_2O$). This is called *plaster of paris*, the substance which doctors use as plaster for supporting fractured bones in the right position. Plaster of paris is a white powder and on mixing with water, it sets into hard solid mass due to the formation of gypsum.

$$\underset{\text{(Plaster of Paris)}}{CaSO_4 \cdot ½\,H_2O} + 1½\,H_2O \rightarrow \underset{\text{(Gypsum)}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

Note: You might have noticed that only half a water molecule is shown to be attached as water of crystallisation.

- How can you get half a water molecule?

It is written in this form because two formula units of $CaSO_4$ share one molecule of water.

Plaster of paris is used for making toys, materials for decoration and for making surfaces smooth.

Key words

Indicator, Acid, Base, Red litmus, Blue litmus, Phenolphthalein, Methyl orange, Salts, Neutralization, Guard tube, Hydronium ion, Alkali, Strong acid, Strong base, Universal indicator, pH scale, Antacids, tooth decay, Family of Salts, Common salt, Bleaching powder, Baking soda, Washing soda,Hydrated salt, Water of crystallization, Plaster of Paris.

SCERT, TELANGANA

- ఇప్పుడు మీరు వాషింగ్ సోడా ఫార్ములా ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) ఆధారంగా అది తడిగా లేక పొడిగా ఉన్నదా చెప్పగలరా?

  స్ఫటికజలాన్ని కలిగి ఉండే మరొక ఆర్ద్ర లవణం జిప్సం ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ఈ లవణం ఉపయోగాన్ని మనం ఇప్పుడు పరిశీలిద్దాం.

3.8.1 ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ (Plaster of Paris) ($CaSO_4$ ½ H_2O)

జిప్సం ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) ను 373 K ఉష్ణోగ్రతకు నెమ్మదిగాను అతి జాగ్రత్తగాను వేడి చేస్తే, పాక్షికంగా నీటి అణువులను కోల్పోయి కాల్షియం సల్ఫేట్ హెమిహైడ్రేట్ ($CaSO_4 \cdot 1/2\ H_2O$)గా మారుతుంది. దీనిని ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ అంటాం. మన శరీరంలో విరిగిన ఎముకలను తిరిగి సక్రమంగా అతికించడానికి వేసే కట్టులో డాక్టర్లు దీనిని ఉపయోగిస్తారు. ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ తెల్లగా ఉండే ఒక చూర్ణ పదార్థం. దీనిని నీటితో కలిపినప్పుడు జిప్సం ఏర్పడటం వలన అది ఒక దృఢమైన ఘన పదార్థంగా మారుతుంది.

$$\underset{\text{ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్}}{CaSO_4 \cdot \tfrac{1}{2} H_2O} + 1\tfrac{1}{2} H_2O \rightarrow \underset{\text{జిప్సం}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

గమనిక : పై సమీకరణంలో సగం నీటి అణువును మాత్రమే స్ఫటికజలంగా చూపించడాన్ని మీరు గమనించి ఉంటారు.

- సగం నీటి అణువును మీరు ఎలా పొందగలరు ?

రెండు ఫార్ములా యూనిట్ల $CaSO_4$లు ఒక నీటి అణువును పంచుకుంటాయి అని పై సమీకరణం తెలియచేస్తుంది.

ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్‌ను బొమ్మల తయారీలోను, అలంకరణకు ఉపయోగించే పదార్థాల తయారీకి, గోడలు మరియు ఇతర కట్టడాల ఉపరితలాలను నునుపు చేయడం మొదలైన అవసరాలకు ఉపయోగిస్తారు.

కీలక పదాలు

సూచికలు, ఆమ్లం, క్షారం, ఎర్ర లిట్మస్, నీలి లిట్మస్, ఫినాప్తలీన్, మిథైల్ ఆరెంజ్, లవణం, తటస్థీకరణం, నిర్జలీకరణ గోట్టం హైడ్రోనియం అయాన్, ఆల్కలీ, బలమైన ఆమ్లం, బలమైనక్షారం, సార్వత్రిక సూచిక, pH స్కేలు, ఏంటాసిడ్, దంతక్షయం, లవణాల కుటుంబం, సామాన్యలవణం విరంజన చూర్ణం, బేకింగ్ సోడా, వాషింగ్ సోడా, ఆర్ద్రలవణం, స్ఫటిక జలం, ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- Acid – base indicators are dyes or mixtures of dyes which are used to detect the presence of acids and bases.
- Acidic nature of a substance is due to the formation of H^+ (aq) ions in solution. Formation of OH^- (aq) ions in solution is responsible for the basic nature of a substance.
- When a base reacts with a metal with the evolution of hydrogen gas, a salt is formed.
- When an acid reacts with a metal carbonate or metal hydrogen carbonate gives the corresponding salt, carbon dioxide gas and water.
- Acidic and basic solutions in water conduct electricity because they produce hydrogen ions and hydroxide ions respectively.
- The strength of an acid or an alkali can be tested by using a scale called the pH scale (0-14) which gives the measure of hydrogen ion concentration in a solution.
- A neutral solution has a pH of 7, while an acidic solution has a pH less than 7 and a basic solution has a pH more than 7.
- Living beings carry out their metabolic activities within an optimal pH range.
- Mixing concentrated acids or bases with water is a highly exothermic process.
- Acids and bases neutralize each other to form corresponding salts and water.
- Water of crystallization is the fixed number of water molecules chemically attached to each formula unit of a salt in its crystalline form.
- Salts have various uses in everyday life and in industries.

Improve your learning

T8W8A9

I. Reflections on concepts

1. An acid or a base is mixed with water. Is this process exothermic or endothermic one? (AS_1)
2. Distilled water does not conduct electricity. Why? (AS_1)
3. Draw a neat diagram for showing acid solution in water conducting electricity. (AS_5)
4. Why the flow of acid rain into a river make the survival of aquatic life in a river difficult? (AS_7)
5. How does baking powder make the cake soft and spongy? (AS_7)

II. Application of concepts

1. Five solutions A, B, C, D and E when tested with universal indicator showed pH as 4, 1, 11, 7 and 9, respectively, classify the solutions as given below.(AS_1)

   (a) neutral (b) strongly alkaline (c) strongly acidic

   (d) weakly acidic (e) weakly alkaline

SCERT TELANGANA

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- ఆమ్ల-క్షార సూచికలు అద్దకం (dye) లేదా అద్దకం యొక్క మిశ్రమం. వీటిని ఆమ్ల-క్షార ద్రావణాలను గుర్తించడానికి వాడతాం.
- ఒక ద్రావణంలో H^+ అయాన్ ఉండడం వలన ఆ ద్రావణానికి ఆమ్ల ధర్మం వస్తుంది. అదే విధంగా OH^- అయాన్ ఉండటం వలన ఆ ద్రావణానికి క్షార ధర్మం ఏర్పడుతుంది.
- ఒక క్షారం, లోహం చర్య పొందినపుడు హైడ్రోజన్ వాయువు మరియు ఆ లోహం యొక్క లవణం ఏర్పడతాయి.
- ఒక ఆమ్లం, ఒక లోహ కార్బోనేట్‌తో లేదా బై కార్బోనేట్‌తో చర్య జరిపినప్పుడు వాటి లవణాలు, కార్బన్‌డైఆక్సైడ్, నీరు ఏర్పడతాయి.
- ఆమ్ల, క్షార ద్రావణాలు విద్యుద్వాహకాలుగా పని చేయుటకు కారణం వాటిలో H^+, OH^-లను కల్గి ఉండటమే.
- pH స్కేలు (0-14) ద్వారా ఆమ్ల-క్షార ద్రావణాల యొక్క బలాన్ని గుర్తించవచ్చు. ఈ pH స్కేలు ఆ ద్రావణంలో హైడ్రోజన్ అయాన్‌ల గాఢతను తెలియజేస్తుంది.
- తటస్థ ద్రావణాల యొక్క pH విలువ 7 గాను ఆమ్ల ద్రావణాల యొక్క pH విలువ 7 కంటే తక్కువగాను, క్షార ద్రావణాల యొక్క pH విలువ 7 కంటే ఎక్కువగాను, ఉంటుంది.
- జీవరాశుల యొక్క జీవన ప్రక్రియలు నిర్ధిష్ట pH పరిమితికి లోబడి జరుగుతాయి.
- బలమైన ఆమ్ల, క్షారాలు ఒకదానితో ఒకటి చర్యనొందినప్పుడు అధికంగా ఉష్ణశక్తి విడుదల అవుతుంది. ఈ చర్యను ఉష్ణ మోచక చర్య అంటాం.
- ఆమ్ల, క్షారాలు ఒక దానితో ఒకటి చర్యనొందితే వాటి లవణాలు, నీరు ఏర్పడతాయి.
- స్ఫటికజలం కలిగిన కొన్ని లవణాలు వాటిలో ఖచ్చితమైన సంఖ్యలో నీటి అణువులను కలిగి ఉంటాయి.
- కొన్ని లవణాలను నిత్య జీవితంలో, పరిశ్రమలలో ఉపయోగిస్తారు.

SCERT TELANGANA

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

G1B9J7

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. ఆమ్లము / క్షారము ను నీటికి కలిపారు. ఇది ఉష్ణమోచక చర్యా లేక ఉష్ణగ్రాహక చర్యా? (AS_1)
2. స్వేదనజలం విద్యుద్వాహకతను ప్రదర్శించదు. ఎందుకు? (AS_1)
3. నీటిలో కరిగిన ఆమ్లద్రావణం విద్యుత్‌వాహకతను కల్గి ఉంటుందని చూపే ప్రయోగ పటాన్ని గీయండి. (AS_5)
4. ఆమ్లవర్షపు నీరు చెరువు/నదులలోనికి వచ్చి చేరినప్పుడు జలచరాల ఉనికికి ప్రమాదం. ఎందుకు? (AS_7)
5. బేకింగ్ పౌడర్‌ను కేక్ తయారిలో వాడినప్పుడు మృదువుగా మరియు మెత్తగా ఎలా చేస్తుంది ? (AS_7)

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. A, B, C, D & E అనే ద్రావణాల pH విలువలు సార్వత్రిక సూచిక ద్వారా పరీక్షించినపుడు అవి వరుసగా 4,1,11,7 & 9గా గుర్తించబడినాయి. ఆ ద్రావణాలను క్రింద పేర్కొన్న విధంగా వర్గీకరించండి. (AS_1)

   ఎ) తటస్థ ద్రావణం　　బి) బలమైన క్షారం　　సి) బలమైన ఆమ్లం

   డి) బలహీన ఆమ్లం　　ఇ) బలహీన క్షారం

2. Why does tooth decay start when the pH of mouth is lower than 5.5? (AS_1)

3. A milkman adds a very small amount of baking soda to fresh milk. Write reasons for the following. (AS_2)

   a) Why does he shift the pH of the fresh milk from acidic nature to slightly alkaline?

   b) Why does this milk take a long time to set as curd?

4. Plaster of Paris should be stored in moisture – proof container. Explain why? (AS_1)

5. Magnesium ribbons of same size are taken in test tubes A and B. Hydrochloric acid is added to test tube A, while acetic acid is added to test tube B. The concentrations of both the acids are the same. In which test tube will the fizzing occur more vigorously ? why? (AS_3)

III. Higher Order Thinking Questions

1. Fresh milk has a pH of 6.6. Explain why the pH changes as it turns into curd? (AS_3)

2. How do you prepare an indicator using beetroot? Explain. (AS_5)

Multiple choice questions

1. The colour of methyl orange indicator in acidic medium is [ ]

   A) Yellow B) green C) orange D) red

2. The colour of phenolphthalein indicator in basic solution is [ ]

   A) yellow B) green C) pink D) orange

3. Colour of methyl orange in alkali conditions? [ ]

   A) orange B) yellow C) red D) blue

4. A solution turns red litmus blue, its pH is likely to be [ ]

   A) 1 B) 4 C) 5 D) 10

5. A solution reacts with crushed egg-shells to give a gas that turns lime-water milky. The solution is of [ ]

   A) $NaCl$ B) HCl C) $LiCl$ D) KCl

6. If a base dissolves in water by what name is it better known? [ ]

   A) neutral B) base C) acid D) alkali

SCERT, TELANGANA

2. నోటిలో pH విలువ 5.5 కంటే తక్కువగా ఉన్నప్పుడు దంతక్షయం ఎందుకు ప్రారంభం అవుతుంది?(AS_1)
3. పాలవ్యాపారి కొద్దిగా తినే సోడాను పాలకు కలిపినాడు.

   ఈ క్రింది వాటికి కారణాలు వ్రాయండి. (AS_2)

   ఎ) ఎందుకు ఆ పాలయొక్క pH విలువను ఆమ్లత్వం నుండి క్షారత్వానికి మార్చాడు?

   బి) ఈ పాలు పెరుగుగా మారుటకు ఎక్కువ సమయం ఎందుకు పట్టింది?
4. ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్‌ను తడిలేని, గాలి సోకని పాత్రలలో నిల్వ చేస్తారు. ఎందుకు? (AS_1)
5. సమాన పరిమాణాలున్న మెగ్నీషియం ముక్కలను A,B పరీక్ష నాళికలలో తీసుకొని సమాన గాఢత కలిగిన హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, ఎసిటిక్ ఆమ్లాలను విడివిడిగా కలిపినప్పుడు ఏ ద్రావణం నందు చర్య వేగంగా జరుగుతుంది? ఎందుకు? (AS_3)

III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. అప్పుడే పిండిన పాలయొక్క pH విలువ 6.6 కాని దీనిని పెరుగుగా మార్చినప్పుడు pH ఎందుకు మారుతుంది. వివరించుము.(AS_3)
2. బీట్‌రూట్‌ను ఉపయోగించి మీ స్వంత సూచికను ఏలా తయారు చేస్తారు? వివరించండి (AS_3)

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. ఆమ్ల ద్రావణాలలో మిథైల్ ఆరంజ్ సూచిక యొక్క రంగు. [ ]0

   ఎ) పసుపు బి) ఆకుపచ్చ సి) ఆరంజ్ డి) ఎరుపు
2. క్షార ద్రావణాలలో ఫినాప్తలీన్ సూచిక యొక్క రంగు. [ ]

   ఎ) పసుపు బి) ఆకుపచ్చ సి) పింక్ డి) ఆరంజ్
3. క్షార స్థితి (alkali condition)లో మిథైల్ ఆరంజ్ సూచిక రంగు. [ ]

   ఎ) ఆరంజ్ బి) పసుపు సి) ఎరుపు డి) నీలిరంగు
4. ఒక ద్రావణం ఎర్రలిట్మస్‌ను నీలిరంగులోకి మార్చింది. దాని pH విలువ .... కావచ్చు. [ ]

   ఎ) 1 బి) 4 సి) 5 డి) 10
5. ఒక ద్రావణం పగిలిన కోడి గుడ్డు పొట్టుతో చర్య జరిపినప్పుడు విడదలయ్యే వాయువు సున్నపు తేటను పాలవలె మార్చింది. ఆ ద్రావణం కింది వాటిలో దేనిని కలిగి ఉంటుంది? [ ]

   ఎ) $NaCl$ బి) HCl సి) $LiCl$ డి) KCl
6. నీటిలో కరిగే క్షారాలను ఇలా పిలుస్తారు [ ]

   ఎ) తటస్థ బి) క్షార సి) ఆమ్ల డి) క్షారయుత

SCERT, TELANGANA

7. Which of the following substances when mixed together will produce table salt? [ ]

A. Sodium thiosulphate and sulphur dioxide

B. Hydrochloric acid and sodium hydroxide

C. Chlorine and oxygen

D. Nitric acid and sodium hydrogen carbonate

8. What colour would hydrochloric acid (pH=1) turn universal indicator? [ ]

A) orange B) purple C) yellow D) red

9. Which one of the following types of medicines is used for treating indigestion? [ ]

A) antibiotic B) analgesic C) antacid D) antiseptic

10. What gas is produced when magnesium is made to react with hydrochloric acid? [ ]

A) hydrogen B) oxygen C) carbon dioxide D) chlorine

Suggested Experiments

1. Compounds such as alcohols and glucose contain hydrogen but are not categorized as acids. Describe an activity to prove it.
2. What is meant by "water of crystallization" of a substance? Describe an activity to show the water of crystallization.

Suggested Projects

1. How do you Select a good place to plant a tree in your school / at home. Test the soil and investigate and write a report on it.
2. Do all vegetables are acids?To find this investigate with p^H paper and tabulate the values and write a report on it.
3. Collect information about importance of the p^H value in daily life to human beings as well as plants.
4. Try to collect the information for calling calcium sulphate hemihydrates as Plaster of Paris.

SCERT, TELANGANA

7. ఈ క్రింది వానిలో ఏ పదార్థాలను కలిపినపుడు సాధారణ లవణాన్ని ఇస్తాయి? [ ]

ఎ) సోడియం థయోసల్ఫేట్, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడ్

బి) హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం, సోడియం హైడ్రాక్సైడ్

సి) క్లోరిన్, ఆక్సిజన్ వాయువు

డి) నత్రికామ్లం, సోడియం హైడ్రోజన్ కార్బోనేట్

8. హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లం సార్వత్రిక pH సూచికతో ఏర్పరచే రంగు (pH =1) [ ]

ఎ) ఆరంజ్ బి) ఊదా సి) పసుపు డి) ఎరుపు

9. ఈ క్రింది వానిలో ఏ మందును అజీర్ణానికి ఉపయోగిస్తారు. [ ]

ఎ) యాంటీబయోటిక్ బి) ఎనాలిజిస్టిక్ సి) యాంటాసిడ్ డి) యాంటిసెప్టిక్

10. మెగ్నీషియం లోహం, హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లాల మధ్యచర్య వలన ఏర్పడే వాయువు [ ]

ఎ) హైడ్రోజన్ బి) ఆక్సిజన్ c) కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ డి) క్లోరిన్

ప్రయోగాలు

1. అల్కహాల్ గ్లూకోజ్ వంటి సమ్మేళనాలు హైడ్రోజన్‌ను కలిగి ఉన్నప్పటికీ అవి ఆమ్లాలు కావు. దీనిని ఒక కృత్యం ద్వారా వివరించుము.
2. లవణము యొక్క స్ఫటిక జలం అంటే ఏమిటి? దీనిని ఒక కృత్యం ద్వారా వివరించుము.

ప్రాజెక్టులు

1. మీ పాఠశాలలోగాని, ఇంటివద్ద గాని, మొక్కలు పెంచుటకు అనువైన నేల (మృత్తిక) ఎలా ఎంచుకొంటావు? మృత్తికను పరీక్షించి ఒక నివేదిక తయారు చేయండి.
2. అన్ని కూరగాయలు ఆమ్లాలా? pH పేపర్ ఉపయోగించి కూరగాయల pH విలువలను కనుగొని పట్టికలో నమోదు చేసి ఒక నివేదిక రాయండి.
3. నిత్యజీవితంలో మనుషులు మరియు మొక్కలకు pH విలువ యొక్క ప్రాముఖ్యతను తెలుపు సమాచారాన్ని సేకరించి నివేదిక రాయండి.
4. కాల్షియం సల్ఫేట్ హెమి హైడ్రేట్ ను ప్లాస్టర్ ఆఫ్ పారిస్ అని ఎందుకు పిలుస్తామో తెలియజేసే సమాచారాన్ని సేకరించండి.

SCERT, TELANGANA

CHAPTER 4

Refraction of Light at Curved Surfaces

D8Y1M2

SCERT, TELANGANA

It is a common observation that some people use spectacles for reading. The watch repairer uses a small magnifying glass to see tiny parts of a watch.

- Have you ever touched a magnifying glass with your hand?
- Have you touched the glass in the spectacles used for reading with your hand?
- Is it a plane surface or curved surface?
- Is it thicker in the middle or at the edge?

We have learnt about refraction of light at a plane surface in the previous class. Now let us understand refraction of light at curved surfaces.

Let us do an activity to understand refraction of light at curved surfaces.

4.1 Refraction of light at a curved surface

Activity 1

Draw an arrow of length 4 cm using a black sketch pen on a thick sheet of paper. Take an empty cylindrical-shaped transparent vessel such as glass tumbler. Keep it on the table. Ask your friend to bring that sheet of paper on which arrow was drawn behind the vessel while you looking at it from the other side (The arrow mark should be in horizontal position).

- What do you see?

  You will see a diminished (small-sized) image of the arrow
- Why do you see a diminished image?

అధ్యాయం

4

వక్రతలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం

F7B3N5

సాధారణంగా కొంతమంది చదివేటప్పుడు కళ్ళజోడు ధరించడం మీరు చూసే ఉంటారు. అలాగే గడియారాలు బాగుచేసే వ్యక్తి గడియారంలోని చిన్నచిన్న భాగాలను చూడడానికి భూతద్దాన్ని ఉపయోగిస్తాడు.

- భూతద్దాన్ని మీ చేతితో ఎప్పుడైనా తాకి చూశారా?
- చదవడానికి వాడే కళ్ళజోడు అద్దాలను మీ చేతితో తాకి చూశారా?
- ఆ అద్దాలు సమతలంగా ఉన్నాయా? వక్రంగా ఉన్నాయా?
- ఆ అద్దాలు మధ్యభాగంలో మందంగా ఉన్నాయా? అంచుల వద్ద మందంగా ఉన్నాయా?

సమతలాల ద్వారా కాంతి వక్రీభవనం గురించి మనం కిందటి తరగతిలో నేర్చుకున్నాం. ఈ పాఠ్యాంశంలో వక్రతలాల ద్వారా కాంతి వక్రీభవనం గురించి తెలుసుకుందాం.

వక్రతలాల ద్వారా కాంతి వక్రీభవనాన్ని అవగాహన చేసుకోడానికి ఒక కృత్యాన్ని నిర్వహిద్దాం.

4.1 వక్రతలాల ద్వారా కాంతి వక్రీభవనం

కృత్యం 1

మందపాటి కాగితంముక్కపై 'నలుపు స్కెచ్‌పెన్'తో 4 సెం.మీ. పొడవుగల బాణం గుర్తును గీయండి. టేబుల్‌పై గాజు గ్లాసు వంటి ఒక స్థూపాకారపు పారదర్శక పాత్రనుంచండి. మీరు ఆ పాత్రగుండా చూస్తూ కాగితంపై గీసిన బాణం గుర్తును పాత్రకు అవతలవైపున ఉంచమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి. (కాగితంపై బాణం గుర్తు అడ్డంగా క్షితిజ సమాంతరంగా (horizontal) ఉండాలి.)

- ఏం గమనించారు?

  బాణం గుర్తు కంటే తక్కువ పరిమాణం గల ప్రతిబింబాన్ని మీరు గుర్తిస్తారు.

- ప్రతిబింబ పరిమాణం ఎందుకు తగ్గింది?

SCERT, TELANGANA

- Is the image real or virtual?
- Can you draw a ray diagram showing how it is formed?

Ask your friend to fill the vessel with water. Look at the mark of arrow from the same position as before.

- What do you see now?
- Do you get an inverted image?
- How could this happen?

In the first case, when the vessel is empty, light from the arrow mark refracts at the curved interface, travels through the glass and enters into air then it again undergoes refraction on the opposite curved surface of the vessel (at the other end from where we are looking) and comes out into the air. In this way light travels through two media and comes out of the vessel and forms a diminished image.

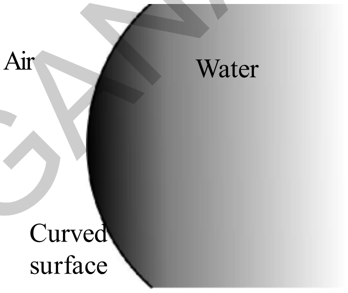


fig-1

In the second case, light enters through the curved surface, travels through water, comes out of the glass and forms an inverted image.

When the vessel is filled with water, there is a curved interface between two different media (air and water). Assume that the refractive indices of both water and glass are the same (infact they are not equal). This setup of air and water separated by a curved surface is shown in fig.- 1.

- What happens to a ray that is incident on a curved surface separating the two media?
- Are the laws of refraction still valid?

Let us find out.

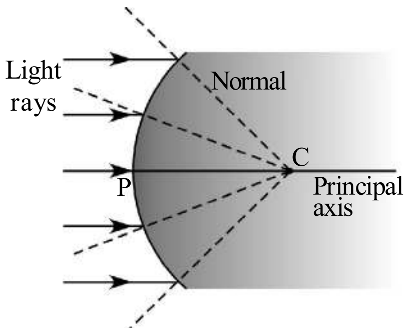


fig-2

Consider a curved surface separating two different media as shown in fig.- 2. The centre of the sphere, of which curved surface is a part, is called as the *centre of curvature*. It is denoted by letter 'C'.

Any line drawn from the centre of curvature to a point on the curved surface becomes normal to the curved surface at that point. The direction of the normal changes from one point to another point on the curved surface. The centre of the curved surface is called the *pole* (P) of the curved surface. The *line that joins the centre of curvature and the pole is called 'principal axis'*.

- How do rays bend when they are incident on a curved surface?

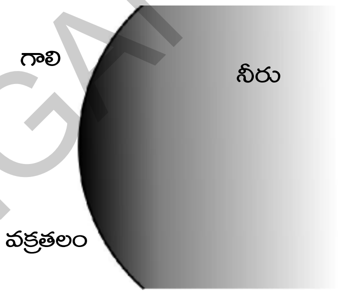
SCERT, TELANGANA

- ఇది నిజప్రతిబింబమా? మిథ్యాప్రతిబింబమా?
- ఈ ప్రతిబింబం ఏర్పడిన విధానాన్ని వివరించే కిరణ చిత్రం మీరు గీయగలరా?

గాజుపాత్రను నీటితో నింపమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి. మీరు అదే స్థానంలో నిలబడి మొదట చూసినట్లుగానే బాణం గుర్తును పరిశీలించండి.

- ఇప్పుడేం గమనించారు?
- ప్రతిబింబం వ్యతిరేక దిశలో ఏర్పడడం మీరు గమనించారా?
- ఇలా ఎందుకు జరిగింది?

మొదటి సందర్భంలో, పాత్ర ఖాళీగా ఉన్నప్పుడు బాణం గుర్తునుండి వచ్చే కాంతి వక్రతలం వద్ద వక్రీభవనం చెంది గాజు గుండా ప్రయాణించింది. తర్వాత గాజునుండి గాలిలోకి చేరి పాత్రయొక్క మరొక వక్రతలం వద్ద తిరిగి కాంతి వక్రీభవనం చెందుతుంది. తర్వాత గాజులో ప్రయాణించి మరలా బయట గాలిలోకి వస్తుంది. ఈ మార్గంలో కాంతి రెండు యానకాల గుండా ప్రయాణించి తక్కువ పరిమాణం గల ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.



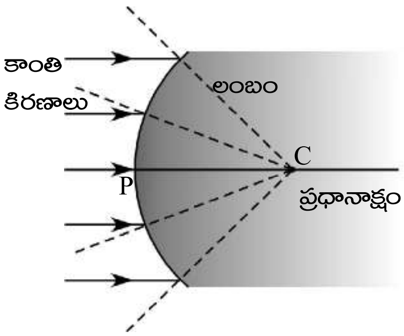
పటం-1

రెండవ సందర్భంలో కాంతి వక్రతలంలోకి ప్రవేశించి నీటిగుండా ప్రయాణించి, నీటినుండి బయటకు వచ్చాక వ్యతిరేక దిశలో ఉన్న ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది.

పాత్రను నీటితో నింపినప్పుడు గాలి, నీరు అనే రెండు యానకాల మధ్య ఒక వక్రతలం ఉంటుంది. ఇక్కడ గాజు, నీరు యొక్క వక్రీభవన గుణకాలు సమానమని భావిద్దాం. (నిజానికి అవి సమానం కావు). ఈ సందర్భంలో పటం –1లో చూపిన విధంగా గాలి, నీరు అనే రెండుయానకాలు ఒక వక్రతలంచే వేరుచేయబడినట్లు కనిపిస్తాయి.

- రెండు యానకాలను వేరుచేసే వక్రతలంపై కాంతికిరణం పతనమైతే ఏం జరుగుతుంది?
- వక్రీభవన సూత్రాలు ఇక్కడ కూడా పనిచేస్తాయా?

తెలుసుకుందాం!



పటం-2

పటం-2లో చూపిన విధంగా రెండు యానకాలను వేరు చేసే ఒక వక్రతలాన్ని పరిగణనలోకి తీసుకొందాం. ఈ వక్రతలం ఏ గోళానికి సంబంధించినదో ఆ గోళకేంద్రాన్ని వక్రతాకేంద్రం అంటాం. దీనిని Cతో సూచిస్తాం.

వక్రతాకేంద్రం నుండి వక్రతలంపై ఏదేని బిందువుకు గీసిన రేఖ ఆ బిందువు వద్ద వక్రతలానికి లంబం (normal) అవుతుంది. వక్రతలంపై వివిధ బిందువులకు లంబం దిశ మారుతుంది. వక్రతలం యొక్క కేంద్రాన్ని ధ్రువం (Pole) (P) అంటాం. వక్రతాకేంద్రాన్ని, ధృవాన్ని కలిపే రేఖను ప్రధానాక్షం అంటాం.

- వక్రతలంపై పతనమైన కాంతికిరణాలు ఎలా విచలనం పొందుతాయి?

SCERT TELANGANA

As in the case of plane surfaces, a ray will bend towards the normal if it travels from a rarer to denser medium and it bends away from the normal if it travels from a denser to a rarer medium .

Let us see how we can draw ray diagrams for certain useful cases.

- What happens to a ray that travels along the principal axis? Similarly, a ray that travels through the centre of curvature?

According to Snell's law the ray which travels along the normal drawn to the surface does not deviate from its path. Hence both rays mentioned above will travel along the normal (see fig.-3), so they do not deviate.

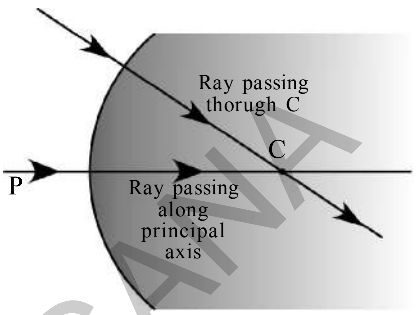


fig-3

- What happens to a ray travelling parallel to the principal axis?

Observe the following figures 4(*a*), 4(*b*), 4(*c*), and 4(*d*). In all the cases as represented by the diagrams, the incident ray is parallel to the principal axis.

Case1: A ray travelling parallel to the principal axis strikes a convex surface and passes from a rarer medium to denser medium. (see fig.-4(*a*))

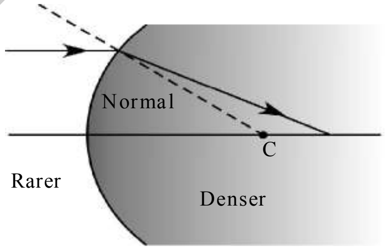


fig-4(a)

Case2: A ray travelling parallel to the principal axis strikes a convex surface and passes from a denser medium to rarer medium. (see fig.-4(*b*))

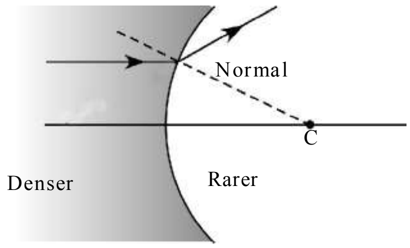


fig-4(b)

Case3: A ray travelling parallel to the principal axis strikes a concave surface and passes from a denser medium to rarer medium. (see fig-4(*c*))

Case4: A ray travelling parallel to the principal axis strikes a concave surface and passes from a rarer medium to denser medium. (see fig. 4(*d*))

- What difference do you notice in the refracted rays in figures 4(*a*) and 4(*b*)?

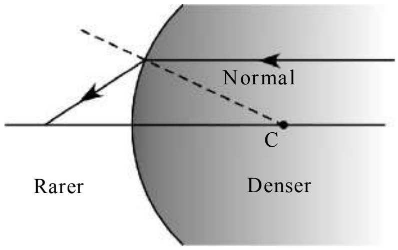


fig-4(c)

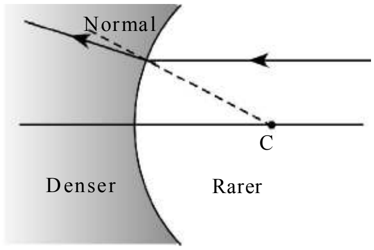


fig-4(d)

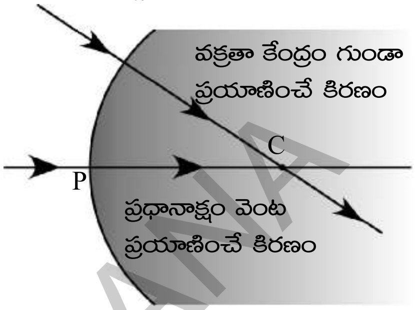
SCERT, TELANGANA

సమతల ఉపరితలంపై పతనమైన కాంతివలె వక్రతలంపై పతనమైన కాంతికూడా విరళయానకం నుండి సాంద్రతర యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు లంబానికి దగ్గరగా విచలనం పొందుతుంది. సాంద్రతర యానకం నుండి విరళయానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు లంబానికి దూరంగా విచలనం పొందుతుంది.

ఇటువంటి సందర్భాలకు సంబంధించిన కిరణచిత్రాలను ఎలా గీయాలో ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం.

- ప్రధానాక్షం వెంట ప్రయాణించే కిరణం ఏమవుతుంది? అలాగే వక్రతాకేంద్రం గుండా ప్రయాణించే కిరణం ఏమవుతుంది?

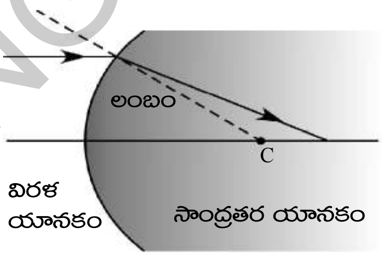
స్నెల్ నియమం ప్రకారం తలానికి గీసిన లంబం వెంట ప్రయాణించే కిరణం విచలనం పొందదు. అందువల్ల పైన తెలిపిన రెండు కిరణాలూ లంబం వెంటే ప్రయాణిస్తాయి. అంటే అవి విచలనం పొందవు.పటం-3 చూడండి.



పటం-3

- ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే కిరణం ఏమవుతుంది?

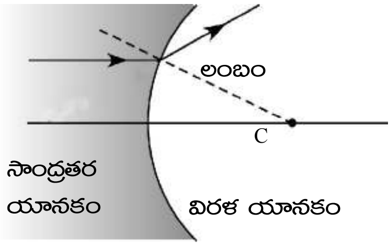
కింద చూపిన 4(ఎ), 4(బి), 4(సి) మరియు 4(డి) పటాలను పరిశీలించండి. పటాలలోని అన్నిసందర్భాలలోనూ పతనకిరణం ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది.



పటం-4(ఎ)

సందర్భం-1 : ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా విరళయానకం నుండి సాంద్రతర యానకంలోకి ప్రయాణిస్తూ కుంభాకార తలంపై పతనం చెందే కిరణం.(పటం-4ఎ)

సందర్భం-2 : ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా సాంద్రతర యానకం నుండి విరళయానకంలోకి ప్రయాణిస్తూ కుంభాకార తలంపై పతనం చెందే కిరణం.(పటం - 4బి)

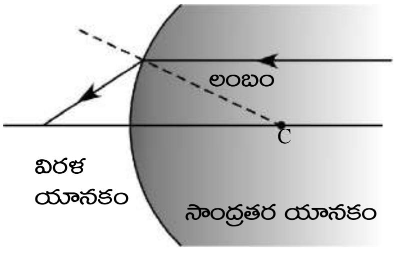


పటం-4(బి)

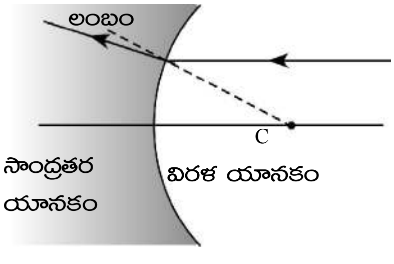
సందర్భం-3 : ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా సాంద్రతర యానకం నుండి విరళయానకంలోకి ప్రయాణిస్తూ పుటాకార తలంపై పతనం చెందే కిరణం. (పటం-4సి)

సందర్భం-4 : ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా విరళయానకం నుండి సాంద్రతర యానకం లోకి ప్రయాణిస్తూ పుటాకార తలంపై పతనం చెందే కిరణం. (పటం-4డి)

- 4(ఎ), 4(బి) పటాలలోని వక్రీభవన కిరణాల మధ్య ఏం తేడా గమనించారు?



పటం-4(సి)



పటం-4(డి)

SCERT, TELANGANA

- What could be the reason for that difference?
- What difference do you notice in refracted rays in fig.- 4c and 4d?
- What could be the reasons for that difference?

You might have noticed that in figures 4(*a*) and 4(*c*) the refracted ray reaches a particular point on the principal axis.In figures 4(*b*) and 4(*d*) the refracted ray moves away from the principal axis. When you extend the refracted ray backwards along the ray as shown in 4(b) and 4(d), the extended ray intersects the principal axis at some point. The point where refracted ray intersects the axis in all the above cases is called the *focal point*. (F)

You might have observed that a lemon in a glass of water appears bigger than its actual size, when viewed from the sides of tumbler.

- How can you explain this change in the size of lemon?
- Is the lemon that appears bigger in size an image of lemon or is it the real lemon?
- Can you draw a ray diagram to explain this phenomenon?

Let us find out.

4.1.1 Image formation

Consider a curved surface separating two media of refractive indices n_1 and n_2 (fig.- 5). A point object is placed on the principal axis at point O. The ray, which travels along the principal axis passes through the pole undeviated. The second ray, which forms an angle α with principal axis, meets the interface (surface) at A. The angle of incidence is θ_1. The ray bends and passes through the second medium along the line AI. The angle of refraction is θ_2. The two refracted rays meet at I and the image is formed there.

4.1.2 Derivation of curved surface formula

Let the angle made by the second refracted ray with principal axis be γ and the angle between the normal and principal axis be β. (see fig.- 5)

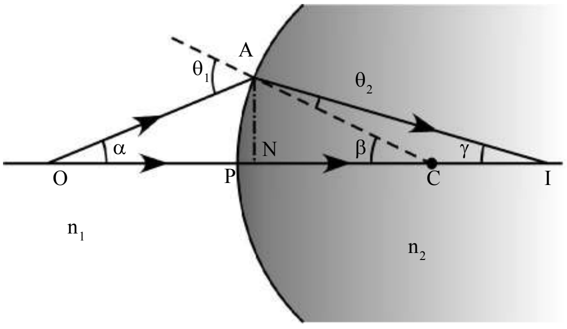


fig-5

In fig.- 5,

PO is the object distance which we denote as 'u'

PI is image distance which we denote as 'v'

PC is radius of curvature which we denote as 'R'

n_1, n_2 are refractive indices of two media.

Can you establish any relation between the above mentioned quantities?

SCERT, TELANGANA

- ఈ తేడాకు కారణం ఏమై ఉంటుంది?
- 4(సి), 4(డి) పటాలలోని వక్రీభవన కిరణాల మధ్య ఏం తేడా గమనించారు?
- ఈ తేడాకు కారణం ఏమై ఉంటుంది?

4(ఎ) మరియు 4(సి) పటాలలో వక్రీభవనకిరణం ప్రధానాక్షంపై ఒక నిర్దిష్టబిందువును చేరడం మీరు గుర్తించి ఉంటారు. 4(బి) మరియు 4(డి) పటాలలో వక్రీభవన కిరణం ప్రధానాక్షానికి దూరంగా జరిగింది. 4(బి), 4(డి) పటాలలో చూపినట్లు వక్రీభవన కిరణాన్ని వెనుకకు పొడిగిస్తే అది ప్రధానాక్షాన్ని ఒక బిందువు వద్ద ఖండిస్తుంది. ఈ అన్ని సందర్భాలలోనూ వక్రీభవనకిరణం ప్రధానాక్షాన్ని ఖండించే బిందువును నాభి (F) అంటాం.

గాజుగ్లాసులోని నీటిలో ఉంచిన నిమ్మకాయను గ్లాసు ప్రక్కభాగం నుండి చూస్తే అసలు పరిమాణం కంటే పెద్దదిగా కనిపించడం మీకు తెలుసు కదా!

- నిమ్మకాయ పరిమాణంలో కనిపించే ఈ మార్పును ఎలా వివరిస్తారు?
- పెద్దగా కనిపించే నిమ్మకాయ అసలు నిమ్మకాయా? లేక దాని ప్రతిబింబమా?
- ఈ దృగ్విషయాన్ని వివరించడానికి ఒక కిరణ చిత్రాన్ని మీరు గీయగలరా?

తెలుసుకుందాం

4.1.1 ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానం

పటం -5లో చూపినట్లు n_1, n_2 వక్రీభవన గుణకాలు గల రెండు యానకాలను ఒక వక్రతలం వేరుచేస్తుందని భావించండి. ప్రధానాక్షం పై O అనే బిందువు వద్ద ఒక బిందురూప వస్తువు (point object)ను ఉంచాం. ప్రధానాక్షం వెంబడి ప్రయాణించే కిరణం యానకాలను వేరు చేసే వక్రతలం వద్ద విచలనాన్ని పొందకుండా ధ్రువం గుండా ప్రయాణిస్తుంది. ప్రధానాక్షంతో 'α' కోణం చేసే రెండో కిరణం వక్రతలాన్ని A బిందువు వద్ద తాకుతుంది. అక్కడ పతనకోణం θ_1. ఆ కిరణం విచలనం పొంది రెండో యానకం గుండా AI రేఖ వెంబడి ప్రయాణిస్తుంది. అక్కడ వక్రీభవనకోణం θ_2. మొదటి, రెండవ కిరణాల వక్రీభవన కిరణాలు I వద్ద కలుస్తాయి. అక్కడ ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.

4.1.2 'వక్రతలాలకు వక్రీభవన సూత్రం' ఉత్పాదన

పటం-5లో చూపినట్లు రెండో వక్రీభవన కిరణం ప్రధానాక్షంతో చేసే కోణం γ, A బిందువు వద్ద గీసిన లంబం ప్రధానాక్షంతో చేసే కోణం β అనుకుందాం.

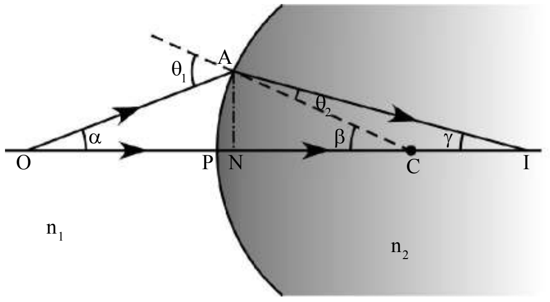
పటం-5 ప్రకారం,

PO వస్తుదూరం అవుతుంది. దీనిని u తో సూచిస్తాం.

PI ప్రతిబింబ దూరం. దీనిని v తో సూచిస్తాం.

PC వక్రతావ్యాసార్థం. దీనిని R తో సూచిస్తాం.

రెండు యానకాల వక్రీభవన గుణకాలు n_1, n_2.



పటం-5

- పైన తెలిపిన రాశుల మధ్య ఏదైనా సంబంధాన్ని రూపొందించగలమా? తెలుసుకుందాం!

SCERT TELANGANA

In the triangle ACO, $\theta_1 = \alpha + \beta$

and in the triangle ACI, $\beta = \theta_2 + \gamma \Rightarrow \beta - \gamma = \theta_2$

According to Snell's law, we know

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

substituting the values of θ_1 and θ_2, we get,

$$n_1 \sin(\alpha + \beta) = n_2 \sin(\beta - \gamma) \quad .... (1)$$

If the rays move very close to the principal axis, the rays can be treated as parallel and are called *paraxial rays*. Then the angles α, β and γ become very small. This approximation is called *paraxial approximation*.

$\sin(\alpha + \beta) = \alpha + \beta$ and $\sin(\beta - \gamma) = \beta - \gamma$

Substituting in equation (1)

$$n_1 (\alpha + \beta) = n_2 (\beta - \gamma) \Rightarrow n_1 \alpha + n_1 \beta = n_2 \beta - n_2 \gamma \quad ....(2)$$

since all angles are small, we can write

$\tan \alpha = AN/NO = \alpha$

$\tan \beta = AN/NC = \beta$

$\tan \gamma = AN/NI = \gamma$

Substitute these in equation (2), we get,

$$n_1 AN/NO + n_1 AN/NC = n_2 AN/NC - n_2 AN/NI \quad .... (3)$$

As the rays move very close to the principal axis, the point N coincides with pole of the interface (P). Therefore NI, NO, NC can be replaced by PI, PO and PC respectively.

After substituting these values in equation (3), we get,

$$n_1/PO + n_1/PC = n_2/PC - n_2/PI$$

$$n_1/PO + n_2/PI = (n_2 - n_1)/PC \quad ....(4)$$

Equation (4) shows the relation between refractive indices of two media, object distance, image distance and radius of curvature.

The above equation is true for the case we considered.

We can generalize equation (4) if we use the following sign convention.

For all purposes of applications of refraction at curved surfaces and through lenses following conventions are used.

- All distances are measured from the pole (or optic centre).
- Distances measured along the direction of the incident light ray are taken as positive
- Distances measured opposite to the direction of the incident light ray are taken as negative
- The heights measured vertically above from the points on axis are taken as positive
- The heights measured vertically down from points on axis are taken as negative.

SCERT, TELANGANA

త్రిభుజం ACO లో $\theta_1 = \alpha + \beta$

త్రిభుజం ACI లో $\beta = \theta_2 + \gamma \Rightarrow \beta - \gamma = \theta_2$

స్నెల్ నియమం ప్రకారం $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$ అని మనకు తెలుసు

పై సమీకరణంలో θ_1, θ_2 విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$$n_1 \sin(\alpha+\beta) = n_2 \sin(\beta-\gamma) \qquad \text{...............(1)}$$

పైన తెలిపిన కిరణాలు ప్రధానాక్షానికి అతి దగ్గరగా ప్రయాణిస్తే ఆ కిరణాలను పారాక్సియల్ కిరణాలు (paraxial rays) అంటామని మీకు తెలుసు. అప్పుడు α, β, γ కోణాల విలువలు అతి స్వల్పం అవుతాయి. ఈ రమారమి అంచనాను పారాక్సిల్ ఉజ్జాయింపు (paraxial approximation) అంటాం. అప్పుడు

$\sin(\alpha+\beta) = \alpha+\beta$ మరియు $\sin(\beta-\gamma) = \beta-\gamma$

ఈ విలువలను సమీకరణం – (1) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$n_1 (\alpha+\beta) = n_2 (\beta-\gamma) \Rightarrow n_1\alpha + n_1 \beta = n_2 \beta - n_2 \gamma \qquad \text{..............(2)}$$

అన్నికోణాల విలువలు అతి స్వల్పం కాబట్టి,

$\tan\alpha = AN/NO = \alpha$

$\tan\beta = AN/NC = \beta$

$\tan\gamma = AN/NI = \gamma$ అని రాయవచ్చు

పై విలువలను సమీకరణం (2)లో ప్రతిక్షేపించగా,

$$n_1 AN/NO + n_1 AN/NC = n_2 AN/NC - n_2 AN/NI \qquad \text{............. (3)}$$

కాంతి కిరణాలు ప్రధానాక్షానికి చేరువవుతున్న కొలదీ, N బిందువు వక్రతలం యొక్క ధ్రువం (P)తో ఏకీభవిస్తుంది. కాబట్టి NI, NO, NC లను PI, PO, PC లుగా రాయవచ్చు. వీటిని సమీకరణం (3)లో రాయగా

$$n_1/PO + n_1/PC = n_2/PC - n_2/PI$$

$$n_1/PO + n_2/PI = (n_2 - n_1)/PC \qquad \text{............ (4)}$$

యానకాల వక్రీభవన గుణకాలు, వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం మరియు వక్రతావ్యాసార్ధాల మధ్య సంబంధాన్ని సమీకరణం (4) తెలియజేస్తుంది.

మనం పరిగణనలోకి తీసుకున్న సందర్భానికి సమీకరణం (4) సరియైనది. సంజ్ఞాసాంప్రదాయాన్ని పాటిస్తే ఈ సమీకరణాన్ని సాధారణీకరించవచ్చు. అన్ని వక్రతలాల వద్ద మరియు కటకాల ద్వారా జరిగే వక్రీభవనానికి మనం కింద తెలిపిన సంజ్ఞాసాంప్రదాయాన్ని వినియోగిస్తాం.

- అన్ని దూరాలను ధ్రువం P (దృక్ కేంద్రం (optic centre)) నుండి కొలవాలి.
- పతనకాంతి దిశలో కొలిచిన దూరాలను ధనాత్మకంగా పరిగణించాలి.
- పతనకాంతి దిశకు వ్యతిరేక దిశలో కొలచిన దూరాలను ఋణాత్మకంగా పరిగణించాలి.
- ప్రధానాక్షం పైగల బిందువుల నుండి పై వైపు కొలిచిన ఎత్తులను ధనాత్మకంగా తీసుకోవాలి.
- ప్రధానాక్షం పైగల బిందువుల నుండి కిందివైపు కొలిచిన ఎత్తులను ఋణాత్మకంగా తీసుకోవాలి.

SCERT TELANGANA

Here PO is called the *object distance* (u)

PI is called the *image distance* (v)

PC is called *radius of curvature* (R)

According to sign convention mentioned above, we have

PO = -u ; PI = v ; PC = R

Substituting these values in equation (4) we get,

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R} \quad \text{.......................} (5)$$

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

This formula can also be used for plane surfaces. In the case of a plane surface, radius of curvature (R) approaches infinity. Hence 1/R becomes zero. Substituting this in equation 5, we get formula for the plane surfaces

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = 0 \Rightarrow \frac{n_2}{v} = \frac{n_1}{u}$$

NOTE: The distances u and v are measured from the plane interface.

Let us consider the following examples.

Example 1

A bird is flying down vertically towards the surface of water in a pond with constant speed. There is a fish inside the water. If that fish is exactly vertically below the bird, then the bird will appear to the fish to be:

a. farther away than its actual distance.

b. closer than its actual distance.

c. moving faster than its actual speed.

d. moving slower than its actual speed.

Which of the four options are true? How can you prove it?

Solution: For refraction at a plane surface,

we use $\frac{n_2}{v} = \frac{n_1}{u}$ ....(1)

Let *x* be the height of the bird above the water surface at an instant and n be the refractive index of water.

refractive index of air, $(n_1) = 1$; refractive index of water $(n_2) = n$

Object distance (u) = -*x*, Image distance (v) = *y* (see fig.- E1)

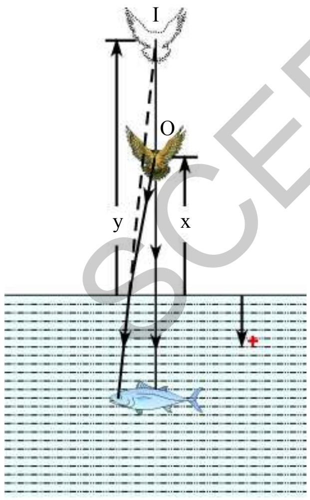


fig-E1

Substituting these values in equation (1)

$$\frac{n}{(-y)} = \frac{1}{(-x)} \Rightarrow y = nx$$

SCERT, TELANGANA

మనం పరిగణించిన సందర్భంలో

PO ను వస్తుదూరం (u) అంటాం.

PI ని ప్రతిబింబ దూరం (v) అంటాం.

PC ని వక్రతా వ్యాసార్థం (R) అంటాం.

పైన తెలిపిన సంజ్ఞాసాంప్రదాయం ప్రకారం

PO = -u ; PI = v ; PC = R

ఈ విలువలను సమీకరణం (4)లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R} \qquad \text{.......................} (5)$$

$$\left(\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}\right)$$

ఈ సూత్రాన్ని సమతలాలకు కూడా వినియోగించవచ్చు. సమతలాల విషయంలో వక్రతా వ్యాసార్థం R విలువ అనంతం అవుతుంది. అప్పుడు 1/R విలువ సున్న అవుతుంది. ఈ విలువను సమీకరణం 5 లో ప్రతిక్షేపిస్తే, సమతలాలకు సంబంధించిన సూత్రం వస్తుంది.

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = 0 \Rightarrow \frac{n_2}{v} = \frac{n_1}{u}$$

గమనిక : వస్తుదూరం (u), ప్రతిబింబదూరం (v)లను యానకాలను వేరుచేసే 'సమతలం' నుండి కొలవాలి.

కింది ఉదాహరణలను పరిశీలిద్దాం.

ఉదాహరణ 1

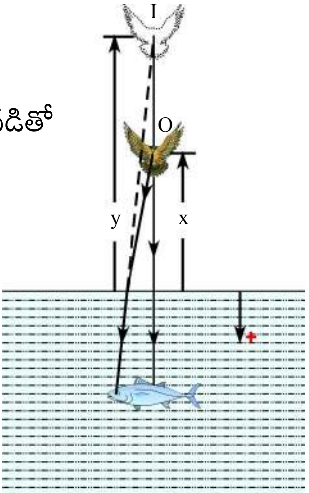
ఆకాశంలో ఉన్న పక్షి సరస్సులోని నీటి ఉపరితలం దిశగా లంబంగా స్థిరవడితో కిందికి ప్రయాణిస్తుంది. పక్షికి లంబంగా నీటిలో ఒక చేప ఉంటే, ఆ చేపకు.

a. పక్షి అసలు స్థానం కంటే దూరంలో కనబడుతుంది.

b. పక్షి అసలు స్థానం కంటే దగ్గరగా కనబడుతుంది.

c. పక్షి యొక్క వాస్తవ వేగం కంటే ఎక్కువ వేగంతో కదులుతున్నట్లు కనబడుతుంది.

d. పక్షి యొక్క వాస్తవ వేగం కంటే తక్కువ వేగంతో కదులుతున్నట్లు కనబడుతుంది.



పటం-ఊ1

పై అంశాలలో ఏవి సరియైనవి? వాటిని మీరు ఎలా నిరూపిస్తారు?

సాధన: సమతలం వద్ద వక్రీభవనానికి మనం ఉపయోగించే సూత్రం

$$\frac{n_2}{v} = \frac{n_1}{u} \qquad \text{...............}(1)$$

ఒకానొక సమయంలో నీటి ఉపరితలం నుండి x ఎత్తులో పక్షి ఉందనుకుందాం. నీటి వక్రీభవన గుణకం n అనుకుందాం.

గాలి వక్రీభవన గుణకం $(n_1) = 1$; నీటి వక్రీభవన గుణకం $(n_2) = n$

పటం E1 ప్రకారం, వస్తుదూరం (u) = $-x$; ప్రతిబింబదూరం (v) = -y

ఈ విలువలను సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా $\frac{n}{(-y)} = \frac{1}{(-x)} \Rightarrow y = nx$

SCERT, TELANGANA

In the above equation, we know that n is greater than 1. Hence y is greater than x. Thus the bird appears to the fish to be farther away than its actual distance. We have assumed that bird is flying vertically down with constant speed. For the observer on the ground, bird appears that it has covered 'x' distance for certain time. But for fish, it appears that bird has covered a distance 'y' in the same time. As y is greater than x , we can conclude that the speed of the bird, observed by the fish, is greater than its actual speed.

So, options (a) and (c) are correct.

Example 2

A transparent sphere of radius R and refractive index n is kept in air. At what distance from the surface of the sphere should a point object be placed on the principal axis so as to form a real image at the same distance from the second surface of the sphere?

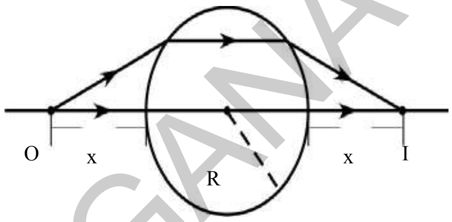


fig-E2

Solution: From the symmetry of fig.- E2, the rays must pass through the sphere parallel to the principal axis.

From the figure,

$u = -x$, $v = \infty$ (refracted ray is parallel to the optical axis after refraction at first surface)

$n_1 = 1$ and $n_2 = n$, (where n_1 is refractive index of air)

Using $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$

$\frac{n}{\infty} - \frac{1}{-x} = \frac{(n-1)}{R} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{(n-1)}{R}$

$\Rightarrow x = \frac{R}{(n-1)}$

Object distance from the first surface of the sphere is x= R/(n-1)

Example 3

A transparent (glass) sphere has a small, opaque dot at its centre. Does the apparent position of the dot appear to be the same as its actual position when observed from outside?

Solution: Let refractive index of glass $n_1 = n$

refractive index of air $n_2 = 1$

Then u = –R (radius of sphere) ; Radius of curvature R = –R

Using $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$

$\frac{1}{v} - \frac{n}{(-R)} = \frac{(1-n)}{(-R)}$

After solving this equation, we get Image distance v = –R

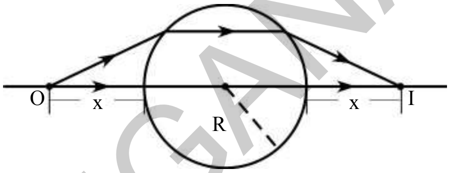
SCERT, TELANGANA

నీటి వక్రీభవన గుణకం (n) విలువ 1 కన్నా ఎక్కువని మనకు తెలుసు. కాబట్టి పై సమీకరణం ప్రకారం y విలువ x కంటే ఎక్కువ. కాబట్టి చేపకు పక్షి దాని అసలు స్థానం కంటే దూరంగా కనుబడుతుంది. పక్షి స్థిరవడితో లంబంగా కిందికి ప్రయాణిస్తుందని మనం భావించాం. భూమిపై నుండి చూసే పరిశీలకునికి నిర్దిష్ట సమయంలో పక్షి x దూరం ప్రయాణించినట్లు కనిపిస్తే, అదేకాలంలో పక్షి y దూరం ప్రయాణించినట్లుగా చేపకు కనబడుతుంది. x కన్నా y విలువ ఎక్కువ కాబట్టి పక్షి వాస్తవ వేగం కంటే ఎక్కువ వేగంతో కదులుతున్నట్లుగా చేపకు కనబడుతుందని మనం చెప్పవచ్చు.

దీనినిబట్టి సమస్యలో ఇచ్చిన అంశాలలో (a) మరియు (c) సరియైనవి.

ఉదాహరణ 2

R వ్యాసార్ధం గల పారదర్శక గోళం గాలిలో ఉంది. దాని వక్రీభవన గుణకం n. వస్తుదూరానికి సమాన దూరంలో గోళానికి రెండోవైపు నిజ ప్రతిబింబం ఏర్పడాలంటే, ప్రధానాక్షంపై గోళం ఉపరితలం నుండి ఎంతదూరంలో వస్తువును ఉంచాలి?



పటం-ఉ2

సాధన : పటం E2, ను పరిశీలిస్తే వస్తుదూరానికి సమానమైన దూరంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడాలంటే గోళంలో ప్రయాణించే వక్రీభవన కిరణం ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించాలని తెలుస్తుంది.

గాలి వక్రీభవన గుణకం $n_1 = 1$; గోళం వక్రీభవన గుణకం $n_2 = n$

పటం E2 నుండి, వస్తుదూరం $u = -x$; ప్రతిబింబదూరం $v = \infty$ (ఒకటో వక్రతలం వద్ద వక్రీభవనం పొందిన కిరణం ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది.)

ఈ విలువలను $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{n}{\infty} - \frac{1}{-x} = \frac{(n-1)}{R} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{(n-1)}{R} \Rightarrow x = \frac{R}{(n-1)}$$

కనుక మొదటి వక్రతలం నుండి వస్తువు R/(n-1) దూరంలో ఉండాలి.

ఉదాహరణ 3

ఒక పారదర్శక గోళకేంద్రం వద్ద ఒక చిన్న అపారదర్శక బిందువు ఉంది. గోళం బయటి నుండి చూసినప్పుడు ఆ బిందువు యథాస్థానంలో కనబడుతుందా?

సాధన : గోళం వక్రీభవన గుణకం $n_1 = n$ అనుకుందాం.

గాలి వక్రీభవన గుణకం $n_2 = 1$

వస్తుదూరం $u = -R$ (గోళం వ్యాసార్ధం)

వక్రతా వ్యాసార్ధం $R = -R$

పై విలువలను $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$ సూత్రంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{1}{v} - \frac{n}{(-R)} = \frac{(1-n)}{(-R)}$$

పై సమీకరణాన్ని సాధిస్తే, $v = -R$ అని తెలుస్తుంది.

SCERT, TELANGANA

Thus we can say that the image distance and object distance are equal and that the apparent position of dot is the same as its actual position. It is independent of the refractive index of the material of the sphere.

Till now we have discussed refraction of light at a single curved surface either convex or concave. Let us suppose that a transparent material has two curved surfaces.

- What happens to the light ray when a transparent material with two curved surfaces is placed in its path?
- Have you heard about lenses?
- How does a light ray behave when it is passed through a lens?

Let us learn about refraction of light through lenses.

4.2 Lenses

A lens is formed when a transparent material is bounded by two surfaces of which one (or) both surfaces are spherical. That is a lens is bounded by atleast one curved surface. Lenses can be of various types. Some typical lenses along with their names are shown in fig.- 6.

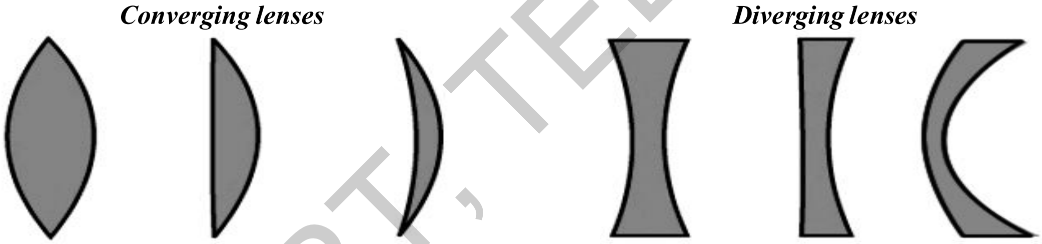


fig-6(a): Biconvex | *fig-6(b):* Plano-convex | *fig-6(c):* Concavo-convex | *fig-6(d):* Biconcave | *fig-6(e):* Plano-concave | *fig-6(f):* Convexo-concave

fig.- 6 : Different types of lenses

A lens may have two spherical surfaces bulging outwards. Such a lens is called double convex lens (Biconvex lens, see fig.- 6(a)). It is thick at the middle as compared to edges.

Similarly, a double concave lens is bounded by two spherical surfaces curved inwards. (Biconcave lens, see fig.- 6(d)). It is thin at the middle and thicker at the edges.

Observe the 6(c), 6(b), 6(e) and 6(f) to understand structure of Concavo-Convex lens, Plano-Convex lens, Plano-Concave lens and Convexo-concave lens.

SCERT, TELANGANA

అంటే వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం సమానం. కనుక బిందువు ఏ స్థానంలో ఉందో, అదే స్థానంలో కనిపిస్తుంది. ఇది పదార్థం యొక్క వక్రీభవన గుణకంపై ఆధారపడదు.

ఇప్పటివరకు మనం ఒకే వక్రతలం (అది కుంభాకారతలం కావచ్చు లేదా పుటాకారతలం కావచ్చు) ఉన్నప్పుడు కాంతివక్రీభవనం గురించి చర్చించాం. ఒక పారదర్శక పదార్థానికి రెండు వక్రతలాలు ఉన్నాయనుకుందాం.

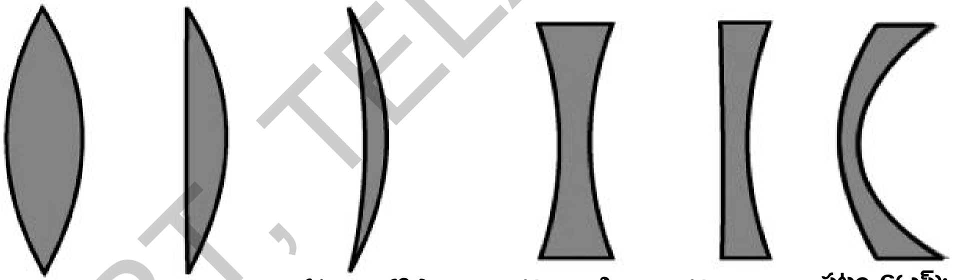
- రెండు వక్రతలాలున్న పారదర్శక పదార్థాన్ని కాంతి కిరణ మార్గంలో ఉంచితే, ఆ కిరణం ఏమవుతుంది?
- మీరు కటకాల గురించి విన్నారా?
- కటకం గుండా ప్రయాణించిన కాంతి కిరణం ఎలా ప్రవర్తిస్తుంది?

ఇప్పుడు కటకాల ద్వారా కాంతివక్రీభవనం గురించి తెలుసుకుందాం!

4.2 కటకాలు

రెండు ఉపరితలాలతో ఆవృతమైన పారదర్శక పదార్థం యొక్క రెండుతలాలూ లేదా ఏదో ఒక తలం వక్రతలమైతే ఆ పారదర్శక పదార్థాన్ని కటకం అంటాం. అంటే కటకం యొక్క రెండు ఉపరితలాలతో కనీసం ఒకటి వక్రతలమవుతుంది. కటకాలు వివిధ రకాలుగా ఉంటాయి. కొన్ని రకాల కటాకాలను మరియు వాటి పేర్లను పటం-6లో చూడవచ్చు.

కేంద్రీకరణ కటకాలు (అభిసరణ కటకాలు) **వికేంద్రీకరణ కటకాలు (అపసరణ కటకాలు)**



పటం-6(ఎ): ద్వికుంభాకార కటకం | పటం-6(బి): సమతల కుంభాకార కటకం | పటం-6(సి): పుటాకార కుంభాకార కటకం | పటం-6(డి): ద్విపుటాకార కటకం | పటం-6(ఇ): సమతల పుటాకార కటకం | పటం-6(ఎఫ్): కుంభాకార పుటాకార కటకం

పటం-6: వివిధ రకాల కటకాలు

పటం 6(ఎ) లో చూపినట్లు కటకం యొక్క రెండు తలాలు ఉబ్బెత్తుగా (bulged out) ఉండవచ్చు. అటువంటి కటకాన్ని ద్వికుంభాకార కటకం (Double convex or Biconvex lens) అంటాం. ఈ కటకం అంచుల వద్ద పల్చగానూ, మధ్యలో మందంగానూ ఉంటుంది.

పటం 6(డి) లో చూపినట్లు కటకం యొక్క రెండు తలాలు లోపలి వైపు వంగి ఉన్న (curved inward) తలాలుగా ఉంటే ఆ కటకాన్ని ద్విపుటాకార కటకం (Double concave or biconcave lens) అంటాం. ఈ కటకం అంచుల వద్ద మందంగానూ, మధ్యలో పలుచగానూ ఉంటుంది.

6(సి), 6(బి), 6(ఇ) మరియు 6(ఎఫ్) పటాలను చూసి పుటాకార కుంభాకార, సమతల కుంభాకార కటకం (Plano-Convex lens), సమతల పుటాకార కటకం (Plano-Concave lens) మరియు కుంభాకార పుటాకార కటకం (Concavo-Convex lens) నిర్మాణాలను అవగాహన చేసుకోవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

Here we are concerned only with thin lenses i.e. the thickness of the lens is negligible.

Let us learn the terminology used in the case of lenses.

Each curved surface of a lens is part of a sphere. The centre of the sphere which contains the part of the curved surface is called *centre of curvature*. It is denoted by a letter 'C'. If a lens contains two curved surfaces then their centres of curvature are denoted as C_1 and C_2.The distance between the centre of curvature and curved surface is called *radius of curvature (R)*. Radii of curvature are represented by R_1 and R_2 respectively. Let us consider a double convex lens as shown in fig.- 7.

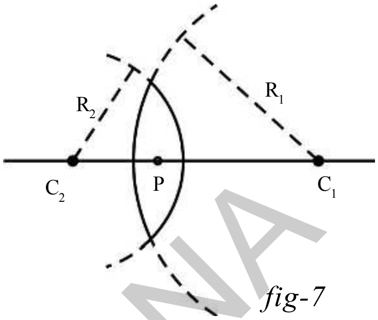


fig-7

The line joining the points C_1 and C_2 is called *principal axis*. The *midpoint of a thin lens* is called *optic centre* of lens (P).

4.2.1 Focal length of the lens

A parallel beam of light incident on a lens converges to a point as shown in fig.- 8(a) or seems to emanate from a point on the principal axis as shown in fig.- 8(b). The point of convergence (or) the point from which rays seem to emanate is called *focal point* or *focus* (F). Every lens has two focal points. The distance between the focal point and optic centre is called the *focal length* of lens denoted by 'f'.

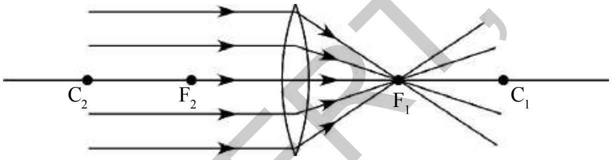


fig-8(a)

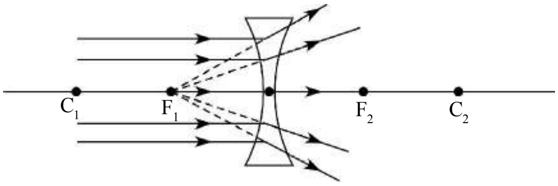


fig-8(b)

For drawing ray diagrams related to lenses we represent convex lens with a symbol and concave lens with . See figures 8(c) and 8(d).

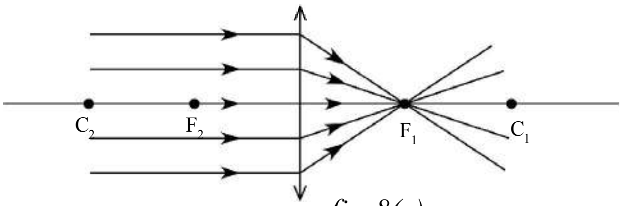


fig-8(c)

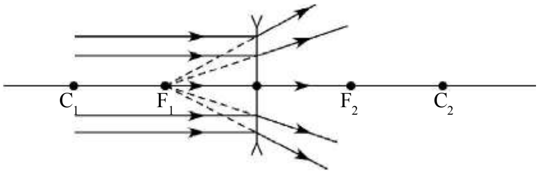


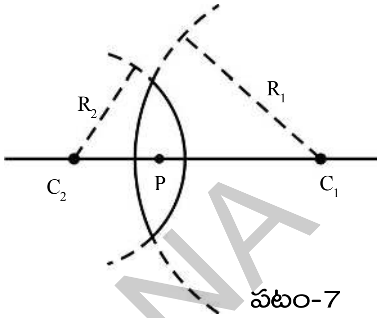
fig-8(d)

SCERT, TELANGANA

ఈ పాఠ్యాంశంలో మనం పలుచని కటకాల (thin lenses) గురించి, అనగా మందం పరిగణించనవసరం లేని కటకాల గురించి మాత్రమే చర్చిద్దాం.

కటకాల విషయంలో వాడే ముఖ్యమైన పదజాలం గురించి తెలుసుకుందాం.

కటకం యొక్క రెండు వక్రతలాలు రెండు గోళాలకు సంబంధించినవి. ఒక వక్రతలానికి సంబంధించిన గోళం యొక్క కేంద్రాన్ని ఆ వక్రతలం యొక్క వక్రతాకేంద్రం C అంటాం. ఒక కటకానికి రెండు వక్రతలాలుంటే దాని వక్రతాకేంద్రాలను C_1 మరియు C_2లతో సూచిస్తాం. వక్రతాకేంద్రం నుండి వక్రతలం వరకు గల దూరాన్ని వక్రతావ్యాసార్థం R అంటాం. కటకం యొక్క రెండు వక్రతా వ్యాసార్థాలను R_1 మరియు R_2లతో సూచిస్తాం. పటం-7లో చూపినట్లు ఒక ద్వికుంభాకార కటకాన్ని పరిగణలోకి తీసుకుందాం.



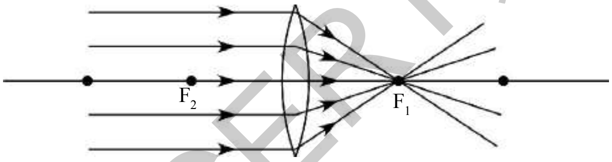
పటం-7

C_1, C_2లను కలిపే రేఖను ప్రధానాక్షం అంటాం. కటకం యొక్క మధ్యబిందువును కటక దృక్‌కేంద్రం P (optic centre of lens) అంటాం.

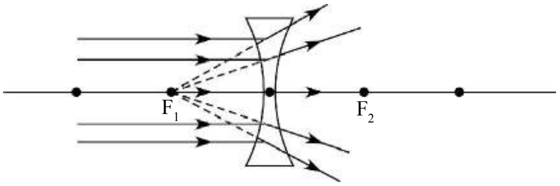
SCERT, TELANGANA

4.2.1 కటక నాభ్యంతరం

కటకంపై పతనమైన సమాంతర కిరణాలు పటం 8(ఎ)లో చూపినవిధంగా ఒక బిందువు వద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి. లేదా పటం 8(బి)లో చూపినట్లు ప్రధానాక్షంపై గల ఒక బిందువు నుండి వెలువడుతున్నట్లుగా కనిపిస్తాయి. కాంతి కిరణాలు కేంద్రీకరింపబడిన బిందువు లేదా కాంతికిరణాలు వెలువడుతున్నట్లు కనిపించే బిందువును కటక నాభి 'F'(focal point or focus) అంటాం. ప్రతికటకానికి రెండు నాభులు ఉంటాయి. నాభి మరియు దృక్‌కేంద్రం మధ్య దూరాన్ని కటక నాభ్యంతరం 'f' (focal length)అంటాం.

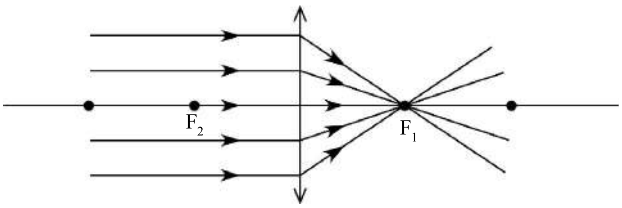


పటం-8(ఎ)

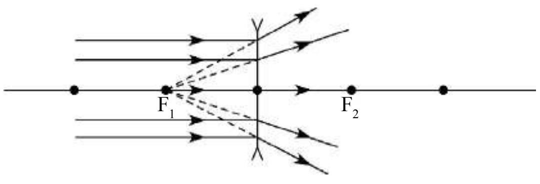


పటం-8(బి)

కటకాలతో కిరణ చిత్రాలను సులభంగా గీయడానికి కుంభాకార కటకాన్ని ↕ గుర్తుతోనూ, పుటాకార కటకాన్ని ' ' గుర్తుతోనూ సూచిస్తాం. 8(సి), 8(డి) పటాలను చూడండి.



పటం-8(సి)



పటం-8(డి)

- How does the lens form an image?

To know the formation of image by lenses, we need to know the behaviour of light rays when they fall on a lens.

Though we know that the lens has two surfaces; while drawing ray diagrams, we can consider the lens as a single surface element because we assume that the thickness of the lens is very small and show the net refraction at only one of the surfaces, as shown in the fig.- 8(c) and 8(d).

4.2.2 Behaviour of certain light rays when they are incident on a lens

The behaviour of a light ray when it passes through a lens can be understood by observing its behaviour in the following situations:

Note: The points C_1, C_2 are not centre of curvatures. They are the points at '2f' distances from optic centre.

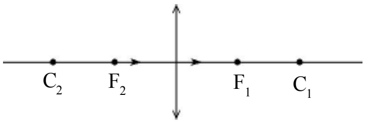


fig-9(a)

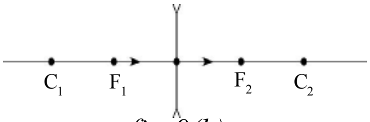


fig-9(b)

Situation I: Ray passing along the principal axis

Any ray passing along the principal axis is undeviated. (see Figures 9a and 9b)

Situation II: Ray passing through the optic centre.

Any ray passing through the optic centre is also undeviated. (see Figure 10a and 10b)

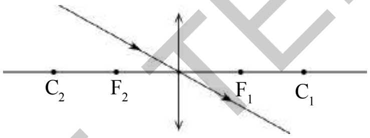


fig-10(a)

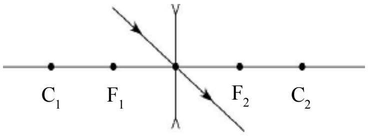


fig-10(b)

Situation III: Rays travelling parallel to the principal axis.

We know that the rays passing parallel to the principal axis converge at the focus or appear to diverge from the focus as shown in fig.- 8(c) and 8(d).

- If we allow a light ray to pass through the focus, which path does it take?

Situation IV: Ray passing through focus.

Light rays obey the principle of least time. Hence the ray passing through the focus will take a path parallel to principal axis after refraction.

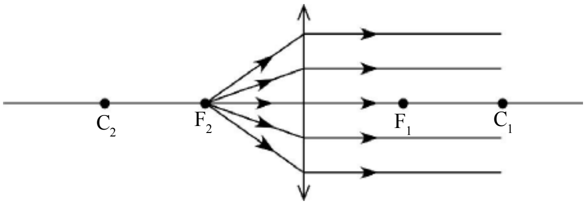


fig-11(a)

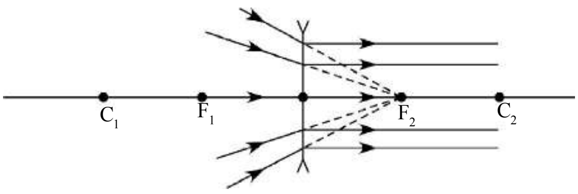


fig-11(b)

SCERT, TELANGANA

- కటకం ప్రతిబింబాన్ని ఎలా ఏర్పరుస్తుంది?

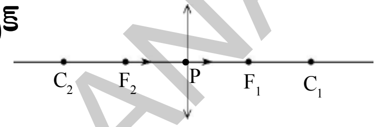
కటకం ప్రతిబింబాన్ని ఎలా ఏర్పరుస్తుందో తెలుసుకోడానికి, కటకంపై పతనమైన కాంతి కిరణాలు ఎలా ప్రవర్తిస్తాయో అవగాహన చేసుకోవాలి.

కటకానికి రెండు వక్రతలాలున్నప్పటికీ కిరణ చిత్రాలు గీసేటప్పుడు కటకానికి ఒకే ఉపరితలం ఉన్నట్లుగా భావిస్తాం. ఎందుకనగా, కటకం యొక్క మందం అతి స్వల్పం అని మనం భావించాం. కనుక 8(సి) మరియు 8(డి) పటాలలో చూపినట్లు ఒక ఉపరితలం వద్ద వక్రీభవనాన్ని మాత్రమే కిరణ చిత్రంలో చూపుతాం.

4.2.2 కటకంపై పతనమైన కొన్ని కాంతి కిరణాల ప్రవర్తన

కటకం గుండా ప్రయాణించేటప్పుడు కాంతి కిరణం ఎలా ప్రవర్తిస్తుందో కింది సందర్భాలను బట్టి అవగాహన చేసుకోవచ్చు.

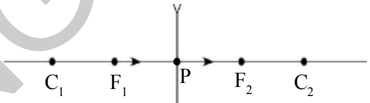
గమనిక: C_1 మరియు C_2 బిందువులు వక్రతా కేంద్రాలు కావు. ఇవి దృక్ కేంద్రం నుండి '2f' దూరాన్ని సూచిస్తాయి.



పటం-9(ఎ)

సందర్భం 1 : ప్రధానాక్షం వెంబడి ప్రయాణించే కాంతి కిరణం

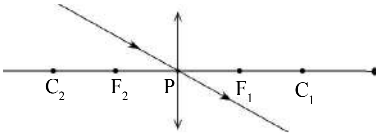
ప్రధానాక్షం వెంబడి ప్రయాణించే ఏ కాంతికిరణమైనా విచలనం పొందదు. 9(ఎ), 9(బి)పటాలను చూడండి.



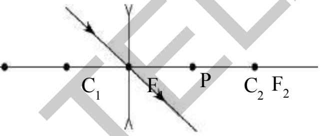
పటం-9(బి)

సందర్భం 2 : కటక దృక్‌కేంద్రం గుండా ప్రయాణించే కాంతి కిరణం

కటక దృక్‌కేంద్రం గుండా ప్రయాణించే కాంతి కిరణం కూడా విచలనం పొందదు. 10(ఎ), 10(బి) పటాలను చూడండి.



పటం-10(ఎ)



పటం-10(బి)

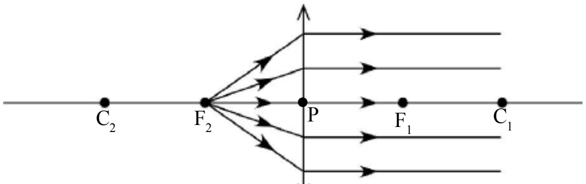
సందర్భం 3 : ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే కాంతి కిరణాలు

ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే కాంతికిరణాలు పటం 8(సి) లో చూపినవిధంగా నాభి వద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి లేదా పటం 8(డి)లో చూపిన విధంగా నాభి నుండి వికేంద్రీకరింపబడతాయని మీకు తెలుసు.

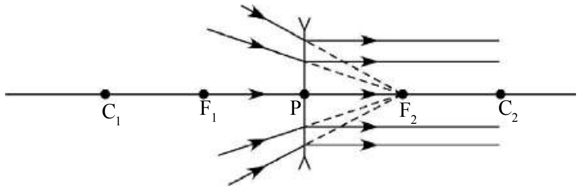
- నాభి గుండా ప్రయాణించే కాంతి కిరణం ఎలా ప్రవర్తిస్తుంది?

సందర్భం 4 : నాభి గుండా ప్రయాణించే కాంతి కిరణం

కాంతి కిరణాలు కనిష్ఠ కాల నియమాన్ని పాటిస్తాయి. కాబట్టి నాభిగుండా ప్రయాణించే కాంతి కిరణం వక్రీభవనం పొందాక ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది. 11(ఎ) మరియు 11(బి) పటాలను చూడండి.



పటం-11(ఎ)



పటం-11(బి)

SCERT, TELANGANA

- What happens when parallel rays of light fall on a lens making some angle with the principal axis?

  Let us observe the following figures 12(a), 12(b)

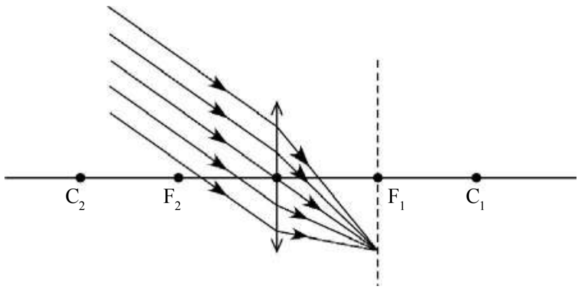


fig-12(a)

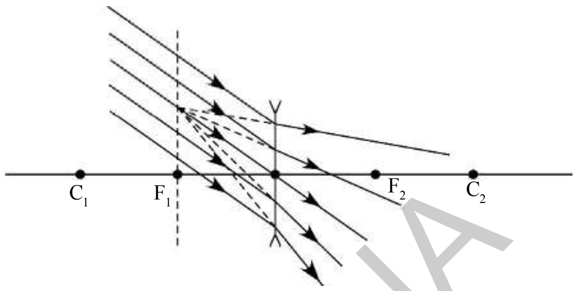


fig-12(b)

When parallel rays, making an angle with principal axis, fall on a lens, as shown in figures 12(a) and 12(b), the rays converge at a point or appear to diverge from a point lying on the focal plane. Focal plane is the plane perpendicular to the principal axis at the focus.

4.2.3 Rules to draw ray diagrams for image formation by lenses

Let us learn a few basic rules to draw ray diagrams to locate the position of images.

For drawing a ray diagram to find position and size of the image formed by lens for any position of object on the principal axis you need to follow the rules mentioned below:

For locating position and to find the size of image, we need two rays out of four rays that were mentioned in the situations I to IV.

- Select a point on the object placed at a point on the principal axis.
- Draw two rays that were chosen by you from rays mentioned in situations I to IV.
- Extend both rays to intersect at a point. This point gives position of the image.
- Draw a normal from point of intersection to the principal axis.
- Length of this normal represents the size of the image.

Observe the following diagrams (situations 1-6). They represent image formation by a convex lens for various positions of the object.

1. Object at infinity

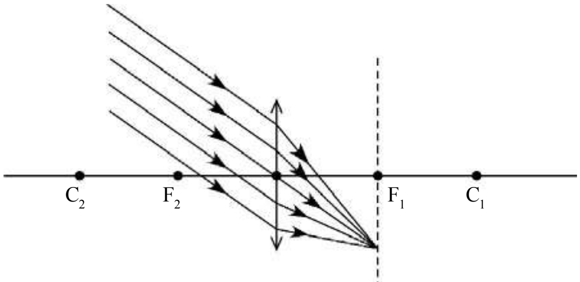
- What do you mean by an object at infinity?
- What type of rays fall on the lens?

You know that the rays falling on the lens from an object at infinity are parallel to the principal axis.

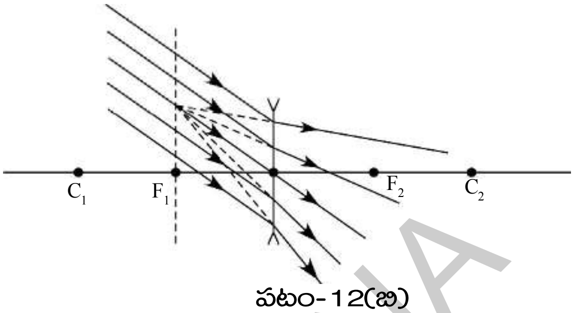
SCERT, TELANGANA

- ప్రధానాక్షానికి కొంత కోణం చేస్తూ వచ్చే సమాంతర కాంతి కిరణాలు కటకంపై పతనం చెందితే ఏం జరుగుతుంది?

12(ఎ), 12(బి) పటాలను పరిశీలించండి.



పటం-12(ఎ)



పటం-12(బి)

12(ఎ), 12(బి) పటాలలో చూపినట్లు ప్రధానాక్షంతో కొంత కోణం చేస్తూ వచ్చే సమాంతర కాంతి కిరణాలు నాభీయతలం (focal plane) పై ఏదేని బిందువు వద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి లేదా నాభీయతలం పైని ఏదేని బిందువు నుండి వికేంద్రీకరింపబడతాయి. నాభీయతలం అనేది ప్రధానాక్షానికి లంబంగా నాభివద్దగల తలం.

4.2.3 కటకంతో ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలిపే కిరణ చిత్రాలను గీసేందుకు నియమాలు

ప్రతిబింబస్థానాన్ని తెలిపే కిరణ చిత్రాలను గీయడానికి కావలసిన ప్రాథమిక నియమాలగురించి ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం.

ప్రధానాక్షంపై ఏదేని స్థానంలో ఉన్న వస్తువుకు కటకం వలన ఏర్పడే ప్రతిబింబ స్థానం, పరిమాణాన్ని తెలిపే కిరణ చిత్రాలను గీయడానికి కింది నియమాలను పాటించాలి.

ప్రతిబింబస్థానం, పరిమాణం గుర్తించడానికి ఇంతకు ముందు తెలిపిన 4 సందర్భాలలోని ఏవేని రెండు కిరణాలు అవసరమవుతాయి.

- ప్రధానాక్షంపై ఏదేని బిందువు వద్ద ఉంచిన వస్తువుపై ఒకానొక బిందువును ఎన్నుకోండి.
- పై 4 సందర్భాలలో వివరించిన రేఖలలో మీరు ఎంచుకున్న రెండు కిరణాలను గీయండి.
- ఈ రెండు కిరణాలు ఒక బిందువు వద్ద ఖండించుకునేంత వరకు వాటిని పొడిగించండి. ఆ బిందువు ప్రతిబింబ స్థానాన్ని తెలియజేస్తుంది.
- ఖండన బిందువు నుండి ప్రధానాక్షానికి లంబాన్ని గీయండి.
- లంబం యొక్క పొడవు ప్రతిబింబ పరిమాణాన్ని తెలుపుతుంది.

1-6 సందర్భాలలో ఇచ్చిన పటాలను పరిశీలించండి. వస్తువు వివిధ స్థానాలలో ఉన్నప్పుడు కుంభాకార కటకం వలన ప్రతిబింబాలు ఏర్పడే విధానాన్ని అవి వివరిస్తాయి.

1. అనంతదూరంలో వస్తువు ఉన్నప్పుడు

- వస్తువు అనంతదూరంలో ఉండటం అంటే ఏమిటి ?
- అప్పుడు కటకంపై పడే కాంతి కిరణాలు ఎలా ఉంటాయి?

అనంతదూరంలో వస్తువు ఉన్నప్పుడు కటకంపైపడే కాంతి కిరణాలు ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ఉంటాయని మీకు తెలుసు.

SCERT TELANGANA

They converge to the focal point. So a point sized image is formed at the focal point. This can be seen in fig.- 8(a).

2. Object placed beyond '2f' distance (C_2) on the principal axis

In fig.- (13) you notice that when object is placed beyond '2f' distance (C_2), a *real, inverted* and *diminished* image is formed on the principal axis between the points F_1 and C_1.

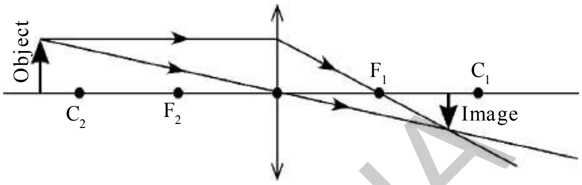


fig-13

In fig.- (13) we have chosen two rays, one ray passing parallel to the principal axis and another ray passing through the optic centre to locate the position of the image.

Try to draw ray diagram using the pair of rays, one passing parallel to the axis another passing through the focus.

3. Object placed at '2f' distance (C_2)

When an object is placed at '2f' distance (C_2) on the principal axis, you will get an image at C_1 which is *real*, *inverted* and of the *same size* as that of object. See fig.- 14.

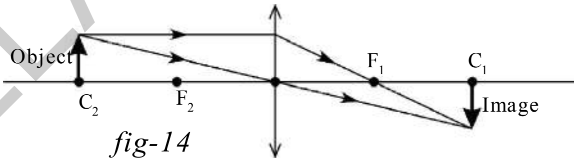


fig-14

4. Object placed between C_2 ('2f' distance) and focal point

When an object is placed between C_2 ('2f' distance) and focus (F_2), you will get an image which is *real*, *inverted* and *magnified*. See fig.- 15. The image will form beyond C_1.

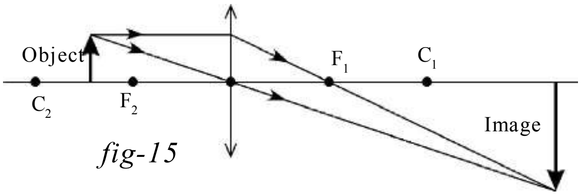


fig-15

5. Object located at the focal point

When an object is placed at focus (F_2), the image will be at infinity. See fig.- 16. When the image is formed at an infinite distance away we can not discuss the size and nature of the image.

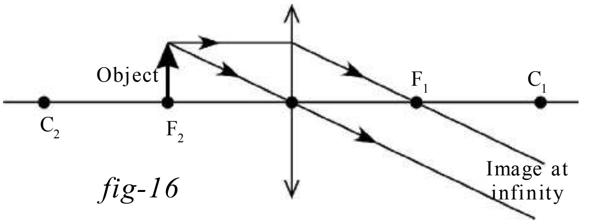


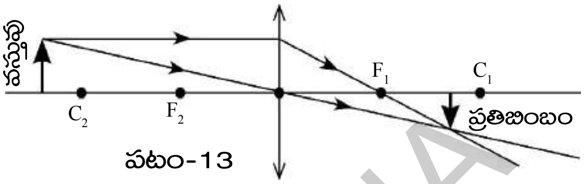
fig-16

SCERT, TELANGANA

ఆ కిరణాలు నాభివద్ద కేంద్రీకరింపబడతాయి. కనుక నాభి వద్ద బిందురూప ప్రతిబింబం (point image) ఏర్పడుతుంది. పటం 8a లో ఈ విషయాన్ని గమనించవచ్చు.

2. ‘2f’ దూరానికి (C_2) ఆవల ప్రధానాక్షంపై వస్తువును ఉంచినపుడు

పటం-13లో వస్తువు ప్రధానాక్షంపై ‘2f’ దూరానికి (C_2) ఆవల ఉండటం గమనించవచ్చు. ఇటువంటి సందర్భంలో ఏర్పడే ప్రతిబింబ పరిమాణం తక్కువగా ఉంటుంది. తలకిందులుగా ఉన్న, నిజప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. ఇది ప్రధానాక్షంపై F_1 మరియు C_1 బిందువుల మధ్య ఏర్పడుతుంది.



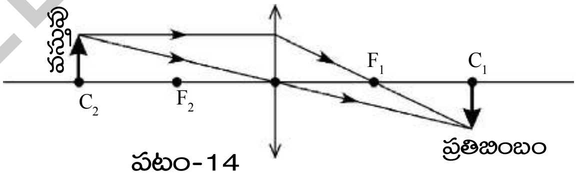
పటం-13

పటం-13లో మనం రెండు కిరణాలు ఎంచుకున్నాం. వాటిలో ఒకటి ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణిస్తుంది. రెండోది కటక దృక్కేంద్రం గుండా ప్రయాణిస్తుంది.

ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే కిరణాన్ని మరియు నాభిగుండా ప్రయాణించే కిరణాన్ని ఉపయోగించి కిరణచిత్రాన్ని గీయడానికి ప్రయత్నించండి.

3. ‘2f’ దూరం (C_2) వద్ద వస్తువును ఉంచినప్పుడు

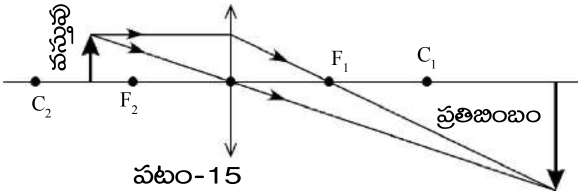
వస్తువును ‘2f’ దూరం (C_2) వద్ద ఉంచినప్పుడు C_1 వద్ద నిజప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. వస్తువు పరిమాణంతో సమానమైన పరిమాణం గల ప్రతిబింబం తలకిందులుగా ఏర్పడుతుంది. పటం-14 చూడండి.



పటం-14

4. C_2 (‘2f’ దూరం) , నాభి మధ్య వస్తువును ఉంచినపుడు

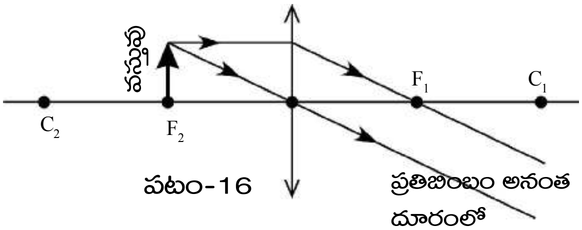
వస్తువును C_2 (‘2f’ దూరం) , నాభి (F_2) మధ్య ఉంచినపుడు నిజప్రతిబింబం తలక్రిందులుగా ఏర్పడుతుంది. ప్రతిబింబ పరిమాణం వస్తుపరిమాణం కంటే ఎక్కువ ఉంటుంది. పటం-15 చూడండి. ప్రతిబింబం C_1కు ఆవల ఏర్పడుతుంది.



పటం-15

5. నాభివద్ద వస్తువును ఉంచినపుడు

వస్తువును నాభి (F_2) వద్ద ఉంచినపుడు ప్రతిబింబం అనంతదూరంలో ఏర్పడుతుంది. పటం-16 చూడండి. అనంతదూరంలో ఏర్పడేప్రతిబింబం విషయంలో ప్రతిబింబపరిమాణం, దాని ఇతర లక్షణాలను మనం చర్చించాం.



పటం-16

SCERT, TELANGANA

6. Object placed between focal point and optic centre

If we place an object between focus and optic centre, we will get an image which is *virtual*, *erect* and *magnified*.

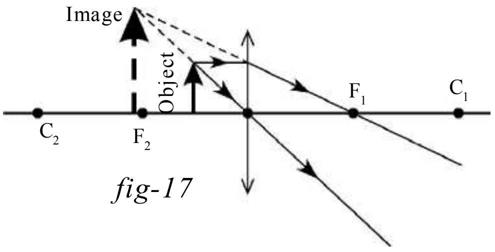


fig-17

From the ray diagram shown in fig.- 17, you will notice that the image formed is a *virtual*, *erect* and is formed on the same side of the lens where the object is placed. The size of the image is larger than that of the object. It is a *magnified image*.

In the above situation of image formation, we understand two things:

1. As the image formed is virtual, we can see it with our eyes. In all other cases the image is real which we can't see with our eyes but can be viewed if the image is captured on a screen.
2. A magnified virtual image is formed on the same side of the lens where the object is placed. Thus the image you are seeing through a lens is not real, it is a virtual image of the object.

This particular behaviour of convex lens helps to construct a microscope, which gives a magnified image. You might remember that the magnification of the virtual image is possible only when the object is at the distance less than the focal length of the lens.

Till now we have drawn ray diagrams for various positions of object placed on principal axis using convex lens. Draw ray diagram for an object placed between C_1 and F_1 for a concave lens.

- What do you notice?

Verify your ray diagram with the ray diagram we have drawn for a convex lens. See fig.- 18. Try to draw ray diagrams for other positions of an object. You will notice that irrespective of the position of object, on the principal axis, you will get an *erect, virtual image*, *diminished in size* in between the focal point and optic centre for concave lens.

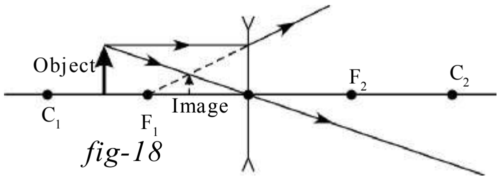


fig-18

Let us see a few examples of ray diagrams

Example 4

Draw a ray diagram to locate the position of image when a point source (S) is placed on optical axis MN of a convex lens, in such a way that it is beyond focal point (F_2). See fig.- E(4).

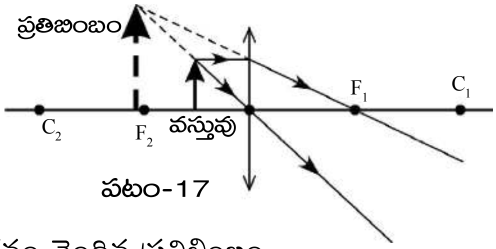
Solution

- Draw a perpendicular line to principal axis passing through the focus (F_1).

SCERT, TELANGANA

6. నాభి మరియు కటక దృక్కేంద్రం మధ్య వస్తువును ఉంచినపుడు

వస్తువును నాభికి, కటక దృక్కేంద్రానికి మధ్య ఉంచినపుడు నిటారుగా ఉన్న మిథ్యాప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది. దీని పరిమాణం వస్తుపరిమాణం కంటే ఎక్కువ. పటం-17లోని కిరణచిత్రాన్ని పరిశీలిస్తే కటకానికి వస్తువు ఉన్నవైపునే నిటారుగా ఉన్న మిథ్యాప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందని తెలుస్తుంది. ప్రతిబింబ పరిమాణం వస్తువు పరిమాణం కన్నా ఎక్కువగా ఉంది. ఇది ఆవర్ధనం చెందిన ప్రతిబింబం.



పటం-17

పై సందర్భాన్ని బట్టి మనకు రెండు విషయాలు అర్థమవుతాయి.

1. మిథ్యాప్రతిబింబం ఏర్పడితే, దానిని మనం కంటితో చూడగలం. నిజప్రతిబింబాన్ని మనం కంటితో నేరుగా చూడలేము. దానిని తెరపై పట్టినప్పుడే చూడగలం.

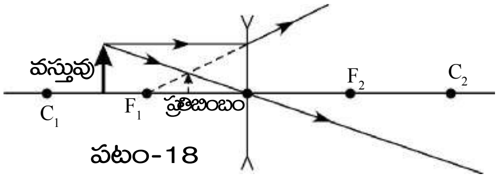
2. ఆవర్ధనం చెందిన మిథ్యాప్రతిబింబం, కటకానికి వస్తువు ఉన్నవైపునే ఏర్పడుతుంది. అంటే మీరు కటకం గుండా చూసే ప్రతిబింబం నిజప్రతిబింబంకాదు. అది మిథ్యాప్రతిబింబం.

కుంభాకార కటకానికున్న ఈ ప్రత్యేక లక్షణం సూక్ష్మదర్శిని తయారీలో ఉపయోగపడుతుంది. సూక్ష్మదర్శిని ఆవర్ధనం చెందిన ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. కటక నాభ్యంతరం కన్నా తక్కువ దూరంలో వస్తువునుంచినపుడు మాత్రమే మిథ్యాప్రతిబింబం ఆవర్ధనం చెందుతుందని మీకు గుర్తుంది కదా!

ఇప్పటివరకు మనం ప్రధానాక్షంపై వివిధ స్థానాలలో వస్తువునుంచినపుడు కుంభాకార కటకం వలన ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలిపే కిరణచిత్రాలను గీసాం. వస్తువును C_1 మరియు F_1ల మధ్య ఉంచినప్పుడు పుటాకార కటకం వల్ల ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలిపే కిరణచిత్రాన్ని గీయండి.

- మీరేం గమనించారు?

ఇదే సందర్భానికి కుంభాకార కటకంతో ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని వివరించే కిరణచిత్రంతో మీ కిరణచిత్రాన్ని పోల్చిచూసుకోండి. పటం-18 చూడండి.



పటం-18

పైన తెలిపిన మిగతా స్థానాలలో వస్తువునుంచినపుడు పుటాకార కటకం వల్ల ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని తెలిపే కిరణ చిత్రాలను గీయడానికి ప్రయత్నించండి.

వస్తువు ప్రధానాక్షంపై ఏ స్థానంలో ఉన్నా, పుటాకారకటక దృక్కేంద్రం మరియు నాభి మధ్య వస్తువు కంటే తక్కువ పరిమాణం గల, నిటారు మిథ్యాప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.

కిరణచిత్రాల ఉదాహరణలను మరికొన్నింటిని పరిశీలిద్దాం.

ఉదాహరణ 4

కుంభాకార కటకం యొక్క ప్రధానాక్షం (MN)పై నాభి (F_2)కి ఆవల ఒక బిందురూపవస్తువు (S)ను ఉంచినపుడు, ప్రతిబింబ స్థానాన్ని గుర్తించడానికి కిరణచిత్రాన్ని గీయండి. (పటం E4 చూడండి.)

సాధన :- నాభి (F_1) వద్ద ప్రధానాక్షానికి ఒక లంబరేఖ గీయండి.

SCERT, TELANGANA

- Draw a ray from point source (S) in any direction to meet lens at point (P^{I}).
- Now draw another line parallel to the ray drawn from the point source (S) such that it passes through the optic centre (P); This line intersects the normal at point F_O.
- Now draw a line passing from point P^{I} to pass through the point F_O such that it meets principal axis at a point say (I).
- ‘I’ is the image point for the point source (S).

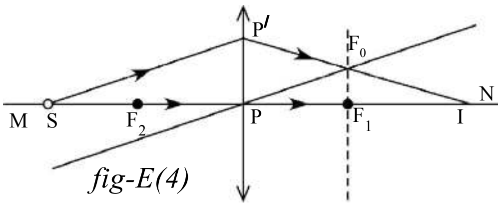


fig-E(4)

Example 5

Complete the ray diagram to show the paths of the rays after refraction through the lenses shown in the fig.-s E5(a) and E5(b)?

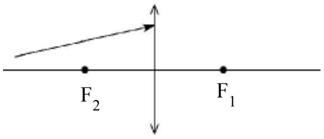


fig-E5(a)

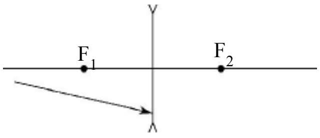


fig-E5(b)

Solution: Follow the steps mentioned in Example (4) to complete the ray diagrams.

You will notice that the paths of the rays are shown in fig.-s E5(c) and 5(d).

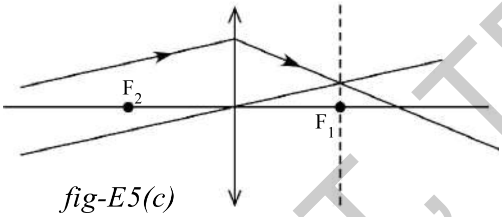


fig-E5(c)

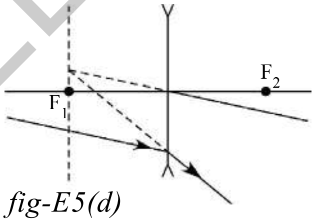


fig-E5(d)

- Can we realise in practice the results obtained in the ray diagrams when we perform experiments with a lens?

Let us see

Lab Activity

Aim: Observing the types of images and measuring the object distance and image distance from the lens.

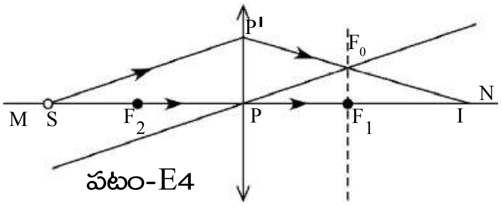
Material required: A candle, paper, convex lens (known focal length), V-stand, measuring tape or meter scale.

Procedure: Take a v-stand and place it on a long (nearly 2m) table at the middle. Place a convex lens on the v-stand. Imagine the principal axis of the lens. Light a candle and ask your friend to take the candle far away

SCERT, TELANGANA

– బిందురూపవస్తువు (S) నుండి కటకంపై ఏదేని బిందువు (P^{I})ను చేరేటట్లు ఒక కిరణాన్ని గీయండి.

– వస్తువు (S) నుండి గీసిన కిరణానికి సమాంతరంగా కటక దృక్‌కేంద్రం (P) గుండా పోయే మరోరేఖను గీయండి. ఈ రేఖ, నాభివద్ద గీసిన లంబాన్ని F_O వద్ద ఖండిస్తుంది.



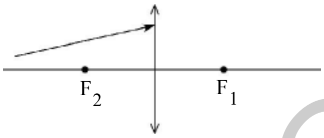
పటం-E4

– P^{I} బిందువు నుండి బయలుదేరి F_O బిందువు గుండా పోతూ ప్రధానాక్షాన్ని I అనే బిందువు వద్ద ఖండించే విధంగా మరొక రేఖను గీయండి.

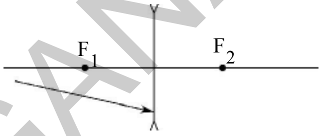
– S అనే బిందురూపవస్తువుకు 'I' బిందువు ప్రతిబింబం అవుతుంది.

ఉదాహరణ 5 :

పటం E-5(ఎ), E-5(బి) పటాలలో చూపిన కిరణాలు కటకం గుండా ప్రయాణించాక ఏర్పడే వక్రీభవన కిరణాల మార్గాలను గీయండి.



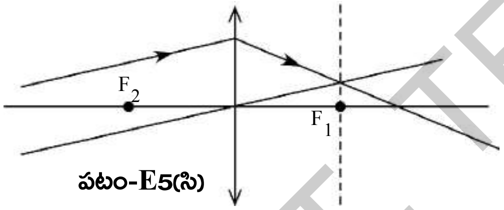
పటం-E5(ఎ)



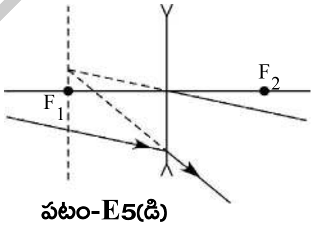
పటం-E5(బి)

సాధన : కిరణచిత్రాలను గీయడానికి ఉదాహరణ 4 లో తెలిపిన సూచనలను పాటించండి.

– ఆ కిరణాల మార్గాలు E-5(సి), 5(డి) పటాలలో చూపిన విధంగా ఉంటాయని మీరు గుర్తిస్తారు.



పటం-E5(సి)



పటం-E5(డి)

- కటకాలతో ప్రయోగాలు చేస్తే కిరణచిత్రాలలో చూపిన ఫలితాలే వస్తాయా? తెలుసుకుందాం.

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం: కుంభాకార కటకం వల్ల ఏర్పడు వివిధ రకాల ప్రతిబింబాలను పరిశీలించడం–వస్తుదూరం, ప్రతిబింబ దూరాలను కొలవడం.

కావలసిన వస్తువులు: కొవ్వొత్తి, తెల్లకాగితం లేదా డ్రాయింగ్ షీట్, నాభ్యంతరం తెలిసిన కుంభాకార కటకం, V–స్టాండు, కొలత టేపు లేదా మీటరు స్కేలు.

పద్ధతి: దాదాపు 2 మీటర్ల పొడవు గల టేబుల్‌పై మధ్యభాగంలో ఒక V–స్టాండ్‌ను ఉంచండి. V–స్టాండ్‌కు ఒక కుంభాకార కటకాన్ని అమర్చండి. కటకం యొక్క ప్రధానాక్షం ఎలా ఉంటుందో ఊహించండి. కటకానికి చాలా దూరంగా ప్రధానాక్షంపై కొవ్వొత్తి మంట

SCERT, TELANGANA

from the lens along the principal axis. Adjust a screen (a sheet of white paper placed perpendicular to the axis) which is on other side of the lens until you get an image on it.

- Why are we using a screen to view this image? Why don't we see it directly with our eye?

Measure the distance of the image from the v-stand of lens and also measure the distance between the candle and stand of lens.

Record the values in a table 1.

Table 1

Object distance (u)	Image distance (v)	Focal length (f)

Now place the candle at a distance of 60 cm from the lens, such that the flame of the candle lies on the principal axis of the lens. Try to get an image of the candle flame on the other side on a screen. Adjust the screen till you get a clear image. Measure the image distance (v) from lens and record the values of 'u' and 'v' in table 1. Repeat this for various object distances like 50 cm, 40 cm, 30 cm, etc. Measure image distances in all the cases and note them in table 1.

- Could you get an image on the screen for every object distance?
- Why don't you get an image for certain object distances?
- Can you find the minimum limiting object distance for obtaining a real image?
- What do you call this minimum limiting object distance for real images?

When you do not get an image on the screen, try to see the image with your eye directly from the place of the screen.

- Could you see the image?
- What type of image do you see?

You will see a magnified image on the same side where we kept the object. This is a *virtual* image of the object which we cannot capture on the screen.

- Can you find the image distance of this virtual image?

In table-1, you got different values of 'v' for various position of object (candle) [u].

- Could you find focal length of the lens from the values recorded in table-1?

SCERT, TELANGANA

(flame) ఉండేటట్లుగా ఒక వెలుగుతున్న కొవ్వొత్తిని పట్టుకుని నిలబడమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి. కటకానికి రెండోవైపు ప్రధానాక్షానికి లంబంగా ఒక తెరను (తెల్లకాగితం లేదా డ్రాయింగ్ చార్ట్) పట్టుకోండి. తెరను ముందుకు వెనుకకు జరుపుతూ ప్రతిబింబాన్ని తెరపై ఏర్పరచండి.

- ప్రతిబింబాన్ని చూడడానికి మనం తెరను ఎందుకు ఉపయోగించాం? తెరలేకుండా ప్రతిబింబాన్ని మన కంటితో ఎందుకు చూడలేము?

కటకం నుండి ప్రతిబింబానికి గల దూరాన్ని, కటకం నుండి వస్తువుకు గల దూరాన్ని కొలవండి. ఆ విలువలను పట్టిక-1 లో నమోదు చేయండి.

పట్టిక-1

వస్తుదూరం (u)	ప్రతిబింబదూరం (v)	నాభ్యాంతరం (f)

ఇప్పుడు కొవ్వొత్తిని కటకానికి 60 సెం.మీ. దూరంలో, కటకం యొక్క ప్రధానాక్షంపై కొవ్వొత్తి మంట ఉండే విధంగా అమర్చండి. కటకానికి రెండోవైపున తెరపై ప్రతిబింబాన్ని పట్టడానికి ప్రయత్నించండి. స్పష్టమైన ప్రతిబింబం ఏర్పడేంతవరకు తెరను మెల్లగా వెనుకకు, ముందుకు జరపండి. ప్రతిబింబదూరం(v) ని కొలిచి, u,v విలువలను పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి. వస్తువును కటకానికి 50 సెం.మీ. 40 సెం.మీ, 30 సెం.మీ. మొ॥గు దూరాలలో ఉంచుతూ ఈ కృత్యాన్ని మరలా చేయండి. అన్ని సందర్భాలలో ప్రతిబింబదూరం కొలవండి. u,v విలువలను కొలిచి పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి.

- వస్తుదూరం ఎంతైనా, ప్రతీ సందర్భంలో ప్రతిబింబాన్ని తెరపై పట్టగలిగారా?
- ఎందుకు కొన్ని సందర్భాలలో (కొన్ని వస్తుదూరాలకు) తెరపై ప్రతిబింబం ఏర్పడలేదు?
- వస్తుదూరం కనీసంగా ఎంత ఉంటే నిజప్రతిబింబం ఏర్పడుతుందో మీరు కనుగొనగలరా?
- నిజప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచే ఈ కనీస వస్తుదూరాన్ని మీరు ఏమని పిలుస్తారు?

తెరపై ప్రతిబింబం ఏర్పడని సందర్భంలో, తెరస్థానంలో మీ కన్ను ఉంచి, మీ కంటితో నేరుగా ప్రతిబింబాన్ని చూడడానికి ప్రయత్నించండి.

- మీరు ప్రతిబింబాన్ని చూడగలిగారా?
- మీరు చూసింది ఎటువంటి ప్రతిబింబం?

కటకానికి వస్తువు ఉన్నవైపునే ఆవర్ధనం చెందిన ప్రతిబింబం మీకు కనిపిస్తుంది. ఇది మిథ్యాప్రతిబింబం. దీనిని మనం తెరపై పట్టలేము.

- ఈ మిథ్యాప్రతిబింబం ఎంత దూరంలో ఏర్పడిందని(ప్రతిబింబ దూరం-v) మీరు కనుగొనగలరా?

పట్టిక-1లో వివిధ వస్తుదూరాలకు (u) సంబంధించిన ప్రతిబింబ దూరాలు(v) మీరు నమోదుచేశారు.

- పట్టిక-1లో నమోదు చేసిన విలువలతో కటకం యొక్క నాభ్యంతరాన్ని మీరు కనుగొనగలరా?

SCERT, TELANGANA

- Can we establish a relation between 'u', 'v' and 'f'?

Let us find out.

Consider an object OO^I placed on the principal axis in front of a convex lens as shown in fig.-(19). Let II^I be the real image formed by the lens on the other side of it. Observe the fig.-(19).

- How is the image formed?

4.3 Lens formula

The ray, starting at O^I and moving parallel to the principal axis and which falls on the lens, should pass through the focal point F_1 as shown in fig.- (19). To locate the point of image (I^I) for the object point (O^I), consider another ray that passes through the optic centre P. We know that any ray passing through the optic centre P will not deviate.

The ray starting from O^I and passing through optic centre P, will meet the refracted ray (first ray) at the point I^I. This point is the image of the point O^I of the object. Similarly, the image of the point O on the principal axis is formed at point I on the principal axis (see Figure 19). We get the inverted image II^I of object OO^I.

PO, PI and PF_1 are the object distance, image distance and focal length respectively. From fig.- 19, triangle PP^IF_1 and triangle F_1II^I are similar triangles,

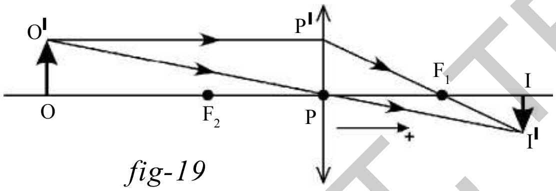


fig-19

$$\Rightarrow \frac{PP'}{II'} = \frac{PF_1}{F_1I} \qquad ....(1)$$

But from the fig.- 19, $F_1I = PI - PF_1$

substituting F_1I in equation (1) above, we get

$$\frac{PP'}{II'} = \frac{PF_1}{(PI - PF_1)} \qquad ....(2)$$

We have another set of similar triangles OO^IP and PII^I.

From these triangles we get, $\frac{OO'}{II'} = \frac{PO}{PI}$

but from fig.- (19), $OO^I = PP^I$, hence we have

$$\frac{PP'}{II'} = \frac{PO}{PI} \qquad ....(3)$$

From (2) and (3), we get

$$\frac{PO}{PI} = \frac{PF_1}{(PI - PF_1)} \quad \Rightarrow \quad \frac{PI}{PO} = \frac{(PI - PF_1)}{PF_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{PI}{PO} = \frac{PI}{PF_1} - 1$$

On dividing the equation by PI, we get

SCERT, TELANGANA

- u,v మరియు f ల మధ్య మనమొక సంబంధాన్ని ఏర్పరచగలమా?

తెలుసుకుందాం!

పటం-19లో చూపినట్లు ఒక కుంభాకార కటకానికి ఎదురుగా ప్రధానాక్షంపై OO^{I} అనే వస్తువు ఉన్నదనుకోండి. కటకానికి రెండో వైపు II^{I}అనే నిజ ప్రతిబింబం ఏర్పడిందనుకోండి.

- ఈ ప్రతిబింబం ఎలా ఏర్పడింది?

4.3 కటకసూత్రం

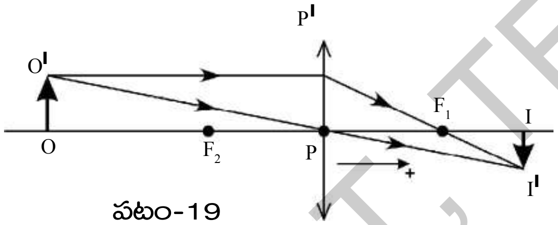
O^{I}నుండి బయలుదేరి ప్రధానాక్షానికి సమాంతరంగా ప్రయాణించే కిరణం కటకంపై పతనమై, వక్రీభవనం చెందాక పటం-19లో చూపిన విధంగా నాభి (F_1) గుండాపోతుంది.

O^{I} బిందువు యొక్క ప్రతిబింబం (I^{I}) ను గుర్తించేందుకు, కటక దృక్కేంద్రం (P) గుండా ప్రయాణించే కిరణాన్ని కూడా పరిశీలిద్దాం. కటక దృక్కేంద్రం గుండా ప్రయాణించే కిరణం విచలనాన్ని పొందదని మనకు తెలుసు.

O^{I}నుండి బయలుదేరి కటక దృక్కేంద్రం గుండా ప్రయాణించే కిరణం మొదటి వక్రీభవన కిరణాన్ని I^{I}వద్ద ఖండిస్తుంది. ఈ బిందువును O^{I}యొక్క ప్రతిబింబం అంటాం. అదే విధంగా ప్రధానాక్షంపై గల బిందువు O యొక్క ప్రతిబింబం ప్రధానాక్షంపైనే I వద్ద ఏర్పడుతుంది.

పటం-19 చూడండి. కాబట్టి OO^{I}యొక్క ప్రతిబింబం II^{I} ప్రధానాక్షంపై తలక్రిందులుగా ఏర్పడుతుంది.

PO, PI, PF_1 లు వరుసగా వస్తుదూరం, ప్రతిబింబదూరం మరియు కటక నాభ్యంతరం.



పటం-19

పటం-19 ప్రకారం త్రిభుజం PP$^{I}F_1$ మరియు త్రిభుజం F_1II^{I} సరూప త్రిభుజాలు. కాబట్టి

$$\frac{PP'}{II'} = \frac{PF_1}{F_1I} \quad ....(1)$$

పటం-19 ప్రకారం $F_1I = PI - PF_1$

ఈ విలువను సమీకరణం (1) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{PP'}{II'} = \frac{PF_1}{(PI - PF_1)} \quad ....(2)$$

పటం-19 ప్రకారం OO^{I}P మరియు PII^{I} త్రిభుజాలు కూడా సరూప త్రిభుజాలే.

కావున $\frac{OO'}{II'} = \frac{PO}{PI}$

పటం-19 ప్రకారం OO^{I} = PP^{I}అవుతుంది. ఈ విలువను పై సమీకరణంలో రాయగా,

$$\frac{PP'}{II'} = \frac{PO}{PI} \quad ....(3)$$

సమీకరణం (2), (3) ల నుండి,

$$\frac{PO}{PI} = \frac{PF_1}{(PI - PF_1)} \Rightarrow \frac{PI}{PO} = \frac{(PI - PF_1)}{PF_1} \Rightarrow \frac{PI}{PO} = \frac{PI}{PF_1} - 1$$

పై సమీకరణాన్ని ఇరువైపులా PIతో భాగించగా,

SCERT, TELANGANA

$$\frac{1}{PO} = \frac{1}{PF_1} - \frac{1}{PI} \qquad \Rightarrow \frac{1}{PO} + \frac{1}{PI} = \frac{1}{PF_1}$$

The above equation is derived for a particular case of the object while using a convex lens. To convert this into a general equation, we need to use the sign convention.

According to the sign convention

$PO = -u$; $PI = v$; $PF_1 = f$

Substituting these values in equation 4, we get

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

This equation is called *lens formula*. It can be used for any lens. But remember to use the sign convention while using this equation.

We have 'u' and 'v' values in table – 1 that were measured during activity – 2. Find focal length of the lens from the values of the table for each set of values of 'u' and 'v'.

4.4 Magnification

Let us discuss the size of the image formed by a lens.

Observe object OO', image II' in fig-20.

$\Delta OO'P$, $\Delta II'P$ are similar.

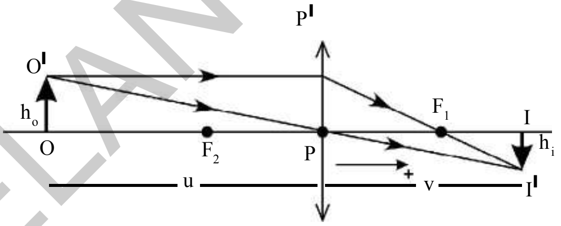


fig-20

$$\therefore \frac{II'}{PI} = \frac{OO'}{PO} \Rightarrow \frac{II'}{OO'} = \frac{PI}{PO}$$

Substituting the values as per sign convention in the above equation, we get

$$\frac{-h_i}{h_o} = \frac{-v}{u}$$

$$\therefore \text{ Magnification } m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$$

- Is the focal length same for each set of values?

You might have noticed that irrespective of object distance and image distance, you will get same focal length. If you do not get the same value of focal length, there may be some experimental error while doing the experiment. In such a case, find the average of all the values. This will be equal to the focal length of the lens.

Let us see an example

Example 6

An electric lamp and a screen are placed on the table, in a line at a distance of 1m. In what positions of convex lens of focal length of f = 21 cm will the image of lamp be sharp?

SCERT, TELANGANA

$$\frac{1}{PO} = \frac{1}{PF_1} - \frac{1}{PI} \qquad \Rightarrow \frac{1}{PO} + \frac{1}{PI} = \frac{1}{PF_1}$$

పై సమీకరణం, కుంభాకార కటకం ముందు వస్తువునుంచిన ఒక ప్రత్యేక సందర్భానికి ఉత్పాదించినది.

ఈ సూత్రాన్ని సాధారణీకరించడానికి మనం సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని వినియోగించాలి.

సంజ్ఞా సాంప్రదాయం ప్రకారం $PO = -u$; $PI = v$; $PF_1 = f$

ఈ విలువలను సమీకరణం – (4) లో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

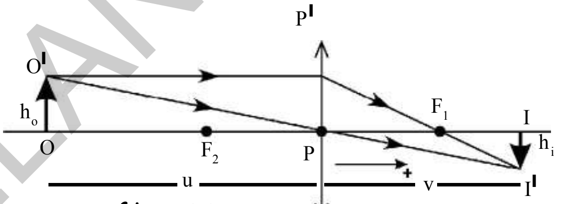
ఈ సమీకరణాన్ని **కటకసూత్రం** అంటాం. ఈ సూత్రాన్ని ఏ కటకానికైనా వినియోగించవచ్చు. దీనిని ఉపయోంగిచేటప్పుడు సంజ్ఞా సాంప్రదాయాన్ని వాడాలనే విషయం మరువరాదు.

కృత్యం–2 లో మనం కొలిచిన u, v విలువలను పట్టిక–1 లో నమోదుచేశాం. ఆ సమాచారాన్ని వినియోగించి, ప్రతీ సందర్భానికి సంబంధించిన u, v లతో కటక నాభ్యంతరాన్ని లెక్కించండి.

4.4 ఆవర్ధనం (Magnification)

కటకాల వల్ల ఏర్పడే ప్రతిబింబం పరిమాణం గురించి చర్చిద్దాం.

పటం 20ని పరిశీలించగా OO' వస్తువు, II' ప్రతిబింబం.



పటం–20

Δ OO' P, Δ II' P లు సరూప త్రిభుజాలు

$$\therefore \frac{II'}{PI} = \frac{OO'}{PO} \Rightarrow \frac{II'}{OO'} = \frac{PI}{PO}$$

పటం ద్వారా సంజ్ఞ సాంప్రదాయాన్ని అనుసరించి విలువలు ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{-h_i}{h_o} = \frac{-v}{u}$$

$$\therefore \text{ ఆవర్ధనం } m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$$

- అన్ని సందర్భాలలోనూ కటక నాభ్యంతరం ఒకే విలువ వచ్చిందా?

u, v విలువలు మారినప్పటికీ అన్ని సందర్భాలలో నాభ్యాంతరం విలువ ఒకేలా ఉండడం మీరు గుర్తించి ఉంటారు. మీకు నాభ్యంతరం విలువ ఒకేలా రాలేదంటే, ప్రయోగం నిర్వహించినప్పుడు దోషాలు (errors) జరిగి ఉండవచ్చు. అటువంటప్పుడు మీరు గణించిన నాభ్యంతరం విలువల సరాసరిని తీసుకుంటే, అది కటకం యొక్క నాభ్యంతరం అవుతుంది.

ఒక ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం!

ఉదాహరణ 6

ఒక టేబుల్‌పై వెలుగుతున్న విద్యుత్‌బల్బు, తెరను ఒకదానికొకటి 1మీ॥ దూరంలో ఉంచాం. 21 సెం.మీ నాభ్యంతరం గల కుంభాకార కటకాన్ని వీటి మధ్య ఏ స్థానంలో ఉంచితే స్పష్టమైన ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది?

SCERT, TELANGANA

Solution

The distance between the lamp and screen is 100cm and 'x' be the distance between lamp and lens. From fig.- E-6, we have u = -x and v = 100-x, f = 21

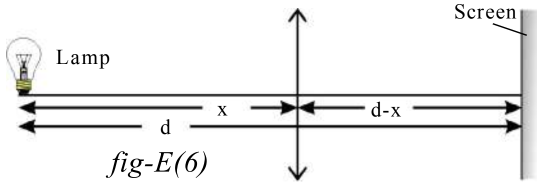


fig-E(6)

By substituting these in lens formula,

We get

$$\frac{1}{21} = \frac{1}{(100-x)} + \frac{1}{x}$$

After solving thisequation, we get

$x^2 - 100x + 2100 = 0$

It is a quadratic equation. Hence we get two solutions. The solutions of the above equation are

x^2-70x-30x+2100=0 ⇨ x (x-70)-30(x-70) = 0 ⇨ (x-70)(x-30) = 0

∴ x =70cm and x = 30cm.

We can place the lens at a distance of 70cm or 30cm from the bulb, we get sharp image.

- On what factors does the focal length of the lens depend?

Let us find out.

Activity 2

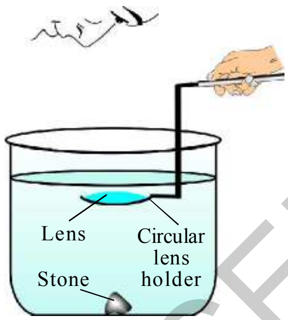


fig-21

Take the same lens that was used in lab activity. Note the average focal length of the lens that was calculated in the lab activity. Take a cylindrical vessel such as glass tumbler. Its height must be much greater than the focal length of the lens. (We require the vessel which has a length (depth) nearly equal to four times of the focal length of lens). Keep a black stone inside the vessel at its bottom. Now pour water into the vessel up to a height such that the height of the water level from the top of the stone is greater than focal length of lens. Now dip the lens horizontally using a circular lens holder as shown in the fig.- (21) above the stone. Set the distance between stone and lens that is equal to or less than focal length of lens measured in activity 2. Now look at the stone through the lens. (Do this in open ground)

- Can you see the image of the stone?
- If Yes / Not, why? Give your reasons.

You can see the image of the stone if the distance between lens and stone is less than the focal length of the lens (in air). Now increase the distance between lens and stone until you cannot see the image of the stone.

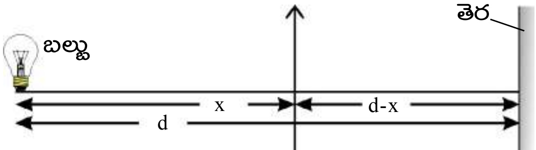
- What do you conclude from this activity?
- Does the focal length of the lens depend on surrounding medium?

You have dipped the lens to a certain height which is greater than the focal length of lens in air. But you can see the image (when lens is raised further, you could not see the image). This shows that the focal length of lens has increased in water. Thus we conclude that the focal length of lens depends upon the surrounding medium in which it is kept.

SCERT TELANGANA

సాధన: వస్తువు (విద్యుత్‌బల్బు) కు, తెరకు మధ్యదూరం 100cm మరియు వస్తువుకు, కటకానికి మధ్యదూరం x అనుకుందాం. పటం E-6 ప్రకారం $u = -x$, $v = 100-x$, $f = 21$ ఈ విలువలను కటక సూత్రంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{1}{21} = \frac{1}{(100-x)} + \frac{1}{x}$$



పటం-ఊ(6)

ఈ సమీకరణాన్ని సాధించి $x^2 - 100x + 2100 = 0$ అని పొందవచ్చు.

$x^2-70x-30x+2100=0 \Rightarrow x(x-70)-30(x-70) = 0 \Rightarrow (x-70)(x-30) = 0$

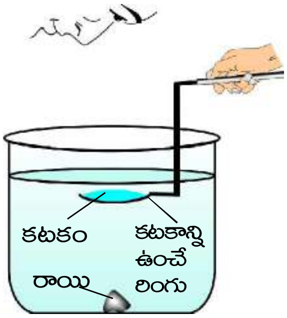
$\therefore x = 70$cm మరియు $x = 30$cm.

x విలువ 70 సెం.మీ లేదా 30 సెం.మీ ఉన్నప్పుడు బల్బ్ యొక్క ప్రతిబింబం స్పష్టంగా ఏర్పడుతుంది.

- కటకం యొక్క నాభ్యంతరం ఏఏ అంశాలపై ఆధారపడుతుంది? తెలుసుకుందాం!

కృత్యం 2

ప్రయోగశాల కృత్యంలో వినియోగించిన కటాకాన్నే తీసుకోండి. దాని నాభ్యంతరాన్ని నోట్‌బుక్‌లో రాసి ఉంచండి. (దీనిని మీరు ప్రయోగశాల కృత్యంలో లెక్కగట్టారు.) గాజుగ్లాసు వంటి ఒక స్థూపాకార పాత్రను తీసుకోండి. దీని ఎత్తు కటకం యొక్క నాభ్యంతరం కంటే చాలా ఎక్కువ (కటకనాభ్యంతరానికి దాదాపు 4 రెట్లు) ఉండాలి. పాత్ర అడుగుభాగాన నల్లటి రాయినుంచండి. రాయి పైనుండి కటక నాభ్యంతరం కన్నా ఎక్కువ ఎత్తు వరకు ఉండేట్లు పాత్రలో నీరు నింపండి. ఇప్పుడు పటం-21లో చూపినట్లు కటకాన్ని నీటి ఉపరితలానికి సమాంతరంగా (Horizontal) ఉండేట్లు నీటిలో కొద్ది లోతువరకు ముంచండి. రాయి ఉపరితలం నుండి కటకానికి గల దూరం కటకనాభ్యంతరానికి సమానంగా గానీ, తక్కువగా గానీ ఉండే విధంగా కటకాన్ని పట్టుకోండి. కటకం గుండా రాయిని చూడండి. (ఈ కృత్యాన్ని ఆరుబయట నిర్వహించండి)



పటం-21

- రాయి ప్రతిబింబాన్ని మీరు చూడగలిగారా?
- ఎందుకు చూడగలిగారు?/చూడలేకపోయారు? కారణాలు వివరించండి.

రాయి, కటకానికి మధ్యదూరం కటకనాభ్యంతరం కంటే తక్కువ ఉంటేనే రాయి ప్రతిబింబాన్ని మనం చూడగలం. మీరు నీటిలోని రాయి ప్రతిబింబాన్ని చూడలేనంతవరకు రాయికి, కటకానికి మధ్య దూరాన్ని పెంచండి.

- ఈ కృత్యాన్ని బట్టి మీరేం చెప్పగలరు?
- కటకం యొక్క నాభ్యాంతరం పరిసరయానకంపై ఆధారపడుతుందా?

కటకం గాలిలో ఉన్నప్పుడు కనుగొన్న నాభ్యంతరం కంటే, రాయి-కటకం మధ్యదూరం ఎక్కువగా ఉండే విధంగా మీరు కటకాన్ని నీటిలో ముంచారు. అయినా మీరు ప్రతిబింబాన్ని చూడగలిగారు. (కటకాన్ని ఇంకా పైకి జరిపితే మీరు ప్రతిబింబాన్ని చూడలేరు.) దీనినిబట్టి నీటిలో ఉన్నప్పుడు కటకనాభ్యంతరం పెరిగిందని తెలుస్తుంది. అంటే కటకనాభ్యంతరం పరిసర యానకంపై ఆధారపడుతుందని మనం నిర్ధారించవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

4.5 Lens maker's formula

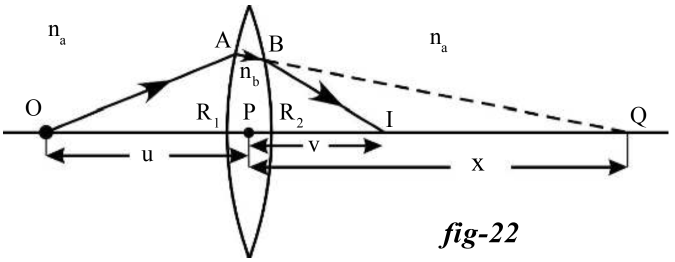


fig-22

Imagine a point object 'O' placed on the principal axis of the thin lens as shown in fig.- 22. Let this lens be placed in a medium of refractive index n_a and let refractive index of lens medium be n_b.

Consider a ray, from 'O' which is incident on the convex surface of the lens with radius of curvature R_1 at A as shown in fig.- 22.

The incident ray refracts at A.

Let us assume that, it forms image at Q, if there were no concave surface.

From the fig.-(22), Object distance PO = –u;

Image distance $v = PQ = x$

Radius of curvature $R = R_1$

$n_1 = n_a$ and $n_2 = n_b$

Substitute the above values in the equation, $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$

$$\Rightarrow \quad \frac{n_b}{x} + \frac{n_a}{u} = \frac{(n_b - n_a)}{R_1} \qquad ....(1)$$

But the ray that has refracted at A suffers another refraction at B on the concave surface with radius of curvature (R_2). At B the ray is refracted and reaches I on the principal axis.

The image Q of the object due to the convex surface is taken as object for the concave surface. So, we can say that I is the image of Q for concave surface. See fig.- 22.

Object distance $u = PQ = +x$

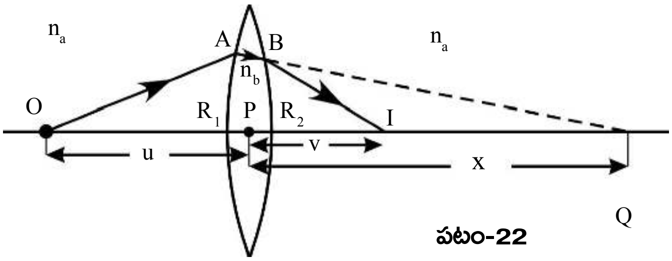
Image distance $PI = v$

Radius of curvature $R = -R_2$

For refraction, the concave surface of the lens is considered as medium-1 and surrounding medium is considered as medium-2. Hence the suffixes of refractive indices interchange. Then we get,

SCERT TELANGANA

4.5 కటక తయారీ సూత్రం



పటం-22

పటం-22 లో చూపిన విధంగా, పలుచని కటకం ప్రధానాక్షంపై ఒక బిందురూప వస్తువు O ను ఊహించండి. కటకాన్ని ఉంచిన యానకం (కటకం చుట్టూ ఉన్న యానకం) యొక్క వక్రీభవన గుణకం n_a, కటక వక్రీభవన గుణకం n_b అని భావిద్దాం.

పటం-22లో చూపినట్లు 'O' బిందువు నుండి బయలు దేరిన ఒక కాంతికిరణం R_1 వక్రతా వ్యాసార్థం గల ఆ కటకపు ఒక కుంభాకార ఉపరితలంపై A బిందువు వద్ద పతనం చెందింది అనుకుందాం. పతనకిరణం A వద్ద వక్రీభవనం పొందుతుంది.

కటకానికి రెండో ఉపరితలం లేకపోతే, వక్రీభవన కిరణం Q వద్ద ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది అనుకుందాం.

పటం-22 నుండి, వస్తుదూరం $PO = -u$

ప్రతిబింబదూరం $v = PQ = x$

వక్రతావ్యాసార్థం $R = R_1$

$n_1 = n_a$ మరియు $n_2 = n_b$

ఈ విలువలను $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\Rightarrow \quad \frac{n_b}{x} + \frac{n_a}{u} = \frac{(n_b - n_a)}{R_1} \quad \text{..............} (1)$$

కానీ నిజానికి, A వద్ద వక్రీభవనం పొందిన కిరణం R_2 వక్రతావ్యాసార్థం గలిగిన మరో ఉపరితలం (పతనకాంతిపరంగా పుటాకార ఉపరితలం) పై B బిందువు వద్ద తిరిగి వక్రీభవనం పొందుతుంది. B వద్ద వక్రీభవనం పొందిన కిరణం ప్రధానాక్షంపై I బిందువును చేరుతుంది.

కటకం యొక్క మొదటి ఉపరితలం (కుంభాకార ఉపరితలం) వల్ల ఏర్పడిన ప్రతిబింబం Q ను కటకం యొక్క రెండో ఉపరితలానికి (పతనకాంతిపరంగా పుటాకార ఉపరితలానికి) వస్తువుగా తీసుకోవాలి. అప్పుడు పుటాకార ఉపరితలం పరంగా Q యొక్క ప్రతిబింబం I అని చెప్పవచ్చు. పటం-22 చూడండి.

వస్తుదూరం $u = PQ = +x$

ప్రతిబింబదూరం $PI = v$

వక్రతావ్యాసార్థం $R = -R_2$

కటకం యొక్క పుటాకార ఉపరితలం వద్ద జరిగే వక్రీభవనానికి, కటకం 1వ యానకం అవుతుంది. చుట్టూ ఉన్న యానకం రెండవ యానకం అవుతుంది. కాబట్టి వక్రీభవన గుణకాల పాదాంకాలు(subcripts) పరస్పరం మారుతాయి.

SCERT, TELANGANA

$n_1 = n_b$ and $n_2 = n_a$

Substituting the above values in equation $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$

$$\frac{n_a}{v} - \frac{n_b}{x} = \frac{(n_a - n_b)}{-R_2} \quad \text{.............} (2)$$

By adding (1) and (2) we get,

$$\Rightarrow \frac{n_a}{v} + \frac{n_a}{u} = (n_b - n_a)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Dividing both sides by n_a, We get

$$\Rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \left(\frac{n_b}{n_a} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

We know $\frac{n_b}{n_a} = n_{ba}$ called refractive index of lens with respect to surrounding medium.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = (n_{ba} - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

This is derived for specific case for the convex lens so we need to generalize this relation. For this we use sign convention. Applying sign convention to this specific case we get,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = (n_{ba} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

We know that

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

So, we get

$$\frac{1}{f} = (n_{ba} - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{.................}(3)$$

If the surrounding medium is air, then the relative refractive index could be absolute refractive index of the lens.

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) .$$

This can be used only when the lens is kept in air.

Where n is absolute refractive index and this equation is called lens maker's formula.

NOTE: Always use sign convention while using any formula derived in this chapter and the above formula can be used for any thin lens.

SCERT, TELANGANA

$n_1 = n_b$ మరియు $n_2 = n_a$

ఈ విలువలను $\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$ సూత్రంలో ప్రతిక్షేపించగా,

$$\frac{n_a}{v} - \frac{n_b}{x} = \frac{(n_a - n_b)}{-R_2} \qquad .... (2)$$

(1), (2) సమీకరణాలను కలుపగా,

$$\Rightarrow \quad \frac{n_a}{v} + \frac{n_a}{u} = (n_b - n_a)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

సమీకరణాన్ని ఇరువైపులా n_a తో భాగించగా..

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \left(\frac{n_b}{n_a} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$\frac{n_b}{n_a} = n_{ba}$ అని మనకు తెలుసు. దీనిని, చుట్టూ ఉన్న యానకం పరంగా కటకం యొక్క వక్రీభవన గుణకం అంటాం.

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \left(n_{ba} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

పై సమీకరణం కుంభాకార కటకానికి సంబంధించిన ఒక ప్రత్యేక సందర్భానికి ఉత్పాదించినది. కావున దీనిని సాధారణీకరించాలి. దీనికొరకు సంజ్ఞాసాంప్రదాయాన్ని ఉపయోగించి, కింది సమీకరణాన్ని రాబట్టవచ్చు.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(n_{ba} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ అని మనకు తెలుసు. దీనిని పై సమీకరణంలో రాయగా

$$\frac{1}{f} = \left(n_{ba} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad ....(3)$$

కటకం చుట్టూ ఉన్న యానకం గాలి అయితే, పరమ వక్రీభవన గుణకమే సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం అవుతుంది.

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

కటకాన్ని గాలిలో ఉంచిన సందర్భానికి మాత్రమే ఈ సూత్రాన్ని వినియోగించాలి. ఇందులో n పరమవక్రీభవన గుణకం. దీనిని 'కటక తయారీ సూత్రం' అంటాం.

గమనిక : ఈ పాఠ్యాంశంలో ఉత్పాదించిన ఏ సూత్రాన్నైనా ఉపయోగించేటప్పుడు సంజ్ఞాసాంప్రదాయాన్ని పాటించాలి. మనం ఉత్పాదించిన కటక తయారీ సూత్రాన్ని ఏ పలుచని కటకాలకైనా వినియోగించవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

The convex lens behaves as a converging lens, if it is kept in a medium with refractive index less than the refractive index of the lens. It behaves like a diverging lens when it is kept in a transparent medium with greater refractive index than that of the lens.

For example an air bubble in water behaves like a diverging lens.

Let us see an example for lens maker formula.

Example 7

What is the focal length of double concave lens kept in air with two spherical surfaces of radii $R_1 = 30cm$ and $R_2 = 60cm$. Take refractive index of lens as n = 1.5.

Solution:

From the fig.- E(7) using sign convention we get

$R_1 = -30cm$, $R_2 = 60cm$ and also given that n = 1.5

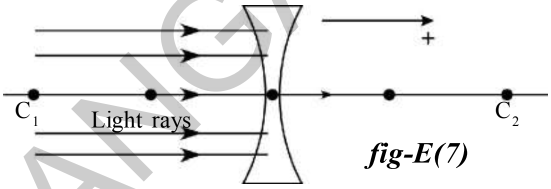


fig-E(7)

using $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{-30} - \frac{1}{60}\right)$$

Solving this, we get

f = -40cm

Here minus indicates that the lens is divergent.

Key words

Lens, Focal length, Focus, Optic centre, Principal axis, Radius of curvature, Centre of curvature, Focal plane, Convergence, Divergence.

What we have learnt

- The formula used when a light ray enters a medium with refractive index n_2 from a medium with refractive index n_1 at curved interface with a radius of curvature R is $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$
- A lens is formed when one medium is separated from another medium by two surfaces, one of which is curved.
- Lens formula is $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

  where f is the focal length of lens, u is the object distance and v is the image distance.

SCERT, TELANGANA

కుంభాకార కటకాన్ని దాని వక్రీభవన గుణకం కన్నా తక్కువ వక్రీభవన గుణకం గల యానకంలో ఉంచినప్పుడు, అది కేంద్రీకరణ కటకం (converging lens) వలె పని చేస్తుంది. కానీ దాని వక్రీభవన గుణకం కన్నా ఎక్కువ వక్రీభవన గుణకం గల యానకంలో ఉంచినప్పుడు అది వికేంద్రీకరణ కటకం (diverging lens) వలె పనిచేస్తుంది.

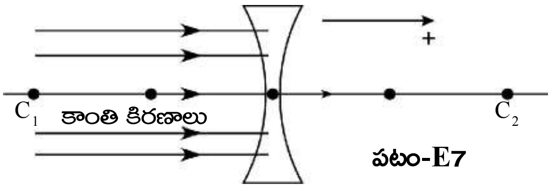
ఉదాహరణకు నీటిలో ఉండే గాలి బుడగ వికేంద్రీకరణ కటకం వలె పనిచేస్తుంది.

కటక తయారీ సూత్రానికి సంబంధించి ఇప్పుడొక ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం.

ఉదాహరణ 7

వక్రీభవన గుణకం $n = 1.5$ గల ఒక ద్విపుటాకార కటకం గాలిలో ఉంచబడింది. కటకం యొక్క రెండు వక్రతలాల వక్రతా వ్యాసార్థాలు $R_1 = 30$ సెం.మీ. $R_2 = 60$ సెం.మీ. అయిన ఆ కటక నాభ్యంతరం ఎంత?

సాధన : పటం-*E*7 ప్రకారం సంజ్ఞాసాంప్రదాయాన్ని ఉపయోగించి..



పటం-E7

$R_1 = -30$ సెం.మీ. $R_2 = 60$ సెం.మీ. అని రాయవచ్చు. $n = 1.5$ అని ఇవ్వబడింది.

పై విలువలను $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$ సూత్రంలో ప్రతిక్షేపించగా

$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{-30} - \frac{1}{60}\right)$$

పై సమీకరణాన్ని సాధిస్తే $f = -40cm$ అవుతుంది.

ఇందులో '–' అనేది వికేంద్రీకరణ కటకాన్ని తెలియజేస్తుంది.

కీలక పదాలు

కటకం, నాభ్యంతరం, నాభి, దృక్‌కేంద్రం, ప్రధానాక్షం, వక్రతావ్యాసార్థం, వక్రతాకేంద్రం, నాభీయ తలం, కేంద్రీకరణ, వికేంద్రీకరణ.

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- n_1 వక్రీభవన గుణకం గల యానకం నుండి n_2 వక్రీభవన గుణకం గల యానకంలోకి R వక్రతా వ్యాసార్థం గల వక్రతలం గుండా ఒక కాంతికిరణం ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు $n_2/v - n_1/u = (n_2 - n_1)/R$ సూత్రాన్ని వినియోగిస్తాం.
- ఒక యానకం యొక్క రెండు ఉపరితలాలలో కనీసం ఒకటి వక్రతలమై, అది మరొక యానకాన్ని వేరుచేస్తుంటే దానిని కటకం అంటాం.
- కటక సూత్రం : $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

ఇందులో f కటక నాభ్యంతరం, u వస్తుదూరం, v ప్రతిబింబదూరం.

SCERT, TELANGANA

- Lens maker's formula is

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

where R_1 and R_2 are radii of curvature , n is the refractive index and f is the focal length.

- Characteristics of the image formed due to convex lens

Sl. No.	Position of the object	Position of the Image	Characteristics of the image
1.	At infinity	Focal Point (F_1)	Point Image
2.	Beyond C_2	Between F_1 & C_1	Inverted, Diminished & Real
3.	At C_2	On C_1	Inverted, Same size & Real
4.	Between F_2 & C_2	Beyond C_1	Inverted, Magnified & Real
5.	At F_2	Infinity	-
6.	Between F_2 & P	Beyond F_2	Erect, Magnified & Virtual

Improve your learning

U3P2B9

SCERT, TELANGANA

I. Reflections on concepts

1. How do you verify experimentally that the focal length of a convex lens is increased when it is kept in water? (AS_1)
2. How do you find the focal length of a lens experimentally? (AS_1)
3. Draw ray diagrams for the following positions and explain the nature and position of image.
   i. Object is placed at C2
   ii. Object is placed between F2 and optic centre P. (AS_5)

II. Application of concepts

1. Two converging lenses are to be placed in the path of parallel rays so that the rays remain parallel after passing through both lenses. How should the lenses be arranged? Explain with a neat ray diagram. (AS_1)
2. The focal length of a converging lens is 20cm. An object of 2cm height is at a distance of 60cm from the lens. Where will the image be formed and what kind of image is it? And also find the height of the image (AS_1) (Ans: A real, diminished, inverted image formed at 30cm from the lens)
3. A double convex lens has two surfaces of equal radii 'R' and refractive index n = 1.5, find the focal length 'f'. (AS_1)
4. Find the refractive index of the glass which is a symmetrical convergent lens if its focal length is equal to the radius of curvature of its surface. (AS_7) (Ans:1.5)

- కటక తయారీ సూత్రం : $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

  ఇందులో R_1 ,R_2లు వక్రతావ్యాసార్థాలు, n వక్రీభవనగుణకం, f నాభ్యాంతరం.
- కుంభాకార కటకానికి సంబంధించి వివిధ సందర్భాలలో ఏర్పడే ప్రతిబింబ లక్షణాలు

క్రమ. సంఖ్య	వస్తువు స్థానం	ప్రతిబింబ స్థానం	ప్రతిబింబ లక్షణాలు
1.	అనంత దూరంలో	నాభివద్ద	బిందురూప ప్రతిబింబం, నిజప్రతిబింబం
2.	C_2 కి ఆవల	F_1, C_1 ల మధ్య	తలక్రిందులు, చిన్నదైన, నిజప్రతిబింబం
3.	C_2 వద్ద	C_1 వద్ద	తలక్రిందులు, వస్తువుతో సమాన పరిమాణం నిజప్రతిబింబం
4.	F_2 మరియు C_2 ల మధ్య	C_1 కి ఆవల	తలక్రిందులు, పెద్దదైన నిజప్రతిబింబం
5.	F_2 వద్ద	అనంతదూరంలో	–
6.	F_2 మరియు P ల మధ్య	F_2 కి ఆవల	నిటారైన, ఆవర్ధీకృతమైన మిథ్యా ప్రతిబింబం

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

X1F7K3

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. కుంభాకార కటకాన్ని నీటిలో ఉంచినపుడు, దాని నాభ్యంతరం పెరుగుతుందని ప్రయోగపూర్వకంగా మీరు ఎలా సరిచూస్తారు? (AS_1)
2. ఒక కటక నాభ్యంతరాన్ని ప్రయోగపూర్వకంగా ఎలా కనుగొంటారు? (AS_1)
3. కింది సందర్భాలకు సంబంధించిన కిరణచిత్రాలను గీయండి. ప్రతిబింబస్థానం, లక్షణాలను వివరించండి.

   i) C_2 వద్ద వస్తువు ఉన్నప్పుడు

   ii) F_2 మరియు దృక్కేంద్రం P ల మధ్య వస్తువు ఉన్నప్పుడు (AS_5)

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. సమాంతర కిరణాల మార్గంలో రెండు కేంద్రీకరణ కటకాలనుంచి, రెండు కటకాల గుండా ప్రయాణించాక కూడా కాంతికిరణాలు సమాంతరంగానే ఉండాలంటే ఆ కటకాలను ఎలా అమర్చాలి? పటం సహాయంతో వివరించండి. (AS_1)
2. 20 సెం.మీ. నాభ్యంతరం గల కేంద్రీకరణ కటకం ముందు 60 సెం.మీ. దూరంలో 2 సెం.మీ. పొడవు గల వస్తువు ఉంది. ప్రతిబింబం ఎక్కడ ఏర్పడుతుంది? దాని లక్షణాలు తెలిపి, ప్రతిబింబం ఎత్తు కనుగొనుము. (AS_1) (జవాబు: నిజ, చిన్నదైన, తలక్రిందులుగా 30 సెం.మీ. దూరంలో ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.)
3. ఒక ద్వికుంభాకార కటకపు రెండువక్రతలాల వక్రతావ్యాసార్థాలు సమానం (R). కటక వక్రీభవన గుణకం n =1.5 అయిన కటకనాభ్యంతరాన్ని కనుగొనండి. (AS_1)
4. ఒక సొష్టవ కేంద్రీకరణ కటకం యొక్క నాభ్యంతరం, వక్రతావ్యాసార్థం సమానమైన దాని వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనండి. (జవాబు : 1.5) (AS_7)

SCERT, TELANGANA

III. Higher Order Thinking Questions

1) A convex lens is made up of three different materials as shown in the fig-Q(1). How many of images does it form? (AS_2)

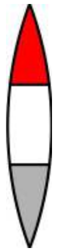


fig-Q(1)

2) You have a lens. Suggest an experiment to find out the focal length of the lens.(AS_3)

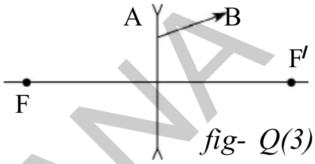


fig- Q(3)

3) Fig.-Q(3) shows ray AB that has passed through a divergent lens. Construct the path of the ray up to the lens if the position of its foci is known. (AS_5)

fig-Q(4)

4) Fig. -Q(4) shows a point light source and its image produced by a lens with an optical axis N_1N_2. Find the position of the lens and its foci using a ray diagram. (AS_5)

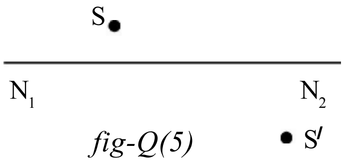


fig-Q(5)

5) Find the focus by drawing a ray diagram using the position of source S and the image S′ given in the fig.-Q(5). (AS_5)

6) A parallel beam of rays is incident on a convergent lens with a focal length of 40cm. Where a divergent lens with a focal length of 15 cm should be placed for the beam of rays to remain parallel after passing through the two lenses? Draw a ray diagram. (AS_5)

7) Suppose you are inside the water in a swimming pool near an edge. A friend is standing on the edge. Do you find your friend taller or shorter than his usual height? Why?(AS_7)

SCERT, TELANGANA

Multiple choice questions

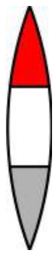
1) Which one of the following materials cannot be used to make a lens? [ ]

a) water b) glass

c) acrylic d) clay

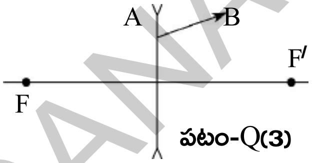
III. ఆలోచనాత్మక ప్రశ్నలు

1. పటం Q-(1) లో చూపినట్లు ఒక కుంభాకార కటకం మూడు వేర్వేరు పదార్థాలతో తయారుచేయబడింది. అది ఎన్ని ప్రతిబింబాలను ఏర్పరుస్తుంది. (AS_2)


పటం-Q(1)

2. మీ దగ్గరున్న కటకం నాభ్యంతరం కనుక్కోడానికి ఒక ప్రయోగాన్ని సూచించండి. (AS_3)

3. వికేంద్రీకరణ కటకం గుండా ప్రయాణించే AB కిరణాన్ని పటం Q−(3) చూపుతుంది. పటంలో కటక నాభుల స్థానాలను బట్టి కటకం వరకు ఆ కిరణ పథాన్ని గీయండి. (AS_5)

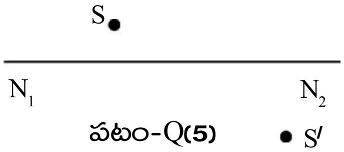


పటం-Q(3)

4. ఒక బిందురూప వస్తువును, N_1N_2 ప్రధానాక్షం గల కటకంతో ఏర్పడిన ప్రతిబింబాన్ని పటం Q (4) చూపుతుంది. కిరణచిత్రంద్వారా కటకస్థానాన్ని, దాని నాభులను కనుగొనండి. (AS_5)

పటం-Q(4)

5. పటం Q(5)లో చూపిన వస్తువు స్థానం S, ప్రతిబింబ స్థానం S'లను ఉపయోగించి కిరణచిత్రాన్ని గీసి నాభిని కనుక్కోండి. (AS_5)



పటం-Q(5)

6. 40 సెం.మీ నాభ్యంతరంగల కేంద్రీకరణ కటకంపై సమాంతర కిరణాలు పతనం చెందాయి. 15 సెం.మీ. నాభ్యంతరం గల వికేంద్రీకరణ కటకాన్ని ఎక్కడ ఉంచితే, రెండు కటకాల గుండా ప్రయాణించిన తర్వాత ఆ కిరణాలు తిరిగి సమాంతరంగా ఉంటాయి. కిరణచిత్రాన్ని గీయండి. (AS_5)

7. ఒక ఈతకొలనులో అంచువెంబడి నీటిలో మునిగి మీరు ఈదుతున్నారనుకుందాం. ఒడ్డుపై మీ స్నేహితుడు నిలబడి ఉన్నాడు. మీకు మీ స్నేహితుడు, అతని వాస్తవ ఎత్తుకన్నా ఎక్కువ ఎత్తుగా కనబడతాడా లేక తక్కువ ఎత్తుగా కనబడతాడా? ఎందుకు? (AS_7)

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. కింది పదార్థాలలో కటక తయారీకి పనికిరానిది [ ]

ఎ) నీరు   బి) గాజు

సి) అక్రలిక్   డి) బంకమన్ను

SCERT TELANGANA

2) Which of the following is true? [ ]

a) the distance of virtual image is always greater than the object distance for convex lens

b) the distance of virtual image is not greater than the object distance for convex lens

c) convex lens always forms a real image

d) convex lens always forms a virtual image

3) Focal length of the plano-convex lens is .... when its radius of curvature of the surface is R and n is the refractive index of the lens. [ ]

a) $f = R$ b) $f = \frac{R}{2}$

c) $f = \frac{R}{(n-1)}$ d) $f = \frac{(n-1)}{R}$

Suggested Experiments

1) Conduct an experiment to find out the focal length of the lens.

2) Let us assume a system that consists of two lenses with focal length f_1 and f_2 respectively. How do you find the focal length of the system experimentally, when

i) two lenses are touching each other

ii) they are separated by a distance 'd' with common principal axis.

Suggested Projects

1. Collect the information about the lenses available in an optical shop. Find out how the focal length of a lens may be determined by the given 'power' of the lens.

2. Take two watch glasses and affix them. Pour two different liquids (Ex. Water, Navaratan oil) and now it will acts like a lens with two different materials .Put a light source (object) in front of this lens and note the observations and write a report on it.

SCERT, TELANGANA

2) కింది వాటిలో ఏది సరియైనది ? [ ]

ఎ) కుంభాకార కటకంతో ఏర్పడ్డ మిథ్యాప్రతిబింబ దూరం ఎల్లప్పుడూ వస్తుదూరం కంటే ఎక్కువ

బి) కుంభాకార కటకంతో ఏర్పడ్డ మిథ్యాప్రతిబింబ దూరం ఎల్లప్పుడూ వస్తుదూరం కంటే తక్కువ

సి) కుంభాకార కటకం వల్ల ఎల్లప్పుడూ నిజ ప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.

డి) కుంభాకార కటకం వల్ల ఎల్లప్పుడూ మిథ్యాప్రతిబింబం ఏర్పడుతుంది.

3) n వక్రీభవనగుణకం, R వక్రతావ్యాసార్థం గల ఒక సమతల కుంభాకార కటకం యొక్క నాభ్యంతరం [ ]

ఎ) $f = R$ బి) $f = \frac{R}{2}$

సి) $f = \frac{R}{(n-1)}$ డి) $f = \frac{(n-1)}{R}$

ప్రయోగాలు

1) ఒక కటకం యొక్క నాభ్యంతరం కనుగొనే ప్రయోగాన్ని నిర్వహించండి.

2) ఒక వ్యవస్థలో f_1, f_2 నాభ్యంతరాలు గల రెండు కటకాలు ఉన్నాయి. క్రింది సందర్భాలలో ఆవ్యవస్థ నాభ్యంతరాన్ని ప్రయోగపూర్వకంగా ఎలా కనుగొంటారు.

i) రెండు ఒకదానికొకటి అనుకొని ఉన్నప్పుడు

ii) రెండూ ఒకే ప్రధానాక్షంపై d దూరంలో ఉన్నప్పుడు

ప్రాజెక్టులు

1. మీ దగ్గరలోని కళ్ళజోళ్ళ షాపులో దొరికే కటకాల గురించి సమాచారాన్ని సేకరించండి. కటకం యొక్క సామర్థ్యాన్ని (power) బట్టి దాని నాభ్యంతరం ఎలా కనుగొంటారో తెలుసుకోండి.

2. రెండు వాచ్‌గ్లాస్‌లను అతికించి దానిలో నీరు, నవరత్న ఆయిల్ పోయండి. రెండు పదార్థాలతో ఒక కటకం తయారైంది. దాని కుండా కాంతిని పంపి (దాని ముందు వస్తువును ఉంచి) మీ పరిశీలనలు నమోదుచేయండి.

SCERT, TELANGANA

CHAPTER

5 Human Eye and Colourful world

X2U9H8

SCERT, TELANGANA

You have studied refraction of light through lenses in the previous chapter. You have learnt about nature, position and relative size of image formed by lenses for various distances of objects. In class IX, chapter VI on sense organs in Biological science text book, explained the structure of the human eye. The human eye functions on the principle of sensation of vision. We see objects because the light scattered from them falls on the eye. The eye has a lens in its structure.

In the previous chapter, you learned that the focal length of lens and object distance determine the nature, position and size of image.

- What is the function of lens in human eye?
- How does it help to see objects at long distances and short distances?
- How is it possible to get the image at the same distance on the retina?
- Are we able to see all objects in front of our eye clearly?
- How do the lenses used in spectacles correct defects of vision?

To answer these questions, you need to understand the structure and functioning of the human eye.

Let us do the following activities to know about some interesting facts about our vision.

5.1 Least distance of distinct vision

Activity 1

Take a text book and hold it with your hands in front of you at a certain distance. Now try to read the contents on the page. Slowly move the book towards your eye till it is very close to your eyes.

అధ్యాయం

5 మానవుని కన్ను- రంగుల ప్రపంచం

Q9W9H1

SCERT, TELANGANA

కటకాల ద్వారా వక్రీభవనం గురించి మీరు గత పాఠ్యాంశంలో చదువుకున్నారు. వివిధ స్థానాలలో వస్తువునుంచినపుడు కటకం ఏర్పరచే ప్రతిబింబ స్థానం, పరిమాణం మరియు లక్షణాల గురించి నేర్చుకున్నారు. 9వ తరగతి జీవశాస్త్రంలోని జ్ఞానేంద్రియాలు అనే పాఠంలో కంటి నిర్మాణం గురించి తెలుసుకున్నారు. దృష్టి ప్రతిస్పందన (Sensation of Vision)అనే నియమంపై ఆధారపడి మన కన్ను పనిచేస్తుంది. వస్తువులపై పడిన కాంతి పరిక్షేపణం చెంది మన కంటిని చేరడం వల్ల మనం వస్తువులను చూడగలుగుతాం. కంటిలో ఒక కటకం ఉంటుంది.

ఇంతకు ముందు పాఠ్యాంశంలో కటక నాభ్యంతరం, వస్తుదూరం అనేవి ప్రతిబింబ స్థానం, పరిమాణం, ప్రతిబింబ లక్షణాలను నిర్ణయిస్తాయని తెలుసుకున్నారు కదా!

- మానవుని కంటిలో కటకం పాత్ర ఏమిటి?
- దూరంలో ఉన్న వస్తువులను మరియు దగ్గరగా ఉన్న వస్తువులను చూడడంలో కటకం ఎలా సహాయపడుతుంది?
- అన్ని సందర్భాలలో ఒకేదూరంలో (రెటీనాపై) ప్రతిబింబం ఏర్పడటం ఎలా సాధ్యం?
- మన కంటిముందున్న అన్ని వస్తువులనూ మనం స్పష్టంగా చూడగలమా?
- కళ్ళజోళ్ళలో వాడిన కటకాలు దృష్టిదోషాలను ఎలా సవరిస్తాయి?

ఇటువంటి ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వడానికి మానవుని కంటినిర్మాణం, పనిచేయు విధానం గురించి మీరు అవగాహన చేసుకోవాలి.

మన దృష్టి (vision) గురించి కొన్ని ఆసక్తికరమైన విషయాలను తెలుసుకోడానికి కింది కృత్యాలను నిర్వహిద్దాం.

5.1 స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం (Least distance of distinct vision)

కృత్యం 1

ఒక పుస్తకాన్ని తెరచి మీ కంటి ముందు కొంతదూరంలో పట్టుకొని చదవడానికి ప్రయత్నించండి. నెమ్మదిగా ఆ పుస్తకాన్ని మీ కంటి వైపుగా, కంటికి అతి దగ్గరగా చేరేవరకు కదిలించండి.

- What changes do you notice?

You may see that printed letters on the page of the text book appear blurred or you feel strain in the eye.

Now slowly move the book backwards to a position where you can see clear printed letters without straining your eye. Ask your friend to measure the distance between your eye and text book at this position. Note down its value. Repeat the activity with other friends and note down the distances for distinct vision in each case.

Find the average of all these distances of clear vision.

- What value do you get for average distance?

From this activity you will come to know that to see an object comfortably and distinctly, you must hold it at a distance about 25 cm from your eyes. This distance is called least distance of distinct vision. This varies from person to person and with age. At a young age (say below 10 years) the muscles around the eye are strong and flexible and can bear more strain. Therefore the least distance of distinct vision at this age is as close as 7 to 8 cm. Generally for a healthy person the least distance of distinct vision is around 25 cm. In old age the muscles cannot sustain more strain hence the least distance of distinct vision shifts to a larger value, say, about 1 to 2 m or even more.

- Are you able to see the top and bottom of an object placed at a distance of about 25 cm from your eye irrespective of its shape?

Let us find out.

Activity 2

Collect a few wooden sticks used in cloth roller in clothes store (or) collect waste PVC pipes that are used for electric wiring. Prepare sticks or pipes of 20 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 50 cm from them. Place a retort stand on a table and stand near the table such that your head is beside the vertical rod (see fig 1). Adjust the clamp on the horizontal rod and fix it at a distance of 25 cm from your eyes. Ask one of your friends to fix a wooden stick of 30 cm height to the clamp in a vertical position as shown in fig1.

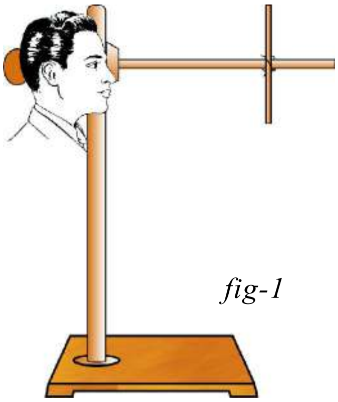


fig-1

Now keeping your vision parallel to horizontal rod of the stand, try to see the top and bottom of wooden stick kept in vertical position.

- Are you able to see both ends of the stick simultaneously without any movement (shaking) in your eyes?

SCERT, TELANGANA

- ఏం మార్పులు గమనించారు?

పుస్తకంలోని అక్షరాలు మసకబారినట్లుగా అనిపిస్తాయి లేదా మీ కన్ను ఒత్తిడి (strain)కి గురైనట్లు అనిపించవచ్చు.

పుస్తకంలోని అక్షరాలను మీ కన్ను ఏ ఒత్తిడి లేకుండా చూడగలిగే స్థానం వరకు నెమ్మదిగా పుస్తకాన్ని వెనుకకు జరపండి. ఇప్పుడు పుస్తకానికి మీ కంటికి గల దూరం కొలవమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి. ఈ విలువను నోట్‌బుక్‌లో రాసి ఉంచండి. ఇదే కృత్యాన్ని మీ స్నేహితులతో చేయండి. ప్రతి ఒక్కరూ పుస్తకం ఎంతదూరంలో ఉన్నప్పుడు అక్షరాలను స్పష్టంగా చూడగలిగారో కొలవండి.

అందరి విలువల సరాసరిని గణించండి.

- ఆ సరాసరి దూరం విలువ ఎంత?

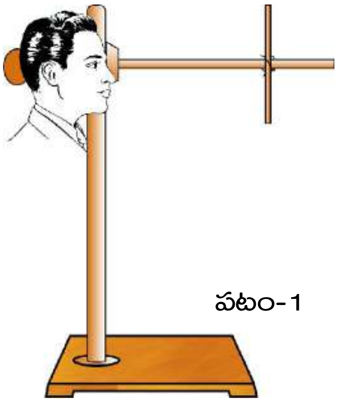
మన కంటికి ఏ ఒత్తిడి లేకుండా, స్పష్టంగా ఒక వస్తువును మనం చూడాలంటే అది మన కంటికి ఉండాల్సిన దూరాన్ని 'స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం' అంటాం. ఇది వ్యక్తి వ్యక్తికీ, వయసును బట్టి మారుతుంది. 10 సంవత్సరాల లోపు వారికి కంటి చుట్టూ ఉండే కండరాలు దృఢంగా (strong), స్థితిస్థాపక లక్షణం కలిగియుండి (flexible), ఎక్కువ ఒత్తిడిని తట్టుకోగలిగే విధంగా ఉంటాయి. కాబట్టి ఈ వయస్సు వారికి స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం 7 నుండి 8 సెం.మీ వరకు ఉంటుంది. సాధారణంగా ఆరోగ్యవంతుడైన మానవునికి స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం 25 సెం.మీ.గా ఉంటుంది. వయసు మళ్ళిన వారి కంటి కండరాలు ఎక్కువ ఒత్తిడి భరించలేవు కాబట్టి వారి స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం 1 నుండి 2 మీటర్లు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువగా ఉంటుంది.

- మీ కంటికి 25 సెం.మీ దూరంలో ఉంచిన వస్తువు ఆకారం ఎలా ఉన్నా, దానిని పై నుండి కింది వరకు (top to bottom)మీరు చూడగలరా?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 2

బట్టల షాప్‌లో బట్టల చుట్టలకు వచ్చే కర్రలను లేదా ఎలక్ట్రిక్ వైరింగ్ కొరకు వాడే PVC పైప్‌లను సేకరించండి. వాటిని 20 సెం.మీ, 30 సెం.మీ, 35 సెం.మీ, 40 సెం.మీ, 50 సెం.మీ, పొడవుగల ముక్కలుగా కత్తిరించండి. ఒక రిటార్ట్‌స్టాండ్‌ను బల్లపై ఉంచి, పటం-1లో చూపినట్లు రిటార్ట్‌స్టాండ్ నిలువు కడ్డీ (vertical rod) ప్రక్కన మీ తల ఉండే విధంగా బల్ల దగ్గర నిలబడండి. మీ కంటి నుండి 25 సెం.మీ. దూరంలో రిటార్ట్‌స్టాండ్ అడ్డుకడ్డీకి (Horizontal rod) క్లాంప్‌ను బిగించండి. ఆ క్లాంప్‌కు పటం 1లో చూపినట్లు 30 సెం.మీ. పొడవుగల కర్రను కట్టమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి.



పటం-1

ఇప్పుడు అడ్డుకడ్డీ వెంబడి మీ దృష్టి సారిస్తూ, కర్రముక్క (30 సెం.మీ.)ను పై అంచు నుండి కింది అంచు వరకు మొత్తంగా చూడడానికి ప్రయత్నించండి.

- మీ కంటిని ఏమాత్రం కదిలించకుండా కర్రమొత్తాన్ని ఒకేసారి మీరు చూడగలుగుతున్నారా?

SCERT, TELANGANA

In activity-1, you learned that least distance for distinct vision is about 25 cm. It varies from person to person. If you are not able to see both end of the stick at this distance (25 cm), adjust the vertical stick on the horizontal rod till you are able to see both ends of the stick at the smallest possible distance from your eye. Fix the vertical stick at this position with the help of the clamp.

Without changing the position of the clamp on the horizontal rod, replace this stick of 30 cm length with other sticks of various lengths one by one and try to see the top and bottom of the stick simultaneously without any change in the position of eye either upwards downwards or side ways.

- Are you able to see both ends of the sticks in all these cases? If not why?

Let us know.

Observe the following fig.-2. You can see the whole object AB which is at a distance of 25 cm (least distance of distinct vision) because the rays coming from the ends A and B of the object AB will enter the eye. Similarly you can also see whole object CD with eye as explained above. Let us assume that AB moves closer to the eye to a position $A^I B^I$ as shown in fig.2.

- Will you be able to see the whole object now?

From the fig.-2, you notice that you will be able to see only the part (EF) of the object A^I B^I because the rays coming from E and F enter your eye. The rays coming from A^I and B^I cannot enter your eye.

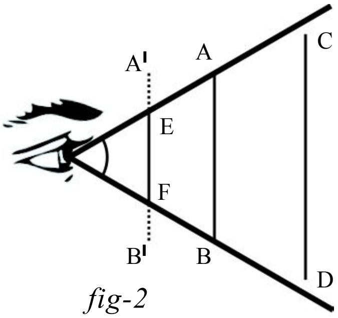


fig-2

The rays coming from the extreme ends of an object form an angle at the eye. If this angle is below 60^0, we can see the whole object. If this angle is above 60^0, then we can see only the part of the object.

This maximum angle, at which we are able to see the whole object is called angle of vision. The angle of vision for a healthy human being is about 60^0. It varies from person to person with the age.

You have learnt that the value of least distance of distinct vision is about 25 cm and the value of angle of vision of human beings is about 60^0. You also learnt that these values change from person to person and with age of person.

- Why do the values of least distance of distinct vision and angle of vision change with person and age?

To answer the above question, we need to understand the structure of eye and its functioning.

SCERT, TELANGANA

స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం 25 సెం.మీ. అని మీరు కృత్యం-1లో నేర్చుకున్నారు. ఇది వ్యక్తివ్యక్తికీ మారుతుంది. కర్రముక్క 25 సెం.మీ. దూరంలో ఉన్నప్పుడు దాని రెండు చివరలను మీరు స్పష్టంగా చూడలేకపోతే, అడ్డుకడ్డీ వెంబడి కర్రముక్కను వెనుకకు జరపండి. ఏ కనీసదూరం వద్ద మీరు దానిని పూర్తిగా చూడగలరో అక్కడ దానిని అడ్డుకడ్డీకి క్లాంప్ సహాయంతో బిగించండి.

అడ్డుకడ్డీపై క్లాంప్‌స్థానం మారకుండా 30 సెం.మీ. కర్రస్థానంలో మిగిలిన కర్రలను (మీరు కత్తిరించిన వివిధ పొడవులు గల కర్రలను) ఒక్కొక్కటిగా ఉంచుతూ కనుగుడ్డును పైకి-కిందికి గానీ, పక్కలకు గానీ కదల్చకుండా ఆ కర్రముక్కలను పై నుండి కిందివరకూ ఏకకాలంలో చూడడానికి ప్రయత్నించండి.

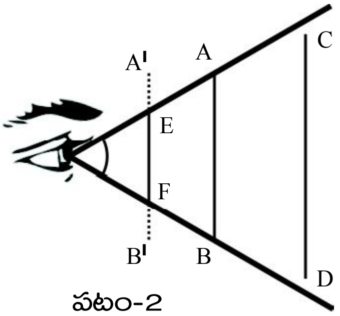
- అన్ని కర్రలనూ పైనుండి కిందివరకు ఏకకాలంలో చూడగలిగారా? చూడలేకపోతే, దానికిగల కారణాలేంటి?

తెలుసుకుందాం.

పటం-2 ను పరిశీలించండి. స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరంలో (25 సెం.మీ. దూరంలో) ఉన్న వస్తువు AB ని మీరు పూర్తిగా చూడగలరు. ఎందుకనగా వస్తువు యొక్క A, B స్థానాలనుండి వచ్చే కాంతికిరణాలు మీ కంటిలోకి చేరుతాయి. అదే విధంగా CD అనే వస్తువును కూడా పూర్తిగా చూడగలరు. పటం-2లో చూపినట్లు AB వస్తువు మీ కంటికి దగ్గరగా A' B' స్థానం వరకు జరిగిందనుకుందాం.

- ఇప్పుడు మీరు వస్తువును పూర్తిగా చూడగలరా?

పటం-2 ను పరిశీలిస్తే, A' B' స్థానంలో ఉంచిన వస్తువులో కొంతభాగం (EF) మాత్రమే మీరు చూడగలరని తెలుస్తుంది. ఎందుకంటే E, F ల నుండి వచ్చే కాంతికిరణాలు మీ కంటిలోకి చేరుతాయి. కానీ A', B' బిందువులనుండి వచ్చే కాంతికిరణాలు మీ కంటిలోకి చేరవు.



పటం-2

వస్తువు యొక్క చివరిబిందువుల నుండి వచ్చే కిరణాలు కంటి వద్ద కొంత కోణం చేస్తాయి. ఈ కోణం 60^0 కంటే తక్కువగా ఉంటే ఆ వస్తువును మొత్తం మనం చూడగలం. ఈ కోణం 60^0 కన్నా ఎక్కువ ఉంటే ఆ వస్తువులో కొంతభాగం మాత్రమే మనం చూడగలం.

ఏ గరిష్ట కోణం వద్ద మనం వస్తువును పూర్తిగా చూడగలమో, ఆ కోణాన్ని "దృష్టికోణం" (angle of vision) అంటాం. ఆరోగ్యవంతుని దృష్టికోణం సుమారుగా 60^0 ఉంటుంది. ఇది వ్యక్తివ్యక్తికీ వయసును బట్టి మారుతుంది.

సాధారణ మానవుని స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం 25 సెం.మీ. మరియు దృష్టికోణం 60^0 అని మీరు తెలుసుకున్నారు. అలాగే ఈ విలువలు వ్యక్తివ్యక్తికీ వయసునుబట్టి మారుతాయని కూడా తెలుసుకున్నారు.

- స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం, దృష్టికోణం విలువలు వ్యక్తినిబట్టి, వయసునుబట్టి ఎందుకు మారుతాయి?

పై ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పాలంటే, మన కంటి నిర్మాణం (structure) మరియు అది పనిచేసే విధానం గురించి అవగాహన చేసుకోవాలి.

SCERT, TELANGANA

5.2 Structure of human eye

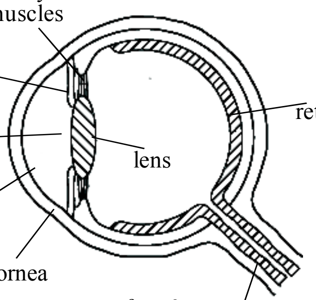


fig-3

The human eye is one of the most important sense organs. It enables us to see the object and colours around us.

Fig.-3 shows schematically the basic components of human eye. The eye ball is nearly spherical in shape. The front portion is more sharply curved and is covered by a transparent protective membrane called the 'cornea'. It is this portion which is visible from outside. Behind the cornea, there is place filled with a liquid called aqueous humour and behind this a crystalline lens which is responsible for the image formation. Between the aqueous humour and the lens, we have a muscular diaphragm called 'iris' which has a small hole in it called pupil. Iris is the coloured part that we see in an eye.

The pupil appears black because any light falling on it goes into the eye and there is almost no chance of light coming back to the outside. Iris helps in controlling the amount of light entering the eye through 'pupil'. In low light condition, the iris makes the pupil to expand so that more light is allowed to go in and in the case of bright (or) excess light condition, it makes the pupil contract and there by prevent the excess light not to go into eye. Thus 'iris' enables pupil to act as a "variable aperture" for entry of light into the eye.

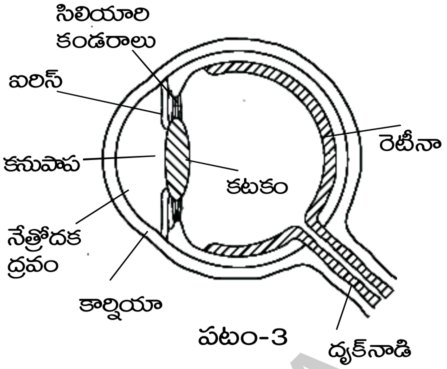
The lens is hard in the middle and gradually becomes soft towards the outer edge. The light that enters the eye forms an image on the retina. (It covers the rear part of eyeball). The distance between the lens and retina is about 2.5 cm i.e., for any position of object in front of the eye the image distance is fixed and about 2.5 cm.

- How can we get this same image distance for various positions of objects?
- Can you answer this question using concepts of refraction through lenses?

In the previous chapter, you have learnt that for different positions of object, the image distance remains constant only when there is a change in focal length of lens. Further, the focal length of a lens depends on the material by which it has been made and radii of curvature of lens. We need to change focal length of eye lens to get same image distance for various positions of object in front of the eye. This is only possible when the eye lens is able to change its shape.

SCERT TELANGANA

5.2 మానవుని కంటి నిర్మాణం



పటం-3

జ్ఞానేంద్రియాలలో కన్ను ఒక ప్రధానమైన అవయవం. ఇది మన చుట్టూ ఉన్న వివిధ వస్తువులను, రంగులను చూడడానికి ఉపయోగపడుతుంది.

కంటి నిర్మాణాన్ని, కంటిలోని ముఖ్య భాగాలను పటం-3లో చూడవచ్చు. కనుగుడ్డు (eye ball) దాదాపు గోళాకారంగా ఉంటుంది. దాని ముందుభాగం ఎక్కువ వక్రంగా ఉండి, కార్నియా (cornea) అనే పారదర్శక రక్షణ పొరను (protective membrane) కలిగి ఉంటుంది. కంటిలో బయటకు కనబడే భాగం ఇదే. కార్నియా వెనుక ప్రదేశంలో నేత్రోదక ద్రవం (aqueous humour) ఉంటుంది. దీనివెనుక ప్రతిబింబ ఏర్పాటుకు ఉపయోగపడే కటకం (crystalline lens) ఉంటుంది. నేత్రోదక ద్రవానికి, కటకానికి మధ్య ఐరిస్ (iris) అనే కండర పొర ఉంటుంది. ఈ కండరపొరకు ఉండే చిన్న రంధ్రాన్ని కనుపాప (pupil) అంటాం. మనకు కంటిలో కనబడే రంగు ప్రాంతమే ఐరిస్.

కనుపాపపై పడిన కాంతి కంటిలోపలికి వెళ్లి బయటికి తిరిగి వచ్చే అవకాశం దాదాపుగా వుండదు. అందువల్ల కనుపాప నలుపు రంగులో కనబడుతుంది. కనుపాప ద్వారా కంటిలోకి ప్రవేశించే కాంతి (amount of light)ని ఐరిస్ అదుపు చేస్తుంది. కాంతి ప్రకాశం తక్కువ ఉన్నప్పుడు ఐరిస్ కనుపాపను పెద్దదిగా చేసి ఎక్కువ పరిమాణంలో కాంతి లోపలికి పోయే విధంగా చేస్తుంది. కాంతి ప్రకాశవంతంగా ఉన్న సందర్భాలలో ఐరిస్ కనుపాపను సంకోచింపజేసి కాంతి ఎక్కువ పరిమాణంలో కంటిలోకి పోనివ్వకుండా అదుపు చేస్తుంది. ఈ విధంగా కంటిలోకి వెళ్లేకాంతిని నియంత్రించే ద్వారం (variable aperture) వలె పనిచేయడానికి కనుపాపకు ఐరిస్ సహాయపడుతుంది. కంటిలోని కటకం మధ్య- భాగంలో ధృడంగానూ, అంచువైపు పోతున్నకొలదీ మృదువుగానూ ఉంటుంది. కంటిలోకి ప్రవేశించిన కాంతి కనుగుడ్డుకు వెనుకవైపున ఉండే రెటీనా (retina)పై ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. కంటిలోని కటకానికి, రెటీనాకు మధ్యదూరం దాదాపు 2.5సెం.మీ ఉంటుంది. అనగా కంటిముందు వస్తువు ఎంత దూరంలో ఉన్నా ప్రతిబింబదూరం మాత్రం సుమారు 2.5 సెం.మీ. మాత్రమే.

- వివిధ వస్తుదూరాలకు ఒకే ప్రతిబింబదూరం ఉండడం ఎలా సాధ్యం?
- కటకాలగుండా వక్రీభవనం గురించి మీకున్న అవగాహనతో పై ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పగలరా?

వివిధ వస్తుదూరాలకు ఒకే ప్రతిబింబదూరం ఉండాలంటే, నాభ్యంతరం విలువ మారవలసి ఉంటుందనే అంశాన్ని మీరు గత పాఠ్యాంశంలో నేర్చుకున్నారు. అలాగే కటకనాభ్యంతరం అనేది కటకం తయారైన పదార్థ స్వభావంపైన, దాని వక్రతావ్యాసార్థంపైన ఆధారపడుతుందని మీకు తెలుసు. అంటే కంటి నాభ్యంతరం మారితేనే వివిధ దూరాలలో ఉన్న వస్తువులకు ప్రతిబింబదూరం ఒకే విధంగా ఉండే అవకాశం ఉంది. కంటికటకం తన ఆకారాన్ని మార్చుకోగలిగితేనే ఇది సాధ్యపడుతుంది.

SCERT TELANGANA

- How does eye lens change its focal length?
- How does this change take place in the eye ball?

Let us know

The ciliary muscle to which eye lens is attached (see fig-3) helps the eye lens to change its focal length by changing the radii of curvature of the eye lens.

When the eye is focussed on a distant object, the ciliary muscles are relaxed so that the focal length of eye lens has its maximum value which is equal to its distance from the retina. The parallel rays coming into the eye are then focussed on to the retina and we see the object clearly.

When the eye is focussed on a closer object, the ciliary muscles are strained and focal length of eye-lens decreases. The ciliary muscles adjust the focal length in such a way that the image is formed on retina and we see the object clearly. This process of adjusting focal length is called "accommodation". However these muscles cannot strain beyond a limit and hence if the object is brought too close to eyes, the focal length cannot be adjusted to form an image on the retina. Thus there is a minimum distance for distinct vision of an object which is roughly equal to 25 cm as we have learned in activity-1.

- Does eye lens form a real image or virtual image?
- How does the image formed on retina help us to perceive the object without change in its shape, size and colour?

  Let us know

The eye-lens forms a real and inverted image of an object on the retina. The retina is a delicate membrane, which contains about 125 million receptors called 'rods' and 'cones' which receive the light signal (cones-identify the colour: rods-identify the intensity of light). These signals are transmitted to the brain through about 1 million optic-nerve fibres. The brain interprets these signals and finally processes the information so that we perceive the object in terms of its shape, size and colour.

In our previous discussion, you have learnt that eye-lens itself changes its focal length in accordance with distance of the object with the help of ciliary muscles.

- Is there any limit to the change of focal length of the eye-lens?
- What are the maximum and minimum focal lengths of the eye lens? How can we find them?

  Let us find

SCERT, TELANGANA

- కన్ను తన నాభ్యంతరాన్ని ఎలా మార్చుకుంటుంది?
- కనుగుడ్డులో ఈ మార్పు ఎలా జరుగుతుంది?

తెలుసుకుందాం.

కంటిలోని కటకానికి ఆనుకుని ఉన్న సిలియరి కండరాలు (ciliary muscles) కటక వక్రతావ్యాసార్థాన్ని మార్చడం ద్వారా కటకం తన నాభ్యంతరాన్ని మార్చుకోవడానికి దోహదపడతాయి.

దూరంలో ఉన్న వస్తువును కన్ను చూస్తున్నప్పుడు, సిలియరి కండరాలు విశ్రాంతస్థితిలో ఉండటం వల్ల కంటి కటక నాభ్యంతరం గరిష్టమవుతుంది. అంటే కటకం నుండి రెటీనాకు గల దూరానికి, నాభ్యంతరం విలువ సమానమవుతుంది. అప్పుడు కంటిలోకి వచ్చే సమాంతర కిరణాలు రెటీనాపై కేంద్రీకరింపబడటం వల్ల వస్తువును మనం చూడగలుగుతాం.

దగ్గరగా ఉన్న వస్తువును కన్ను చూస్తున్నప్పుడు, సిలియరి కండరాలు ఒత్తిడికి గురికావడం వల్ల కంటి కటక నాభ్యంతరం తగ్గుతుంది. రెటీనాపై ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధంగా సిలియరి కండరాలు కటక నాభ్యంతరాన్ని మారుస్తాయి. ఇలా కటక నాభ్యంతరాన్ని తగిన విధంగా మార్పుచేసుకునే పద్ధతిని 'సర్దుబాటు' (accommodation) అంటాం. అయితే సిలియరి కండరాలు ఒక హద్దుదాటి మరీ ఎక్కువ ఒత్తిడికి గురికాలేవు కాబట్టి, వస్తువును కంటికి చాలా దగ్గరగా ఉంచినపుడు రెటీనాపై ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధంగా నాభ్యంతర సర్దుబాటు జరగదు. కాబట్టి వస్తువును స్పష్టంగా చూడాలంటే కృత్యం-1 లో తెలుసుకున్నట్లుగా అది కనీసం 25 సెం.మీ. (స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరం) దూరంలో ఉండాలి.

- కంటి కటకం నిజప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుందా? మిథ్యాప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తుందా?
- వస్తువు ఆకారం, పరిమాణం మరియు రంగులలో ఏమార్పులేకుండా వస్తువును మనం గుర్తించే విధంగా రెటీనాపై ప్రతిబింబం ఎలా ఏర్పడుతుంది?

తెలుసుకుందాం.

కంటికటకం వస్తువు నిజ ప్రతిబింబాన్ని రెటీనాపై తలక్రిందులుగా ఏర్పరుస్తుంది. రెటీనా అనేది ఒక సున్నితమైన పొర. దీనిలో దండాలు (rods) మరియు శంఖువులు (cones) అనబడే దాదాపు 125 మిలియన్ల గ్రాహకాలు (receptors) ఉంటాయి. ఇవి కాంతి సంకేతాలను (signals) గ్రహిస్తాయి. శంఖువులు రంగును గుర్తిస్తాయి. దండాలు కాంతి తీవ్రతను గుర్తిస్తాయి. ఈ సంకేతాలు దాదాపు 1 మిలియన్ దృక్‌నాడుల (optic - nerve fibres) ద్వారా మెదడుకు చేరవేయబడతాయి. వాటిలోని సమాచారాన్ని మెదడు విశ్లేషించడం ద్వారా వస్తువు ఆకారం, పరిమాణం మరియు రంగులను మనం గుర్తిస్తాం.

సిలియరి కండరాల సహాయంతో కంటికటకం వస్తుదూరానికి అనుగుణంగా తన నాభ్యంతరాన్ని మార్చుకుంటుందని మనం తెలుసుకున్నాం.

- కంటి కటక నాభ్యంతరం మార్పుకు ఏదైనా హద్దు (limit) ఉందా?
- కంటి కటకం యొక్క కనిష్ట, గరిష్ట నాభ్యంతరాలు ఎంత? వాటిని మనం ఎలా కనుగొంటాం?

తెలుసుకుందాం.

SCERT, TELANGANA

When the object is at infinity, the parallel rays from the object falling on the eye lens are refracted and they form a point sized image on retina (see fig-4(*a*)).

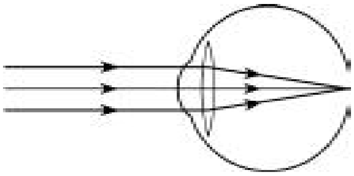


fig-4(a)

In this situation, eye-lens has a maximum focal length.

When the object is at infinity,

u= - ∞; v = 2.5 cm (image distance which is equal to distance between eye-lens and retina)

using the formula $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

$$\frac{1}{f_{max}} = \frac{1}{2.5} + \frac{1}{\infty}$$

$$\frac{1}{f_{max}} = \frac{1}{2.5} + 0$$

$$f_{max} = 2.5 \text{ cm}$$

we get, $f_{max} = 2.5$ cm

consider that an object is placed at distance of 25 cm from our eye. In this situation eye has minimum focal length.

Here u = - 25 cm; v = 2.5 cm

Using the formula $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

$$\frac{1}{f_{min}} = \frac{1}{2.5} + \frac{1}{25}$$

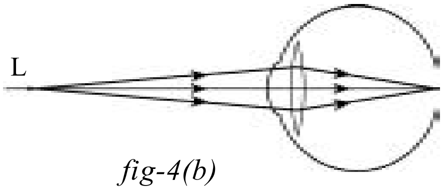


fig-4(b)

$$\frac{1}{f_{min}} = \frac{11}{25}$$

$$f_{min} = \frac{25}{11} = 2.27 \text{ cm}$$

If the position of an object is between infinity and the point of least distance of distinct vision, then the eye lens adjusts it's focal length in between 2.5 cm to 2.27 cm to form a clear image on the retina.

The ability of eye-lens to change its focal length is called "accommodation of lens".

- What happens if the eye lens is not able to adjust its focal length?
- What happens if the focal length of eye lens is beyond the range of 2.5 cm to 2.27 cm?

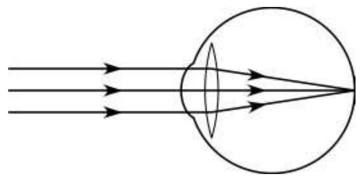
Let us find out.

5.3 Defects of Vision

Sometimes the eye may gradually lose its ability for accommodation.

SCERT, TELANGANA

పటం 4(ఎ) లో చూపినట్లు అనంతదూరంలో ఉన్న వస్తువు నుండి వచ్చే సమాంతర కాంతికిరణాలు కంటి కటకంపై పడి వక్రీభవనం చెందాక రెటీనాపై ఒక బిందురూప ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తాయి. ఈ సందర్భంలో కంటికటక నాభ్యంతరం గరిష్ఠంగా (maximum) ఉంటుంది.



పటం-4(ఎ)

వస్తువు అనంతదూరంలో ఉన్నప్పుడు :

u= - ∞; v = 2.5 (ప్రతిబింబదూరం కటకానికి, రెటీనాకి మధ్యగల దూరానికి సమానం)

$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$ సమీకరణంలో పై విలువలను ప్రతిక్షేపించగా..

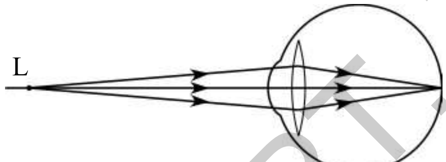
$$\frac{1}{f_{max}}=\frac{1}{2.5}+\frac{1}{\infty}$$

$$\frac{1}{f_{max}}=\frac{1}{2.5}+0$$

f_{max} = 2.5 సెం.మీ

అంటే కంటికటక గరిష్ఠ నాభ్యంతరం f_{max} = 2.5 సెం.మీ

పటం 4(బి)లో చూపినట్లు కంటిముందు 25 సెం.మీ. దూరంలో వస్తువు ఉందనుకుందాం. ఈ సందర్భంలో కంటికటక నాభ్యంతరం కనిష్ఠంగా (minimum) ఉంటుంది. అప్పుడు..



పటం-4(బి)

u = - 25 సెం.మీ.; v = 2.5 సెం.మీ.

$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$ సూత్రం ప్రకారం

$$\frac{1}{f_{min}}=\frac{1}{2.5}+\frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{f_{min}}=\frac{11}{25}$$

$f_{min}=\frac{25}{11}$ = 2.27 సెం.మీ.

స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరానికి, అనంతదూరానికి మధ్యలో ఏదో ఒక స్థానంలో వస్తువు ఉంటే, కంటికటకం తన నాభ్యంతరాన్ని 2.27 సెం.మీ నుండి 2.5 సెం.మీలకు మధ్యస్తంగా ఉండేట్లు సర్దుబాటు చేసుకుంటుంది. తద్వారా ప్రతిబింబం రెటీనాపై ఏర్పడుతుంది.

కంటికటకం తన నాభ్యాంతరాన్ని మార్చుకునే సామర్థ్యాన్ని కటక సర్దుబాటు సామర్థ్యం (accomodation of lens) అంటాం.

- కంటికటకం తన నాభ్యంతరాన్ని మార్చుకోలేకపోతే ఏం జరుగుతుంది?
- కంటికటక నాభ్యాంతరం 2.27–2.5 సెం.మీ.లకు మధ్యస్తంగా లేకపోతే ఏమవుతుంది?

తెలుసుకుందాం.

5.3 దృష్టి దోషాలు

కొన్ని సందర్భాలలో కన్ను తన సర్దుబాటు సామర్థ్యాన్ని క్రమంగా కోల్పోతుంది.

SCERT, TELANGANA

In such conditions the person cannot see an object clearly and comfortably. The vision becomes blurred due to accommodation defects of the eye lens. There are mainly three common defects of vision.

They are:

i. Myopia

ii. Hypermetropia

iii. Presbyopia.

5.3.1 Myopia

Some people cannot see objects at long distances but can see nearby objects clearly. This type of defect in vision is called 'Myopia'. It is also called 'near sightedness'. For these people the maximum focal length is less than 2.5 cm. In such cases the rays coming from distant objects, after refraction through the eye lens, form an image before the retina as shown in figures-5(*a*) and (*b*).

A healthy person can see objects at all distances more than 25 cm clearly but a person with myopia can see objects clearly up to a certain distance. Let the extreme point from where an object appears clearly to a person with myopia be 'M' (shown in fig.-5(*c*)).

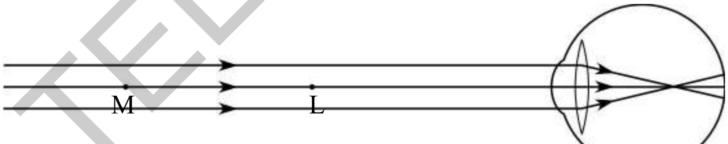


fig-5(a)

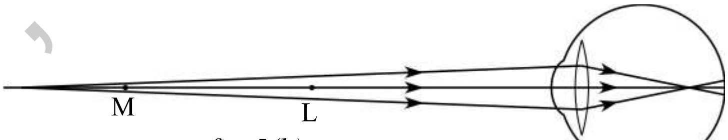


fig-5(b)

If the object is at M or in between M and point of least distance of distinct vision (L),the eye lens can form an image on the retina (see fig.-5(*c*) and 5(*d*)). This point M is called 'far point'.

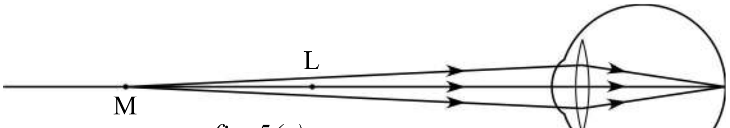


fig-5(c)

The point of maximum distance at which the eye lens can form an image on the retina is called 'far point'.

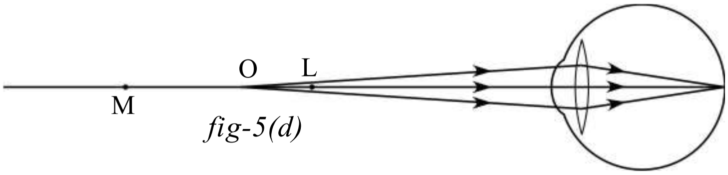


fig-5(d)

The defect, in which people cannot see objects beyond far point is called 'Myopia'.

SCERT, TELANGANA

అటువంటి పరిస్థితుల్లో సదరు వ్యక్తి వస్తువును సులభంగా, స్పష్టంగా చూడలేడు. కంటి కటక సర్దుబాటు దోషాల (accomodation defects) వల్ల చూపు మసకబారినట్లుగా అవుతుంది. అవి మూడు రకాలు.

i) హ్రస్వదృష్టి (myopia)

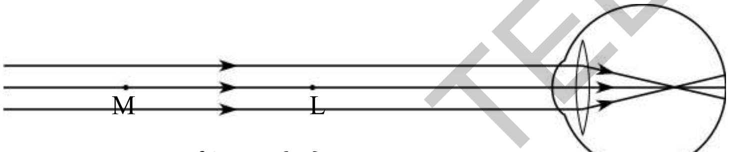
ii) దీర్ఘదృష్టి (hypermetropia)

iii) చత్వారం (presbyopia)

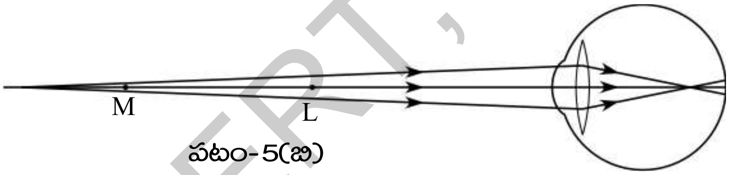
5.3.1 హ్రస్వదృష్టి (Myopia)

కొందరు దగ్గరగా ఉన్న వస్తువులను చూడగలరు కానీ దూరంలో ఉన్న వస్తువులను స్పష్టంగా చూడలేరు. ఇటువంటి దృష్టిదోషాన్ని హ్రస్వదృష్టి అంటాం. ఈ దోషం గల వ్యక్తులకు కంటికటక గరిష్ఠ నాభ్యంతరం 2.5 సెం.మీ. కన్నా తక్కువ ఉంటుంది. ఇటువంటి సందర్భంలో, దూరంలో ఉన్న వస్తువుల నుండి వచ్చే కాంతి కిరణాలు కంటి కటకం ద్వారా వక్రీభవనం పొందాక 5(ఎ), 5(బి)పటాలలో చూపినట్లు రెటీనాకు ముందు కొంతదూరంలో ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరుస్తాయి.

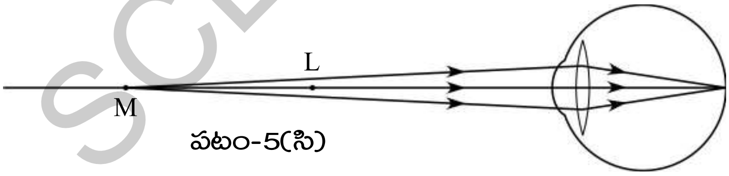
ఆరోగ్యవంతులైన వారు 25 సెం.మీ. కన్నా ఎక్కువ దూరంలో ఉన్న ఏ వస్తువునైనా స్పష్టంగా చూడగలరు. కానీ హ్రస్వదృష్టి ఉన్నవారు కొంతదూరం మేరకే వస్తువును స్పష్టంగా చూడగలరు. హ్రస్వదృష్టి కలవారికి, పటం 5(సి) లోచూపిన M బిందువు వరకు గల వస్తువులు మాత్రమే స్పష్టంగా కనబడతాయనుకుందాం.



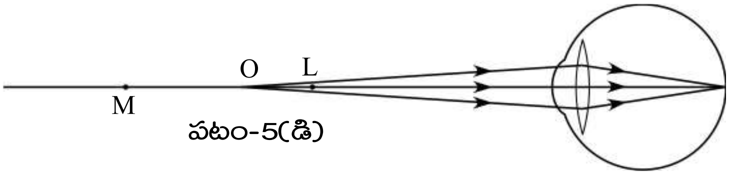
పటం-5(ఎ)



పటం-5(బి)



పటం-5(సి)



పటం-5(డి)

వస్తువు M వద్ద గానీ M కు, స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువు (L)కు మధ్య ఏదైనా ప్రదేశంలో గానీ ఉంటే కంటి కటకం ప్రతిబింబాన్ని రెటీనాపై ఏర్పరుస్తుంది. (పటం 5(సి) మరియు 5(డి) లను చూడండి.) M ను గరిష్ఠ దూర బిందువు (Far point) అంటాం. ఏ గరిష్ఠ దూరం వద్దనున్న బిందువుకు లోపల గల వస్తువు లకు మాత్రమే కంటికటకం రెటీనాపై ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచ గలుగుతుందో, ఆ బిందువును గరిష్ఠ దూరబిందువు అంటాం.

ఒకవ్యక్తి గరిష్ఠదూర బిందువుకు ఆవల ఉన్న వస్తువును చూడలేకపోయే దోషాన్ని 'హ్రస్వదృష్టి' అంటాం.

SCERT, TELANGANA

- What can we do to correct myopia?

The eye lens can form clear image on the retina, when an object is placed between far point and point of least distance of distinct vision. If we are able to bring the image of the object kept beyond far point , between the far point and the point of least distance of distinct vision using a lens, this image acts as an object for the eye lens.

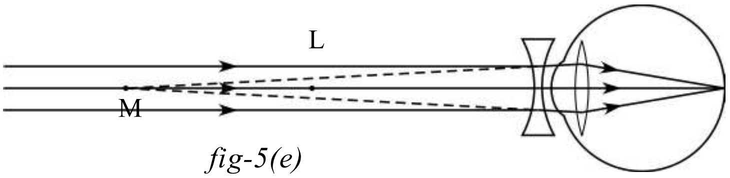


fig-5(e)

This can be made possible only when a concave lens is used (recollect image formation by refraction through a concave lens).

- How can you decide the focal length of the lens to be used to correct myopia?

To correct one's Myopia, we need to select a lens which forms an image at the far point for an object at infinity. We need to select bi-concave lens to achieve this.

This image acts like an object for the eye lens. Hence the final image is formed on the retina.

Let us find the focal length of this bi-concave lens.

Here object distance (u) is infinity and image distance (v) is equal to distance of far point.

$u = -\infty$; v = distance of far point = -D

let 'f' be the focal length of bi-concave lens.

Using lens formula, $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-D} \Rightarrow f = -D$$

Here 'f' is negative showing that it is a concave lens.

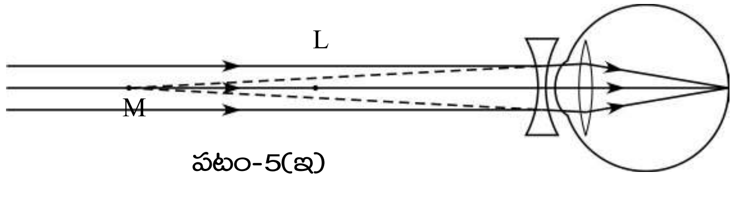
- What happens when the eye has a minimum focal length greater than 2.27 cm?

Let us find out.

5.3.2 Hypermetropia

Hypermetropia is also known as "far sightedness". A person with hypermetropia can see distant objects clearly but cannot see objects at near distances, because the minimum focal length of eye lens for the person of hypermetropia is greater than 2.27 cm.

SCERT, TELANGANA



పటం-5(ఇ)

- హ్రస్వదృష్టిని సవరించడానికి ఏం చేయాలి?

గరిష్టదూర బిందువుకు, స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువుకు మధ్య వస్తువు ఉన్నప్పుడు కంటికటకం రెటీనాపై ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచగలదు. కాబట్టి ఒక కటకాన్ని ఉపయోగించి గరిష్ట దూర బిందువుకు ఆవల ఉన్న వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబాన్ని గరిష్ట దూర బిందువు (M) మరియు స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువు (L) ల మధ్యకు తేగలిగితే, ఆ ప్రతిబింబం కంటికటకానికి వస్తువులా పనిచేస్తుంది.

పుటాకార కటకాన్ని వాడడం వల్ల ఇది సాధ్యపడుతుంది. (పుటాకార కటకం ద్వారా కాంతి వక్రీభవనం చెందడం వల్ల ప్రతిబింబం ఏర్పడే విధానాన్ని గుర్తు చేసుకోండి.)

- హ్రస్వదృష్టిని నివారించడానికి వాడవలసిన పుటాకార కటక నాభ్యంతరం ఎంత ఉండాలనేది ఎలా నిర్ణయిస్తాం?

హ్రస్వదృష్టిని నివారించడానికి, అనంతదూరంలో ఉండే వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబాన్ని గరిష్ట దూరబిందువు వద్ద ఏర్పరచగలిగే కటకాన్ని ఎంచుకోవాలి. కాబట్టి మనం ద్విపుటాకార కటకాన్ని ఎంచుకోవాలి.

ఈ కటకం ఏర్పరచే ప్రతిబింబం కంటి కటకానికి వస్తువులా పనిచేసి చివరగా ప్రతిబింబం రెటీనాపై ఏర్పడుతుంది.

ఈ ద్విపుటాకార కటక నాభ్యంతరాన్ని కనుగొందాం.

ఈ సందర్భంలో వస్తుదూరం (u) అనంతం. ప్రతిబింబదూరం (v) గరిష్ట దూర బిందువుకు గల దూరానికి సమానం. కావున

$u = -\infty$; $v = -D$ (గరిష్ట దూరబిందువుకు కంటికి గలదూరం)

ద్విపుటాకార కటక నాభ్యంతరం f అనుకుంటే..

$\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}$ సూత్రాన్ని ఉపయోగించినపుడు

$\frac{1}{f}=\frac{1}{-D} \Rightarrow f=-D$

ఇక్కడ f కు 'ఋణ విలువ' రావడమనేది పుటాకార కటకాన్ని తెలియజేస్తుంది.

- కంటి కటక కనిష్ట నాభ్యాంతరం 2.27 సెం.మీ కంటే ఎక్కువైతే ఏం జరుగుతుంది? తెలుసుకుందాం.

5.3.2 దీర్ఘదృష్టి (Hypermetropia)

దీర్ఘదృష్టి గల వ్యక్తి దూరంలో ఉన్న వస్తువులను స్పష్టంగా చూడగలరు కానీ దగ్గరి వస్తువులను చూడలేరు. దీర్ఘదృష్టి గల వ్యక్తులకు కంటి కటక కనిష్ట నాభ్యంతరం 2.27 సెం.మీ. కన్నా ఎక్కువగా ఉండడమే దీనికి కారణం.

SCERT, TELANGANA

In such cases, the rays coming from a nearby object, after refraction at eye lens, forms an image beyond the retina as shown in fig.- 6 (*a*).

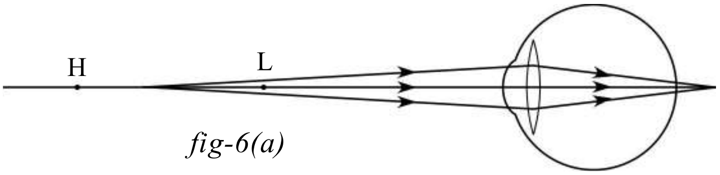


fig-6(a)

Let the point of least distance at which the eye lens forms a clear image on the retina for a person with hypermetropia be 'H'. See fig.- 6(b).

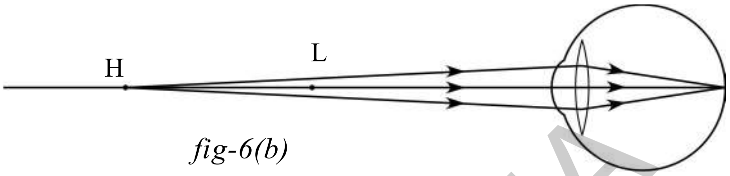


fig-6(b)

If an object is at H or beyond H, the eye can form its image on retina (see figures 6(*b*) and 6(*c*)). If the object is between H and point of least distance of distinct vision (L) then it cannot form an image. See fig.- 6(a).

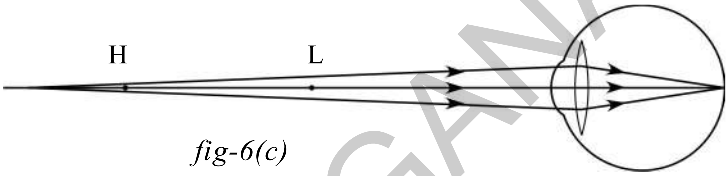


fig-6(c)

The point of minimum distance at which the eye lens can form an image on the retina is called near point (d). The people with defect of hypermetropia cannot see objects placed between near point (H) and point of least distance of distinct vision (L).

- What can we do to correct hypermetropia?

Eye lens can form a clear image on the retina when any object is placed beyond near point. To correct the defect of hypermetropia, we need to use a lens which forms an image of an object beyond near point, when the object is between near point (H) and least distance of distinct vision (L). This is possible only when a double convex lens is used.

- How can you decide the focal length of the convex lens to be used?

To find the focal length of lens, let us consider that the object is at point of least distance of distinct vision (L). Then the defect of vision, hypermetropia, is corrected when the image of the object at L is formed at the near point (H) by using a bi-convex lens as shown in fig.-6(*d*).

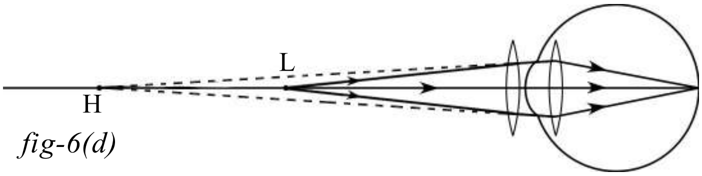
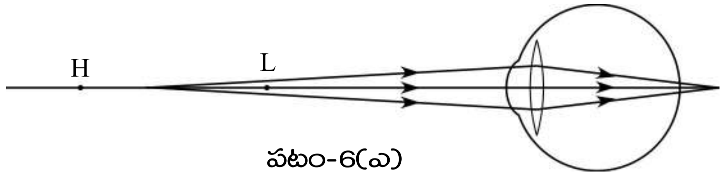


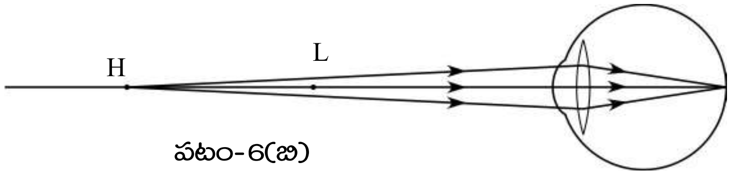
fig-6(d)

This image acts like an object for the eye lens. Hence final image due to eye is formed at retina (see fig.- 6(*d*))

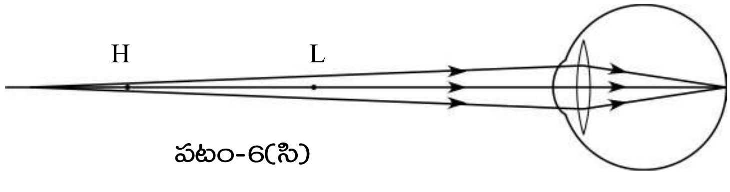
SCERT, TELANGANA



పటం-6(ఎ)



పటం-6(బి)



పటం-6(సి)

ఇటువంటి సందర్భంలో దగ్గరలోని వస్తువునుండి వచ్చే కాంతి కిరణాలు కంటికటకం ద్వారా వక్రీభవనం పొందాక, ప్రతిబింబం పటం 6(ఎ) లో చూపినట్లు రెటీనాకు ఆవల ఏర్పడుతుంది.

వస్తువు H బిందువు వద్ద లేదా దానికి ఆవల ఉంటేనే దీర్ఘదృష్టిగల వ్యక్తి దానిని చూడగలడనుకుందాం.

అంటే వస్తువు H వద్ద గానీ, H కు ఆవల గానీ ఉన్నప్పుడు అతని కంటికటకం ప్రతిబింబాన్ని రెటీనాపై ఏర్పరచగలదు. (పటం 6(బి), 6(సి) లను చూడండి). H కు, స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువు (L)కు మధ్య వస్తువు ఉంటే రెటీనాపై ప్రతిబింబం ఏర్పడదు. (పటం 6(ఎ) చూడండి)

ఏ కనిష్ఠదూరం వద్ద గల బిందువుకు ఆవల గల వస్తువులకు మాత్రమే కంటికటకం రెటీనాపై ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచగలదో, ఆ బిందువును కనిష్ఠదూర బిందువు (near point) అంటాం. దీర్ఘదృష్టి గలవారు కనిష్ఠదూర బిందువు (H)కు, స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపేబిందువు (L)కు మధ్యగల వస్తువులను చూడలేరు.

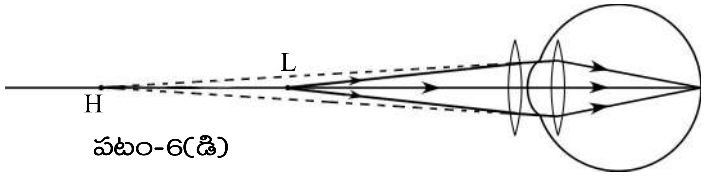
- దీర్ఘదృష్టిని సవరించడానికి ఏం చేయాలి?

వస్తువు కనిష్ఠదూర బిందువుకు ఆవల ఉంటే, కంటికటకం రెటీనాపై ప్రతిబింబాన్ని ఏర్పరచగలదు. కనుక కనిష్ఠదూర బిందువు (H) కు స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువు (L)కు మధ్యనున్న వస్తువు యొక్క ప్రతిబింబాన్ని కనిష్ఠదూర బిందువుకు ఆవల ఏర్పరచగలిగే కటకాన్ని మనం ఉపయోగించాలి.

ద్వికుంభాకార కటకాన్ని వాడటం వల్ల ఇది సాధ్యపడుతుంది.

- దీర్ఘదృష్టిని నివారించడానికి వాడవలసిన కుంభాకార కటక నాభ్యంతరం ఎంత ఉండాలనేది ఎలా నిర్ణయిస్తాం?

కటక నాభ్యంతరాన్ని కనుగొనడానికి, స్పష్ట దృష్టి కనీస దూరాన్ని తెలిపే బిందువు (L) వద్ద ఒక వస్తువు ఉన్నదని ఊహించండి. పటం 6(డి) లో చూపినవిధంగా L వద్ద ఉన్న వస్తువు ప్రతిబింబాన్ని కనిష్ఠదూర బిందువు (H) వద్ద ఏర్పరచగలిగే ద్వికుంభాకార కటకాన్ని ఉపయోగిస్తే దృష్టిదోషం సవరించబడుతుంది.



పటం-6(డి)

ఆ ప్రతిబింబం కంటికటకానికి వస్తువుగా పనిచేస్తుంది. కనుక చివరగా కంటికటకం వలన ఏర్పడే ప్రతిబింబం రెటీనాపై ఏర్పడుతుంది. (పటం 6(డి) చూడండి)

SCERT, TELANGANA

Here object distance (u) = -25 cm

Image distance (v) = distance of near point = -d

Let 'f' be the focal length of bi-convex lens.

Using lens formula, $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-d} - \frac{1}{-25}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{(d-25)}{25d}$$

f= $\frac{25d}{(d-25)}$ (f is measured in centimeters)

We know that as d > 25cm, so, 'f' becomes +ve i.e., we need to use biconvex lens to correct defect of hypermetropia.

5.3.3 Presbyopia

Presbyopia is vision defect when the ability of accommodation of the eye usually decreases with ageing. For most people the near point gradually recedes away. They find it difficult to see nearby objects clearly and distinctly.

This happens due to gradual weakening of ciliary muscles and diminishing flexibility of the eye lens. This effect can be seen in aged people. Sometimes a person may suffer from both myopia and hypermetropia with ageing .

To correct this type of defect of vision we need bi-focal lenses which are formed using both concave and convex lenses. Its upper portion consists of the concave lens and lower portion consists of the convex lens.

If you go to an eye hospital to get tested for vision defects, the doctor gives you a prescription that contains some information regarding type of lens to be used to correct vision.

- Have you ever observed details in the prescription?

You might have heard people saying "my sight is increased or decreased".

- What does it mean? Sight increased and decreased?

Usually doctors, after testing for defects of vision, prescribe corrective lenses indicating their power which determines the type of lens to be used and its focal length.

- What do you mean by power of lens?

5.3.4 Power of lens

The degree of convergence or divergence of light rays that can be achieved by a lens is expressed in terms of its power.

SCERT, TELANGANA

ఈ సందర్భంలో, వస్తుదూరం (u) = -25 సెం.మీ.

ప్రతిబింబం దూరం (v) = -d (కంటికి, కనిష్ట దూరబిందువుకుగల దూరం)

మనం వాడే ద్వికుంభాకార కటక నాభ్యంతరం f అనుకుంటే..

$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$ సూత్రాన్ని ఉపయోగించినపుడు :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-d} - \frac{1}{-25} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{-d} + \frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{(d-25)}{25d} \Rightarrow f = \frac{25d}{(d-25)}$$ (f ను సెం.మీ. లలో కొలుస్తాం)

d > 25 అని మనకు తెలుసు. కాబట్టి f విలువ ధనాత్మకం అవుతుంది. అనగా ద్వికుంభాకార కటకాన్ని వాడి దీర్ఘదృష్టిని సవరించవచ్చు.

5.3.3 చత్వారం (Presbyopia)

సాధారణంగా వయసుతో పాటుగా కంటి సర్దుబాటు సామర్థ్యం (power of accommodation) తగ్గిపోతుంది. ఇటువంటి దృష్టిదోషాన్ని చత్వారం అంటాం. వయసుతో పాటుగా చాలా మందికి కనిష్టదూర బిందువు (near point) క్రమంగా దూరమైపోతుంది. అప్పుడు వారు, దగ్గరలో ఉన్న వస్తువులను స్పష్టంగా చూడలేరు.

సిలియరి కండరాలు క్రమంగా బలహీనపడి కంటికటక స్థితిస్థాపక లక్షణం క్రమంగా తగ్గిపోవడం వలన ఈ విధంగా జరుగుతుంది. కొన్నిసార్లు వయసుపెరగడం వలన ఒకవ్యక్తికి హ్రస్వదృష్టి, దీర్ఘదృష్టి దోషాలు రెండూ కలగవచ్చు.

ఇటువంటి సందర్భాలలో దోషాన్ని సవరించడానికి ద్వినాభ్యంతర కటకాన్ని (bi-focal lense) ఉపయోగించాలి. ఈ కటకం పైభాగంలో పుటాకార కటకం, కింది భాగంలో కుంభాకార కటకం ఉంటాయి.

సాధారణంగా మనం కంటి ఆసుపత్రికి వెళ్ళినపుడు, డాక్టర్ మన కళ్ళను పరీక్షించాక మనం వాడవలసిన కటకాలకు సంబంధించిన వివరాలను ప్రిస్క్రిప్షన్ (prescription)లో రాసిస్తారు.

- కంటిడాక్టర్ రాసే ప్రిస్క్రిప్షన్‌లోని వివరాలను మీరెప్పుడైనా పరిశీలించారా?

అప్పుడప్పుడు కొందరు “నాకు సైట్ పెరిగింది లేదా తగ్గింది” అని మాట్లాడటం మీరు విని ఉంటారు కదా!

- సైట్ పెరగడం లేదా తగ్గడం అంటే ఏమిటి?

డాక్టరు మన కంటిని పరిశీలించి దోషాన్ని గుర్తించాక, దోషనివారణకు వాడవలసిన కటక సామర్థ్యాన్ని (power of lens) ప్రిస్క్రిప్షన్‌లో రాస్తారు. కటక సామర్థ్యాన్ని బట్టి, కటక స్వభావం మరియు దాని నాభ్యంతరం విలువ తెలుస్తాయి.

- కటకం సామర్థ్యం అంటే ఏమిటి?

5.3.4 కటక సామర్థ్యం

ఒక కటకం కాంతికిరణాలను కేంద్రీకరించే స్థాయి లేదా వికేంద్రీకరించే స్థాయిని కటక సామర్థ్యంగా వ్యక్తపరుస్తాం.

SCERT, TELANGANA

The reciprocal of focal length is called power of lens.

Let 'f' be the focal length of lens.

Power of lens $P = \frac{1}{f}_{\text{(in m)}}$; $P = \frac{100}{f}_{\text{(in cm)}}$

The unit of power is dioptre.

It is denoted by the letter 'D'.

Example1

Doctor advised to use 2D lens. What is its focal length?

Solution: Given that power of lens P = 2D

Using, $P = \frac{100}{f}$ (in cm); $2 = \frac{100}{f}$

Therefore, $f = \frac{100}{2} = 50$ cm.

The lens has focal length, f = 50 cm.

5.4 Dispersion and Scattering of Light

You might have seen a rainbow form in the sky just after a rain shower. It must have fascinated you with spectacular colours appearing as a semi-circular band of colours.

- How could the white light of the sun give us various colours of the rainbow?

In previous chapters, you have studied the behaviour of light when it refracts through plane surface and curved surfaces, such as a lens. You also studied the nature, position and relative size of image formed by lenses.

- What happens to a light ray when it passes through a transparent medium bounded by plane surfaces which are inclined to each other?
- What is a prism?

5.4.1 Prism

A prism is a transparent medium separated from the surrounding medium by at least two plane surfaces which are inclined at a certain angle in such a way that, light incident on one of the plane surfaces emerges from the other plane surface. To understand the behaviour of light when it is incident on a plane of prism and passes through the prism, we need to define certain terms associated with prisms.

Consider a triangular glass prism. It contains two triangular bases and three rectangular plane lateral surfaces. These lateral surfaces are inclined to each other.

Let us consider that triangle PQR represents outline of the prism where it rests on its triangular base. Let us assume that a light ray is incident on the plane surface PQ of a prism

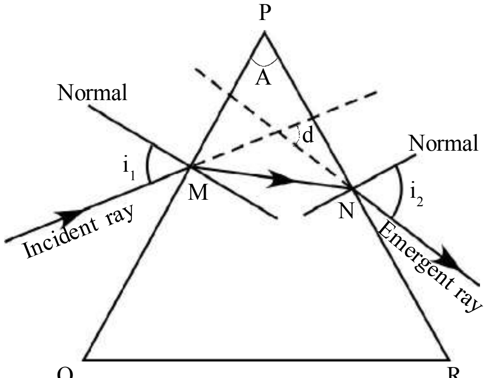


fig-7

SCERT, TELANGANA

కటక నాభ్యంతరం యొక్క విలోమ విలువను కటక సామర్థ్యం అంటాం.

ఒక కటక నాభ్యంతరం f అనుకుంటే,

కటక సామర్థ్యం $P = \frac{1}{f}$ (సెం.మీ); $P = \frac{100}{f}$ (సెం.మీ.లలో)

కటక సామర్థ్యానికి ప్రమాణం డయాప్టర్ (Dioptre). దీనిని Dతో సూచిస్తాం.

ఉదాహరణ 1

2D కటకాన్ని వాడాలని డాక్టర్ సూచించారు. ఆ కటక నాభ్యంతరం ఎంత?

సాధన : కటక సామర్థ్యం P = 2D

P = 100 / f (సెం.మీ.లలో) సూత్రం ప్రకారం

2 = 100 / f ⇨ f = 100/2 = 50 సెం.మీ.

కటకనాభ్యంతరం f = 50 సెం.మీ.

5.4 కాంతి విక్షేపణం (Dispersion) , కాంతి పరిక్షేపణం (Scattering)

అప్పుడప్పుడు వర్షం వచ్చి తగ్గినవెంటనే ఆకాశంలో ఇంద్ర ధనస్సు (rainbow) ఏర్పడడం మీరు చూసి ఉంటారు. అర్థవలయాకారంలోఉండే ఈ రంగులు చూసి మీకు ఎంతో ఆనందం కలిగి ఉంటుంది.

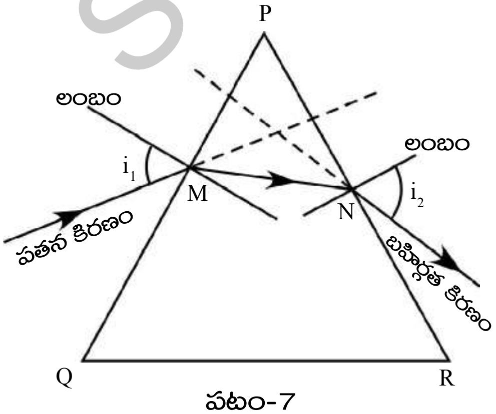
- తెల్లని రంగులో ఉండే సూర్యకాంతి ఇంద్రధనస్సులోని రంగులను ఎలా ఇవ్వగలుగుతుంది?

గత పాఠ్యాంశాలలో సమతలాల వద్ద, కటకాలవంటి వక్రతలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం చెందడం గురించి తెలుసుకున్నారు. అలాగే కటకాల వల్ల ఏర్పడే ప్రతిబింబ స్థానం, పరిమాణం మరియు లక్షణాల గురించి నేర్చుకున్నారు.

- ఒకదానికొకటి కొంతకోణం చేసే సమతలాలుగల పారదర్శక యానకం గుండా కాంతికిరణం ప్రసరించినప్పుడు ఏం జరుగుతుంది?
- పట్టకం అంటే ఏమిటి?

5.4.1 పట్టకం (prism)

ఒకదానికొకటి కొంతకోణం చేసే కనీసం రెండు సమతలాలతో పరిసరయానకం నుండి వేరుచేయబడి ఉన్న పారదర్శక యానకాన్ని పట్టకం అంటాం. పట్టకంలో ఒక సమతలంపై కాంతి పతనం చెందితే, అది పట్టకం గుండా ప్రయాణించి రెండో సమతలం గుండా బయటకు వస్తుంది. పట్టక తలంపై పతనం చెంది, పట్టకంలోకి ప్రయాణించిన కాంతి ప్రవర్తనను అవగాహన చేసుకోవడానికి, పట్టకాలకు సంబంధించిన కొన్ని పదాలను మనం నిర్వచించుకోవాలి.



పటం-7

త్రిభుజాకార గాజుపట్టకాన్ని పరిశీలిస్తే, దానికి రెండు త్రిభుజాకార ఆధారాలు (Bases), మూడు దీర్ఘచతురస్రాకారపు వాలు సమతలాలు (plane lateral surfaces) ఉంటాయి. ఈ మూడు వాలుతలాలు పరస్పరం కొంత కోణం చేసే విధంగా ఉంటాయి.

పటం 7లో చూపిన త్రిభుజం PQR, ఒక పట్టకం యొక్క త్రిభుజాకార ఆధారపు అంచువెంబడి గీసిన పటం (outline)ను తెలియజేస్తుందని భావిద్దాం. PQ అనే సమతలంపై M బిందువు వద్ద ఒక కాంతికిరణం పతనమైందని అనుకుందాం. M వద్ద

SCERT, TELANGANA

at M as shown in fig.-7. Draw a perpendicular to the surface at M. It becomes a normal to that surface. The angle between the *incident ray* and normal is called *angle of incidence* (i_1). The ray is refracted at M. It moves through prism and meets the other plane surface at N and finally comes out of the prism. The ray which comes out of the surface PR at N is called *emergent ray*. Draw a perpendicular to PR at point N. The angle between the emergent ray and normal is called *angle of emergence* (i_2). The angle between the plane surfaces PQ and PR is called the *angle of the prism or refracting angle of prism* A and the angle between the incident ray and emergent ray is called *angle of* deviation(d).

Let us now take up an activity to study the refraction of light through a triangular prism.

Lab Activity

Material required: Prism, piece of white chart of size 20x20 cm, pencil, pins, scale and protractor.

Procedure: Take a prism and place it on the white chart in such a way that the triangular base of the prism is on the chart. Draw a line around the prism (boundry) using a pencil. Remove the prism.

- What is the shape of the outline drawn?

It is a triangle. Name its vertices as P,Q, and R.[for many prisms the triangle formed is equilateral]. The refracting surfaces could be rectangular in shape. Find the angle between PQ and PR . This is the angle of the prism (A).

Mark M on the side of triangle PQ and also draw a perpendicular to PQ at M. Place the centre of the protractor at M and along the normal. Mark an angle of 30^0 and then draw a line up to M. This line denotes the incident ray. This angle is called angle of incidence. Note it in a table (1). Draw a small arrow on it as shown in fig.- 8.

Table 1

Angle of incidence (i_1)	Angle of emergence (i_2)	Angle of deviation (d)

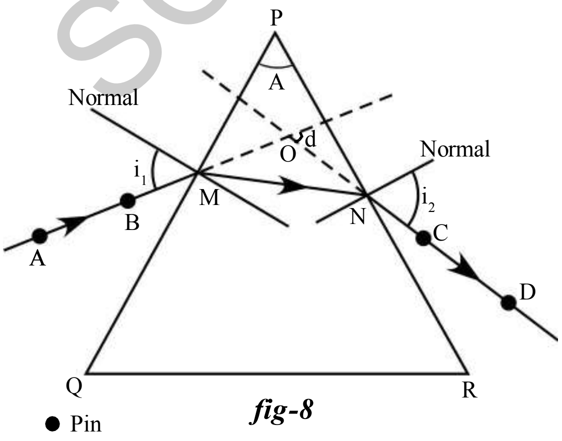


fig-8

SCERT TELANGANA

PQ తలానికి లంబాన్ని (normal) గీయండి. పతనకిరణం లంబంతో చేసే కోణాన్ని పతనకోణం (i_1) అంటాం. పతన కిరణం M వద్ద వక్రీభవనం చెంది, పట్టకం గుండా ప్రయాణించి మరో సమతలంపైగల 'N' బిందువును చేరుతుంది. చివరగా పట్టకం నుండి బయటకు వెళ్తుంది. PR తలంపై గల N బిందువు గుండా బయటకు వచ్చే కిరణాన్ని బహిర్గత కిరణం (emergent ray) అంటాం. PR తలానికి N వద్ద ఒక లంబాన్ని గీయండి. లంబానికి, బహిర్గత కిరణానికి మధ్యకోణాన్ని బహిర్గతకోణం i_2(*angle of emergence*) అంటాం. PQ , PR తలాల మధ్య కోణాన్ని పట్టకకోణం *A* (*angle of the prism*) లేదా పట్టక వక్రీభవనకోణం (*refracting angle* of prism) అంటాం. పతనకిరణానికి, బహిర్గత కిరణానికి మధ్యకోణాన్ని విచలన కోణం d (*angle of* deviation) అంటాం.

త్రిభుజాకార పట్టకం గుండా కాంతి వక్రీభవనాన్ని అవగాహన చేసుకోడానికి ఇప్పుడొక కృత్యం నిర్వహిద్దాం.

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం : పట్టక వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనడం

కావలసిన వస్తువులు : పట్టకం, తెల్లని డ్రాయింగ్ చార్ట్ (20x20 సెం.మీ), పెన్సిల్, గుండుసూదులు, స్కేలు మరియు కోణమాని.

నిర్వహణ పద్ధతి : ఒక పట్టకాన్ని తీసుకొని, దాని త్రిభుజాకార ఆధారం డ్రాయింగ్ చార్ట్‌పై ఉండే విధంగా అమర్చండి. పట్టక ఆధారం చుట్టూ పెన్సిల్‌తో గీతగీసి, పట్టకాన్ని తీసివేయండి.

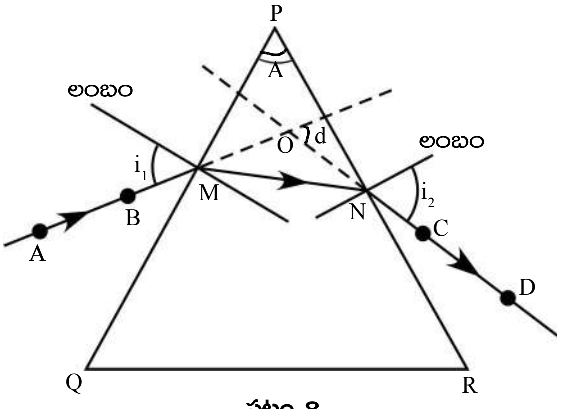
- మీరు గీసిన పట్టక ఆధార హద్దు (outline) ఏ ఆకారంలో ఉంది?

అది ఒక త్రిభుజం. ఆ త్రిభుజ శీర్షాలకు P,Q,R అని పేర్లు పెట్టండి. (సాధారణంగా ఇది సమబాహు త్రిభుజమై ఉంటుంది) పట్టక వక్రీభవన తలాలు దీర్ఘచతురస్రాకారంలో ఉంటాయి. PQ , PR ల మధ్య కోణాన్ని కొలవండి. ఇది పట్టక వక్రీభవన కోణం (A).

త్రిభుజ భుజం PQ పై ఒక బిందువు M ను గుర్తించండి. M వద్ద PQ కు లంబాన్ని గీయండి. కోణమాని కేంద్రం M తో ఏకీభవించేట్లుగా లంబం వెంట కోణమానిని అమర్చండి. 30^0 కోణాన్ని గుర్తించి, M వరకు రేఖను గీయండి. ఈ రేఖ పతనకిరణాన్ని సూచిస్తుంది. ఈ కోణాన్ని పతనకోణం అంటాం. పతనకోణం విలువను పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి. పటం-8లో చూపినట్లు పతనకిరణంపై ఒక బాణంగుర్తు ను గీయండి.

పతనకోణం(i_1)	బహిర్గత కోణం (i_2)	విచలన కోణం(d)

పట్టిక-1



పటం-8

SCERT, TELANGANA

Place the prism in its position (triangle) again. Now fix two pins vertically on the line at points A and B as shown in fig.- 8. Look for the images of pins through the prism from the other side (PR) and fix another two pins at points C and D in such a way that all the four pins appear to lie along the same straight line. Do it carefully. Now remove the prism and take out pins. Draw a line joining the two pin-holes formed by the pins to meet surface 'PR', this is the emergent ray which 'emerges from' the surface PR at a point 'N'. The angle between the normal at N and the emergent ray is the angle of emergence. Measure this angle and note its value in the table (1).

Now join the points M and N by a straight line. The line passing through the points A,B, M,N,C and D represents the path of light when it suffers refraction through the prism.

- How do you find the angle of deviation?

Extend both incident and emergent rays till they meet at a point 'O'. Measure the angle between these two rays. This is the angle of deviation. It is denoted by a letter 'd'. Note it in table (1). Repeat this procedure for various angles of incidence such as 40^0,50^0 etc. Find the corresponding angles of deviation and angles of emergence and note them in table (1).

- What do you notice from the angles of deviation?

You will notice that the angle of deviation decreases first and then increases with increase in the angle of incidence.

- Can you draw a graph between angle of incidence and angle of deviation?

Take angle of incidence along X- axis and the angle of deviation along Y- axis. Using a suitable scale, mark points on a graph paper for every pair of angles. Finally join the points to obtain a graph (smooth curve). Check your graph with graph shown in fig.- 9.

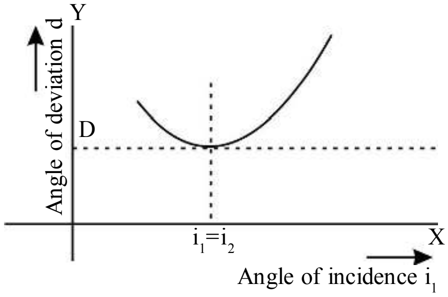


fig-9

- From the graph, can you find the minimum of the angles of deviation?

Yes we can. Draw a tangent line to the curve, parallel to X- axis, at the lowest point of the graph. The point where this line cuts the Y- axis gives the angle of minimum deviation. It is denoted by D. Draw a parallel line to y-axis through the point where the tangent touches the graph. This line meets x-axis at a point showing the angle of incidence corresponding to the minimum deviation. If you do the experiment with this angle of incidence you will get an angle of emergence equal to the angle of incidence.

SCERT, TELANGANA

పట్టకాన్ని తిరిగి దాని స్థానం (త్రిభుజం)లో ఉంచండి. పట్టం-8లో చూపినట్లు పతన కిరణంపై A,B బిందువుల వద్ద రెండు గుండు సూదులను నిలువుగా గుచ్చండి. పట్టకం రెండోవైపు (PR తలంవైపు) నుండి గుండుసూదుల ప్రతిబింబాలను చూడండి. ఇప్పుడు ఆ రెండు గుండుసూదుల ప్రతిబింబాలతో ఒకే సరళరేఖలో కనిపించే విధంగా C,D బిందువుల వద్ద మరో రెండు గుండు సూదులను గుచ్చండి. ఇప్పుడు పట్టకాన్ని, గుండుసూదులను తీసివేయండి. రెండవసారి గుచ్చిన రెండు గుండుసూదుల గుర్తులను (రంధ్రాలను) కలుపుతూ PR తలాన్ని తాకేవరకు ఒక రేఖను గీయండి. ఈ రేఖ PR తలంపైగల N బిందువు గుండా వచ్చే బహిర్గత కిరణాన్ని తెలుపుతుంది. N వద్ద గీసిన లంబంతో, బహిర్గత కిరణం చేసే కోణం బహిర్గతకోణం అవుతుంది. ఈ కోణాన్ని కొలిచి పట్టిక-1 లో నమోదు చేయండి.

M , N బిందువులను కలుపుతూ ఒక సరళరేఖను గీయండి. A,B, M,N,C మరియు D ల గుండా పోయేరేఖ, పట్టకం గుండా ప్రయాణించి వక్రీభవనం పొందిన కాంతి మార్గాన్ని తెలుపుతుంది.

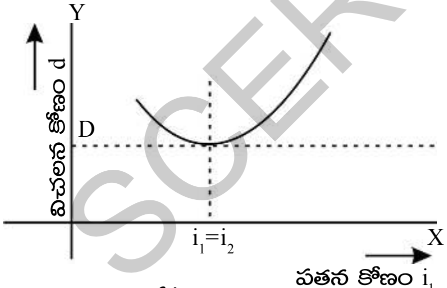
- విచలన కోణాన్ని ఎలా కనుగొంటాం?

పతన, బహిర్గత కిరణాలను O బిందువు వద్ద కలుసుకునే వరకు పొడిగించండి. ఈ రెండు కిరణాల మధ్య కోణాన్ని కొలవండి. ఈ కోణాన్ని విచలన కోణం (d) అంటాం. విచలనకోణం విలువను పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి. 40^0, 50^0 మొదలగు పతన కోణాలతో ఈ ప్రయోగాన్ని మరలా చేయండి. ఆయా పతనకోణాలకు సంబంధించిన బహిర్గతకోణాలు, విచలన కోణాలను కనుగొనండి. పట్టిక-1లో నమోదు చేయండి.

- వివిధ విచలన కోణాలను పరిశీలించి మీరు ఏం తెలుసుకున్నారు?

పతనకోణం పెరుగుతున్న కొలదీ కొంతమేర విచలనకోణం విలువ తగ్గి తర్వాత పతనకోణంతో పాటుగా పెరగడం గుర్తించి ఉంటారు కదా!

- పతన, విచలన కోణాల విలువలతో గ్రాఫ్ గీయగలరా?



పటం-9

పతనకోణాన్ని X-అక్షంవెంట, విచలన కోణాన్ని Y-అక్షం వెంట తీసుకోండి. తగిన స్కేలును నిర్ణయించుకొని ప్రతి పతనకోణానికి సంబంధించిన విచలన కోణంతో గ్రాఫ్ పేపర్‌పై బిందువులను గుర్తించండి. అన్ని బిందువులను కలిపితే గ్రాఫ్ (సున్నిత వక్రం) ఏర్పడుతుంది. మీ గ్రాఫ్‌ను పటం-9లో చూపిన గ్రాఫ్‌తో పోల్చిచూసుకోండి.

- గ్రాఫ్ ద్వారా విచలనకోణాలలో కనిష్ట విలువను చెప్పగలరా?

X-అక్షానికి సమాంతరంగా, గ్రాఫ్ కింది భాగాన్ని తెలియజేసే బిందువు వద్ద ఒక స్పర్శరేఖను గీయండి. ఈ స్పర్శరేఖ Y- అక్షాన్ని తాకే బిందువు విలువ కనిష్ట విచలన కోణాన్ని తెలుపుతుంది. దీనిని D తో సూచిస్తాం. స్పర్శరేఖ గ్రాఫ్‌ను తాకే బిందువు గుండా Y-అక్షానికి సమాంతరంగా ఒక రేఖను గీయండి. ఈ రేఖ X-అక్షాన్ని తాకే బిందువు విలువ కనిష్ట విచలన కోణానికి సంబంధించిన పతనకోణాన్ని తెలియజేస్తుంది. ఈ పతనకోణంతో మీరు పై ప్రయోగాన్ని చేస్తే బహిర్గత కోణం విలువ పతనకోణానికి సమానంగా ఉండడాన్ని గుర్తించవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

Look at your table (1).

- Is there any relation between the angle of incidence, angle of emergence and angle of deviation?
- Can you find refractive index of a prism? If yes, how?

Let us find out.

5.4.2 Derivation of formula for refractive index of a prism

Observe the ray diagram in the fig.- 10(a).

From triangle OMN, we get

$d = i_1 - r_1 + i_2 - r_2$

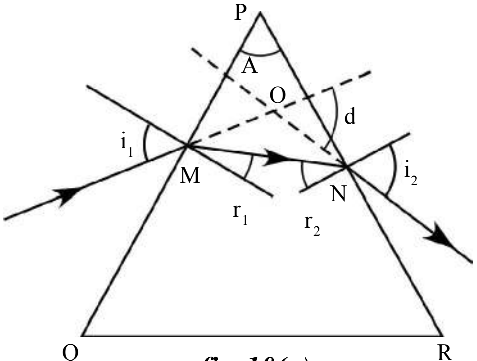


fig-10(a)

$d = (i_1+i_2) - (r_1+r_2)$ ——— (1)

From triangle PMN, we have

$A + (90^0 - r_1) + (90^0 - r_2) = 180^0$

By simplification, we get

$r_1 + r_2 = A$ ———(2)

From (1) and (2), we have

$d = (i_1+i_2) - A$

$A+d = i_1+i_2$ ———(3)

This is the relation between angle of incidence, angle of emergence, angle of deviation and angle of prism.

From Snell's law, we know that $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

Let n be the refractive index of the prism.

Using Snell's law at M, with refractive index of air

$n_1 = 1$; $i = i_1$; $n_2 = n$; $r = r_1$, gives

$\sin i_1 = n \sin r_1$ ———(4)

similarly, at N with $n_1 = n$; $i = r_2$; $n_2 = 1$; $r = i_2$, gives

$n \text{ Sin } r_2 = \text{Sin } i_2$ ———(5)

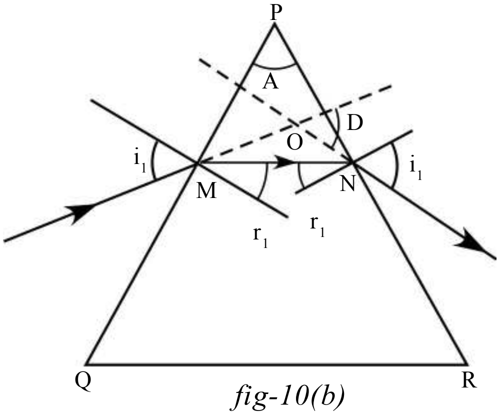


fig-10(b)

We know that at the angle of minimum deviation (D), the angle of incidence is equal to the angle of emergence i.e., $i_1 = i_2$. Observe fig.- 10(b). You will note that MN is parallel to the side QR, actually ray MN is parallel to the base of the prism. (See fig.- 10(b)).

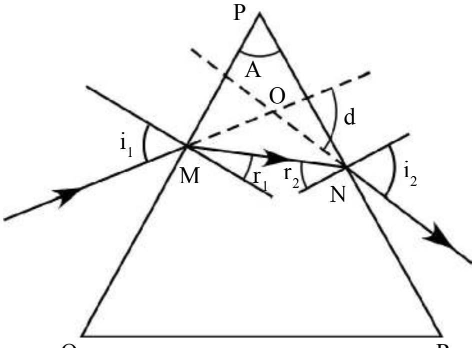
SCERT, TELANGANA

పట్టిక-1ని పరిశీలించండి.

- పతనకోణం, బహిర్గతకోణం మరియు విచలనకోణాల మధ్య ఏదైనా సంబంధం ఉందా?
- పట్టక వక్రీభవన గుణకాన్ని మీరు కనుగొనగలరా? ఎలా?

తెలుసుకుందాం.

5.4.2 పట్టక వక్రీభవనగుణక సూత్రాన్ని ఉత్పాదించుట



పటం-10(ఎ)

పటం 10(ఎ) లో ఇవ్వబడిన కిరణ చిత్రాన్ని పరిశీలించండి.

త్రిభుజం OMN నుండి,

$d = i_1 - r_1 + i_2 - r_2$ అని చెప్పవచ్చు.

$d = (i_1+i_2) - (r_1+r_2)$ ....(1)

త్రిభుజం PMN నుండి,

$A + (90^0 - r_1) + (90^0 - r_2) = 180^0$ అని చెప్పవచ్చు.

పై సమీకరణాన్ని సాధించగా,

$r_1 + r_2 = A$ ....(2)

(1), (2) సమీకరణాల నుండి, $d = (i_1+i_2) - A$

$A + d = i_1 + i_2$ ....(3)

పతనకోణం, బహిర్గతకోణం, విచలనకోణం మరియు పట్టకకోణాల మధ్య సంబంధాన్ని సమీకరణం (3) తెలియజేస్తుంది.

స్నెల్ నియమం ప్రకారం $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ అని మనకు తెలుసు.

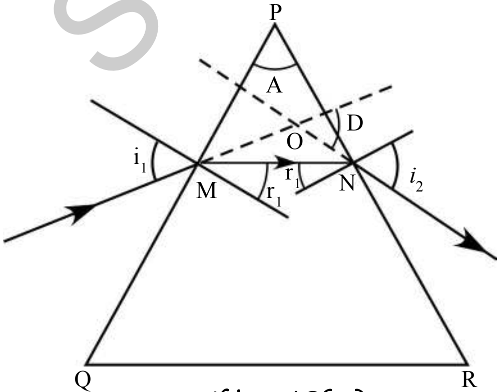
పట్టక వక్రీభవన గుణకం n అనుకుందాం.

M బిందువు వద్ద, గాలి వక్రీభవన గుణకం $n_1 = 1$, పట్టక వక్రీభవన గుణకం $n_2 = n$, పతన కోణం $i = i_1$, వక్రీభవన కోణం $r = r_1$, స్నెల్ నియమంలో పై విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$\sin i_1 = n \sin r_1$ ....(4)

అదేవిధంగా N బిందువు వద్ద, పట్టక వక్రీభవన గుణకం $n_1 = n$, గాలి వక్రీభవన గుణకం $n_2 = 1$, పతన కోణం $i = r_2$, వక్రీభవన కోణం $r = i_2$, స్నెల్ నియమంలో పై విలువలను ప్రతిక్షేపించగా

$n \text{ Sin } r_2 = \text{Sin } i_2$ ....(5)



పటం-10(బి)

కనిష్ట విచలన కోణం (D) వద్ద పతన, బహిర్గతకోణాల విలువలు సమానమని మనకు తెలుసు. అనగా $i_1 = i_2$. పటం 10 (బి)ని పరిశీలిస్తే MN, QR కు సమాంతరంగా ఉందని తెలుస్తుంది. (నిజానికి MN కిరణం పట్టక ఆధారానికి సమాంతరంగా ఉంటుంది)

SCERT, TELANGANA

When $i_1 = i_2$, angle of deviation (d) becomes angle of minimum deviation (D).

Then equation (3) becomes

$$A+D = 2i_1$$

or $$i_1 = \frac{(A+D)}{2}$$

When $i_1 = i_2$ then, it is clear that $r_1 = r_2$

So from equation (2) we get,

$$2r_1 = A$$

or $$r_1 = \frac{A}{2}$$

Substituting i_1 and r_1 in (4) we get

$$\text{Sin}\left\{\frac{(A+D)}{2}\right\} = n.\ \text{Sin}\left(\frac{A}{2}\right)$$

Therefore, $$n = n = \frac{\sin\left\{\frac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad \text{—(6)}$$

This is the formula for the refractive index of the prism.

SCERT TELANGANA

Example 2

A prism with an angle $A = 60^0$ produces an angle of minimum deviation of 30^0. Find the refractive index of material of the prism.

Solution: Given that $A = 60^0$ and $D = 30^0$.

Using $$n = \frac{\sin\left\{\frac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left\{\frac{90^0}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{60^0}{2}\right)} = \frac{\sin 45^0}{\sin 30^0} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow n = \sqrt{2}$$

thus, the refractive index of the given prism = $\sqrt{2}$

Activity 3

Do this activity in the dark room. Take a prism and place it on the table near a vertical white wall. Take a thin wooden plank. Make a small hole in it and fix it vertically on the table. Place the prism between the wooden

$i_1 = i_2$ అయినప్పుడు విచలనకోణం (d) కనిష్ఠ విచలనకోణం (D) అవుతుంది. అప్పుడు సమీకరణం (3) ప్రకారం

$$A+D = 2i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{(A+D)}{2}$$

$i_1 = i_2$ అయినప్పుడు $r_1 = r_2$ అవుతుంది. అప్పుడు సమీకరణం (2) ప్రకారం

$$2r_1 = A \Rightarrow r_1 = \frac{A}{2}$$

i_1 , r_1 విలువలను సమీకరణం (4)లో ప్రతిక్షేపించగా,

$$\sin\left\{\frac{A+D}{2}\right\} = n.\sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \quad n = \frac{\sin\left\{\frac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \qquad \text{................(6)}$$

పై సమీకరణమే పట్టక వక్రీభవన గుణక సూత్రం.

ఉదాహరణ 2

60^0ల పట్టకకోణం (A) గల పట్టకం యొక్క కనిష్ఠ విచలన కోణం (D) 30^0. అయిన, పట్టకం తయారీకి వినియోగించిన పదార్థ వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనండి.

సాధన : $A = 60^0$, $D = 30^0$.

$$n = \frac{\sin\left\{\frac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left\{\frac{90^0}{2}\right\}}{\sin\left(\frac{60^0}{2}\right)} = \frac{\sin 45^0}{\sin 30^0} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

$$n = \sqrt{2}$$

పట్టక తయారీకి వినియోగించిన పదార్థ వక్రీభవన గుణకం = $\sqrt{2}$

ఇప్పుడు పట్టకంతో ఒక చిన్న కృత్యం నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం 3

ఈ కృత్యాన్ని చీకటి గదిలో (వెలుగు తక్కువగా ఉన్నగదిలో) నిర్వహించండి. తెల్లని గోడకు దగ్గరగా ఒక టేబుల్‌ను ఉంచండి. ఒక కార్డ్‌బోర్డ్ షీట్‌కు మధ్యలో సన్నని రంధ్రం చేసి, దానిని టేబుల్ పై నిలువుగా అమర్చండి. కార్డ్‌బోర్డ్‌కు, గోడకు మధ్యలో ఒక పట్టకాన్ని

SCERT TELANGANA

plank and wall. Place a white light source behind the hole of the wooden plank. Switch on the light. The rays coming out of the hole of plank become a narrow beam of light. Adjust the height of the prism such that the light falls on one of the lateral surfaces. Observe the changes in emerged rays of the prism. Adjust the prism by slightly rotating it till you get an image on the wall.

- What do you observe on the wall?
- Could you get a coloured image on the wall?
- Why does white light split into colours?
- What colours do you see?
- Can you notice any change in the angle of deviation of each colour?
- Which colour has the minimum deviation?

Let us do another activity.

Activity 4

Take a metal tray and fill it with water. Place a mirror in the water such that it makes an angle to the water surface. Now focus white light on the mirror through the water as shown in fig.- 11. Try to obtain colours on a white card board sheet kept above the water surface. Note the names of the colours you could see in your book.

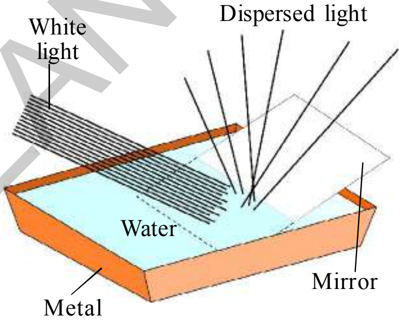


fig-11

In activity (3) and (4), we observe that white light is splitting into certain different colours.

- Is this splitting of white light into colours explained by using ray theory?

It is not possible to explain the splitting of white light into different colours using ray theory.

- Why is this so?

Let us see

5.4.3 Dispersion of Light

In activity 3, we observe that the angle of deviation is minimum for red as compared to the angles of deviation of other colours and maximum for violet.

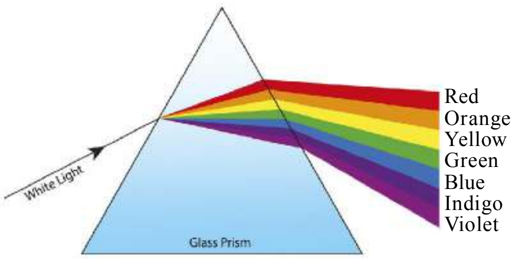


fig-12

The splitting of white light into different colours (VIBGYOR) is called **dispersion**.

In our previous discussion, we learnt that for a particular refractive index of prism there must be only one angle of minimum deviation and

SCERT TELANGANA

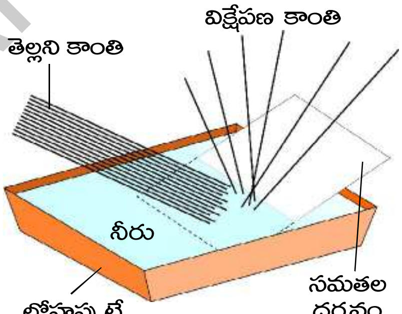
ఉంచండి. తెలుపురంగు కాంతినిచ్చే కాంతిజనకాన్ని కార్డ్‌బోర్డ్‌కు దగ్గరగా ఉంచి, దాని రంధ్రం గుండా కాంతిని ప్రసరింపజేయండి. రంధ్రం నుండి వెలువడే కాంతి సన్నని కాంతి పుంజాన్ని తలపిస్తుంది. ఈ కాంతి పట్టకం యొక్క ఏదోఒక దీర్ఘచతురస్రాకార తలంపై పడే విధంగా, పట్టకాన్ని పట్టుకోండి. పట్టక బహిర్గత కిరణాలలో వచ్చే మార్పులను గమనించండి. పట్టకాన్ని మెల్లగా తిప్పుతూ గోడమీద ప్రతిబింబం ఏర్పడేవిధంగా చేయండి.

- గోడపై మీరు ఏం గమనించారు?
- గోడపై రంగుల ప్రతిబింబం ఏర్పడిందా?
- తెల్లని కాంతి రంగులుగా ఎందుకు విడిపోయింది?
- ఏఏ రంగులను మీరు చూశారు?
- వివిధ రంగుల విచలన కోణంలో ఏదైనా మార్పును గమనించారా?
- ఏ రంగు తక్కువ విచలనాన్ని పొందింది?

ఇప్పుడు మరొక ప్రయోగం చేద్దాం.

కృత్యం 4

ఒక లోహపు పళ్ళాన్ని (ట్రే) తీసుకొని, దానిని నీటితో నింపండి. నీటి ఉపరితలంతో కొంతకోణం చేసే విధంగా నీటిలో ఒక సమతల దర్పణాన్ని (అద్దాన్ని) ఉంచండి. పటం-11లో చూపినట్లు నీటి గుండా అద్దంపై తెల్లని కాంతిని ప్రసరింపజేయండి. ఈ అమరికకు కొంత ఎత్తులో తెల్లటి కార్డ్‌బోర్డ్‌ను ఉంచి రంగుల ప్రతిబింబాన్ని పొందే ప్రయత్నం చేయండి. మీరు చూసిన రంగుల పేర్లను మీ నోట్‌బుక్‌లో రాయండి.



పటం-11

(3), (4) కృత్యాలలో తెల్లని కాంతి కొన్ని ప్రత్యేకమైన రంగులుగా విడిపోవడం గమనించాం.

- తెల్లని కాంతి రంగులుగా విడిపోవడాన్ని కిరణ సిద్ధాంతంతో వివరించగలమా?

  తెల్లని కాంతి రంగులుగా విడిపోవడాన్ని కిరణ సిద్ధాంతంతో వివరించలేము.
- ఎందువలన?

  తెలుసుకుందాం.

5.4.3 కాంతి విక్షేపణం

కృత్యం-3లో, వివిధ రంగులతో పోల్చి చూసినప్పుడు ఎరుపురంగు విచలనం తక్కువగానూ,ఊదారంగు (Violet) విచలనం ఎక్కువగానూ ఉండటం గమనించవచ్చు.

తెల్లని కాంతి వివిధ రంగులు (VIBGYOR) గా విడిపోవడాన్ని కాంతివిక్షేపణం అంటాం.

పటం-12

ఇంతకుముందు కృత్యాలలో, ఒక నిర్దిష్ట వక్రీభవన గుణకంగల పట్టకానికి కనిష్ట విచలన కోణం స్థిరంగా ఉంటుందని నేర్చుకున్నాం. అలాగే

SCERT, TELANGANA

according to Fermat's principle, light ray always chooses the path of least time. But in activity-3,we noticed that light has choosen different paths.

- Does this mean that the refractive index of the prism varies from colour to colour?
- Is the speed of light of each colour different?

The situation we witnessed in activities (3) and (4) rule out ray theory of light. We can consider that white light is a collection of waves with different wavelengths. Violet colour is known to have the shortest wavelength while red is of the longest wavelength.

According to wave theory, light can be thought of a wave propagating in all directions. Light is an electromagnetic wave. Here no particle physically oscillates back and forth. Instead, the magnitude of electric and magnetic fields, associated with the electromagnetic wave, vary periodically at every point. These oscillating electric and magnetic fields propagate in all directions with the speed of light.

- Can you guess now, why light splits into different colours when it passes through a prism?

The reason lies in the fact that, while the speed of light is constant in vacuum for all colours, it depends on the wavelength of light when it passes through a medium. We know that refractive index is the ratio of speeds in vacuum and in the medium. Consequently, the refractive index of a medium depends on wavelength of light. When white light passes through a medium, each colour selects its least time path and we have refraction of different colours to different extents. This results in separation of colours, producing a spectrum on the wall and in the mirror as we saw in activities (3) and (4). It has been experimentally found that refractive index decreases with an increase in wavelength. If we compare the wave lengths of seven colours in VIBGYOR, red colour has longest wavelength and violet colour has shortest wavelength. The refractive index of red is low hence it suffers low deviation.

We noticed that when white light passes through a prism, it splits into seven colours. Let us assume that you have sent a single colour ray through the prism.

- Does it split into more colours? Why?

We know that the frequency of light is the property of the source and it is equal to number of waves leaving the source per second. This cannot be changed by any medium. Hence frequency doesn't change due to refraction. Thus coloured light passing through any transparent medium retains its colour.

SCERT, TELANGANA

ఫెర్మాట్ సూత్రం ప్రకారం కాంతి కిరణం ఎల్లప్పుడూ తక్కువ సమయం పట్టే మార్గాన్నే ఎన్నుకుంటుంది. కానీ కృత్యం-3లో కాంతి వివిధ మార్గాల గుండా ప్రయాణించిందని తెలుస్తుంది.

- దీనిని బట్టి పట్టక వక్రీభవన గుణకం వివిధ రంగులను బట్టి మారుతుందని భావిద్దామా?
- వివిధ రంగులు గల కాంతుల వేగాలు వేర్వేరుగా ఉంటాయా?

(3), (4) కృత్యాలలో మనం చూసిన సందర్భాలు కాంతి కిరణ సిద్ధాంతాన్ని తోసిపుచ్చుతాయి. కాబట్టి తెల్లని కాంతిని వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాలు (wavelengths) గల తరంగాల సముదాయంగా భావించవచ్చు. వీటిలో ఊదారంగు కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం (λ_V) తక్కువ. ఎరుపురంగు కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం (λ_R) ఎక్కువ.

తరంగ సిద్ధాంతం ప్రకారం, కాంతిని అన్ని దిశలలో ప్రయాణించే తరంగంగా భావించవచ్చు. కాంతి ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగం(Electro magnetic wave). దీనిలో ఏ కణమూ భౌతికంగా వెనుకకు, ముందుకు డోలనాలు చేయదు. కానీ విద్యుదయస్కాంత తరంగంతో అనుసంధానం చెందిన విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాల పరిమాణాలు తరంగంలోని ప్రతి బిందువువద్ద ఆవర్తితమవుతాయి. (vary periodically). ఈ విధంగా డోలనాలు చేసే విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాలు (oscillating electric, magnetic fields) కాంతి వేగంతో అన్ని దిశలలో ప్రయాణిస్తాయి.

- పట్టకం గుండా తెలుపురంగు కాంతిని పంపితే అది వివిధ రంగులుగా ఎందుకు విడిపోతుందో ఇప్పుడు మీరు ఊహించగలరా?

అన్ని రంగుల కాంతి వేగాలు శూన్యంలో ఒకే విధంగా ఉన్నప్పటికీ, ఒక యానకంలో ప్రయాణించేటప్పుడు కాంతివేగం దాని తరంగదైర్ఘ్యంపై ఆధారపడుతుంది. అందువల్ల కాంతి వివిధ రంగులుగా విడిపోతుంది. వక్రీభవన గుణకం అనేది శూన్యంలో, యానకంలో కాంతివేగాల నిష్పత్తి అని మనకు తెలుసు. దీనిని బట్టి యానక వక్రీభవన గుణకం కాంతి తరంగదైర్ఘ్యంపై ఆధారపడుతుందని చెప్పవచ్చు. తెల్లని కాంతి ఒక యానకం గుండా ప్రయాణించినప్పుడు, అందులోని ప్రతిరంగూ దానికి తక్కువ సమయం పట్టే మార్గాన్ని ఎంచుకుంటుంది. అందువల్ల వివిధ రంగుల వక్రీభవనం వివిధ విచలనాలతో ఉంటుంది. ఫలితంగా తెల్లని కాంతిలోని రంగులు వేరుచేయబడి 3,4 కృత్యాలలో చూసినట్లు గోడమీద, అద్దంలో వర్ణపటం (spectrum) ఏర్పడుతుంది. తరంగదైర్ఘ్యం పెరిగితే వక్రీభవన గుణకం తగ్గుతుందని ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువు చేయబడింది. VIBGYOR లోని ఏడు రంగుల తరంగదైర్ఘ్యాలను పోల్చిచూస్తే ఎరుపురంగుకాంతి తరంగదైర్ఘ్యం ఎక్కువ, ఊదారంగు తరంగదైర్ఘ్యం తక్కువ. అంటే ఎరుపు రంగు వక్రీభవన గుణకం తక్కువ. అందువల్ల అది తక్కువ విచలనాన్ని పొందుతుంది.

పట్టకం గుండా తెలుపు రంగు కాంతిని పంపిస్తే ఏడు రంగులుగా విడిపోతుందని మనకు తెలుసు. పట్టకం గుండా ఒకే రంగుగల కాంతిని పంపించామనుకుందాం.

- అది మరికొన్ని రంగులుగా విడిపోతుందా? ఎందుకు?

కాంతిజనకం ఒక సెకనుకు విడుదలచేసే కాంతి తరంగాల సంఖ్యను పౌన:పున్యం (frequency) అంటాం. కాంతి పౌన:పున్యం అనేది కాంతిజనకం యొక్క లక్షణమని మనకు తెలుసు. ఇది ఏ యానకం వలన కూడా మారదు. అనగా వక్రీభవనంలో కూడా పౌన:పున్యం మారదు. అందువల్ల పారదర్శక పదార్థం గుండా ప్రయాణించే 'రంగుకాంతి' యొక్క రంగు మారదు.

SCERT TELANGANA

When refraction occurs at the interface, the number of waves that are incident on the interface in a second must be equal to the number of waves passing through any point taken in another medium. This means that the frequency of the light wave remains unaltered while its wavelength changes depending on the medium through which it passes. We know that the relation among the speed of wave (v), wavelength (λ) and frequency (υ) is.

$v = \upsilon \lambda$ (frequency denoted by υ)

For refraction at any interface, v is proportional to λ. Speed of the wave increases with increase in wavelength of light and vice versa.

- Can you give an example in nature, where you observe colours as seen in activity 3?

Your answer certainly is a rainbow. That is a good example of dispersion of light.

- When do you see a rainbow in the sky?
- Can we create a rainbow artificially?

Let us see how.

Activity 5

Select a white coloured wall on which the sun rays fall. Stand in front of a wall in such a way that the sun rays fall on your back. Hold a tube through which water is flowing. Place your finger in the tube to obstruct the flow of water. Water comes out through the small gaps between the tube and your finger like a fountain. Observe the changes on the wall while the water shower is maintained; you can see colours on the wall.

- How is that you are able to see colours on the wall?
- Are the sun rays coming back to your eyes from the wall or from water drops?

Let us find out.

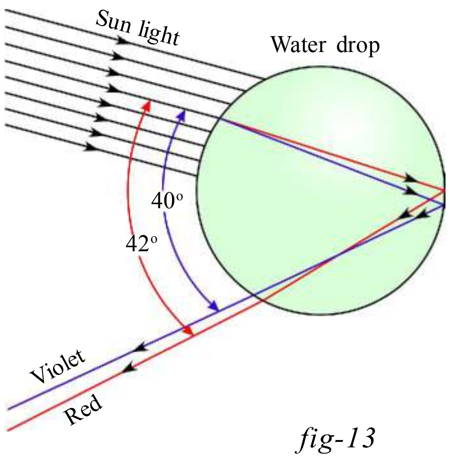


fig-13

The beautiful colours of the rainbow are due to dispersion of the sunlight by millions of tiny water droplets. Let us consider the case of an individual water drop.

Observe fig.- 13. The rays of sunlight enter the drop near its top surface. At this first refraction, the white light is dispersed into its spectrum of colours,

SCERT, TELANGANA

యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద వక్రీభవనం సంభవించినపుడు, ఒక సెకన్ కాలంలో ఆ తలంపై పతనమయ్యే తరంగాల సంఖ్య, రెండో యానకంలోని ఏ బిందువు గుండా ప్రయాణించే తరంగాల సంఖ్యకైనా సమానంగా ఉంటుంది. అంటే కాంతి ఒక యానకం గుండా ప్రయాణించేటప్పుడు, యానకాన్ని బట్టి కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం మారుతున్నా కూడా కాంతి పౌనఃపున్యం మాత్రం మారదు. కాంతి తరంగవేగం (v), తరంగదైర్ఘ్యం (λ), పౌనఃపున్యం (υ) ల మధ్య సంబంధం మనకు తెలుసు.

$v = \upsilon\lambda$ (పౌనఃపున్యాన్ని (υ)తో కూడా సూచిస్తారు.)

యానకాలను వేరుచేసే ఏతలం వద్ద వక్రీభవనం జరిగినా, కాంతివేగం v, తరంగదైర్ఘ్యం λ కు అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది. అంటే తరంగదైర్ఘ్యం పెరిగితే కాంతివేగం పెరుగుతుంది, తరంగదైర్ఘ్యం తగ్గితే కాంతివేగం తగ్గుతుంది.

- కృత్యం-3లో చూసినట్లు ప్రకృతిలో మీరు రంగులు చూడగలిగే సందర్భానికి ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వగలరా?

మీ సమాధానం ఇంద్రధనుస్సు కావచ్చు. ఇంద్రధనస్సు అనేది కాంతి విక్షేపణానికి మంచి ఉదాహరణ.

- ఆకాశంలో ఇంద్రధనస్సును మీరు ఎప్పుడు చూస్తారు?
- మనం ఇంద్రధనస్సును కృత్రిమంగా ఏర్పరచగలమా?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 5

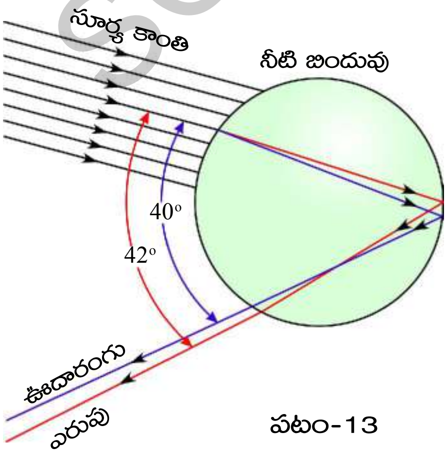
ఒక తెల్లని గోడను ఎంచుకోండి. దానిపై సూర్యకాంతి పడుతుండాలి. గోడకు అభిముఖంగా (సూర్యకాంతి మీ వీపుపై పడే విధంగా) నిలుచోండి. నీరు ప్రవహించే ఒక పైపును తీసుకొని, పైపు చివర మీ వేలుని అడ్డుగా ఉంచండి. మీ వేలుకు, పైపుకు మధ్యగల సందులగుండా నీరు ఫౌంటెన్ (fountain) వలె బయటకు చిమ్ముతుంది. ఇలా నీరుపైకి చిమ్మేటప్పుడు గోడపై జరిగే మార్పులను గమనించండి. గోడపై మీరు రంగులను చూడవచ్చు.

- గోడపై రంగులను మీరు ఎలా చూడగలుగుతున్నారు?
- మీ కంటిని చేరే కాంతికిరణాలు గోడనుండి వస్తున్నాయా? నీటి బిందువులనుండి వస్తున్నాయా?

తెలుసుకుందాం.

అనేక లక్షల నీటి బిందువుల చేత కాంతి విక్షేపణం చెందడం వలన మనం చూసే అందమైన ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడుతుంది. ఇంద్రధనస్సు ఏర్పడడానికి కారణమేమిటో తెలుసుకోడానికి ఒక నీటి బిందువును పరిగణనలోకి తీసుకుందాం.

పటం-13ను పరిశీలించండి. నీటి బిందువు పై ప్రాంతం నుండి సూర్యుని కాంతికిరణం లోపలికి ప్రవేశిస్తుంది. ఇక్కడ జరిగే మొదటి వక్రీభవనంలో తెల్లని కాంతి వివిధ రంగులుగా



పటం-13

SCERT, TELANGANA

violet being deviated the most and red the least. Reaching the opposite side of the drop, each colour is reflected back into the drop because of total internal reflection. Arriving at the surface of the drop, each colour is again refracted into air. At the second refraction the angle between red and violet rays further increases when compared to the angle between those at first refraction.

The angle between the incoming and outgoing rays can be anything between 0^0 and about 42^0. We observe bright rainbow when the angle between incoming and outgoing rays is near the maximum angle of 42^0. Diagrammatically it is shown in fig.- 13.Although each drop disperses a full spectrum of colours, an observer is in a position to see only a single colour from any one drop depending upon its position.

If violet light from a single drop reaches the eye of an observer, red light from the same drop can't reach his eye. It goes elsewhere possibly downwards of the eye of the observer (see in fig.- 14). To see red light, one must look at the drop higher in the sky. The colour red will be seen when the angle between a beam of sunlight and light sent back by a drop is 42^0. The colour violet is seen when the angle between a sunbeam and light sent back by a drop is 40^0. If you look at an angle between 40^0 and 42^0, you will observe the remaining colours of VIBGYOR

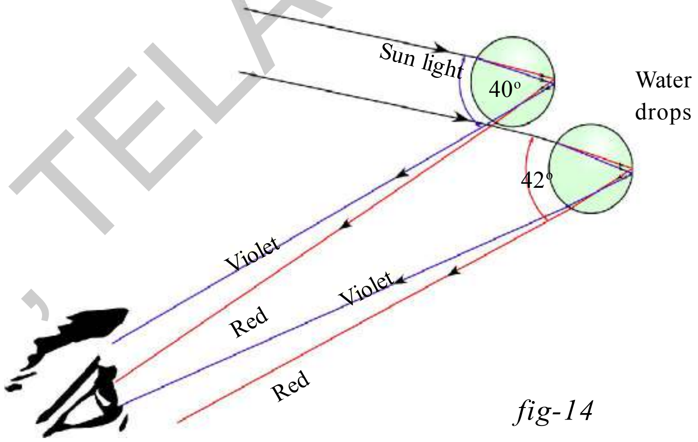


fig-14

SCERT, TELANGANA

- Why does the light dispersed by the raindrops appear as a bow?

To find answer this question, we need a little geometric reasoning. First of all, a rainbow is not the flat two dimensional arc as it appears to us. The rainbow you see is actually a three dimensional cone with the tip at your eye as shown in fig.- 15.

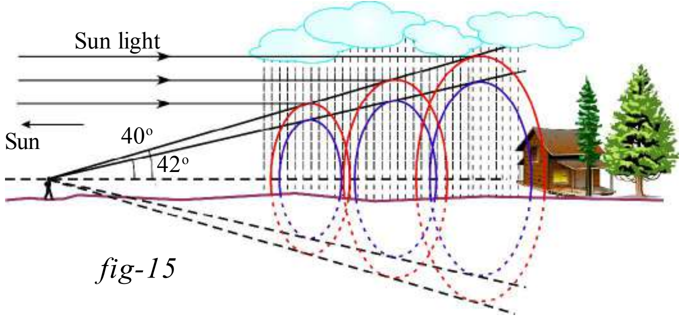


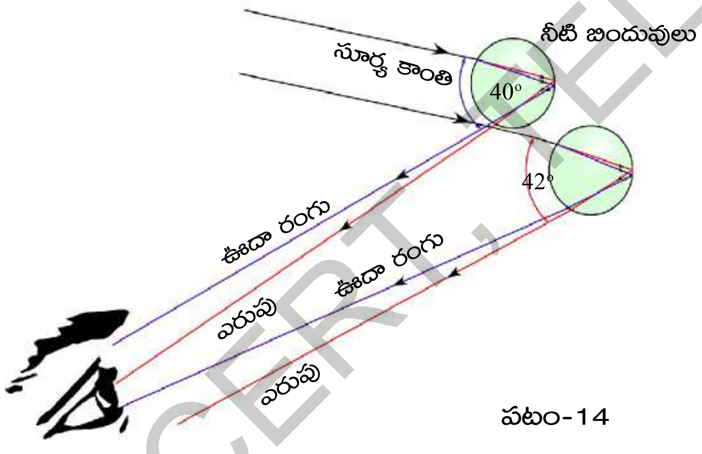
fig-15

విక్షేపణం చెంది ఎరుపురంగు కాంతి తక్కువ విచలనాన్ని, ఊదారంగు కాంతి ఎక్కువ విచలనాన్ని పొందుతాయి.

అన్ని రంగులూ నీటి బిందువు రెండో వైపుకు చేరాక, సంపూర్ణాంతర పరావర్తనంవలన నీటిబిందువులోనే వెనుకకు పరావర్తనం చెందుతాయి. ఫలితంగా నీటి బిందువు మొదటి ఉపరితలాన్ని చేరాక, ప్రతీరంగు మరలా గాలిలోకి వక్రీభవనం చెందుతుంది. మొదటి వక్రీభవనంతో పోలిస్తే రెండో వక్రీభవనంలో ఎరుపు, ఊదారంగు కాంతికిరణాల మధ్యకోణం ఇంకా పెరుగుతుంది.

నీటిబిందువులోకి ప్రవేశించే కిరణాలు, బయటకు వెళ్ళే కిరణాల మధ్యకోణం 0^0 నుండి 42^0 మధ్య ఎంతైనా ఉండవచ్చు. అయితే ఆ కోణం 42^0 లకు దాదాపు సమానంగా ఉన్నప్పుడు ప్రకాశవంతమైన ఇంద్రధనుస్సును మనం చూడగలుగుతాం. పటం-13లో ఈ వివరాలను చూడవచ్చు.

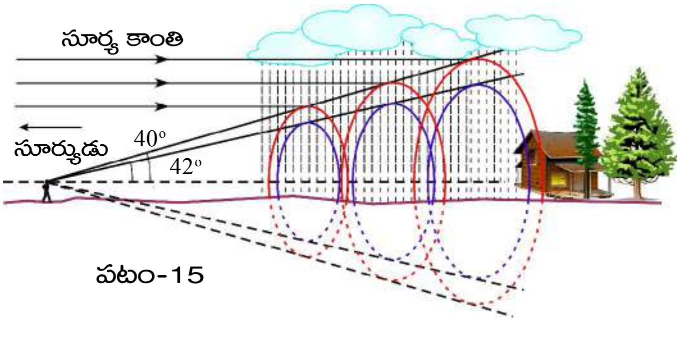
ప్రతి నీటి బిందువూ కాంతిని ఏడు రంగులలోకి విడగొట్టినా, ఒక పరిశీలకుడు తాను ఉన్న స్థానాన్ని బట్టి, ఒక నీటి బిందువు నుండి వచ్చే రంగులలో ఏదో ఒక దానిని మాత్రమే చూడగలడు. ఒక నీటి బిందువు నుండి వచ్చే ఊదారంగు కాంతి ఒక పరిశీలకుని కంటిని చేరితే, అదే నీటి బిందువు నుండి వచ్చే ఎరుపు రంగు కాంతి అతని కంటిని చేరదు. అది అతని కంటికి కొంత దిగువభాగానికి చేరుతుంది. పటం-14 చూడండి. కనుక పరిశీలకుడు ఎరుపు రంగు కాంతిని చూడాలంటే ఆకాశంలో ఉన్న నీటిబిందువులలో ఎత్తులో ఉన్న వాటిని చూడాలి.



పటం-14

సూర్యకాంతి పుంజానికి, నీటి బిందువుచే వెనుకకు పంపబడిన కాంతికి మధ్య కోణం 42^0 ఉన్నప్పుడే మనకు ఎరుపు రంగు కనుబడుతుంది. ఆకోణం 40^0 ఉంటే మనకు ఊదారంగు కాంతి కనబడుతుంది. 40^0 నుండి 42^0 ల మధ్య కోణంలో VIBGYOR లోని మిగిలిన రంగులు కనిపిస్తాయి.

- వాననీటి బిందువులతో విక్షేపణం చెందిన కాంతి అర్ధవలయాకారంలో ఎందుకు కనిపిస్తుంది?



పటం-15

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం తెలుసుకోవాలంటే మనకు కొంత జ్యామితీయ తార్కికత (geometrical reasoning) అవసరం. మొదటగా, ఇంద్రధనస్సు అనేది మనకు కనబడే విధంగా పలుచని ద్విమితీయ చాపం (arc) కాదు. పటం-15లో చూపినట్లు,

SCERT, TELANGANA

All the drops that disperse the light towards you lie in the shape of the cone – a cone of different layers. The drops that disperse red colour to your eye are on the outer most layer of the cone, similarly the drops that disperse orange colour to your eye are on the layer of the cone beneath the red colour cone. In this way the cone responsible for yellow lies beneath orange and so on it till the violet colour cone becomes the innermost cone.(see in fig.- 15).

Think and discuss

- Can you imagine the shape of rainbow when observed during travel in an airplane? Discuss with your friends and collect information.

It is our common experience that the sky appears blue in colour on a bright dry day.

- Why is the sky blue?

To answer this question, you need to understand another phenomenon of light called scattering.

- What is scattering?

Let us see

5.4.4 Scattering of Light

Scattering of light is a complex phenomenon. Let us try to understand the idea of scattering.

- Do you know what happens to the free atom or molecule when it is exposed to certain frequency of light?

Atoms or molecules which are exposed to light absorb light energy and emit some part of the light energy in different directions. This is the basic process happens in scattering of light.

The effect of light on a molecule or an atom depends on the size of atom or molecule. If the size of the particle (atom or molecule) is small, it will be affected by higher frequency (lower wave length) light and vice versa.

SCERT , TELANGANA

ఇంద్రధనస్సు అనేది మీ కంటి వద్ద తన కొనభాగాన్ని కలిగి యున్న త్రిమితీయ శంఖువు (three dimensional cone). మీ వైపుగా కాంతిని విక్షేపణం చేసే అన్ని నీటి బిందువులు, వివిధ పొరలను కలిగియున్న శంఖువు ఆకారంలో అమరి ఉంటాయి. మీ కంటికి ఎరుపు రంగు కాంతిని చేరవేసే నీటి బిందువులు శంఖువు బాహ్య పొరపై ఉంటాయి.

దాని కన్నా కిందిపొరలో ఉన్న శంఖువు ఉపరితలంపై నారింజరంగు(orange) కాంతిని చేరవేసే నీటిబిందువులు ఉంటాయి.

అదేవిధంగా పసుపు రంగును చేరవేసే శంఖువు నారింజరంగు కాంతిని చేరవేసే శంఖువుకు కింద ఉండే పొరలో ఉంటుంది. ఇలా ఈ క్రమం అన్నింటికన్నా అంతరంలో ఉండే ఊదారంగును చేరవేసే శంఖువు వరకు కొనసాగుతుంది. (పటం-15 చూడండి)

ఆలోచించండి - చర్చించండి

- విమానంలో ప్రయాణించే వ్యక్తికి ఇంద్రధనుస్సు ఏ ఆకారంలో కనిపిస్తుందో ఊహించగలరా? మీ స్నేహితులతో చర్చించండి. సమాచారాన్ని సేకరించండి.

సాధారణంగా మనకు ఆకాశం నీలి రంగులో కనబడుతుంది.

- ఆకాశం నీలి రంగులో ఎందుకు కనిపిస్తుంది?

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం చెప్పాలంటే, కాంతి పరిక్షేపణం అనే మరొక దృగ్విషయం గురించి అవగాహన చేసుకోవాలి.

- పరిక్షేపణం అంటే ఏమిటి?

5.4.4 కాంతి పరిక్షేపణం

కాంతి పరిక్షేపణం ఒక సంక్లిష్ట దృగ్విషయం. దీనిని అవగాహన చేసుకోడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

- స్వేచ్ఛా పరమాణువు లేదా అణువుపై నిర్దిష్ట పౌన:పున్యం గల కాంతి పతనం చెందితే ఏం జరుగుతుంది?

పరమాణువులు లేదా అణువులపై కాంతి పతనం చెందినపుడు అవి కాంతి శక్తిని శోషించుకొని (absorb), అందులో కొంత భాగాన్ని వివిధ దిశల్లో ఉద్గారం (emission) చేస్తాయి. ఇదే కాంతి పరిక్షేపణంలోని ప్రాథమిక నియమం.

పరమాణువు లేదా అణువు యొక్క పరిమాణాన్ని బట్టి వాటిపై కాంతి ప్రభావం ఆధారపడి ఉంటుంది. కణం (పరమాణువు లేదా అణువు) పరిమాణం తక్కువగా ఉంటే, అది ఎక్కువ పౌన:పున్యం గల (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల) కాంతితో ప్రభావితమవుతుంది. అలాగే ఎక్కువ పరిమాణం గల కణం తక్కువ పౌనఃపున్యం (ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం) గల కాంతితో ప్రభావితమవుతుంది.

SCERT, TELANGANA

Let us consider that a certain frequency of light is incident on an atom. Then the atom comes into vibration due to this light. This in turn releases or re-emits light in all directions with different intensity.

The intensity of light is the energy of light passing through unit area of plane, taken normal to the direction of propagation of light, in one second.

Let us consider that the free atom or free molecule is somewhere in space as shown in fig.- 16.

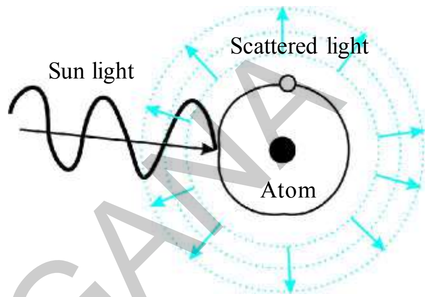


fig-16

Light of certain frequency falls on that atom or molecule. This atom or molecule responds to the light whenever the size of the atom or molecule is comparable to the wave length of light. If this condition is satisfied, the atom absorbs light and vibrates. Due to these vibrations, the atom re-emits a certain fraction of absorbed energy in all directions with different intensities. The re-emitted light is called scattered light and the process of re-emission of light in all directions with different intensity is called scattering of light. The atoms or molecules are called scattering centre. Let us take the angle 'θ' between the incident light and a direction in which the intensity of scattered light is observed, we call this angle as angle of scattering. It is experimentally observed that the intensity of scattered light varies with angle of scattering. The intensity is maximum at 90^0 angle of scattering.

This is the reason for the appearance of clear blue colour when look at the sky in a direction perpendicular to the direction of the sun rays. If our angle of view is changed, the intensity of blue colour also changes.

Now you might have got a doubt why scattering of light gives blue colour only. Why can't it give other colours?

Let us find out whether the scattering centres are responsible for the blue colour of the sky?

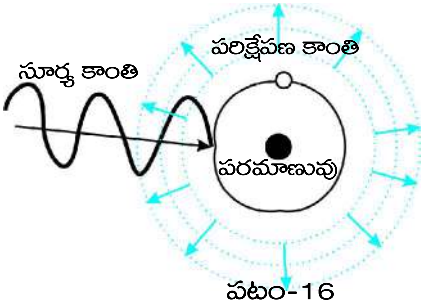
We know that our atmosphere contains different types of molecules and atoms. The reason for blue sky is due to the molecules N_2 and O_2. The sizes of these molecules are comparable to the wavelength of blue light. These molecules act as scattering centres for scattering of blue light.

- Why is that the sky appears white sometimes when you view it in certain direction on hot days?

SCERT, TELANGANA

ఒక పరమాణువుపై నిర్దిష్ట పౌనఃపున్యం గల కాంతి పతనమైందనుకుందాం. ఈ కాంతి వల్ల పరమాణువు కంపించడం (vibration) ప్రారంభిస్తుంది. ఈ కంపనాలవల్ల అన్ని దిశలలో వివిధ తీవ్రతలు (different intensity) గల కాంతిని విడుదల చేస్తుంది.

కాంతి ప్రయాణ దిశకు లంబంగా ఉన్న ఏకాంక వైశాల్యం గల తలం గుండా ఒక సెకను కాలంలో ప్రసరించే కాంతి శక్తిని కాంతితీవ్రత (intensity of light) అంటాం.



పటం-16

పటం-16 లో చూపినట్లు అంతరాళం (space)లో ఒక స్వేచ్ఛా పరమాణువు లేదా అణువు ఉన్నదనుకుందాం. ఆ కణంపై నిర్దిష్ట పౌనఃపున్యంగల కాంతి పతనచెందిందనుకుందాం. ఆ కణం పరిమాణం పతనం చెందిన కాంతి తరంగదైర్ఘ్యంతో పోల్చదగిన విధంగా ఉన్నప్పుడు మాత్రమే ఆ కాంతికి ఆ కణం స్పందిస్తుంది.

ఈ నియమం పాటించబడినప్పుడు మాత్రమే ఆ కణం కాంతిని శోషించుకుని కంపనాలు చేస్తుంది. ఈ కంపనాల వలన ఆ కణం శోషించుకున్న శక్తిలో కొంత భాగాన్ని అన్ని దిశల్లో వివిధ తీవ్రతలతో తిరిగి ఉద్గారం చేస్తుంది.

ఈ ఉద్గారాన్నే కాంతి పరిక్షేపణం అంటాం. ఉద్గారమైన కాంతిని పరిక్షేపణ కాంతి అంటాం. ఉద్గారం చేసిన పరమాణువు లేదా అణువును పరిక్షేపణ కేంద్రం (scattering centre) అంటాం. నిర్దిష్ట దిశలో, అంటే కాంతి తీవ్రతను పరిశీలించే దిశలో వచ్చే పరిక్షేపణ కాంతికి, పతనకాంతికి మధ్యగల కోణాన్ని పరిక్షేపణ కోణం (angle of scattering) అంటాం. పరిక్షేపణ కాంతి యొక్క తీవ్రత (intensity of scattered light) పరిక్షేపణ కోణాన్ని బట్టి మారుతుందని ప్రయోగపూర్వకంగా తెలుసుకోవడం జరిగింది. పరిక్షేపణ కోణం 90^0 ఉన్నప్పుడు కాంతి తీవ్రత అత్యధికంగా ఉంటుంది.

ఈ కారణం చేతనే, సూర్య కిరణాల దిశకు లంబ దిశలో మనం ఆకాశాన్ని చూసినప్పుడు ఆకాశం నీలి రంగులో కనబడుతుంది. మనం చూసే దిశ కోణం మారితే, ఆ నీలిరంగు తీవ్రత కూడా మారుతుంది.

కాంతి పరిక్షేపణం వల్ల నీలిరంగు మాత్రమే ఎందుకు ఏర్పడుతుంది? వేరే రంగు ఎందుకు ఏర్పడదు? అనే సందేహం మీకు కలిగి ఉంటుంది కదా!

ఆకాశపు నీలిరంగుకు కారణం పరిక్షేపణ కేంద్రాలేనా? అనే అంశం తెలుసుకోడానికి ప్రయత్నిద్దాం.

మన భూమి చుట్టూ ఉన్న వాతావరణంలో వివిధ రకాల అణువులు, పరమాణువులు ఉంటాయని మీకు తెలుసు. వాతావరణంలోని నైట్రోజన్, ఆక్సిజన్ అణువులే ఆకాశపు నీలిరంగుకు కారణం. ఈ అణువుల పరిమాణం నీలిరంగు కాంతి తరంగ దైర్ఘ్యంతో పోల్చదగిన విధంగా ఉంటుంది. ఈ అణువులు నీలిరంగు కాంతికి పరిక్షేపణ కేంద్రాలుగా పనిచేస్తాయి.

- వేసవిరోజుల్లో (ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా ఉన్నరోజుల్లో) ఒక నిర్దిష్ట దిశలో చూస్తున్నప్పుడు కొన్ని సందర్భాలలో ఆకాశం తెలుపురంగులో కనిపిస్తుంది - ఎందుకు?

Our atmosphere contains atoms and molecules of different sizes. According to their sizes, they are able to scatter different wavelengths of light. For example, the size of the water molecule is greater than the size of the N_2 or O_2. It acts as a scattering centre for other frequencies which are lower than the frequency of blue light.

On a hot day, due to rise in the temperature water vapour enters into atmosphere which leads to abundant presence of water molecules in the atmosphere. These water molecules scatter the colours of other frequencies (other than blue). All such colours of other frequencies reach your eye and the sky appears white.

- Can we demonstrate scattering of light by an experiment?

Let us try

Activity 6

Take a solution of sodium-thio-sulphate (hypo) and sulphuric acid in a glass beaker. Place the beaker in an open place where abundant sun light is available. Watch the formation of grains of sulphur and observe changes in the beaker.

You will notice that sulphur precipitates as the reaction is in progress. At the beginning, the grains of sulphur are smaller in size and as the reaction progresses, their size increases due to precipitation.

Sulphur grains appear blue in colour at the beginning and slowly their colour becomes white as their size increases. The reason for this is scattering of light. At the beginning, the size of grains is small and almost comparable to the wave length of blue light. Hence they appear blue in the beginning. As the size of grains increases, their size becomes comparable to wave lengths of other colours. As a result of this, they act as scattering centres for other colours. The combination of all these colours appears as white.

- Do you know the reasons for appearance the red colour of sun during sunrise and at sunset?

The atmosphere contains free molecules and atoms with different sizes. These molecules and atoms scatter light of different wavelengths which

SCERT, TELANGANA

వాతావరణంలో వివిధ పరిమాణాలు గల కణాలుంటాయి. వాటి పరిమాణాల కనుగుణంగా అవి వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాలు గల కాంతిని పరిక్షేపణం చేస్తాయి. ఉదాహరణకు N_2 , O_2 అణువుల కన్నా నీటి అణువు పరిమాణం ఎక్కువ. కాబట్టి అది నీలిరంగుకాంతి కంటే తక్కువ పౌనఃపున్యాలు (ఎక్కువ తరంగదైర్ఘ్యాలు) గల కాంతులకు పరిక్షేపణ కేంద్రంగా పనిచేస్తుంది.

వేసవి రోజుల్లో ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా ఉండడం వల్ల వాతావరణంలోకి నీటి ఆవిరి చేరుతుంది. తద్వారా వాతావరణంలో నీటి అణువులు అధిక స్థాయిలో ఉంటాయి. ఈ నీటి అణువులు ఇతర పౌనఃపున్యాలు (నీలిరంగు కానివి) గల కాంతులను పరిక్షేపణం చేస్తాయి. N_2 ,O_2 ల పరిక్షేపణం వల్ల వచ్చే నీలిరంగుకాంతి, నీటి అణువుల పరిక్షేపణం వల్ల వచ్చే ఇతర రంగుల కాంతులు అన్నీ కలిసి మన కంటిని చేరినప్పుడు తెలుపు రంగు కాంతి కనబడుతుంది.

- కాంతి పరిక్షేపణాన్ని ప్రయోగపుర్వకంగా చూపగలరా?

ప్రయత్నిద్దాం.

కృత్యం 6

ఒక బీకరులో సోడియం థయోసల్ఫేట్ (హైపో) మరియు సల్ఫ్యూరికామ్లాల ద్రావణాన్ని తీసుకోండి. ఈ గాజు బీకరును ఆరుబయట సూర్యుని వెలుగులో ఉంచండి. బీకర్‌లో సల్ఫర్ స్ఫటికాలు ఏర్పడడాన్ని గమనించండి. బీకర్‌లో జరిగే మార్పులను పరిశీలించండి.

రసాయన చర్య జరుగుతున్న కొలదీ సల్ఫర్ అవక్షేపం (Precipitation) ఏర్పడడం మీరు గమనించవచ్చు. ప్రారంభంలో సల్ఫర్ స్ఫటికాలు చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయి. చర్య జరుగుతున్న కొలదీ సల్ఫర్ అవక్షేపం ఏర్పడి స్ఫటికాల పరిమాణం పెరుగుతుంది.

మొదట సల్ఫర్ స్ఫటికాలు నీలిరంగులో ఉండి, వాటి పరిమాణం పెరుగుతున్నకొలదీ తెలుపు రంగులోకి మారుతాయి. దీనికి కారణం కాంతి పరిక్షేపణం. ప్రారంభంలో సల్ఫర్ స్ఫటికాల పరిమాణం చాలా తక్కువగా ఉండి, అది నీలిరంగు కాంతి తరంగదైర్ఘ్యంతో పోల్చడానికి వీలైనదిగా ఉంటుంది. కాబట్టి అప్పుడు అవి నీలిరంగులో కనబడతాయి. సల్ఫర్ స్ఫటికాల పరిమాణం పెరుగుతున్న కొలదీ, వాటి పరిమాణం ఇతర రంగు కాంతుల తరంగదైర్ఘ్యాలతో పోల్చడానికి వీలయ్యేదిగా ఉంటుంది. అప్పుడు ఆ స్ఫటికాలు ఇతర రంగుల కాంతులకు పరిక్షేపణ కేంద్రాలుగా పనిచేస్తాయి. ఈ అన్ని రంగులూ కలిసి తెలుపురంగులా కనబడుతుంది.

- సూర్యోదయం, సూర్యాస్తమయ సమయాలలో సూర్యుడు ఎర్రగా కనబడడానికి గల కారణం మీకు తెలుసా?

వాతావరణంలో వివిధ పరిమాణాలలో స్వేచ్ఛా అణువులు మరియు పరమాణువులుంటాయి. ఇవి వాటి పరిమాణాల కనుగుణంగా వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాలు గల

SCERT TELANGANA

are comparable to their size. Molecules having a size that is comparable to the wavelength of red light are less in the atmosphere. Hence scattering of red light is less when compared to the other colours of light. The light from the sun needs to travel more distance in atmosphere during sunrise and sunset to reach your eye. In morning and evening times, during sunrise and sunset, except red light all colours scatter more and vanish before they reach you. Since scattering of redlight is very small, it reaches you. As a result sun appears red in colour during sunrise and sunset.

- Can you guess the reason why sun does not appear red during noon hours?

During noon hours, the distance to be travelled by the sun rays in the atmosphere is less than that compared to morning and evening hours. Therefore all colours reach your eye without much scattering. Hence the sun appears white during noon hours.

Do you Know?

Our beloved scientist and Noble prize winner, Sir C.V. Raman explained the phenomenon of light scattering in solids, gases and liquids. He found experimentally that the frequency of scattered light by the liquids is greater than the frequency of incident light. This is called Raman Effect. By using this effect scientists determine the shapes of the molecules.

Sir CV Raman

So far, we have learned some ideas of the light such as refraction, dispersion and scattering. These are wonderful phenomena occuring in our surroundings. When you observe any phenomena, try to resolve the problem and appreciate the wonderful world based on the behaviour of light.

Key words

Least distance of distinct vision, Angle of vision, Accommodation of eye lens, Myopia, Hypermetropia, Presbyopia, Power of lens, Prism, Angle of prism or refracting angle of prism, Angle of minimum deviation, Dispersion, Scattering.

SCERT TELANGANA

కాంతిని పరిక్షేపణం చేస్తాయి. వాతావరణంలో ఎరుపు రంగు కాంతి తరంగదైర్ఘ్యంతో పోల్చగల పరిమాణం గల అణువులు చాలా తక్కువగా ఉంటాయి. కనుక ఎరుపు రంగు కాంతి మిగతా రంగుల కన్నా తక్కువగా పరిక్షేపణం చెందుతుంది.

సూర్యోదయం, సూర్యాస్తమయ సమయంలో సూర్యుని నుండి వెలువడేకాంతి మీ కంటిని చేరడానికి భూ వాతావరణంలో అధిక దూరం ప్రయాణించాల్సి ఉంటుంది. ఎరుపు రంగు కాంతి తప్ప మిగిలిన అన్ని రంగుల కాంతులు అధికంగా పరిక్షేపణం చెంది కాంతి మీ కంటిని చేరేలోపే ఆ రంగులన్నీ కనుమరుగవుతాయి. ఎరుపు రంగు కాంతి తక్కువగా పరిక్షేపణం చెందడం వల్ల అది మీ కంటిని చేరుతుంది. ఫలితంగా సూర్యుడు సూర్యోదయం, సూర్యాస్తమయ సమయాలలో ఎరుపుగా కనిపిస్తాడు.

- మధ్యాహ్న వేళల్లో సూర్యుడు ఎర్రగా ఎందుకు కనబడడో ఊహించగలరా?

ఉదయం, సాయంత్రం వేళల కంటే మధ్యాహ్న సమయంలో వాతావరణంలో సూర్యకాంతి ప్రయాణించే దూరం తక్కువ. కాబట్టి కాంతి ఎక్కువగా పరిక్షేపణం చెందక పోవడం వల్ల అన్ని రంగులూ మీ కంటిని చేరుతాయి. కాబట్టి మధ్యాహ్న వేళల్లో సూర్యుడు తెల్లగా కనబడతాడు.

మీకు తెలుసా?

మనదేశానికి చెందిన శాస్త్రవేత్త, నోబెల్ బహుమతి గ్రహీతయైన సర్.సి.వి.రామన్ ఘనాలు, ద్రవాలు మరియు వాయువులలో జరిగే కాంతి పరిక్షేపణాన్ని వివరించాడు. ఒక ద్రవం వల్ల పరిక్షేపణం చెందిన కాంతి పౌన:పున్యం, పతనకాంతి పౌనఃపున్యం కన్నా ఎక్కువ లేదా తక్కువ ఉంటుందని ఈయన ప్రయోగపూర్వకంగా కనుగొన్నాడు. దీనినే రామన్ ఫలితం (Raman Effect) అంటాం.

దీనిని ఉపయోగించి శాస్త్రవేత్తలు అణువుల ఆకారాలను నిర్ధారిస్తారు.

సర్ సివి రామన్

ఇప్పటి వరకు మనం కాంతికి సంబంధించిన వక్రీభవనం, విక్షేపణం మరియు పరిక్షేపణం వంటి కొన్ని అంశాలను గురించి తెలుసుకున్నాం. ఇవన్నీ మన చుట్టూ జరిగే అద్భుతమైన దృగ్విషయాలు. ఈ దృగ్విషయాలకు సంబంధించిన సందర్భాలు మీకు ఎదురైనప్పుడు వాటికి కారణమైన కాంతి ప్రవర్తనను విశ్లేషించడం ద్వారా మీరు పొందే ఆనందాన్ని ఆస్వాదించండి.

కీలక పదాలు

స్పష్టదృష్టి కనీస దూరం, దృష్టికోణం, కటక సర్దుబాటు, హ్రస్వదృష్టి, దీర్ఘదృష్టి, చత్వారం, కటకసామర్థ్యం, పట్టకం, పట్టకకోణం లేదా పట్టక వక్రీభవన కోణం, కనిష్ట విచలనకోణం, విక్షేపణం, పరిక్షేపణం.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- The least distance of distinct vision is about 25cm and the angle of vision is about 60^0.
- The ability of eye lens to change its focal length is called accommodation of lens.
- The defect in which people cannot see objects beyond far point is called **Myopia.**
- The defect in which people cannot see objects situated before near point is called **Hypermetropia.**
- **Presbyopia** is a vision defect indicating that the power of accommodation of the eye usually decreases with ageing.
- The reciprocal of focal length is called power of the lens.
- The refractive index of prism is given by $n = \dfrac{\sin\left\{\dfrac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\dfrac{A}{2}\right)}$

  where A is angle of prism and D is angle of minimum deviation.
- The splitting of white light into colours (VIBGYOR) depending on the wave lengths is called dispersion.
- The process of re-emission of absorbed light in all directions with different intensities by atoms or molecules, is called scattering of light.

Improve your learning

H2W2U1

I. Reflections on Concepts

1. How do you correct the eye defect Myopia? (AS_1)
2. Explain the correction of the eye defect Hypermetropia. (AS_1)
3. How do you find experimentally the refractive index of material of a prism? (AS_3)
4. Explain the formation of rainbow. (AS_1)
5. Explain two activities for the formation of artificial rainbow. (AS_3)
6. Light of wavelength λ_1 enters a medium with refractive index n_2 from a medium with refractive index n_1. What is the wave length of light in second medium? (AS_1)
7. Why does the sky sometimes appear white? (AS_7)
8. A person is viewing a distant object. If a converging lens is placed in front of his eye, will he feel that the size of object has increased? Why? (AS_7)

SCERT TELANGANA

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- సాధారణంగా మానవుని స్పష్టదృష్టి కనీస దూరం 25 సెం.మీ., దృష్టి కోణం 60^0.
- కంటికటకం తన నాభ్యంతరాన్ని మార్చుకోవడాన్ని "కటక సర్దుబాటు" అంటాం.
- ఒక వ్యక్తి గరిష్ఠ దూరబిందువుకు ఆవల ఉన్న వస్తువును చూడలేకపోయే దృష్టి దోషాన్ని హ్రస్వదృష్టి అంటాం.
- ఒక వ్యక్తి కనిష్ఠ దూరబిందువుకు లోపల ఉన్న వస్తువును చూడలేకపోయే దృష్టిదోషాన్ని దూరదృష్టి అంటాం.
- వయస్సురీత్యా కంటికటక సర్దుబాటు సామర్థ్యం తగ్గిపోయే దృష్టిదోషాన్ని చత్వారం అంటాం.
- నాభ్యంతరం యొక్క విలోమ విలువను కటక సామర్థ్యం అంటాం.
- పట్టక వక్రీభవన గుణకానికి సూత్రం : $n = \dfrac{\sin\left\{\dfrac{A+D}{2}\right\}}{\sin\left(\dfrac{A}{2}\right)}$

  ఇందులో A- పట్టక కోణం, D- కనిష్ఠవిచలన కోణం
- తెల్లనికాంతి వివిధ రంగులుగా (VIBGYOR) తరంగ దైర్ఘ్యాల ఆధారంగా విడిపోవడాన్ని కాంతివిక్షేపణం అంటాం.
- ఒక కణం శోషించుకున్న కాంతిని తిరిగి అన్ని దిశలలో వివిధ తీవ్రతలతో విడుదల చేయడాన్ని కాంతి పరిక్షేపణం అంటాం.

SCERT, TELANGANA

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

R4P3I1

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. హ్రస్వదృష్టి లోపాన్ని మీరెలా సవరిస్తారు? (AS_1)
2. దీర్ఘ దృష్టి లోపాన్ని సవరించే విధానాన్ని వివరించండి. (AS_1)
3. పట్టక పదార్థ వక్రీభవన గుణకాన్ని ప్రయోగపూర్వకంగా ఎలా కనుగొంటారు? (AS_3)
4. ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడే విధానాన్ని వివరించండి. (AS_1)
5. కృత్రిమ ఇంద్రధనస్సును పొందే విధానాన్ని రెండు కృత్యాల ద్వారా వివరించండి. (AS_1)
6. λ_1తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతి n_1వక్రీభవన గుణకం గల యానకం నుండి n_2వక్రీభవన గుణకం గల యానకంలోకి ప్రవేశించింది. రెండవ యానకంలో ఆ కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం ఎంత? (AS_1) (జవాబు : $\lambda_2 = n_1\lambda_1/n_2$)
7. కొన్ని సందర్భాలలో ఆకాశం తెలుపురంగులో కనబడుతుంది. ఎందుకు? (AS_7)
8. ఒక వ్యక్తి దూరంలో ఉన్న వస్తువును చూస్తున్నాడు. అతని కంటిముందు కేంద్రీకరణ కటకాన్ని ఉంచితే, అతనికి, వస్తువు పెద్దదిగా కనబడుతుందా? కారణాన్ని తెల్పండి. (AS_2)

II. Application of Concepts

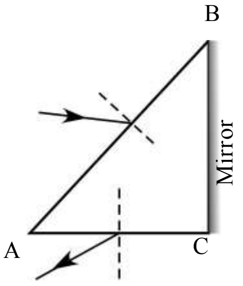


fig-1

1) Incident ray on one of the face (AB) of a prism and emergent ray from the face AC are given in figure -1. Complete the ray diagram.(AS $_5$)
2) Glass is known to be a transparent material. But ground glass is opaque and white in colour. Why? (AS$_7$)
3) A light ray falls on one of the faces of a prism at an angle 40° so that it suffers angle of minimum deviation of 30°. Find the angle of prism and angle of refraction at the given surface.
(Ans:50°, 25°) (AS$_7$)
4) The focal length of a lens suggested to a person with Hypermetropia is 100cm. Find the distance of near point and power of the lens. (Ans: 33.33cm, 1D) (AS $_7$)

Multiple choice questions

1) The size of an object as perceived by an eye depends primarily on [ ]
A) actual size of the object B) distance of the object from the eye
C) aperture of the pupil D) size if the image formed on the retina

2) When objects at different distances are seen by the eye which of the following remain constant?
A) focal length of eye-lens B) object distance from eye-lens [ ]
C) the radii of curvature of eye-lens D) image distance from eye-lens

3) During refraction, ________ will not change. [ ]
A) Wave length B) frequency C) speed of light D) all the above

4) A ray of light falls on one of the lateral surface of an equilateral glass prism placed on the horizontal surface of a table as shown in fig. 2.For minimum deviation of ray, which of the following is true? [ ]
A) PQ is parallel to base
B) QR is parallel to base
C) RS is parallel to base
D) either PQ or RS is parallel to base

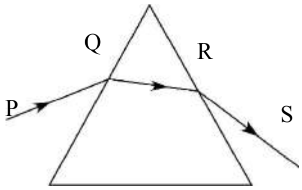
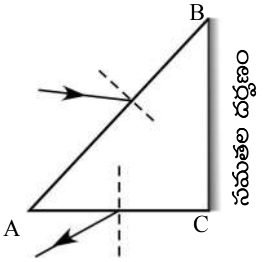


fig-2

SCERT, TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు



పటం-Q1

1. పటం Q−1లో పట్టక తలం AB పై పడిన పతన కిరణాన్ని, పట్టక తలం AC నుండి వచ్చే బహిర్గత కిరణాన్ని చూపడం జరిగింది. పటంలో లోపించిన వాటిని గీయండి. (AS_5)

2. గాజు పారదర్శక పదార్థం. ఒక తలం గరుకుగా చేయబడిన గాజు పాక్షిక పారదర్శకంగానూ, తెలుపురంగులో కనబడుతుంది. ఎందుకు? (AS_7)

3. పట్టకం యొక్క ఒక తలంపై 40^0 కోణంతో పతనమైన కాంతి కిరణం, 30^0 కనిష్ట విచలనాన్ని పొందింది. అయిన పట్టక కోణాన్ని, ఇచ్చిన తలం వద్ద వక్రీభవన కోణాన్ని కనుగొనండి. (AS_7) (జవాబు : 50^0, 25^0)

4. "దీర్ఘదృష్టి" గల ఒక వ్యక్తికి 100 సెం.మీ నాభ్యంతరం గల కటకాన్ని వాడమని డాక్టర్ సలహాఇచ్చారు. కనిష్ట దూరబిందువు యొక్క దూరాన్ని, కటక సామర్థ్యాన్ని కనుగొనండి. (AS_7) (జవాబులు: 33.33 సెం.మీ. 1D)

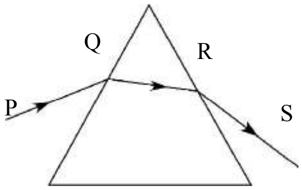
సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. మానవుని కన్ను గ్రహించే వస్తు పరిమాణం ప్రాథమికంగా ఆధారపడు అంశం. [ ]
   ఎ) వస్తువు నిజ పరిమాణం
   బి) కన్ను నుండి వస్తువుకు గల దూరం
   సి) నల్ల గుడ్డు రంధ్రం
   డి) రెటీనాపై ఏర్పడ్డ ప్రతిబింబ పరిమాణం

2. వివిధ దూరాలలో గల వస్తువులను చూస్తున్నప్పుడు కింది వాటిలో ఏది స్థిరంగా ఉంటుంది? [ ]
   ఎ) కంటి కటక నాభ్యాంతరం
   బి) కంటి కటకం నుండి వస్తువుకి గల దూరం
   సి) కంటి కటక వక్రతా వ్యాసార్థం
   డి) కంటి కటకం నుండి ప్రతిబింబ దూరం

3. కింది వాటిలో వక్రీభవన సమయంలో మారని విలువ [ ]
   ఎ) తరంగదైర్ఘ్యం బి) పౌన:పున్యం సి) కాంతివేగం డి) పైవన్నీ

4. పటం-2 లో చూపిన విధంగా టేబుల్‌పై ఉంచిన ఒక సమబాహు పట్టకంపై కాంతి పతనమైంది. కనిష్ట విచలనానికి సంబంధించి కింది వాటిలో ఏది సరియైనది? [ ]
   ఎ) ఆధారానికి సమాంతరరేఖ PQ
   బి) ఆధారానికి సమాంతరరేఖ QR
   సి) ఆధారానికి సమాంతరరేఖ RS
   డి) ఆధారానికి సమాంతర రేఖ PQ, లేదా RS



పటం-2

SCERT, TELANGANA

5) Far point of a person suffering from anyopia is 5m. In order that he has normal vision what kind of spectacles should he use [ ]

A) Concave lense with focal length 5m B) concave lense with focal length 10m

C) Convex lense with focal length 5m D) convex lense with focal length 2.5m

6) The process of re-emission of absorbed light in all directions with different intensities by the atom or molecule is called [ ]

A) Scattering of light B) dispersion of light C) reflection of light D) refraction of light

Suggested Experiments

1. Conduct an experiment to produce a rainbow in your class room and explain the procedure. (AS_3)
2. Conduct an experiment to find the refractive index of a prism.
3. Conduct an experiment to demonstrate the scattering of the light

Suggested Projects

1) Prisms are used in binoculars. Collect information why prisms are used in binoculars. (AS_4)
2) Collect the information about different types of eye defects from your nearest eye specialist or optical shop and write a report
3) Collect the information about different types of lenses used in spactacles for convecting eye defects in your surrounding area and write report.
4) Collect the information about the dispersion phenomenon occurs in the daily life.

SCERT, TELANGANA

5. హ్రస్వ దృష్టితో బాధపడే వ్యక్తియొక్క గరిష్ట దూరం 5మీ. దీనిని నివారించి సాధారణ దృష్టి వచ్చేట్లు చేయాలంటే ఉపయోగించవలసిన కటకం. [ ]

ఎ) 5మీ. నాభ్యంతరం గల పుటాకార కటకం   బి) 10 మీ. నాభ్యంతరం గల పుటాకార కటకం

సి) 5మీ. నాభ్యంతరం గల కుంభాకార కటకం   డి) 2.5మీ. నాభ్యాంతరం గల కుంభాకార కటకం

6. సూర్య కాంతిని శోషించుకున్న అణువు వివిధ కాంతి తీవ్రతలతో అన్ని దిశలలోనూ కాంతిని విడుదల చేయడాన్ని .... అంటాం. [ ]

ఎ) కాంతి పరిక్షేపణం   బి) కాంతి విక్షేపణం   సి) కాంతి పరావర్తనం   డి) కాంతి వక్రీభవనం

ప్రయోగాలు

1. మీ తరగతి గదిలో ఇంద్రధనస్సును పొందేందుకు ప్రయోగాన్ని ఎలా నిర్వహిస్తావో వివరింపుము?
2. పట్టక వక్రీభవన గుణకమును కనుగొనే ప్రయోగాన్ని వివరించుము.
3. కాంతి పరిక్షేపమును చూపే ప్రయోగమును సూచించుము.

ప్రాజెక్టులు

1. కొన్ని బైనాక్యులర్‌లందు పట్టకాలను వినియోగిస్తారు. బైనాక్యులర్లలో పట్టకాలు ఎందుకు వినియోగిస్తారో తెలియజేసే సమాచారాన్ని సేకరించండి.
2. మీ దగ్గరిలోని కంటి డాక్టర్ లేదా కళ్ళద్దాల షాపు నుండి వివిధ రకాల కంటిదోషాల సమాచారం సేకరించి నివేదిక రాయండి.
3. మీ పరిసర ప్రాంతాలలోని వారు వివిధ కళ్ళదోషాలకు వాడే కళ్ళద్దాలలోని కటకాల సమాచారం సేకరించి నివేదిక రాయండి.
4. మన నిత్యజీవితంలో కాంతి విక్షేపణకు చెందిన సందర్భాలకు సంబంధించిన సమాచారం సేకరించి నివేదిక రాయండి.

SCERT, TELANGANA

CHAPTER

6 Structure of Atom

W8U3L6

SCERT, TELANGANA

You have studied in the previous class about sub-atomic particles like negatively charged electrons, positively charged protons and electrically neutral neutrons.

- How do these sub-atomic particles coexist in an electrically neutral atom?

You have acquired some fundamental ideas about atomic models suggested by J J Thomson, Ernest Rutherford and Niels Bohr which have been presented in Class 9.

Activity 1

On the basis of your previous knowledge you prepare a model of an atom. Present it in your classroom.

- Can you arrange the sub-atomic particles in any other way in an atom?

(Take the help of your friends, your teacher and the Internet).

Observe your atomic model and the models prepared by your friends carefully and try to answer the questions.

- Do all atoms have the same sub-atomic particles?
- Why is an atom of one element different from the atoms of other elements?
- How are the electrons distributed in an atom?

To answer the above questions, we need to understand the nature of light, coloured flames and their characteristics.

అధ్యాయం

6 పరమాణు నిర్మాణం

B8X1M6

పరమాణువులో ఋణావేశ ఎలక్ట్రానులు, ధనావేశ ప్రోటానులు మరియు తటస్థ న్యూట్రానులు అనే ఉపపరమాణు కణాలు ఉంటాయని కింది తరగతిలో మీరు తెలుసుకున్నారుకదా!

- విద్యుత్‌పరంగా తటస్థమైన పరమాణువులో ఈ ఉపపరమాణు కణాలు ఎలా కలిసి ఉంటాయి?

మీరు 9వ తరగతిలో జె.జె.థామ్సన్, రూథర్‌ఫోర్డ్, నీల్స్ బోర్ పరమాణు నమూనాలకు సంబంధించిన ప్రాథమిక అంశాలను పరిశీలించారు.

కృత్యం 1

పరమాణు నిర్మాణం గురించి మీకుగల జ్ఞానం ఆధారంగా, ఒక పరమాణు నమూనాను మీరు తయారుచేయండి, మీ తరగతిలో ప్రదర్శించండి.

- పరమాణువులోపల, ఉపపరమాణు కణాలను మీరు నేర్చుకున్న విధంగా కాకుండా మరోవిధంగా అమర్చగలరా? (మీ స్నేహితుల, ఉపాధ్యాయుని మరియు అంతర్జాలం సహాయం తీసుకోండి)

  మీరు మరియు మీ మిత్రులు తయారు చేసిన పరమాణు నమూనాలను నిశితంగా పరిశీలించండి, కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు ఇవ్వడానికి ప్రయత్నించండి.

- అన్ని పరమాణువులు ఒకే ఉపపరమాణు కణాలను కలిగి ఉంటాయా?
- ఒక మూలకం పరమాణువు వేరే మూలక పరమాణువుల కంటే ఎందుకు వేరుగా ఉంటుంది?
- పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులు ఎలా అమర్చబడి ఉంటాయి?

పై ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వాలంటే మనం కాంతి స్వభావం, వివిధ రంగులలో ఉండే కాంతి జ్వాలలు, వాటి లక్షణాలను గురించి అవగాహన చేసుకోవాలి.

SCERT TELANGANA

6.1 Spectrum

You must have observed the formation of a rainbow.

- How many colours are there in a rainbow?

There are seven colours namely violet, indigo, blue, green, yellow, orange and red (VIBGYOR) in a rainbow.

You can find the colours spreading continuously and the intensity of each colour varies from one point to the other.

Wave nature of light

When you throw a stone into a still pond, you observe ripples, which are transmitting the disturbance in the form of waves on the surface of water in all directions.

You know that sound waves are produced when something vibrates; like a drum.

In the same way electromagnetic waves are produced when an electric charge vibrates (moves back and forth).

A vibrating electric charge creates a change in the electric field. The change in electric field creates a change in magnetic field.

This process continuous, with both the created fields being perpendicular to each other and at right angles to the direction of propagation of the wave.

Visible light is an electromagnetic wave and the speed of light (c) is 3×10^8 m s^{-1}.

6.1.1 Characteristics of electromagnetic wave

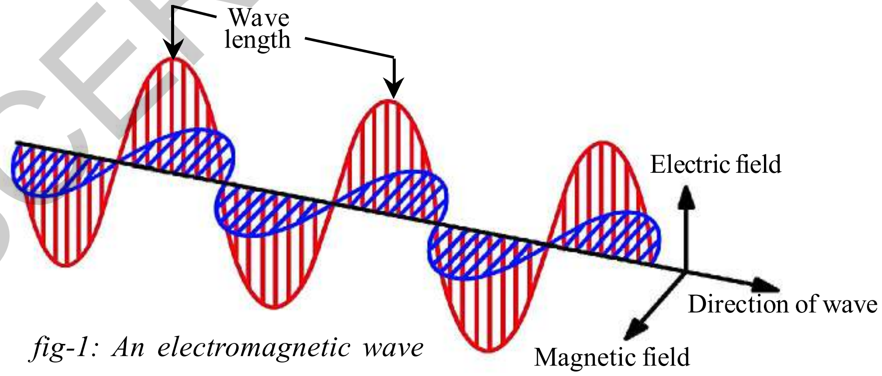


fig-1: An electromagnetic wave

Electromagnetic energy travelling through a vaccum behaves in same way like ocean waves travelling through water. Like ocean waves, electromagnetic energy is characterized by wavelength (λ), and frequency (υ).

SCERT, TELANGANA

6.1 వర్ణపటం (Spectrum)

ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడటం మీరు చూసే ఉంటారు.

- ఇంద్రధనుస్సులో ఎన్ని రంగులుంటాయి?

ఇంద్రధనస్సులో వరుసగా ఊదా (Violet), నీలిమందురంగు(Indigo), నీలం(Blue), ఆకుపచ్చ(Green), పసుపు(Yellow), నారింజరంగు(Orange) మరియు ఎరుపు(Red) . అనే ఏడు రంగులు (VIBGYOR) ఉంటాయి.

ప్రతి రంగూ దాని తర్వాతి రంగుతో కలిసిపోయి అవిచ్ఛినంగా గల రంగుల పట్టీ రూపంలో ఉండటం మీరు గమనించి ఉంటారు. ప్రతి రంగు తీవ్రత ఒక బిందువు నుండి మరొక బిందువుకు మారుతూ ఉంటుంది.

కాంతి తరంగ స్వభావం :(Wave nature of Light)

ఒక నిశ్చలమైన నీటికొలనులోకి రాయిని విసిరినపుడు, అది పడినచోటునుండి అలలు ఏర్పడటం మీరు గమనించి ఉంటారు. ఈ అలజడి, నీటి ఉపరితలంపై తరంగ రూపంలో అన్ని దిశలలో ప్రసరిస్తుంది.

కంపించే ప్రతి వస్తువు ధ్వనిని ఉత్పత్తి చేస్తుందని మనకు తెలుసు. ఉదాహరణకు మృదంగాన్ని వేళ్ళతో కొట్టినప్పుడు శబ్దం వస్తుంది కదా!

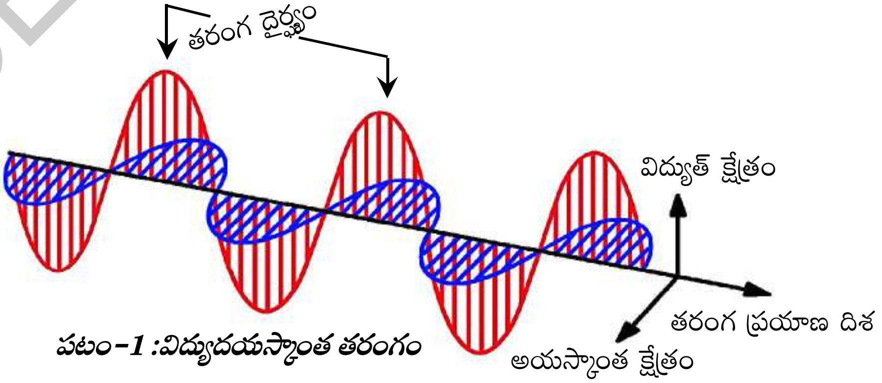
అదేవిధంగా, ఒక విద్యుదావేశం కంపించినపుడు (ముందు, వెనుకకు కదిలినపుడు), విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు ఏర్పడతాయి.

ఏదేని విద్యుదావేశం కంపిస్తూవుంటే అది తన చుట్టు ఉండే విద్యుత్ క్షేత్రంలో మార్పు కలిగిస్తుంది. మారుతున్న ఈ విద్యుత్ క్షేత్రం, అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పును తెస్తుంది.

ప్రసార దిశకు లంబంగా, ఒకదానికొకటి లంబ దిశలో ఉండేలా విద్యుత్, అయస్కాంత క్షేత్రాలు ఏర్పడే ఈ ప్రక్రియ నిరంతరంగా కొనసాగుతుంది.

మనం చూసే దృగ్గోచర కాంతి కూడా ఒక విద్యుదయస్కాంత తరంగమే. అంతరాళంలో కాంతి వేగం (c) విలువ 3×10^8 మీ.సె$^{-1}$.

6.1.1 విద్యుదయస్కాంత తరంగ లక్షణాలు:



పటం-1 :విద్యుదయస్కాంత తరంగం

శూన్యం గుండా విద్యుదయస్కాంత వికిరణ శక్తి ప్రయాణం సముద్రంలో నీటితరంగాల ప్రయాణాన్ని పోలి ఉంటుంది. సముద్ర అలల మాదిరిగానే విద్యుదయస్కాంత శక్తి వికిరణాన్ని కూడా తరంగదైర్ఘ్యం(λ), పౌనఃపున్యం (υ) అనే లక్షణాల ద్వారా వివరించవచ్చు.

SCERT, TELANGANA

The wavelength (λ) of the wave is the distance from one crest/trough to the next. The frequency (υ) of a wave is simply the number of crests/ troughs(waves) that pass by a given point per unit time, expressed in units of reciprocal seconds (1/s or s^{-1}). The relation between these quantities is given by

$$\lambda \propto 1/\upsilon \quad \text{or} \quad c = \upsilon\lambda$$

It is a universal relationship and applies to all waves. As the frequency increases, the wavelength becomes smaller.

Electromagnetic waves can have a wide variety of frequencies. The entire range of electromagnetic wave frequencies is known as the *electromagnetic spectrum*.

The familiar example of the visible spectrum in nature is the formation of a rainbow.

Each colour in a rainbow is characterized by a specified wavelength from red (higher wavelength) to violet (shorter wavelength). These colours (wavelengths), that the human naked eye is sensitive to, are called *visible light*. The range of wavelengths covering red colour to violet colour is called the *visible spectrum*.

6.1.2 Electromagnetic spectrum

Electromagnetic waves can have a wide range of wavelengths. The entire range of wavelengths is known as the electromagnetic spectrum.

The electromagnetic spectrum consists of a continuous range of wavelengths from gamma rays at the shorter wavelength to radio waves at

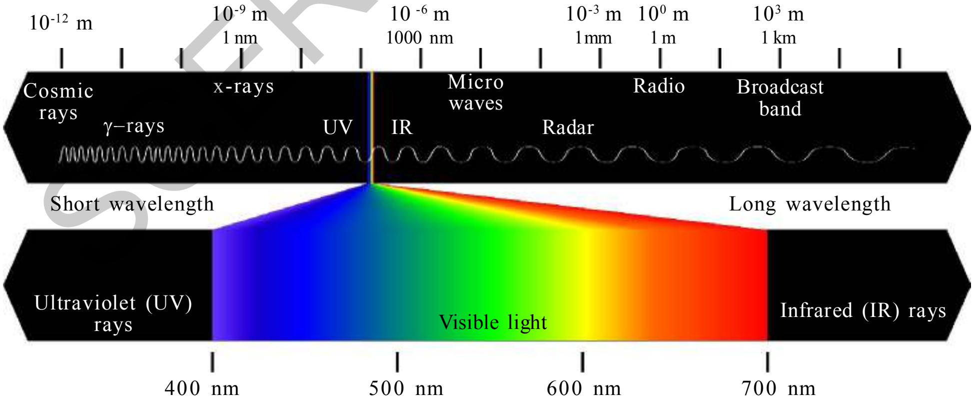


fig-2: Electromagnetic Spectrum

the longer wavelength. But our eyes are sensitive only to visible light.

- What happens when you heat an iron rod on a flame?
- Do you find any change in colour on heating an iron rod?

SCERT, TELANGANA

ఒక తరంగంలో, రెండు వరుస శృంగాల మధ్య దూరం లేదా రెండు వరుస ద్రోణుల మధ్యదూరం ఆ తరంగం యొక్క తరంగదైర్ఘ్యం (λ) అంటాం. ఒక సెకను కాలంలో, ఒక బిందువు నుండి ప్రయాణించిన తరంగాల(శృంగాల/ద్రోణుల) సంఖ్యను పౌనఃపున్యం (υ) అంటాం. పౌనఃపున్యాన్ని 1/సెకను లేదా సెకన్$^{-1}$ ప్రమాణాలతో సూచిస్తాం. తరంగదైర్ఘ్యం (λ), పౌనఃపున్యం (υ) మరియు కాంతివేగం (c) ల మధ్య సంబంధాన్ని కింది విధంగా చెప్పవచ్చు.

$\lambda \alpha 1/\upsilon$ లేదా $c = \upsilon\lambda$

ఇది ఒక సార్వత్రిక సమీకరణం కావున అన్ని రకాల తరంగాలకు ఇది వర్తిస్తుంది. తరంగం యొక్క పౌనఃపున్యం పెరిగిన కొద్దీ దాని తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గుతుంది. విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు విస్తృత వైవిధ్యంగల పౌనఃపున్యాల సముదాయం. విద్యుదయస్కాంత తరంగాల మొత్తం పౌనఃపున్యాల సముదాయాన్నే విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం (electromagnetic spectrum) అంటాం.

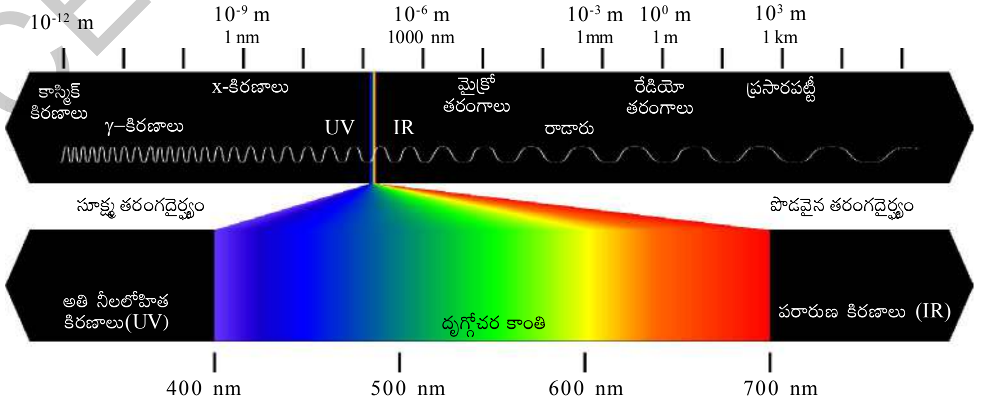
ప్రకృతిలో దృగ్గోచర వర్ణపటానికి ఇంద్రధనస్సు ఏర్పడటం ఒక చక్కని ఉదాహరణ. ఇంద్రధనస్సులోని ప్రతీ రంగు ఒక నిర్దిష్ట తరంగదైర్ఘ్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. వర్ణ పటంలోని రంగులు ఎరుపురంగు (ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం) నుండి ఊదా రంగు (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం) వరకు విస్తరించి ఉంటాయి.

మానవుని కంటితో చూడగలిగే రంగుల (తరంగదైర్ఘ్యాలు) సముదాయాన్ని దృశ్యకాంతి (visible light)అంటాం. ఎరుపు రంగునుండి ఊదా రంగు వరకు వున్న తరంగ దైర్ఘ్యాల సముదాయాన్ని దృగ్గోచరకాంతి వర్ణపటం (visible spectrum) అంటాం.

6.1.2 విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం (Electromagnetic spectrum)

విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను వివిధ తరంగదైర్ఘ్యాల సముదాయంగా చెప్పవచ్చు. విద్యుదయస్కాంత తరంగాల మొత్తం తరంగదైర్ఘ్యాల సముదాయాన్ని విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం అంటాం.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో తక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం కలిగిన గామా కిరణాల నుంచి, అధిక తరంగ దైర్ఘ్యాలు కలిగిన రేడియో తరంగాలు వరకు వుంటాయి. కాని మన కళ్ళు దృగ్గోచర వర్ణపట తరంగ దైర్ఘ్యాలనుమాత్రమే గుర్తించగలుగుతాయి.



పటం-2 : విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటం

- ఒక ఇనుప కడ్డీని వేడి చేస్తే ఏమి జరుగుతుంది?
- వేడి చేస్తున్న కొద్దీ కడ్డీ రంగులో ఏవైనా మార్పులు సంభవిస్తాయా?

SCERT TELANGANA

When you heat an iron rod, some of the heat energy is emitted as light. First it turns red (lower energy corresponding to higher wavelength) and as the temperature rises it glows with orange, yellow, blue(higher energy and of lower wavelength) or even white (all visible wavelengths) if the temperature is high enough.

- Do you observe any other colour at the same time when one colour is emitted?

When the temperature is high enough, other colours will also be emitted, but due to higher intensity of one particular emitted colour (e.g., red), others cannot be observed.

Max Planck broke with the 'continuous energy' tradition of electromagnetic energy by assuming that the energy is always absorbed or emitted in multiples of hυ;

For example: hυ, 2 hυ, 3 hυ... nhυ

That is, the energy for a certain frequency E can be represented by the equation **E** = ***h*υ,** where 'h' is *Planck's constant* which has the value 6.626 X 10^{-34}Js and 'υ' is the frequency of the radiation absorbed or emitted.

The energy (E) for the red colour (higher wavelength or lower frequency) is lower compared to the energy of blue colour (lower wavelength or higher frequency). The energy emitted from a material body increases with increase in temperature.

The significance of Planck's proposal is that, *electromagnetic energy can be gained or lost in discrete values and not in a continuous manner*.

Hence, emission or absorption spectrum of light is a collection of a group of wavelengths.

- Do you enjoy Deepavali fireworks?

Variety of colours is seen from fireworks.

- How do these colours come from fireworks?

Activity 2

Take a pinch of cupric chloride in a watch glass and make a paste with concentrated hydrochloric acid. Take this paste on a platinum loop and introduce it into a non-luminous flame.

- What colour do you observe?

Carry out similar activity with strontium chloride.

Cupric chloride produces a green colour flame while strontium chloride produces a crimson red flame.

- Do you observe yellow light in street lamps?

SCERT, TELANGANA

ఇనుప కడ్డీని వేడి చేస్తున్నప్పుడు అది కొంత శక్తిని కాంతి రూపంలో విడుదల చేస్తుంది. ముందుగా అది ఎర్ర రంగులోకి (ఎక్కువ తరంగ దైర్ఘ్యం, తక్కువ శక్తి) మారుతుంది. వేడి చేయడం అలాగే కొనసాగిస్తే ఉష్ణోగ్రత పెరిగే కొలది అది క్రమంగా నారింజరంగు, పసుపు, నీలం (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం, ఎక్కువశక్తి) ఇంకా అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఇనుప కడ్డీ ప్రకాశవంతమైన దృగ్గోచర తరంగదైర్ఘ్యాలన్నీ కలిసి ఉన్న తెలుపు రంగులోకి మారడం గమనించవచ్చు.

- ఇనుప కడ్డీని వేడిచేసేటప్పుడు దాని నుండి ఒక రంగు వెలువడుతున్న సమయంలోనే మరేవైనా ఇతర రంగులు వెలువడడాన్ని మీరు గమనించారా?

ఇనుప కడ్డీ అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఉన్నప్పుడు ఇతర రంగులు కూడా వెలువడుతాయి, కాని దాని నుండి వెలువడే ఒక నిర్ధిష్ట రంగు (ఉదా ॥ ఎరుపు) తీవ్రత ఎక్కువగా ఉండడం వలన మిగతా రంగులు కనబడవు.

విద్యుదయస్కాంతశక్తిని 'అవిచ్ఛిన్నశక్తి'గా నమ్మే సాంప్రదాయక భావనను ఆధారంగా చేసుకుని శక్తి శోషణం లేదా ఉద్గారం ఎల్లప్పుడు ($h\nu$కి)పూర్ణాంక గుణిజాలుగా ఉంటుందని మాక్స్ ప్లాంక్ ప్రతిపాదించాడు.

ఉదాహరణకు : $h\nu$, $2h\nu$, $3h\nu$ . . . $nh\nu$

అనగా ఒక నిర్థిష్ట పౌనఃపున్యానికి గల శక్తిని $E = h\nu$ సమీకరణంతో సూచించవచ్చు. ఇందులో, 'h' అనేది **ప్లాంక్ స్థిరాంకం.** దీని విలువ 6.626×10^{-34}Js. మరియు 'ν' అనేది ఉద్గారించబడిన లేదా శోషించబడిన వికిరణం యొక్క పౌనఃపున్యం.

నీలంరంగు (తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం లేదా ఎక్కువ పౌనఃపున్యం) యొక్క శక్తితో పోల్చినప్పుడు ఎరుపురంగు, (అధిక తరంగదైర్ఘ్యం లేదా తక్కువ పౌనఃపున్యం) యొక్క శక్తి తక్కువ.

అంటే ఉష్ణోగ్రత పెరిగిన కొద్దీ ఒక పదార్థం నుండి వెలువడే శక్తి పెరుగుతుందన్నమాట.

ప్లాంక్ సిద్ధాంత ప్రతిపాదనలో విశిష్టత ఏమిటంటే విద్యుదయస్కాంత శక్తి శోషణం లేదా ఉద్గారం అనేది అవిచ్ఛిన్న రూపంలో కాకుండా, నిర్ధిష్ట విలువలుగల భాగాలుగా ఉంటుంది. కాబట్టి, ఉద్గార లేదా శోషణ కాంతి వర్ణపటం అనేది వివిధ తరంగ దైర్ఘ్యాల సముదాయంగా పేర్కొనవచ్చు.

- దీపావళినాడు టపాసులను కాల్చారా?

వాటి నుండి వివిధ రంగులు వెలువడటం మీరు గమనించే ఉంటారు కదూ!

- కాలుతున్న టపాసుల నుండి ఈ రంగులు ఎలా ఏర్పడతాయి?

కృత్యం 2

చిటికెడు క్యూప్రిక్ క్లోరైడ్‌ను వాచ్ గ్లాస్‌లో తీసుకొని, గాఢ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆమ్లంను కలిపి ముద్దలా చేయండి. ఒక ప్లాటినం తీగ చివరను రింగులా మడచి లూప్‌లాగాచేసి దానిపై ముద్దని తీసుకుని సన్నని జ్వాలపై పెట్టండి.

- మీరు ఏ రంగును గమనించారు?

ఇదే కృత్యాన్ని స్ట్రాన్షియం క్లోరైడ్‌తో చెయ్యండి.

క్యూప్రిక్ క్లోరైడ్ ఆకుపచ్చరంగు మంటని ఇస్తుంది. స్ట్రాన్షియం క్లోరైడ్ ఎరుపు రంగు మంటని ఇస్తుంది.

- పసుపురంగులో వెలుగుతున్న వీధి దీపాలను మీరు చూశారా?

SCERT TELANGANA

Sodium vapours produce yellow light in street lamps.

- Why do different elements emit different flame colours when heated by the same non-luminous flame?

Scientists found that each element emits its own characteristic colour. These colours correspond to certain discrete wavelengths of light and are called *line spectra*.

The lines in atomic spectra can be used to identify unknown atoms, just like fingerprints are used to identify people.

Niels Henrik David Bohr was a Danish physicist who made foundational contributions to understanding atomic structure and quantum theory, for which he received the Nobel Prize in Physics in 1922. Bohr was also a philosopher and a promoter.

6.2 Bohr's model of hydrogen atom and its limitations

Niels Bhor proposed an atomic model based on hydrogen atomic spectrum.

- What does a line spectrum of hydrogen atom tell us about the structure of an atom?

Postulates of Niels Bohr : *Electrons in an atom occupy 'stationary' orbits (states) of fixed energy at different distances from the nucleus.*

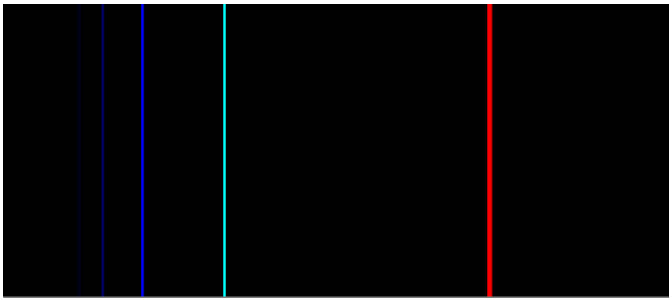


fig-3: Hydrogen Spectrum

When an electron 'jumps' from a lower energy state (ground state) to higher energy state (excited state) it absorbs energy or emits energy when such a jump occurs from a higher energy state to a lower energy state.

The energies of an electron in an atom can have only certain values E_1, E_2, E_3 ……; that is, the energy is quantized. The states corresponding to these energies are called stationary states and the possible values of the energy are called energy levels.

SCERT, TELANGANA

వీధి దీపాలలోని సోడియం ఆవిరులు పసుపురంగును ఉత్పత్తి చేయడం మూలంగా వీధి దీపాలు పసుపురంగులో వెలుగుతాయి.

- వివిధ మూలకాలు ఒకే రకమైన జ్వాలపై మండుతున్నప్పుడు వేర్వేరు రంగులు ఏర్పడటానికి కారణం ఏమిటి?

ప్రతీ మూలకం తనదైన ఒక విలక్షణమైన రంగును ఉద్గారం చేస్తుందని శాస్త్రవేత్తలు గుర్తించారు. ఈ రంగులు కాంతి యొక్క నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యాలకు అనురూపకంగా వుంటాయి కాబట్టి ఇటువంటి వర్ణపటాన్ని రేఖా వర్ణపటం అంటాం.

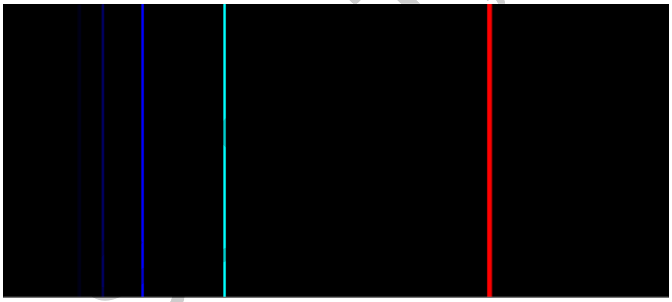
వేలిముద్రలను బట్టి మనుషులను గుర్తించినట్లుగానే పరమాణు వర్ణపటాల్లోని రేఖలను బట్టి ఆయా పరమాణువులను తేలికగా గుర్తించవచ్చు.

నీల్స్ హెన్రిక్ డేవిడ్ బోర్, ఇతను ఒక డానిష్ భౌతిక శాస్త్రవేత్త. పరమాణు నిర్మాణం మరియు క్వాంటం సిద్ధాంతం గురించిన ప్రాథమిక అవగాహనను కల్పించినాడు. అందుకుగాను 1922 సం॥లో భౌతిక శాస్త్రంలో నోబెల్ పురస్కారం అందుకున్నాడు.

బోర్ ఒక తత్త్వవేత్త మరియు సాంకేతిక పరిశోధనను ముందుకు నడిపించిన వ్యక్తులలో ముఖ్యుడు.

6.2 బోర్ హైడ్రోజన్ పరమాణు నమూనా – దాని పరిమితులు (Bohr's model of hydrogen atom and its limitations)

హైడ్రోజన్ పరమాణువర్ణపటాన్ని ఆధారం చేసుకుని నీల్స్‌బోర్ ఒక పరమణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు.



పటం–3 : హైడ్రోజన్ వర్ణపటం

- హైడ్రోజన్ రేఖా వర్ణపటం పరమాణు నిర్మాణం గురించి మనకు ఏం తెలుపుతుంది?

బోర్ ప్రతిపాదనలు : పరమాణువులో ఎలక్ట్రానులు, కేంద్రకం నుండి నిర్దిష్ట దూరాలలో ఉన్న నియమిత శక్తి స్థాయిలలో లేదా స్థిర కర్పరాలలో వుంటాయి.

ఎలక్ట్రాన్ తక్కువ శక్తి స్థాయి (భూస్థాయి) నుండి ఎక్కువ శక్తిస్థాయి (ఉత్తేజిత స్థాయి)లోకి చేరినప్పుడు శక్తిని గ్రహిస్తుంది. అదేవిధంగా ఎక్కువ శక్తి స్థాయి నుండి తక్కువ శక్తి స్థాయికి దూకినప్పుడు శక్తిని విడుదల చేస్తుంది. పరమాణువులో గల ఎలక్ట్రానులకు నిర్దిష్టమైన శక్తి విలువలు ఉంటాయి.

అవి E_1, E_2 E_3 అంటే ఎలక్ట్రానుల శక్తి క్వాంటీకరణం చెంది ఉంటుందన్నమాట. ఈ శక్తులకు సంబంధించిన స్థాయిలను స్థిరస్థాయిలు (Stationary states) అని, వీటికుండే శక్తివిలువలను శక్తిస్థాయిలు (energy levels) అని అంటాం.

SCERT, TELANGANA

The lowest energy state of the electron is known as ground state.

The electron moves to a higher energy level i.e. to the excited state by gaining energy.

- Does the electron retain the absorved energy forever?

The electron does not stay in the excited level for long.

The electron loses the energy and comes back to its ground state. The energy emitted by the electron is seen in the form of electromagnetic energy of specific warelength and when the wavelength is in the visible region it is visible as an *emission line*.

Bohr's model explains all the line spectra observed in the case of hydrogen atom. It is a successful model as far as line spectra of hydrogen atom is concerned.

But the line spectrum of hydrogen atom when observed through a high resolution spectroscope appears as groups of finer lines.

- Did Bohr's model account for the splitting of line spectra of a hydrogen atom into finer lines?

Bohr's model failed to account for splitting of line spectra.

6.3 Bohr-Sommerfeld model of an atom

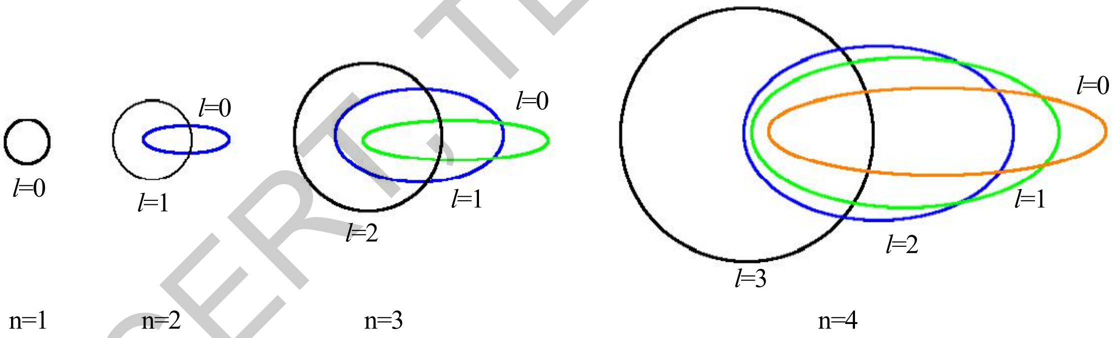


fig-4: The allowed electronic orbits for the main Quantum numbers by Bohr - Sommerfeld model

In an attempt to account for the structure (splitting) of line spectra known as fine spectra, Sommerfeld modified Bohr's atomic model by adding elliptical orbits. While retaining the first of Bohr's circular orbit as such, he added one elliptical orbit to Bohr's second orbit, two elliptical orbits to Bohr's third orbit, etc., such that the nucleus of the atom lies at one of the principal foci of these elliptical orbits. He was guided by the fact that, in general, periodic motion under the influence of a central force will lead to elliptical orbits with the nucleus situated at one of the foci.

SCERT, TELANGANA

ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ప్రాథమిక శక్తిస్థాయిని భూస్థాయి (ground state) అని అంటాం.

ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని గ్రహించినపుడు అది ఎక్కువ శక్తిస్థాయికి చేరుతుంది. అప్పుడు ఎలక్ట్రాన్‌ను ఉత్తేజిత స్థాయిలో ఉందని అంటాం.

- ఎలక్ట్రాన్ తాను గ్రహించిన శక్తిని ఎల్లప్పటికీ అలాగే నిలుపుకుని వుంటుందా?

ఎలక్ట్రాన్ ఉత్తేజిత స్థాయి(Excited state)లో ఎక్కువకాలం ఉండలేదు. అది శక్తిని కోల్పోయి తిరిగి భూస్థాయికి చేరుకుంటుంది. ఇలా ఎలక్ట్రాన్ కోల్పోయిన శక్తి విద్యుదాయస్కాంత శక్తి రూపంలో విడుదలవుతుంది. ఇది నిర్దిష్ట తరంగ దైర్ఘ్యాన్ని కలిగి ఉంటుంది. ఈ తరంగదైర్ఘ్యం దృగ్గోచర వర్ణపట తరంగదైర్ఘ్య అవధిలో ఉంటే అది వర్ణపటంలో ఉద్గార రేఖ (emission line)గా కనిపిస్తుంది.

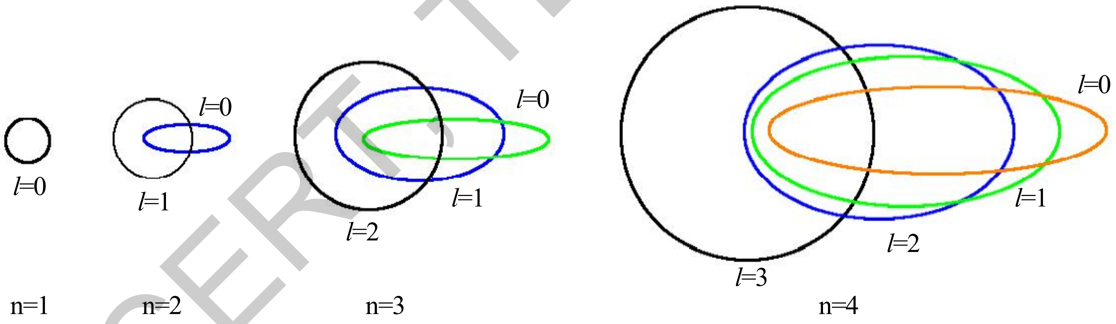
బోర్ నమూనా, హైడ్రోజన్ వర్ణపటంలో కనిపించే రేఖలనుగురించి వివరించగలిగింది. హైడ్రోజన్ పరమాణువుకు సంబంధించిన రేఖావర్ణపటాన్ని వివరించుటకు బోర్ నమూనా ను ఒక విజయవంతమైన నమూనాగా పేర్కొనవచ్చు.

అయితే హైడ్రోజన్ రేఖా వర్ణపటాన్ని అధిక సామర్థ్యంగల వర్ణపటదర్శిని (Spectroscope) తో పరిశీలించినపుడు కొన్ని ఉపరేఖల సమూహాలు కనిపించాయి.

- బోర్ పరమాణు నమూనా, రేఖా వర్ణపటంలోని రేఖలు కొన్ని ఉపరేఖలుగా విడిపోవటాన్ని వివరించ గలిగిందా?

రేఖా వర్ణపటంలోని రేఖలు కొన్ని ఉపరేఖలుగా విడిపోవటాన్ని బోర్ నమూనా వివరించలేకపోయింది.

6.3 బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ పరమాణు నమూనా



పటం-4 : ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్యలకు అనుమతించబడిన ఎలక్ట్రాన్ కక్ష్యల బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ నమూనా

రేఖా వర్ణపటంలోని రేఖలు ఉపరేఖలు (finer lines)గా విడిపోవటాన్ని విశదీకరించేందుకు సోమర్‌ఫెల్డ్, బోర్ నమూనాని స్వల్పంగా ఆధునీకరించినాడు. అతను దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య అనే భావనను ప్రవేశపెట్టినాడు.

బోర్ ప్రతిపాదించిన వృత్తాకార కక్ష్యను అలాగే వుంచుతూ, ఇతను రెండవ కక్ష్యకి ఒక దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యని, మూడవ కక్ష్యకు రెండు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలను కలుపుతూ, పరమాణువు కేంద్రకం ఈ దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య యొక్క రెండు ప్రధాననాభిలలో ఒకదానిపై ఉంటుందని ప్రతిపాదించాడు. ఒక కేంద్రబలం యొక్క ప్రభావానికిలోనై ఆవర్తన చలనంలో ఉన్న కణం దీర్ఘవృత్తాకారకక్ష్యల ఏర్పాటుకు దారితీస్తుందనే విషయం అతను ఈ ప్రతిపాదన చేయడానికి దారితీసింది.

SCERT TELANGANA

Bohr-Sommerfeld model, though successful in accounting for the fine line structure of hydrogen atomic spectra, does not provide a satisfactory picture of the structure of atom in general. This model failed to account for the atomic spectra of atoms of more than one electron.

- Why is the electron in an atom restricted to revolve around the nucleus in stationary orbits located at certain fixed distances?

Max Karl Ernst Ludwig Planck was a German theoretical physicist who originated *quantum theory*, which won him the Nobel Prize in Physics in 1918. Planck made many contributions to theoretical physics, but his fame rests primarily on his role as originator of the *quantum theory*. This theory revolutionized human understanding of atomic and subatomic processes.

6.4 Quantum mechanical model of an atom

- Do the electrons follow defined paths around the nucleus?

If the electron revolves around the nucleus in defined paths or orbits, the exact position of the electron at various times will be known. For that we have to answer two questions:

- What is the velocity of the electron?
- Is it possible to find the exact position of the electron?

Electrons are invisible to naked eye. Then, how do you find the position and velocity of an electron?

To find articles during dark nights we take the help of torchlight. Similarly, we can take the help of suitable light to find the position and velocity of electron. As the electrons are very small, light of very short wavelength is required for this task.

This short wavelength light interacts with the electron and disturbs the motion of the electron. Hence, simultaneously the position and velocity of electron cannot be measured accurately.

From the above discussion, it is clear that electrons do not follow definite paths in an atom.

Do atoms have a definite boundary, as suggested by Bohr's model?

If the electrons are not distributed in orbits around the nucleus this

SCERT TELANGANA

బోర్-సోమర్‌ఫెల్డ్ నమూనా హైడ్రోజన్ పరమాణు వర్ణపటంలోని సూక్ష్మరేఖలను (finer lines) గురించి వివరించగలిగినప్పటికి, పరమాణు నిర్మాణం గురించి సంతృప్తికరంగా వివరించలేకపోయింది. ఒకటి కన్నా ఎక్కువ ఎలక్ట్రాన్‌లున్న పరమాణువుల యొక్క పరమాణు వర్ణపటాలను వివరించటంలో ఈ నమూనా విఫలమైనది.

- ఒక పరమాణువులోని కేంద్రకం చుట్టూ నియమిత దూరాల్లో ఉండే స్థిరకక్ష్యలలోనే ఎలక్ట్రాన్‌లు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి? ఎందుకు?

మ్యాక్స్ కార్ల్ ఎర్నెస్ట్ లుడ్విగ్ ప్లాంక్ ఇతను జర్మన్ దేశ సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్రవేత్త, క్వాంటం సిద్ధాంతం రూపకర్త. దీనికిగాను భౌతిక శాస్త్ర విభాగంలో 1918 సం॥లో నోబెల్ పురస్కారం పొందాడు. సైద్ధాంతిక భౌతికశాస్త్ర అభివృద్ధికి ప్లాంక్ చాలా సహాయపడ్డాడు. కాని 'క్వాంటం సిద్ధాంతం" రూపకర్తగానే ఎక్కువ గుర్తింపును పొందాడు. పరమాణు మరియు ఉపపరమాణు నిర్మాణాలను గురించి తెలుసుకొనుటకు ఈ సిద్ధాంతం ఎంతగానో తోడ్పడుతుంది.

6.4 క్వాంటం యాంత్రిక పరమాణు నమూనా

- కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రానులు ఎల్లప్పుడూ నిర్దిష్ట మార్గాల్లో తిరుగుతూ వుంటాయా?

కేంద్రంకం చుట్టూగల నిర్దిష్ట మార్గాలలో లేదా కక్ష్యలలో ఎలక్ట్రాన్‌లు పరిభ్రమిస్తూ ఉన్నట్లయితే నియమిత కాల వ్యవధులలో ఎలక్ట్రాన్‌ల ఖచ్చితమైన స్థానాన్ని తెలుసుకోవచ్చు. అది తెలుసుకోవాలంటే మనకు ముందు రెండు ప్రశ్నలకు సమాధానం తెలియాలి.

- ఎలక్ట్రాను యొక్క వేగం ఎంత?
- ఎలక్ట్రాను యొక్క ఖచ్చితమైన స్థానాన్ని కనుక్కోవడం సాధ్యమేనా?

ఎలక్ట్రానులు కంటికి కనిపించవు మరి ఎలక్ట్రానుల వేగాన్ని, స్థానాన్ని కనుక్కోవడం ఎలా?

చిమ్మ చీకటిలో వస్తువులను వెతకడానికి మనం టార్చిలైట్ సహాయాన్ని తీసుకుంటాం. అలాగే, ఎలక్ట్రాను స్థానాన్ని, వేగాన్ని కనుక్కోవడానికి కూడా తగిన కాంతి సహాయాన్నే తీసుకోవచ్చు. ఎలక్ట్రానులు అత్యంత సూక్ష్మమైనవి కాబట్టి, అతి తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతినే ఈ పనికోసం వాడకోవలసి ఉంటుంది.

ఈ తక్కువ తరంగదైర్ఘ్యం గల కాంతి ఎలక్ట్రాన్ను తాకినపుడు అది ఎలక్ట్రాన్ చలనాన్ని ప్రభావితం చేసి దాని చలనంలో మార్పుని కలుగచేస్తుంది. అందువల్ల ఎలక్ట్రాన్ స్థానాన్ని గానీ, వేగాన్ని గానీ ఖచ్చితంగా ఒకేసారి కనుక్కోలేం.

కాబట్టి పై విషయాల ఆధారంగా, పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్ధిష్టమైన మార్గంలో తిరగవు అని తెలుస్తుంది.

- బోర్ నమూనా ప్రతిపాదించినట్లు, పరమాణువులకి నిర్దిష్టమైన సరిహద్దు అంటూ వుంటుందా?

ఎలక్ట్రాన్‌లు కేంద్రకం చుట్టూ నిర్దిష్టమైన మార్గాలను అనుసరించవు కాబట్టి, పరమాణువుకు

SCERT, TELANGANA

means that an atom does not have a definite boundary.) As a result, it is not possible to pinpoint an electron in an atom.

Under these circumstances in order to understand the properties of electrons in an atom, a quantum mechanical model of atom was developed by Erwin Schrodinger.

According to this model of an atom, instead of orbits of Bohr's model, the electrons are thought to exist in a particular region of space around the nucleus at a given instant of time

- What do we call the region of space where the electron might be, at a given time?

The region of space around the nucleus where the probability of finding the electron is maximum is called an orbital.

In a given space around the nucleus, only certain orbitals can exist. Each orbital of a stable energy state for the electron is described by a particular set of quantum numbers.

6.5 Quantum numbers

Each electron in an atom is described by a set of three numbers n, l, and m_l .These numbers are called ***quantum numbers***. These numbers indicate the probability of finding the electron in the space around the nucleus.

- What information do the quantum numbers provide?

The quantum numbers describe the space around the nucleus where the electrons are found and also their energies.

- What does each quantum number signify?

6.5.1 Principal Quantum Number (n)

The *principal* quantum number is related to the size and energy of the *main shell*.

'*n*' has positive integer values of 1, 2, 3,…

As '*n*' increases, the shells become larger and the electrons in those shells are farther from the nucleus.

An increase in '*n*' also means higher energy. n = 1, 2, 3, ... are often represented by the letters *K*, *L*, *M*... For each 'n' value there is one main shell.

Shell	K	L	M	N
n	**1**	**2**	**3**	**4**

6.5.2 The angular - momentum quantum number (l)

This quantum number is represented by a letter 'l'.

'l' has integer values from 0 to n-1 for each value of 'n'. Each 'l' value represents one sub-shell.

SCERT, TELANGANA

నిర్ణీతమైన సరిహద్దు అంటూ ఏమీ వుండదు. కాబట్టి పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ ఖచ్చితంగా ఎక్కడ వుంటుందో చెప్పటం అసాధ్యం.

ఈ పరిస్థితులలో, పరమాణువులోని ఎలక్ట్రానుల ధర్మాలను, అర్థం చేసుకోవడానికి **ఇర్విన్ ష్రోడింగర్** (Erwin Schrodinger) క్వాంటం యాంత్రిక పరమాణు నమూనాను ప్రతిపాదించాడు.

ఈ పరమాణు నమూనా ప్రకారం, బోర్ నమూనాలోని కక్ష్యలకు బదులుగా, ఒక నిర్దిష్ట సమయంలో ఎలక్ట్రానులు, పరమాణువులో కేంద్రకం చుట్టూ నిర్ణీత ప్రాంతంలో అధికంగా వుంటాయి అని చెప్పవచ్చు.

- ఒక నిర్దిష్ట సమయంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉండే ఈ ప్రాంతాన్ని ఏమని పిలవవచ్చు?

పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొన గలిగే సంభావ్యత (probability) ఏ ప్రాంతంలో అయితే అధికంగా వుంటుందో ఆ ప్రాంతాన్ని ఆర్బిటాల్ (Orbital) అంటాం.

కేంద్రకం చుట్టూ వున్న ప్రాంతంలో కేవలం కొన్ని ఆర్బిటాళ్ళు మాత్రమే ఉంటాయి. ఒకే శక్తిస్థాయిలకు చెందిన ఆర్బిటాళ్ళ గురించి క్వాంటం సంఖ్యల ఆధారంగా తెలుసుకోవచ్చు.

6.5 క్వాంటం సంఖ్యలు

పరమాణువులోని ప్రతి ఎలక్ట్రాన్‌ను n, l, m_l అనే మూడు సంఖ్యల సమితులతో సూచిస్తారు. ఈ సంఖ్యలనే *క్వాంటం సంఖ్యలు* అంటాం. పరమాణువులో, కేంద్రకం చుట్టూ ఉండే ప్రదేశంలో ఎలక్ట్రాన్‌ను కనుగొనే సంభావ్యతను ఈ సంఖ్యలు సూచిస్తాయి.

- క్వాంటం సంఖ్యల వల్ల మనం ఏం సమాచారం పొందగలం?

క్వాంటం సంఖ్యలు పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌లు ఉన్న ప్రాంతం గురించి మరియు వాని శక్తుల గురించిన సమచారాన్ని తెలుపుతాయి.

- ఒక్కొక్క క్వాంటం సంఖ్య దేనిని వ్యక్తపరుస్తుంది?

6.5.1 ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య (Principal Quantum Number (n))

ప్రధానక్వాంటం సంఖ్య ఆర్బిట్ లేదా ప్రధాన కర్పర పరిమాణం, దాని శక్తిని గురించి తెల్పుతుంది. దీనిని 'n' తో సూచిస్తాం.

ప్రధానక్వాంటం సంఖ్య (n) (n = 1,2,3,.......) ధనపూర్ణాంక విలువలను కలిగి ఉంటుంది. n విలువ పెరిగేకొలది, ఆర్బిటాల్ పరిమాణం పెరుగుతూ ఉంటుంది. అలాగే అందులోని ఎలక్ట్రాన్‌లకు కేంద్రకానికి మధ్య దూరం కూడా పెరుగుతుంది.

n విలువలో పెరుగుదల శక్తి స్థాయిలో పెరుగుదలను సూచిస్తుంది.

n = 1, 2, 3........ విలువలు గల స్థాయిలను K, L, M ....లతో కూడా సూచిస్తారు. ప్రతి 'n' విలువకు ఒక ప్రధాన కర్పరం వుంటుంది.

కర్పరం	K	L	M	N
n	**1**	**2**	**3**	**4**

6.5.2 కోణీయ ద్రవ్యవేగ క్వాంటంసంఖ్య(l)

ఈ క్వాంటం సంఖ్యను 'l' అనే అక్షరంతో సూచిస్తాం.

ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య (n) విలువకు కోణీయ ద్రవ్యవేగ క్వాంటం సంఖ్య l విలువలు, 0 నుంచి (n–1) వరకు ఉంటాయి.

SCERT, TELANGANA

Each value of 'l' is related to the shape of a particular sub-shell in the space around the nucleus.

The value of 'l' for a particular sub-shell is generally designated by the letters *s, p, d* . . . as follows:

l	0	1	2	3
Name of the sub-shell	s	p	d	f

When $n = 1$, there is only one sub-shell with $l = 0$. This is designated as '1*s*' orbital.

When $n = 2$, there are two sub-shells, with $l = 0$, the '2*s*' sub-shell and with $l = 1$, the '2*p*' sub-shell.

- What is the maximum value of 'l' for n=3?
- How many values can 'l' have for $n = 4$? and what are sub shells.

6.5.3 The magnetic quantum number (m_l)

The magnetic quantum number (m_l) has integer values between $-l$ and l, including zero. Thus for a certain value of l, there are $(2l + 1)$ integer values of m_l as follows:

$-l, (-l+1) \ldots, -1, 0, 1, \ldots (+l - 1), +l$

These values describe the spatial orientation of the orbital in space relative to the other orbitals in the atom.

When $l = 0$, $(2l + 1) = 1$ and there is only one value of m_l, thus we have only one orbital i.e., 1s.

When $l = 1$, $(2l + 1) = 3$, that means m_l has three values, namely, -1, 0, and 1 or three *p* orbitals, with different orientations along *x, y, z* axes. These are labelled as p_x, p_y, and p_z.

- Do these three *p*-orbitals have the same energy?

Table-1

l	Sub-shell	Number of degenerated orbitals
0	s	
1	p	
2	d	
3	f	

The number of 'm_l' values indicates the number of orbitals in a sub-shell with a particular l value. Orbitals in the sub-shell belonging to the same shell possess same energy. These are called degenerated orbitals.

Fill the table-1 with the number of degenerated orbitals per sub-shell using $(2l+1)$ rule.

SCERT TELANGANA

ప్రతి 'l' విలువ ఒక ఉపకర్పరాన్ని సూచిస్తుంది.

ప్రతి 'l' విలువ కేంద్రకం చుట్టూ ఉన్న ప్రాంతంలో ఉండే ఒక నిర్దిష్ట ఉపకర్పరం ఆకృతిని గురించి తెలుపుతుంది.

ఉపకర్పరాలకు సంబంధించిన l విలువలను సాధారణంగా s, p, d... సంకేతాలతో సూచిస్తారు.

l	0	1	2	3
ఉపకర్పరం పేరు	s	p	d	f

n = 1 అయినపుడు $l = 0$ తో 1s అనే ఒకే ఒక ఉపకర్పరం ఉంటుంది.

n = 2 అయినప్పుడు $l = 0$ తో 2s అనే ఒక ఉప కర్పరం; అలాగే $l = 1$తో 2p అనే మరొక ఉపకర్పరం కలసి మొత్తం రెండు ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి.

- n = 3 అయితే l యొక్క గరిష్ఠ విలువ ఎంత? ఏఏ ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?
- n = 4 అయినప్పుడు l కి ఎన్ని విలువలు ఉంటాయి? ఏఏ ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?

6.5.3 అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య (m_l)

అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్యను ను m_l తో సూచిస్తాం.

అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య m_l 0 తో కలిపి $-l$ నుంచి $+l$ మధ్య పూర్ణాంక విలువలను కలిగి ఉంటుంది. అనగా ఒక నిర్దిష్ట l విలువలకు అయస్కాంత క్వాంటం సంఖ్య m_l $(2l + 1)$ విలువలను కలిగి ఉంటుంది. వాటిని కింది విధంగా సూచించవచ్చు.

$-l, (-l+1) \ldots, -1, 0, 1, \ldots (+l - 1), +l$

ఇది పరమాణువులో గల ఆర్బిటాళ్ళ ప్రాదేశిక దిగ్విన్యాసాన్ని (Spatial Orientation) తెల్పుతుంది. ఈ క్వాంటం సంఖ్య యొక్క విలువలు, పరమాణువులో ఒక ఆర్బిటాల్ వేరొక ఆర్బిటాల్‌తో పోల్చినపుడు ప్రాదేశికంగా ఏ విధంగా అమర్చబడి ఉన్నది అనే విషయాన్ని తెలియజేస్తుంది.

$l = 0$ అయితే, $(2l + 1) = 1$ అవుతుంది. m_l ఒకటే విలువ కలిగి ఉంటుంది. అప్పుడు '1s' అనే ఆర్బిటాల్ మాత్రమే ఉంటుంది.

$l = 1$ అయితే, $(2l + 1) = 3$, అంటే m_l కు మూడు విలువలు ఉంటాయి. అవి, −1, 0 మరియు 1 అప్పుడు *x, y, z* అక్షాల వెంబడి మూడు విధాలుగా అమర్చబడిన p_x, p_y, మరియు p_z అనే మూడు p – ఆర్బిటాళ్ళు ఉంటాయి.

- ఈ మూడు p – ఆర్బిటాళ్ళు సమనమైన శక్తిని కలిగి ఉంటాయా?

పట్టిక-1

l	ఉపకర్పరం	సమశక్తి ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య
0	s	
1	p	
2	d	
3	f	

m_l విలువల సంఖ్య ఒక పరమాణువులో నిర్దిష్ట l విలువకి సంబంధించిన ఉపకర్పరంలో ఉండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యని సూచిస్తుంది. ఒక ఉపకర్పరంలోని ఆర్బిటాళ్ళన్ని ఒకే శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. వీటినే సమశక్తి ఆర్బిటాళ్ళు అంటారు.

$2l + 1$ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి ఇచ్చిన l విలువకి సంబంధించిన ఉపకర్పరంలో ఉండే సమశక్తి ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యను పట్టిక-1లో రాయండి.

SCERT, TELANGANA

s-orbital is spherical in shape, **p**-orbitals are dumbell-shaped and **d**-orbitals are double dumbell-shaped as shown below.

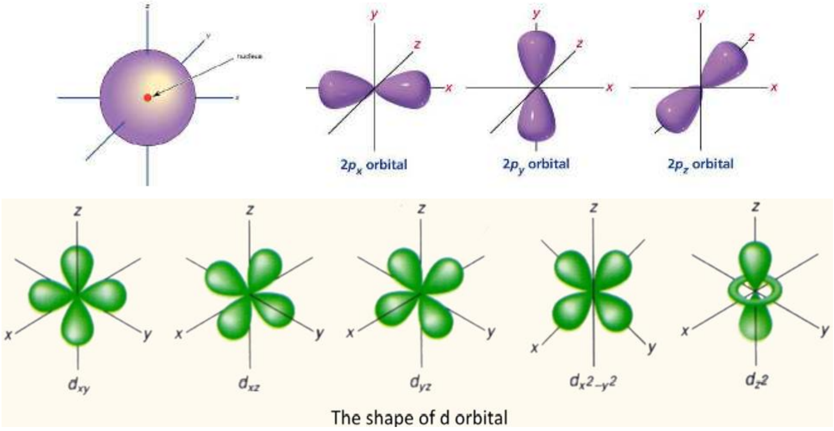


fig-5: Shapes of orbitals in s, p, d subshells

The following table-2 represents the shells, sub-shells and the number of orbitals in the sub-shells.

Table-2

n	*l*	m_l	sub-shell notation	No of orbitals in the subshell
1	0	0	1s	1
2	0	0	2s	1
	1	-1,0,+1	2p	3
3	0	0	3s	1
	1	-1,0,+1	3p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	3d	5
4	0	0	4s	1
	1	-1,0,+1	4p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	4d	5
	3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	4f	7

Each sub-shell holds a maximum of twice as many electrons as the number of orbitals in the sub-shell.

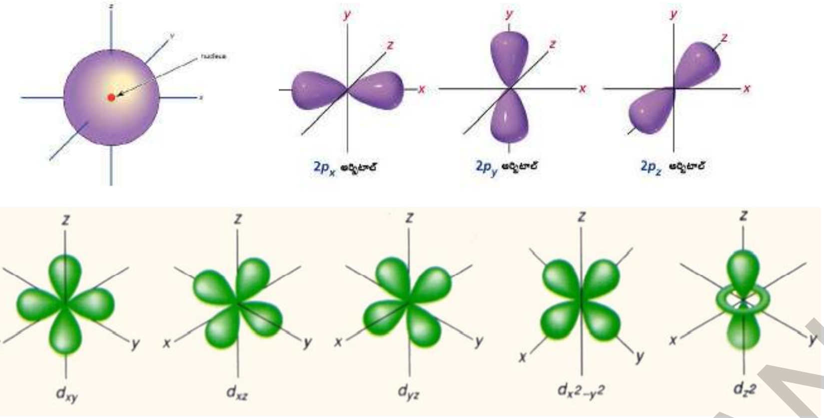
The maximum number of electrons that can occupy various sub-shells is given in the following table 3.

Table-3

Sub shells	Number of orbitals (2*l*+1)	Maximum number of electrons
s (*l*=0)	1	2
p (*l*=1)	3	6
d (*l*=2)	5	10
f (*l*=3)	7	14

SCERT, TELANGANA

s–ఆర్బిటాల్ గోళాకారంలో ఉంటుంది. p –ఆర్బిటాళ్ళు డంబెల్ ఆకారంలో ఉంటాయి. d–ఆర్బిటాళ్ళు డబల్ డంబెల్ ఆకారంలో ఉంటాయి. కింది పటాలను పరిశీలించండి.



పటం–5 : s,p,d ఉపకర్పరాల్లోని ఆర్బిటాళ్ళ జ్యామితీయ ఆకృతులు.

కింది పట్టిక–2లో కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు మరియు ఉప కర్పరాలలో గల ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య ఇవ్వబడ్డాయి.

పట్టిక-2

n	l	m_l	ఉపకర్పరం సంకేతం	ఉపకర్పరంలో గల ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య
1	0	0	1s	1
2	0	0	2s	1
	1	-1,0,+1	2p	3
3	0	0	3s	1
	1	-1,0,+1	3p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	3d	5
4	0	0	4s	1
	1	-1,0,+1	4p	3
	2	-2,-1,0,+1,+2	4d	5
	3	-3,-2,-1,0,+1,+2,+3	4f	7

ప్రతీ ఉపకర్పరంలో గరిష్ఠంగా ఉపకర్పరంలో ఉండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్యకు రెట్టింపు సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయి.

వివిధ ఉపకర్పరాలలో గరిష్ఠంగా ఉండగలిగే ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యలు పట్టిక–3 లో సూచించబడినాయి.

పట్టిక-3

ఉపకర్పరం	ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య (2l+1)	గరిష్ఠ ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్య
s (l=0)	1	2
p (l=1)	3	6
d (l=2)	5	10
f (l=3)	7	14

SCERT, TELANGANA

6.5.4 Spin Quantum Number (m_s)

The three quantum numbers *n, l,* and m_l describe the size (energy), shape, and orientation, respectively, of an atomic orbital in space.

As you have observed in the case of street lights (sodium vapour lamp), yellow light is emitted. This yellow light is comprised of a very closely spaced doublet when analyzed using high resolution spectroscope.

Alkali and alkaline earth metals show such type of lines.

To account for such a behavior of electron an additional quantum number is introduced. This is spin quantum number. This represents the property of the electron. It is denoted by 'm_s'.

This quantum number refers to the two possible orientations of the spin of an electron, one clockwise and the other anticlockwise spin. These are represented by + ½ and -½. If both are positive/negative values, then the spins are parallel otherwise the spins are anti-parallel.

The importance of the spin quantum number is seen when electrons occupy specific orbitals in multi-electron atoms.

- How do electrons in an atom occupy shells, sub-shells and orbitals?

The distribution of electrons in shells, sub-shells and orbital in an atom is known as *electronic configuration*.

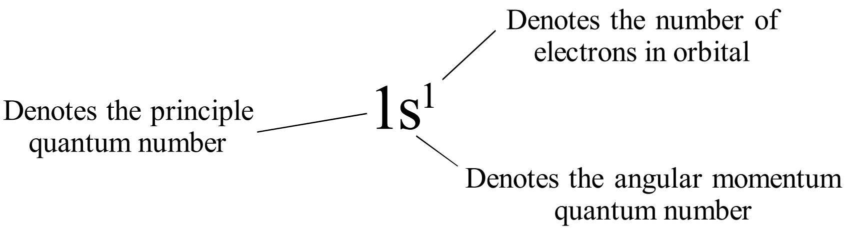
6.6 Electronic Configuration

Let us first consider the hydrogen atom for understanding the arrangement of electrons, as it contains only one electron.

The shorthand notation consists of the principal energy level (*n* value), the letter representing sub-level (*l* value), and the number of electrons (*x*) in the sub-shell is written as a superscript as shown below:

$$nl^x$$

For the hydrogen (H) atom having atomic number (Z) = 1, the number of electrons is one, then the electronic configuration is $1s^1$.



SCERT, TELANGANA

6.5.4 స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య(m_s) (Spin Quantum Number) :

మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు n, l మరియు m_l లు వరుసగా పరమాణు ఆర్బిటాల్ యొక్క పరిమాణం (శక్తి), ఆకృతి మరియు వాటి అమరికను తెలుపుతాయి.

పసుపురంగు కాంతిని వెలువరిస్తున్న వీధి దీపాలను (Sodium Vapour Lamp) మీరు గమనించే ఉంటారు. ఈ పసుపు కాంతిని అధిక పృథక్కరణ సామర్థ్యము (Resolution) గల వర్ణపటమాపని (spectroscope) తో పరిశీలించినట్లయితే అందులో చాలా దగ్గరగా ఉన్న రెండు రేఖలు (Doublet) కనిపిస్తాయి.

క్షార మరియు క్షార మృత్తిక లోహాల వర్ణపటాలలో ఇటువంటి రేఖలు కనిపిస్తాయి.

ఎలక్ట్రాన్ యొక్క ఇటువంటి ప్రవర్తనని వివరించేందుకు అదనంగా నాలుగవ క్వాంటం సంఖ్య ప్రతిపాదించబడింది. అదే *స్పిన్ క్వాంటం* సంఖ్య. ఇది ఎలక్ట్రాన్ యొక్క అభిలక్షణాలను వివరించడానికి తోడ్పడుతుంది. దీనిని m_s తో సూచిస్తాం.

ఈ క్వాంటం సంఖ్య ఎలక్ట్రాన్ స్పిన్‌కు ఉండే రెండు రకాల దిగ్విన్యాసాలని (orientations) సూచిస్తుంది. అవి ఒకటి సవ్యదిశలో ఉండే స్పిన్ (+1/2), మరొకటి అపసవ్య దిశలో ఉండే స్పిన్ (-1/2).

ఎలక్ట్రాన్‌లకు రెండు రకాల స్పిన్ విలువలు ధనాత్మకం/ఋణాత్మకం అయితే ఆ స్పిన్‌లు సమాంతరంగాను లేకపోతే వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయి.

బహు ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగిన పరమాణువులలో ఒక నిర్దిష్ట ఆర్బిటాళ్ళలలో ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్లు ఉన్నపుడు వాటి దిగ్విన్యసాలను స్పిన్ క్వాంటం సంఖ్య వివరిస్తుంది.

- కర్పరాలలో, ఉపకర్పరాలలో, ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్లు ఎలా చేరుతాయి?

పరమాణువులోని కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు, మరియు ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌ల పంపిణీని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం అంటాం.

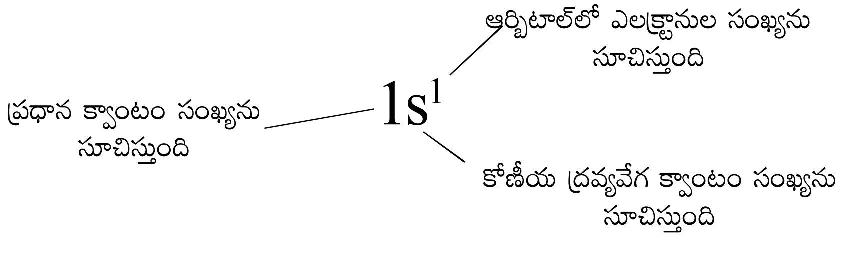
6.6 ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం Electronic Configuration

ఒక పరమాణువులో ఎలక్ట్రానుల అమరికని తేలికగా అవగాహన చేసుకోవడానికి ఒకే ఎలక్ట్రాన్ కలిగిన హైడ్రోజన్ పరమాణువును ఉదాహరణగా తీసుకుని పరిశీలిద్దాం.

ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని సూచించే సంక్షిప్త సంకేతంలో ప్రధాన శక్తి స్థాయి (n విలువ), ఉపశక్తి స్థాయి (l విలువ) ని తెలిపే అక్షరం మరియు ఘాతాంకంగా రాయబడిన ఉపశక్తి స్థాయిలో గల ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య (x) లు ఉంటాయి. వాటిని కింది విధంగా రాస్తాం.

$$nl^x$$

ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ (H) పరమాణువుని తీసుకుంటే, దాని పరమాణు సంఖ్య ఒకటి (Z = 1). అప్పుడు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని $1s^1$ అని రాయాలి.



SCERT, TELANGANA

The electron configuration can also be represented by showing the spin of the electron.

For the electron in H, as you have seen, the set of quantum numbers is:

$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = ½$ or $– ½$.

[↑]

For many-electron atoms, we must know the electron configuration of the atom. The distribution of electrons in various atomic orbitals provides an understanding of the electronic behavior of the atom and, in turn, its reactivity. Let us consider the helium (He) atom.

- Helium (Z=2) atom has two electrons. How are they arranged?

To describe the electronic configuration for more than one electron in the atom, we need to know three principles:

Those are the *Pauli Exclusion Principle, Aufbau principle* and *Hund's Rule.*

Let us discuss them briefly.

6.6.1 The Pauli Exclusion Principle

Helium atom has two electrons. The first electron occupies '1s' orbital. The second electron joins the first in the 1s-orbital, so the electron configuration of the ground state of 'He' is $1s^2$. Then the question is:

- What are the spins of these two electrons?

According to Pauli Exclusion Principle no two electrons of the same atom can have all four quantum numbers the same.

If n, l, and m_l are same for two electrons then m_s must be different. In the helium atom the spins must be paired.

Electrons with paired spins are denoted by '↑↓'. One electron has $m_s = +\frac{1}{2}$, the other has $m_s = -\frac{1}{2}$. They have anti-parallel spins.

- How many electrons can occupy an orbital?

The major consequence of the exclusion principle involves orbital occupancy. Since only two values of m_s are allowed, an orbital can hold only two electrons and they must have opposite spins.

Hence, the electronic configuration of helium atom is:

$1s^2$ [↑↓]

SCERT, TELANGANA

ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంలో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్పిన్‌ని కూడా సూచించవచ్చు. అది ఎలా సూచించవచ్చో కింద వివరించబడింది.

హైడ్రోజన్ పరమాణువులో గల ఎలక్ట్రాన్ కలిగి ఉండే క్వాంటం సంఖ్యా సమితి ఈ విలువలను కలిగి ఉంటుంది. $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = + 1/2$ లేదా $-1/2$.

↑

ఎక్కువ సంఖ్యలో ఎలక్ట్రాన్‌లను కలిగి ఉన్న పరమాణువుల లక్షణాలను తెలుసుకోవాలంటే మనకు వాటి ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం తెలిసి ఉండాలి. పరమాణువులో వివిధ ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌ల అమరిక, ఎలక్ట్రాన్‌ల పరంగా ఆ పరమాణువు యొక్క ప్రవర్తనను తెలియజేస్తుంది. ఇది పరమాణువు యొక్క క్రియాశీలతను (reacticity) అవగాహన చేసుకోవడానికి దోహదపడుతుంది. ఇప్పుడు హీలియం (He) పరమాణువును పరిగణనలోకి తీసుకుందాం.

- హీలియం (He) (Z = 2) రెండు ఎలక్ట్రానులను కలిగియుంటుంది. ఇవి ఎలా అమరి ఉంటాయి?

ఒకటి కంటే ఎక్కువ ఎలక్ట్రానులు గల పరమాణువుల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని వివరించడానికి మూడు నియమాలు ఉపకరిస్తాయి. అవి : *పౌలీవర్జన నియమం, ఆఫ్‌బౌ నియమం* మరియు *హుండ్ నియమం.*

వీటిని గురించి సంక్షిప్తంగా చర్చించుకుందాం.

6.6.1 పౌలీ వర్జన నియమం (The Pauli Exclusion Principle)

హీలియం పరమాణువులో రెండు ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి. మొదటి ఎలక్ట్రాన్ '1s' ఆర్బిటాల్‌ని ఆక్రమిస్తుంది. రెండవ ఎలక్ట్రాన్ 1s ఆర్బిటాల్ లో గల మొదటి ఎలక్ట్రాన్‌తో జతగూడుతుంది. అంటే He యొక్క భూస్థాయి ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2$. ఇపుడు తలెత్తే ప్రశ్న ఏమిటంటే ...

- 1s ఆర్బిటాల్‌లో గల ఈ రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల స్పిన్ లు ఎలా ఉంటాయి?

ఒకే పరమాణువుకి చెందిన ఏ రెండు ఎలక్ట్రాన్లకి నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు సమానంగా ఉండవు అని పౌలీ వర్జన నియమం తెలియజేస్తుంది.

హీలియం పరమాణువులో గల రెండు ఎలక్ట్రానులు 1s ఆర్బిటాల్‌లోనే ఉన్నాయి కాబట్టి వాటి n, *l*, మరియు m_l విలువలు సమానంగా ఉంటాయి. అంటే m_s తప్పనిసరిగా వేరుగా ఉండాలి. అంటే He పరమాణువులో ఎలక్ట్రానుల స్పిన్ లు జతగూడాలి.

జంట స్పిన్‌లు కలిగిన ఎలక్ట్రాన్లని ↑↓ తో సూచిస్తాం. ఒక ఎలక్ట్రాన్ యొక్క $m_s = +\frac{1}{2}$ అయితే రెండవ ఎలక్ట్రాన్ యొక్క $m_s = -\frac{1}{2}$ అవుతుంది. అనగా ఒకే ఆర్బిటాల్ లో గల రెండు ఎలక్ట్రాన్‌ల స్పిన్‌లు వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయి.

- ఒక ఆర్బిటాల్ లో గరిష్ఠంగా ఎన్ని ఎలక్ట్రానులు ఉండవచ్చు?

ఒక ఆర్బిటాల్ లో గరిష్ఠంగా ఉంచగలిగే ఎలక్ట్రాన్‌ల సంఖ్యను తెలియజేయడానికి పౌలీవర్జన నియమం ఉపయోగపడుతుంది.

ఒక ఆర్బిటాల్‌కి కేవలం రెండు m_s విలువలు మాత్రమే అనుమతించబడతాయి కావున ప్రతి ఆర్బిటాల్‌లో గరిష్ఠంగా వ్యతిరేక స్పిన్‌లు కలిగిన రెండు ఎలక్ట్రానులు మాత్రమే ఉంటాయి.

కావున హీలియం (He) పరమాణువు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంను ఈ విధంగా సూచించవచ్చు.

$1s^2$ ↑↓

SCERT TELANGANA

6.6.2 Aufbau Principle

As we pass from one element to another one of next higher atomic number, one electron is added every time to the atom.

The maximum number of electrons in any shell is '$2n^2$', where 'n' is the principal quantum number.

The maximum number of electrons in a sub-shell (s, p, d or f) is equal to $2(2l+1)$ where $l = 0, 1, 2, 3\ldots$ Thus these sub-shells can have a maximum of 2, 6, 10, and 14 electrons respectively.

In the ground state the electronic configuration can be built up by placing electrons in the lowest available orbitals until the total number of electrons added is equal to the atomic number. This is called the Aufbau principle (The German word "Aufbau" means "building up.").Thus orbitals are filled in the order of increasing energy.

Two general rules help us to predict electronic configurations.

1. Electrons are assigned to orbitals in order of increasing value of $(n+l)$.

2. For sub-shells with the same value of (n+l), electrons are assigned first to the sub-shell with lower '*n*'.

The following diagram (fig-6) shows the increasing value of (n+l).

Ascending order of energies of various atomic orbitals is given below.

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s …

The electronic configurations of some elements in the increasing atomic number (Z) value are given below.

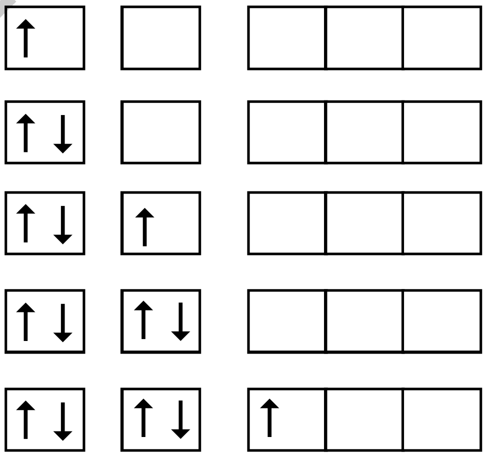
H(Z=1) $1s^1$

He(Z=2) $1s^2$

Li(Z=3) $1s^2 2s^1$

Be(Z=4) $1s^2 2s^2$

B(Z=5) $1s^2 2s^2 2p^1$



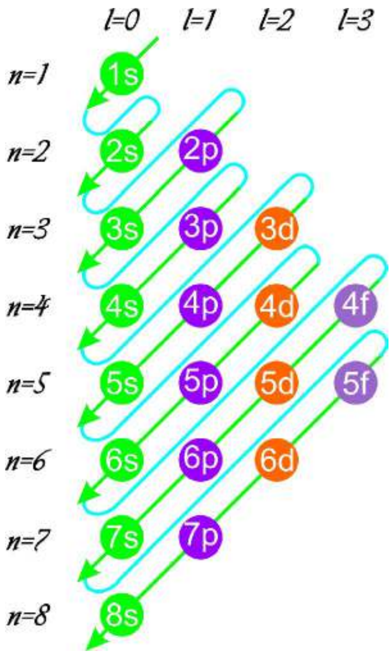


fig-6: The filling order of atomic orbitals (Moeller Chart)

SCERT, TELANGANA

6.6.2 ఆఫ్‌భౌ నియమం (Aufbau Principle)

పరమాణు సంఖ్య పెరిగే క్రమంలో ఒక మూలకం నుంచి మరొక మూలకానికి వెళ్తున్నకొలదీ పరమాణు ఆర్బిటాల్ లో ఒక్కో ఎలక్ట్రాన్ కలుస్తూనే ఉంటుంది. ఒక కర్పరంలో ఉండే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రాన్ల సంఖ్యని $2n^2$తో సూచిస్తాం. దీనిలో 'n' ప్రధాన క్వాంటం సంఖ్య.

అలాగే ఒక ఉప కర్పరం (s, p, d or f) లో ఉండే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య $2(2l+1)$ తో సూచిస్తాం. ఇక్కడ l = 0,1,2,3,....... విలువలు కలిగి ఉంటుంది. ఈ సూత్రం ఆధారంగా గరిష్ఠంగా వివిధ ఉపకర్పరాలలో వరుసగా 2,6,10 మరియు 14 ఎలక్ట్రాన్లు ఉంటాయని మనకు తెలుస్తుంది.

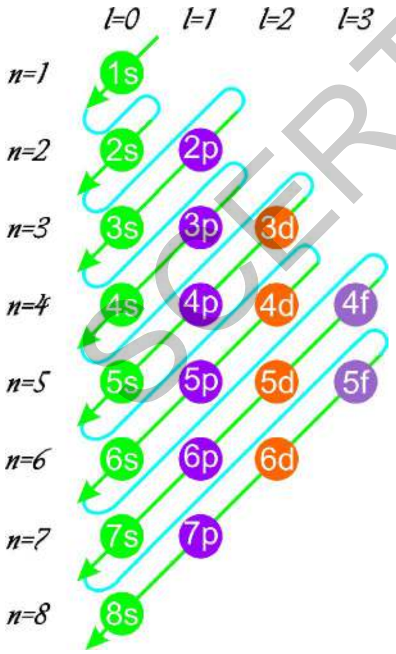
పరమాణువు భూస్థాయిలో ఉన్నపుడు ఎలక్ట్రానులు అతి తక్కువ శక్తి కలిగిన ఆర్బిటాల్‌లో చేరుతూ, అలా మొత్తం ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య పరమాణు సంఖ్యకి సమానం అయ్యే వరకు నిండేలా దాని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం నిర్మించబడుతుంది. దీనినే ఆఫ్ భౌ నియమం అంటాం. (జర్మనీ భాషలో 'ఆఫ్ బౌ' అంటే ఊర్ధ్వ నిర్మాణం అని అర్థం). ఈ నియమం ప్రకారం పరమాణువులోని ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రాన్‌లు నిండే క్రమం ఆర్బిటాళ్ళ ఆరోహణ శక్తిక్రమంలో ఉంటుంది.

ఈ నియమం ద్వారా ఒక పరమాణువు యొక్క ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాన్ని రాయడానికి రెండు సూత్రాలు సహాయపడతాయి.

1. ఎలక్ట్రానులు వివిధ ఆర్బిటాళ్ళలో ఆయా ఆర్బిటాళ్ళ $(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమంలో నిండుతాయి.

2. ఒకవేళ $(n + l)$ విలువలు సమానంగా ఉన్నట్లయితే n విలువ తక్కువగా గల ఉపకర్పరాన్ని ఎలక్ట్రానులు ముందుగా ఆక్రమిస్తాయి.

$(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమాన్ని పటం-6లో చూడవచ్చును.



పటం-6: $(n + l)$ విలువలు పెరిగే క్రమాన్ని చూపే పటం.

ఆరోహణ క్రమంలో పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ వివిధ శక్తిస్థాయిలు.

1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s ...

పరమాణు సంఖ్య (Z) విలువ పెరిగే క్రమంలో కొన్ని మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలు కింద ఇవ్వబడ్డాయి.

H(Z=1)	$1s^1$	↑				
He(Z=2)	$1s^2$	↑↓				
Li(Z=3)	$1s^2 2s^1$	↑↓	↑			
Be(Z=4)	$1s^2 2s^2$	↑↓	↑↓			
B(Z=5)	$1s^2 2s^2 2p^1$	↑↓	↑↓	↑		

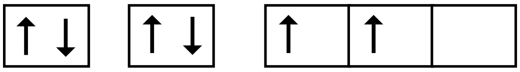
SCERT TELANGANA

- For carbon (C) atom (Z=6), where does the 6th electron go?
- Whether the electron pairs up in the same *p*-orbital or will it go to the next *p*-orbital?

6.6.3 Hund's Rule

According to this rule electron pairing in orbitals starts only when all available empty orbitals of the same energy (*degenerate orbitals*) are singly occupied.

The configuration of Carbon (C) atom (Z=6) is $1s^2 2s^2 2p^2$. The first four electrons go into the 1*s* and 2*s* orbitals. The next two electrons go into separate 2*p* orbitals, with both electrons having the same spin



Note that the unpaired electrons in the 2*p* orbitals are shown with parallel spins.

Activity 3

Complete the electronic configuration of the following elements.

Table.4

Element	Atomic number (Z)	Electronic configuration of elements
C	6	
N	7	
O	8	
F	9	
Ne	10	
Na	11	
Mg	12	
Al	13	
Si	14	
P	15	
S	16	
C*l*	17	
Ar	18	
K	19	
Ca	20	

SCERT, TELANGANA

Key words

Wave, spectrum, discrete energy, line spectrum, orbital, quantum numbers, shell, sub-shell, shapes of orbitals, electron spin, electronic configuration, the Pauli's exclusion principle, Aufbau principle, Hund's rule.

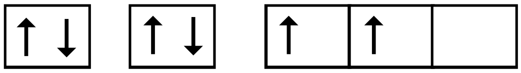
- కార్బన్ (Z = 6) లో 6వ ఎలక్ట్రాన్ ఏ p – ఆర్బిటాల్‌లోనికి చేరుతుంది?
- ఆ ఎలక్ట్రాన్ p ఆర్బిటాల్ లో గల ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్‌తో జతగూడుతుందా? లేదా ఖాళీగ ఉన్న వేరొక p ఆర్బిటాల్ ని ఆక్రమిస్తుందా?

6.6.3 హుండ్ నియమం (Hund's Rule):

ఈ నియమం ప్రకారం సమాన శక్తి కలిగిన అన్ని ఖాళీ ఆర్బిటాళ్ళు (Degenerate Orbitals) ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్‌చే ఆక్రమించబడిన తర్వాతనే ఎలక్ట్రాన్‌లు జతగూడడం ప్రారంభిస్తాయి.

అంటే 'సమ శక్తి' ఆర్బిటాళ్ళలో రెండు ఎలక్ట్రానులు చేరడానికి మునుపే ప్రతీ దానిలో ఒక్కో ఎలక్ట్రాన్ నిండి ఉండాలి అని చెప్పవచ్చు.

కార్బన్ (C) (Z = 6) పరమాణు ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$. ఇందులో మొదటి నాలుగు ఎలక్ట్రానులు 1s మరియు 2s ఆర్బిటాళ్ళ లోకి చేరుతాయి. తరువాతి రెండు ఎలక్ట్రానులు వేరువేరు p ఆర్బిటాళ్ళని ఆక్రమిస్తాయి. ఆ రెండు ఎలక్ట్రానుల స్పిన్ ఒకే విధంగా ఉంటుంది.



ఇక్కడ 2p ఆర్బిటాళ్ళలో ఉన్న రెండు ఒంటరి ఎలక్ట్రాన్లని సమాంతర స్పిన్‌లు కలిగి ఉన్నట్లు చూపించటం జరిగింది.

కృత్యం 3

కింద ఇవ్వబడ్డ మూలకాల ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసాలని పట్టికలో రాయండి.

పట్టిక-4

మూలకం	పరమాణు సంఖ్య (Z)	ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం
C	6	
N	7	
O	8	
F	9	
Ne	10	
Na	11	
Mg	12	
Al	13	
Si	14	
P	15	
S	16	
Cl	17	
Ar	18	
K	19	
Ca	20	

కీలక పదాలు

తరంగం, వర్ణపటం, నియమిత శక్తి, రేఖా వర్ణపటం, ఆర్బిటాల్, క్వాంటం సంఖ్యలు, కర్పరం, ఉపకర్పరం, ఆర్బిటాళ్ల ఆకృతులు, దిగ్విన్యాసం, ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం, పౌలీ వర్జన నియమం, ఆఫ్‌బౌ నియమం, హుండ్ నియమం.

SCERT, TELANGANA

What we have learnt

- Ligth can be characterized by its wavelength (λ), frequency (ϑ) and these quantities are related to speed of light as $C = \vartheta\lambda$.
- Spectrum is a group of wavelengths.
- Electromagnetic energy (Light) can have only certain discrete energy values which is given by the equation $E=h\upsilon$
- Electrons in an atom can gain energy by absorbing a particular frequency of light and can lose energy by emitting a particular frequency.
- Bohr's model of atom: Electrons are present in stationary states. The electron moves to higher energy level if it absorbs energy in the form of electromagnetic energy or moves to a lower energy state by emitting energy in the form of electromagnetic energy of appropriate frequency.
- Atomic line spectra arise because of absorption /emission of certain frequencies of light energy.
- It is not possible to measure accurately the position and velocity of an electron simultaneously.
- The space around the nucleus where the probability of finding the electron is maximum is called orbital.
- The three quantum numbers n, l, m_l describe the energy, shape and orientation respectively, of an atomic orbital. Spin is an intrinsic property of an atom.
- Spin is an intrinsic property of an electron.
- The arrangement of electrons in shells, sub-shells and orbitals in an atom is called the electron configuration.
- According to Pauli Exclusion Principle no two electrons of the same atom can have all the four quantum numbers same.
- Aufbau principle: The lowest-energy orbitals are filled first.
- Hund's rule: The orbitals of equal energy (degenerate) are occupied with one electron each before pairing of electrons starts.

SCERT, TELANGANA

Improve your learning

E2Y7I4

I. Reflections of concepts

1. What information does the electronic configuration of an atom provide? (AS_1)
2. Rainbow is an example for continuous spectrum – explain. (AS_1)
3. How orbital is different from Bohr's orbit?(AS_1)
4. Explain the significance of three Quantum numbers in predicting the positions of an electron in an atom.(AS_1)
5. How we are using the nl^x method in writing electronic configuration? (AS_1)
6. Which electronic shell is a higher energy level K or L? (AS_2)

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- కాంతి తరంగంలా ప్రయాణిస్తుంది. దీనిని తరంగదైర్ఘ్యం (λ), పౌన:పున్యం (υ) మరియు కాంతివేగాలలో వ్యక్తపరుస్తాం. వీటి మధ్య సంబంధం : $c = \upsilon\lambda$.
- అనేక తరంగదైర్ఘ్యాల లేదా పౌన:పున్యాల సముదాయాన్ని వర్ణపటం అంటారు.
- వికిరణ శక్తి నిర్దిష్ట విలువలు కలిగి ఉంటుంది, అతి తక్కువ శక్తి ప్రమాణాన్ని 'క్వాంటం' అంటాం దీనిని $E = h\upsilon$తో సూచిస్తాం.
- శక్తి ఉద్గారం గానీ, శోషణం గానీ వికిరణం రూపంలో వెలువడుతుంది. ఈ వికిరణపు శక్తి కొన్ని నిర్దిష్ట విలువలను కలిగి ఉంటుంది అంటే క్వాంటీకరణం చెంది ఉంటుంది.
- బోర్ పరమాణు నమూనా: ఎలక్ట్రాన్‌లు నిర్దిష్ట శక్తి స్థాయిలలో ఉంటాయి. ఎలక్ట్రాన్ శక్తిని గ్రహించినపుడు ఉత్తేజిత స్థాయికి, అలాగే శక్తిని ఉద్గారం చేసినపుడు తిరిగి భూస్థాయికి చేరుతుంది. అలా గ్రహించబడిన లేదా విడుదలైన వికిరణ శక్తి క్వాంటీకరణం చెందబడి ఉంటుంది.
- నిర్దిష్ట పౌన:పున్యాలు గల కాంతి శక్తి మాత్రమే శోషణం లేదా ఉద్గారం చెందడం వలన పరమాణు రేఖా వర్ణపటం ఏర్పడుతుంది.
- ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానాన్ని మరియు వేగాన్ని ఒకసారి ఖచ్చితంగా కనుక్కోవడం సాధ్యం కాదు.
- పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్ ను కనుగొనే సంభావ్యత ఎక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాన్ని ఆర్బిటాల్ అంటాం.
- పరమాణు ఆర్బిటాళ్ళ శక్తి, ఆకృతి మరియు ప్రాదేశిక ద్విగ్విన్యాసాలని వరుసగా n, l, m_l అనే మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు తెలియజేస్తాయి. స్పిన్ అనేది ఎలక్ట్రాన్ అభిలక్షణం.
- పరమాణువులోని కర్పరాలు, ఉపకర్పరాలు, ఆర్బిటాళ్ళలో ఎలక్ట్రానుల పంపిణిని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసం అంటారు.
- పౌలీ వర్జన నియమం : ఒకే పరమాణువుకి చెందిన ఏ రెండు ఎలక్ట్రాన్లకి నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు సమానంగా ఉండవు అని పౌలీ వర్జన నియమం తెలియజేస్తుంది.
- ఆఫ్ బౌ నియమం : ఎలక్ట్రాన్ అతి తక్కువ శక్తి గల ఆర్బిటాల్‌ని ముందుగా ఆక్రమిస్తుంది.
- హుండ్ నియమం : సమశక్తి ఆర్బిటాళ్ళ (degenerated) లో ఒక్కొక్క ఎలక్ట్రాన్ చేరిన తర్వాతే జతగూడడం జరుగుతుంది.

SCERT TELANGANA

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

A4K5H5

I. భావనలపై ప్రతిస్పందనలు:

1. పరమాణు ఎలక్ట్రాను విన్యాసం నుండి లభించే సమాచారం ఏమిటి? (AS_1)
2. ఇంద్రధనస్సు, ఒక అవిచ్ఛిన్న వర్ణపటానికి ఉదాహరణ – వివరించండి. (AS_1)
3. 'ఆర్బిటాల్' ను బోర్ యొక్క 'కక్ష్య' (orbit) తో పోల్చినపుడు ఇది ఏవిధంగా భిన్నమైంది? (AS_1)
4. ఒక పరమాణువులో ఎలక్ట్రాన్ యొక్క స్థానాన్ని అంచనా వేయడానికి మూడు క్వాంటం సంఖ్యలు ఏవిధంగా ఉపయోగపడతాయో వివరించండి? (AS_1)
5. nl^x పద్ధతిని ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంలో ఎలా ఉపయోగిస్తాము? (AS_1)
6. K మరియు L ఎలక్ట్రానిక్ కర్పరాలలో అధిక శక్తి స్థాయిలో వున్న కర్పరం ఏది? (AS_2)

II. Application of concepts

1. Answer the following questions.

a. How many maximum number of electrons can be accommodated in a principal energy level? (AS_1)

b. How many maximum number of electrons can be accommodated in a sub shell?

c. How many maximum number of electrons can be accommodated in an orbital?

d. How many sub shells are present in a principal energy level?

e. How many spin orientations are possible for an electron in an orbital? (AS_1)

2. In an atom the number electrons in M-shell is equal to the number of electrons in the K and L Shell. Answer the following questions. (AS_4)

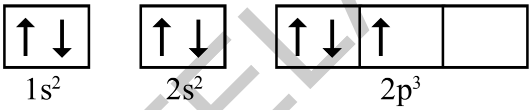
a. Which is the outer most shell?

b. How many electrons are there in its outermost shell?

c. What is the atomic number of element?

d. Write the electronic configuration of the element.

3. Following orbital diagram shows the electron configuration of nitrogen atom. Which rule does not support this? N (Z = 7) (AS_1)



4. Write the four quantum numbers for the differentiating electron of sodium (Na) atom? (AS_1)

5. (i) An electron in an atom has the following set of four quantum numbers to which orbital does it belong

n	l	m_l	m_s
2	0	0	+ ½

(ii) Write the four quantum numbers for $1s^1$ electron.(AS_4)

6. The wave length of a radio wave is 1.0m. Find its frequency.(AS_7)

Multiple choice questions

1) An emission spectrum consists of bright spectral lines on a dark back ground. Which one of the following does not correspond to the bright spectral lines? [ ]

A) Frequency of emitted radiation B) Wave length of emitted radiation

C) Energy of emitted radiation C) Velocity of light

SCERT, TELANGANA

II. భావనల అనువర్తనాలు

1. క్రింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలు రాయండి.

   ఎ) ఒక ప్రధాన శక్తి కర్పరంలో ఇమడగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య ఎంత? (AS_1)

   బి) ఒక ఉపకర్పరంలో ఇమడగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానులు ఎన్ని?

   సి) ఒక ఆర్బిటాల్ నందు అమర్చగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానులు ఎన్ని?

   డి) ఒక ప్రధాన శక్తి స్థాయిలో ఎన్ని ఉపకర్పరాలు ఉంటాయి?

   ఇ) ఒక ఆర్బిటాల్‌లోని ఎలక్ట్రాన్‌కు ఎన్ని రకాల స్పిన్ దిగ్విన్యాసాలు సాధ్యమవుతాయి?

2. ఒక పరమాణువులోని M – కర్పరంలో ఎలక్ట్రాన్‌లు K మరియు L కర్పరంలోని ఎలక్ట్రానుల సంఖ్యకు సమానం అయిన ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వండి. (AS_4)

   ఎ) బాహ్య కర్పరం ఏది?

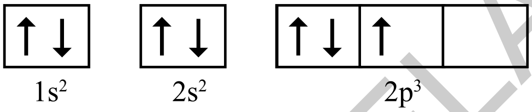
   బి) దాని బాహ్యకర్పరంలో ఎన్ని ఎలక్ట్రానులు ఉంటాయి?

   సి) ఆ పరమాణు సంఖ్య ఎంత?

   డి) ఆ మూలకానికి ఎలక్ట్రాను విన్యాసం రాయండి.

3. క్రింది ఆర్బిటాల్ రేఖా చిత్రం నైట్రోజను పరమాణువు యొక్క ఎలక్ట్రాన్ విన్యాసంను సూచిస్తుంది. ఇది ఏ నియమానికి వ్యతిరేకం? ఎందుకు? (AS_1)

N(Z=7)



4. సోడియం (Na) పరమాణువులో భేదపరచే ఎలక్ట్రాన్ (చివరగా చేరే ఎలక్ట్రాన్) యొక్క నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలను రాయండి. (AS_1)

5. ఒక పరమాణువులోని ఒక ఎలక్ట్రానుకు సంబంధించిన నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు క్రింద పట్టికలో ఇవ్వబడినాయి.

   i) ఆ ఎలక్ట్రాన్ ఏ ఆర్బిటాల్‌కు చెందినదో తెల్పండి? (AS_4)

n	l	m_l	m_s
2	0	0	+ ½

   (ii) $1s^1$ అనే సంక్షిప్త సంకేతంతో చూపబడిన ఎలక్ట్రాను యొక్క నాలుగు క్వాంటం సంఖ్యలు వ్రాయండి. (AS_4)

6. ఒక రేడియో తరంగం యొక్క తరంగ దైర్ఘ్యం 1m అయిన దాని పౌనఃపున్యం కనుగొనండి. (AS_7)

SCERT, TELANGANA

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. ఉద్గార వర్ణపటంలో చీకటి ప్రాంతంలో కాంతివంతమైన వర్ణ రేఖలు కనిపిస్తాయి. ఈ కాంతివంతమైన వర్ణ రేఖలు దీనిని సూచిస్తాయి. [ ]

   ఎ) ఉద్గార వికిరణపు పౌనఃపున్యం

   బి) ఉద్గార వికిరణపు తరంగ దైర్ఘ్యం

   సి) ఉద్గార వికిరణపు శక్తి

   డి) కాంతివేగం

2) The maximum number of electrons that can be accommodated in the L – shell of an atom is

A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 [ ]

3) If l = 1 for an atom then the number of orbitals in its sub-shell is [ ]

A) 1 B) 2 C) 3 D) 0

4) The quantum number which explains about size and energy of the orbit or shell is: [ ]

A) n B) l C) m_l D) m_s

Suggested Projects

1. Collect the information of historical development of the atomic theory.
2. Collect the information about the scientists who developed the atomic theories.
3. Make the s,p and d orbital models.
4. Collect the information regarding wave lengths and corresponding frequencies of three primary colours red, blue and green.

SCERT, TELANGANA

2. ఒక పరమాణువులోని కర్పరం L నందు ఇమడగలిగే గరిష్ఠ ఎలక్ట్రానుల సంఖ్య [ ]

ఎ) 2 బి) 4 సి) 8 డి) 16

3. ఒక పరమాణువు లో $l = 1$ అయిన, దాని ఉప కర్పరంలో వుండే ఆర్బిటాళ్ళ సంఖ్య [ ]

ఎ) 1 బి) 2 సి) 3 డి) 0

4. ఒక కక్ష యొక్క పరిమాణం మరియు శక్తిని తెలిపే క్వాంటమ్ సంఖ్య [ ]

ఎ) n బి) l సి) m_l డి) m_s

ప్రాజెక్టులు

1. పరమాణు నిర్మాణ సిద్ధాంతానికి తోడ్పడిన చారిత్రాత్మక అభివృద్ధికి సంబంధించిన సమాచారాన్ని సేకరించి నివేదిక రాయండి.
2. పరమాణు నిర్మాణ సిద్ధాంత అభివృద్ధికి కృషి చేసిన శాస్త్రవేత్తల సమాచారాన్ని సేకరించండి.
3. s, p మరియు d ఆర్బిటాళ్ళ నమూనాలు తయారుచేయండి.
4. ప్రాథమిక రంగులైన ఎరుపు, నీలం మరియు ఆకుపచ్చల గురించిన తరంగదైర్ఘ్యం, వాని పౌనఃపున్యాల సమాచారం సేకరించి నివేదిక రూపొందించండి.

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 an 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 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 (eg. interviews, checklist & questionnaire) analyse the information and interpret it. Able to conduct project works.
5.	**Communication through drawing, model making**	Children are able to comunicate their conceptual understanding by the way of drawing pictures labeling 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 ఏర్పరచుకోగలుగుతారు.
2.	ప్రశ్నించడం, పరికల్పన చేయడం	విషయాన్ని అర్థం చేసుకోవడానికి, భావనలకు సంబంధించిన సందేహాలను నివృత్తి చేసుకోవడానికి, చర్చను ప్రారంభించడానికి పిల్లలు ప్రశ్నించగలుగుతారు. 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 and classifies material, objects, phenomena and processes based on properties or characteristics.

  Eg: (i) Differences between Virtual & Real images, (ii) Classification of acids, bases and salts.

- Plans and conducts simple investigations or experiments to arrive at and verify the facts, principles, phenomena to seek answers to queries on their own. Concludes and Communicates the findings.

  Eg: (i) Reaction of metals with Acids and Bases, (ii) Image formation by mirrors and lenses.

  (iii) Identifies the gases eveolved in the reactions. (iv) writing reports.

- Relates processes and phenomena with causes and effects.

  Eg: (i) Refraction of light, (ii) Dispersion of light, (iii) Scattering of light.

- Explains processes and phenomena.

  Eg: (i) Scattering of right, (ii) Formation of rainbow, (iii) Extraction of metals from ore.

- Calculates using the data given.

  Eg: (i) Problems based on resultant resistance.(ii) Problems based on chemical equations.

- Draws labelled diagrams, flow charts, concept maps, graphs.

  Eg: (i) Diagram of acid reacts with metals, (ii) Solinoid, motor, dynomo, furnace.

- Applies learning to hypothitical situations.

  Eg: (i) What happens if human eye lens can not accomidate?

- Analyses and interprets graphs and figures.

  Eg: (i) V-I Graph, (ii) Angle of deviation and angle of incidence graph.

- Uses scientific conversations, symbols and equations to represent various quantities, elements and units.

  Eg: (i) Chemical equations, (ii) Units for electric energy, power of lens.

- Measures physical quantities using appropriate apparatus, instruments and devices.

  Eg: (i) lenses, mirrors, slabs (ii) Meter scale

- Derives formulae, equations, laws and applies Scientific concepts in daily life and solving problems.

  Eg: (i) Kirchoff's law, (ii) Omh's law, (iii) Laws of resistance. (iv)Lens formula.

- Describes Scientific discoveries and inventions.

  Eg: (i) Theoris and atomic struature, (ii) Omh's law

- Designs models using eco-friendly resources.

  Eg: (i) Electric motor, (ii) Models of H_2O, O_2 and CH_4 molecules.

- Exhibits values of honesty, objectivity, rational thinking, freedom from myths, superstitions 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 మరియు వాటిని వర్గీకరిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) మిథ్యా మరియు నిజ ప్రతిబింబాలు, బేధాలు, (ii) ఆమ్లాలు, క్షారాలు మరియు లవణాల వర్గీకరణ.
- వాస్తవాలు, దృగ్విషయాలను తెలుసుకోవడానికి మరియు ధృవీకరించడానికి లేదా వారి స్వంత ప్రశ్నలకు సమాధానాలు వెతకడానికి ప్రణాళికలు రచిస్తారు మరియు ప్రయోగాలు నిర్వహిస్తారు. నిర్ధారణలు, భావ ప్రసారం చేస్తారు.
  ఉదా॥ (i) ఆమ్లాలు, క్షారాలతో లోహాల చర్య, (ii) దర్పణాలు, కటకాలతో ప్రతిబింబాలు ఏర్పడడం.
  (iii) రసాయన చర్యలలో విడుదలైన వాయువులను నిర్ధారించడం (iv) నివేదికలు రాయడం.
- ప్రక్రియలు మరియు దృగ్విషయాలకు గల కార్యకారణ సంబంధాన్ని వివరిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) కాంతి వక్రీభవనం, (ii) కాంతి విక్షేపణం, (iii) కాంతి పరిక్షేపణం.
- ప్రక్రియలు మరియు దృగ్విషయాలను వివరిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) కాంతి పరిక్షేపణం, (ii) ఇంద్రధనుస్సు ఏర్పడడం, (iii) ధాతువు నుండి లోహ నిష్కర్షణ.
- ఇచ్చిన సమాచారం ఆధారంగా లెక్కిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) ఫలిత నిరోధాలపై సమస్యలు, (ii) రసాయన సమీకరణాలకు సంబంధించిన సమస్యల సాధన,
- ఫ్లో చార్టులు, కాన్సెప్ట్ మ్యాప్‌లు, గ్రాఫ్‌లు, బొమ్మలు గీసి భాగాలు గుర్తిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) లోహాలతో ఆమ్లాల చర్య పటం, (ii) సాలినాయిడ్, మోటర్, డైనమో, కొలిమి.
- పరికల్పనలకు అభ్యసనాన్ని వినియోగిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) మానవుని కంటి కటకం సర్దుబాటు చేసుకోకపోతే ఏమి జరుగుతుంది?
- దత్తాంశాలు, గ్రాఫ్‌లు, బొమ్మలను విశ్లేషిస్తారు, వ్యాఖ్యానిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) V-I గ్రాఫ్, (ii) విచలన కోణం – పతన కోణాల గ్రాఫ్.
- వివిధ పరిమాణాలు, మూలకాలు మరియు యూనిట్లను సూచించడానికి శాస్త్రీయ సంకేతాలు, చిహ్నాలు మరియు సమీకరణాలను ఉపయోగిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) రసాయన సమీకరణాలు, (ii) విద్యుత్‌శక్తి, కటక సామర్థ్యాల ప్రమాణాలు.
- ప్రయోగశాల ఉపకరణాలు, సాధనాలు మరియు పరికరాలను సరిగా ఉపయోగించి కొలుస్తారు.
  ఉదా॥ (i) కటకాలు, దర్పణాలు, గాజుదిమ్మె, (ii) మీటర్ స్కేలు.
- రసాయన సమీకరణాలను, సూత్రాలను సూత్రీకరించడం, శాస్త్రీయ భావనలను సమస్యా పరిష్కారానికి నిజజీవితానికి అన్వయిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) కిర్చాఫ్ నియమం, (ii) ఓమ్ నియమం, (iii) నిరోధ నియమాలు, (iv) దర్పణసూత్రం
- శాస్త్రీయ అన్వేషణలు, ఆవిష్కరణలు మరియు పరిశోధనల గురించి తెలుసుకొనుటకు చొరవ తీసుకుంటారు.
  ఉదా॥ (i) పరమాణు నిర్మాణం సంబంధించిన సిద్ధాంతాలు, (ii) ఓమ్ నియమం
- పర్యావరణ అనుకూల వనరులను ఉపయోగించి నమూనాలను రూపొందించి సృజనాత్మకతను ప్రదర్శిస్తారు.
  ఉదా॥ (i) విద్యుత్ మోటర్, (ii) H_2O, O_2, CH_4 అణువుల నమూనాలు.
- 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. The official documents of National and State Curriculum Frame Works and the Right to Education Act are aspairing to bring gross route 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:

- There is an immediate need to discard the practices adopted in the schools on a false belief that teaching of 10th class means preparing the children for public examination. In 10th class the teaching learning process should focus on achieving the academic standards and learning outcomes rather winning race of scoring marks.
- Avoid practices like using guides and question banks, asking the children to read only important questions, focussing on lessons which help in scoring more marks.
- Read the lesson thoroughly before you start teaching and ask the children to read the text. Then initiate a discussion to make the children understand the concepts in the lessons.
- Encourage children to express their own views and ideas while writing the answers. Give weightage to such type of writing in examination.
- Some instructions are given in the textbook regarding the collection of certain information by the teacher. Collect such information and make it available to students.
- In public examination, the weightage will be given to all aspects of the syllabus. Except foreword of the textbook everything else must be treated as a part of the curriculum.
- 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.
- Teachers are advised to follow the following teaching steps while transacting lessons- mind mapping, reading lesson and identifyng new words by children, performing activities, demonstration and discussion, conclusion and evaluation.
- In the text, some special activities are presented as box 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'. To perform all of them is compulsory.
- The abbreviation (A.S.) given at the end of each question in the section "Improve your learning" indicates academic standard.
- Collect information of relevant website addresses and pass on to students so that they can utilize internet services for learning science on their own.
- Plan and execute activities like science club, elocution, drawing, writing poetry on science, making models *etc.* to develop positive attitude among children about 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 for solutions to the problems systematically and preparing them to meet life's challenges properly.

SCERT, TELANGANA

ఉపాధ్యాయులారా...

నూతన విజ్ఞానశాస్త్ర పాఠ్యపుస్తకాలను పిల్లలలో పరిశీలనా శక్తిని, పరిశోధనాభిలాషను పెంపొందించేవిధంగా రూపొందించారు.

కాబట్టి ఉపాధ్యాయలోకం ఏమేమి చేయాలో ఏమేమి చేయరాదో పరిశీలిద్దాం.

- పదోతరగతి అనగానే పిల్లల్ని పరీక్షలకు సిద్ధం చేయడం ప్రథమ కర్తవ్యంగా సాగే బోధనా విధానాలకు స్వస్తి పలకాలి. మార్కుల పోటీగా కాకుండా సామర్థ్యాల సాధనా దిశగా బోధనాభ్యసన ప్రక్రియలు నిర్వహించాలి.
- గైడ్‌లు, క్వశ్చన్‌బ్యాంక్‌లు ఉపయోగించడం, ముఖ్యమైన ప్రశ్నలను మాత్రమే చదివించడం, పరీక్షలలో ఎక్కువ మార్కులు పొందడానికి వీలైన పాఠాలపై మాత్రమే శ్రద్ధచూపడం వంటి అంశాలకు తావులేకుండా చూడాలి.
- మనం చదవడమే కాకుండా విద్యార్థులతో కూడా పాఠ్యపుస్తకాన్ని ఆసాంతం చదివించేలా కృషి చేయాలి. తద్వారా భావనలపై అవగాహన కలిగించాలి.
- స్వంతంగా రాయడానికి పిల్లలకు స్వేచ్ఛనివ్వాలి. పరీక్షలలో సైతం ఇలా సొంతంగా రాసిన సమాధానాలకే ప్రాధాన్యతనివ్వాలి. ఉపాధ్యాయుడు సేకరించి పిల్లలకు అందించాల్సిన సమాచార వివరాలు పాఠ్యపుస్తకంలో ఉంటాయి. వాటిని తప్పనిసరిగా తెలియజేయాలి.
- బోర్డు పరీక్షలలో సిలబస్ మొత్తానికి సమాన ప్రాధాన్యత ఉంటుంది. కాబట్టి అనుబంధం శీర్షిక తప్ప పాఠ్యపుస్తకంలో ఉన్న అంశాలన్నీ సిలబస్‌గానే పరిగణించాలి.
- ప్రతి పాఠం తరగతి గది బోధన, ప్రయోగశాల కృత్యాలు అని రెండుగా విభజించి ఉంటుంది. ప్రయోగశాల కృత్యాలు తప్పనిసరిగా పిల్లలతో చేయించాలి. ఇవి పాఠంలో అంతర్భాగంగా ఉంటాయి. కాబట్టి పాఠం పూర్తయిన తర్వాత చేయించవచ్చునని భావించకూడదు. ప్రయోగశాల కృత్యాలు నిర్వహించేటపుడు శాస్త్రీయ పద్ధతిలోని సోపానాలు అనుసరించేలా పిల్లలకు తర్ఫీదునివ్వాలి. ప్రతి ప్రయోగ కృత్యానికి పిల్లలతో నివేదికలు రూపొందించి ప్రదర్శింపజేయాలి.
- పాఠ్యపుస్తకంలో ఆలోచించండి, చర్చించండి, ఇవిచేయండి, నివేదికలు తయారుచేయండి, ఇంటర్వ్యూ నిర్వహించండి, గోడ పత్రికలో ప్రదర్శించండి, థియేటర్ డేలో పాల్గొనండి, క్షేత్ర పరిశీలన చేయండి, ప్రత్యేక దినాలను నిర్వహించండి, అనే శీర్షికలలో ఇచ్చిన కృత్యాలు తప్పనిసరిగా నిర్వహించాలి.
- పాఠ్యబోధనలో మైండ్‌మ్యాపింగ్ చేయించడం, పిల్లలతో పాఠాన్ని చదివించి అర్థంకాని పదాలను గుర్తింపజేయడం, కృత్యాల నిర్వహణ, ప్రదర్శన-చర్చ, ముగింపు, మూల్యాంకనం అనే సోపానాలను పాటించాలి.
- ఉపాధ్యాయులను అడిగి తెలుసుకోండి, పాఠశాల గ్రంథాలయం, ఇంటర్నెట్‌లో పరిశీలించండి అనే అంశాలను బోధనలో తప్పని సరి భాగంగా పరిగణించాలి తప్ప వదిలివేయరాదు.
- అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరుచుకుందాంలో ప్రశ్నల చివర ఇచ్చిన A.S. విద్యా ప్రమాణాన్ని సూచిస్తుంది.
- ఇంటర్నెట్ వంటి సాంకేతిక పరిజ్ఞానాన్ని విస్తృతంగా పిల్లలు ఉపయోగించుకోవడానికి పాఠ్యాంశానికి అవసరమైన వెబ్‌సైట్ల వివరాలు సేకరించి అందించాలి. పాఠశాల గ్రంథాలయంలో విజ్ఞానశాస్త్ర మ్యాగజైన్‌లు ఉండేలా శ్రద్ధ తీసుకోవాలి.
- పర్యావరణం, జీవ వైవిధ్యం మొదలైన అంశాల పట్ల అభిరుచులను కలిగించేందుకు 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 textbook helps you to learn in that way.

What you need to do to achieve such things:

- In 10th class the range of concepts is wide. So go through each lesson thoroughly 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.
- Observe how each lesson is helpful to conserve nature. Put what you learnt into practice.
- Analyse how each teaching point has relation with daily life and discuss the things you learned in your science class with farmers, artisans *etc.*
- Work as a group during interviews and field trips. Preparing reports and displaying them is a must. Discuss on the report prepared.
- 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.

SCERT, TELANGANA

TEXTBOOK DEVELOPMENT TEAM - 2013

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. Salagram Retd., Professor of Physics, Osmania University, Hyderabad.

Dr.M. Adinarayana, Retd., Professor of Chemistry, Osmania University, Hyderabad.

Dr. C.V. Sarveswara Sharma, Retd., Reader in Physics, Amalapuram.

Dr. K. Venkateswara Rao, Retd., Reader in Chemistry,New Science College, 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

Sri S.U. Siva Ram Prasad, SA, GBHS Sultan Bazar, Hyderabad.

Sri Madhusudhana Reddy Dandala, SA, ZPHS Munagala, Nalgonda.

Sri K. Gagan Kumar, SA, ZPHS Mirzapur, Nizamabad.

Dr.K. Suresh, SA, ZPHS Pasaragonda, Warangal.

Sri R. Ananda Kumar, SA, ZPHS Gavaravaram, Visakhapatnam.

Sri S. Naushad Ali, SA, ZPHS G.D. Nellore, Chittoor.

Sri S. Brahmananda Reddy, SA, ZPHS Immadicheruvu, Prakasam.

Sri V. Yekambareswararao, SA, ZPHS Lingaraopalem, Guntur.

Sri K.V.K. Srikanth, SA, GTWAHS S.L.Puram, Srikakulam.

Sri M. Eswara Rao, SA, GHS Sompeta, Srikakulam

Sri Y. Venkat Reddy, SA, ZPHS Chivemla, Nalgonda

Sri Tirumala Srinivasa Chary, SA, ZPHS Kapra, Medchal Dist.

SCERT TELANGANA

TEXTBOOK DEVELOPMENT TEAM - 2013

Academic Support

Miss. Preeti Misra, Vidya Bhawan Education Resource Centre, Udaipur, Rajasthan.

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.
Sri Mohammed Zakiuddin Liaqat, Mumtaz Computers, Shahguj, Hyderabad

Textbook Publication Team

Director, SCERT, Hyderabad.
Director, Govt. Text Book Press, Hyderabad.
Prof. & HoD, Dept. of Curriculum & Textbooks, SCERT, Hyderabad.

SCERT, TELANGANA

QR CODE

Q2F9R6

Notes

SCERT, TELANGANA

Notes

SCERT, TELANGANA